



วารสาร

เกษตรพระจอมเกล้า

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 39 ฉบับที่ 4

VOLUME 39 NUMBER 4

ตุลาคม – ธันวาคม 2564

ISSN 2651-2203 (Online)

October – December 2021

บทความวิจัย

สารบัญ

หน้า

- | | | |
|---|--|-----|
| ❑ ผลของระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักทองปัตเตอร์นัทในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน | นภาพร จิตต์ศรัทธา และพิกุล นุชนวลรัตน์ | 257 |
| ❑ ปริมาณสารพิษตกค้างและการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส | จำเนียร ชมภู สุณิสา อูยะตุง ธนพงศ์ ไกรพุดม และราตรี บุญเรืองรอด | 264 |
| ❑ การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อใช้ตรวจหาความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดดาวเรืองลูกผสม | เรือนแก้ว ประพฤติ และอาทิตย์ จองแดง | 274 |
| ❑ ผลการเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะต่อปริมาณซีลีเนียมในเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา | ธนภักษ์ อีนยอด กนกอร อัมพรายณ์
ธนภัทร เต็มอารมย์ ชาตรี กอนี
ปวีศ ตั้งบรรธรรมา และรสสุคนธ์ พุกนิล | 282 |
| ❑ พฤติกรรมการซื้อและทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของข้าราชการในเขตพื้นที่อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น | สุกัลยา เขียวขวัญ และอรุณี พรมคำบุตร | 292 |
| ❑ สัดส่วนของสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้จากเครื่องมือประมงในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน | ธัญพร พงศ์สุวรรณ
และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์ | 301 |
| ❑ ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่: กรณีศึกษาแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน ตำบลเพิ่มพูนทรัพย์ อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี | โสภิตา สุพรรณดิษฐ์ คณิงรัตน์ คำมณี
จิรัฐินาฏ ถังเงิน และพนัธจัตต์ สีเหนียง | 313 |
| ❑ การเปิดรับและความพึงพอใจต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของนิสิตปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน | เสกสรร กัดหิม ปรีดา สามงามยา
สุภาภรณ์ เลิศศิริ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ | 321 |

บทความวิชาการ

- | | | |
|--|-------------------------------------|-----|
| ❑ ผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรไทย | วันปิติ ธรรมศรี | 329 |
| ❑ ข้อพิจารณาในการปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมัน | ธเนศ คอมเพ็ชร และธีระ เอกสมทราเมษฐ์ | 337 |

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า

วัดภูประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ความก้าวหน้าของวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร
2. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นระหว่างผู้ที่อยู่ในวงการเกษตรหรือสถาบันต่าง ๆ

การส่งเรื่องลงพิมพ์

เรื่องที่ส่ง ได้แก่ บทความวิจัย บทความวิชาการ
ที่เกี่ยวข้องกับทางการเกษตรหลักเกณฑ์และการเตรียม
ต้นฉบับได้ระบุไว้ตอนท้ายของวารสารพระจอมเกล้า

สำนักงาน

งานวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์โทรสาร : 0-2329-8524
E-mail : ajournal@kmitl.ac.th
www.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/index

กำหนดการตีพิมพ์ : วารสารเกษตร

พระจอมเกล้า กำหนดตีพิมพ์ปีละ 4 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม
ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน
ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน
ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม

ที่ปรึกษา

คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการเกษตร
รองคณบดี
ผู้ช่วยคณบดี
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
และประมง
หัวหน้าภาควิชาพัฒนาการเกษตรและ
การจัดการทรัพยากร
รศ. ดร.จำรูญ เล่าสินวัฒนา
(บรรณานุกรม พ.ศ. 2555-2558)
รศ. ดร.คำรณวิทย์ ทัพยมณี
(บรรณานุกรม พ.ศ. 2558-2561)
ผศ. ดร.สุกัญญา แยมประชา
(บรรณานุกรม พ.ศ. 2561-2564)
รศ. ดร.คำรณวิทย์ ทัพยมณี
(รักษาราชการบริหาร พ.ศ. 2564)
รศ. ดร.ปัญญา มั่นนีกบ
(บรรณานุกรม พ.ศ. 2564-2567)

บรรณาธิการบริหาร

ผศ. ดร.กุลชัย กุลตวณิช

บรรณาธิการ

รศ. ดร.ปัญญา หมั่นเก็บ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผศ. ดร.พจนา สีขาว

๒
ผิดแลระบบ

นายปิยวัฒน์ ศรีสวัสดิ์

กองบรรณาธิการ

ศ. ดร.บัญชา สมบูรณ์สุข
ศ. ดร.สุตฤดี ประเทืองวงศ์
ศ. ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัติย์
ศ. ดร.ฉลอง วชิรภาภกร
ศ. ดร.ยุพา หารนุญทรวง
ศ. ดร.เนาวนิตย์ สงคราม
ศ. ดร.อนุชิตา มุ่งงาม
ศ. ดร.วรเดช จันทรส
รศ. ดร.กานต์ สุขสุแพพทย์
รศ. ดร.ก่าจร หลุยยะพงศ์
รศ. ดร.จินดา ขลิบทอง
รศ. ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
รศ. ดร.ซูกรี หะยีสาแม
รศ. ดร.ไกรเลิศ ทวีกุล
รศ. ดร.ปรเมศ บันเทิง
รศ. ดร.วราห์ เทพาหุดี
รศ. ดร.ศิริชัย กัลยาณรัตน์
รศ. ดร.สนธิชัย จันทรเปรม
ผศ. ดร.จักรมาส เลหาวนิช
ผศ. ดร.พิสสวรรณ เข้มสมสมบัติ
ผศ. ดร.เยาวรัตน์ ศรีวรานันท์
ผศ. ดร.วัชร จินตโกวิท
ผศ. ดร.วีระณีย์ ทองศรี
ผศ. ดร.เสาวคนธ์ เหมวงษ์
คุณอัญชลี สุจิตตานนท์
ผศ. ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์
ศ. ดร.มยุรา สุนย์วีระ
ผศ. ดร.นุกุล ถวิลถิ่ง
รศ. ดร.คำรณวิทย์ ทิพย์มณี
รศ. ดร.พรหมมาศ คุณากาญจน์
รศ. ดร.สุเมิพร สุวรรณมณีพงษ์
รศ. ดร.กัญจนา แซ่เตียว
รศ. ดร.ศุภลักษณ์ สรภักดี
ผศ. ดร.อัฉรี เรืองเดช
ผศ. ดร.ลำแพน ขวัญพูล
ผศ. ดร.ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาภิวัฒน์
ผศ. ดร.ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล
ผศ. ดร.จำลอง มิตรชาวไทย
ผศ. ดร.มัลลิกา กิลลาไล
ดร.ธนัท สมณคุปต์
Asst. Prof. Dr. James Dominic TRUE
ดร.ปัทมา นิตไธสง

เลขานุการและงานทะเบียน

นางสาวอาชฺรธา อูมา

ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 096-176-3329
E-mail : ajournal@kmitl.ac.th

สำนักพิมพ์ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[illegible]

ข้อความและบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหาและข้อคิดเห็นนั้น ๆ แต่อย่างใด

บทบรรณาธิการ

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ฉบับนี้เป็นฉบับที่ 4 ของปีที่ 39 (ตุลาคม - ธันวาคม) เป็นฉบับส่งท้ายปีเก่า 2564 และต้อนรับปีใหม่ 2565 จำนวนบทความวิจัยที่ได้รับการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกและได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ในฉบับนี้มีทั้งหมด 8 บทความ และบทความวิชาการ จำนวน 2 บทความ โดยบทความวิจัยมีเนื้อหาสาระที่เข้มข้นและหลากหลาย ได้แก่ งานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีการผลิตพืช ประกอบด้วย การปลูกพืชของบัตเตอร์นัทในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางสายพันธุ์ของเมล็ดดาวเรือง ลูกผสม และการเสริมธาตุอาหารในการผลิตเห็ดสุภาพ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยทางด้านพัฒนาและส่งเสริมการเกษตร ประกอบด้วย การศึกษาพฤติกรรมกรรมการบริโภคชาวอินทรี การปลูกเงาะโรงเรียนแปลงใหญ่ และงานทางด้านการใช้เครื่องมือประมงในการจับสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน รวมทั้งการศึกษาถึงการเปิดรับข้อมูลข่าวสารโดยใช้เทคโนโลยีสื่อออนไลน์ของสังคมวัยรุ่นในปัจจุบันเพื่อนำไปปรับใช้ในการนำเสนอข่าวสารด้านการเกษตร ส่วนบทความวิชาการ ได้แก่ การใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อสุขภาพของเกษตรกรไทย และข้อพิจารณาต่าง ๆ ในการปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นบทความวิชาการที่มีความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร

กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้พิจารณาถ้อยแถลงและให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้บทความวิจัยและบทความวิชาการได้มาตรฐานทางวิชาการ และขอขอบคูนนักวิจัยและนักวิชาการทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความมาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารเกษตรพระจอมเกล้าอย่างต่อเนื่อง

สุดท้ายนี้ ขอให้ทุกท่านมีสุขภาพแข็งแรงทั้งกายและใจ ปลอดภัยและห่างไกลจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) โดยเฉพาะ “โอมิครอน” ที่กำลังระบาดอยู่ในขณะนี้ และขอให้มียิ้มแห่งความสุขในทุก ๆ วัน แล้วพบกันฉบับหน้า “สวัสดีปีใหม่ 2565”

กองบรรณาธิการ

**ผลของระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของฟักทองบัตเตอร์นัทในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**
**Effects of Nutrient Solution Concentrations on Growth and Yield
of Butternut Squash in Soilless Culture**

นภาพร จิตต์ศรัทธา¹ และพิกุล นุชนวลรัตน์¹
Napaporn Jitsattaa¹ and Phikun Nuchnuanrata¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟักทองบัตเตอร์นัทที่ปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 15 นิ้ว โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกและให้สารละลายไปพร้อมระบบน้ำหยด โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 การับการทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่ ระดับค่า EC 2.0, 2.5 และ 3.0 mS/cm เริ่มดำเนินการทดลองในเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2563 จากการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตสูงสุด คือ EC = 2.5 mS/cm ให้ความกว้างใบ และความยาวใบสูงสุด เท่ากับ 18.81 เซนติเมตร และ 18.14 เซนติเมตร ตามลำดับ และ EC = 3.0 mS/cm ให้ความสูงต้น และขนาดลำต้นสูงสุด เท่ากับ 330.86 เซนติเมตร และ 13.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ และผลผลิตสูงสุด คือ EC = 3.0 mS/cm ให้ความหนาเนื้อ น้ำหนักผล และน้ำหนักผลรวมสูงสุด เท่ากับ 6.02 เซนติเมตร 498.06 กรัม และ 1,494 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นการปลูกฟักทองบัตเตอร์นัทควรปลูกที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ช่วง EC 2.5-3.0 mS/cm ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตของต้นและผลผลิตฟักทองบัตเตอร์นัทที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: ฟักทองบัตเตอร์นัท ความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Abstract

This research aimed to investigate the effects of the nutrient solution concentrations on the growth and yield of butternut squash planted in 15 inch plastic pots filled with pulverized coconut husk as planting substrate. The nutrient solutions were supplied to all tested plants by drip irrigation system. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 5 replications as follows: EC = 2.0, 2.5 and 3.0 mS/cm. The experiment was conducted from April to July 2020. Plant growth and yield were measured using a variety of potential growth metrics. The highest growth was found at nutrient concentrations equivalent to EC = 2.5 mS/cm, using leaf width and leaf length (18.81 cm and 18.14 cm, respectively) as growth metric; concentrations equivalent to EC = 3.0 mS/cm yielded greatest plant height and diameter (330.86 cm and 13.75 mm, respectively); the highest fruit yield was found at EC = 3.0 mS/cm, according to pulp thickness, fruit weight and total weight/plant (6.02 cm, 498.06 and 1,494 g, respectively). Based on the results of this study, nutrient concentrations of EC = 2.5-3.0 mS/cm significantly promoted growth and yield of butternut squash in non-soil growth medium.

Keywords: butternut squash, nutrient solution concentration, soilless culture

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อ. เมือง จ. จันทบุรี 22000

¹ Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Muang, Chanthaburi 22000

*Corresponding author, E-mail: butterfly.napaporn@gmail.com

คำนำ

บัตเตอร์นัทสควอช หรือที่เรียกว่า “ฟักทองบัตเตอร์นัท” ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cucurbita moschata* จัดอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae เป็นพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดในประเทศสหรัฐอเมริกา (Dari and Yaro, 2016) ในปัจจุบันได้มีการนำเอาพืชชนิดนี้เข้ามาปลูกเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับเกษตรกรไทย เนื่องจากมีรสชาติหวาน เนื้อเหนียว และแน่นหนึบกว่าฟักทองทั่วไป มีลักษณะคล้ายน้ำเต้าสีเหลืองเข้ม (Tecson, 2001) ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่ปลูกได้ไม่ยาก สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ซึ่งมีราคากิโลกรัมละ 80 บาท โดย 1 ผลจะมีน้ำหนัก 500-1,000 กรัม ปัจจุบันบัตเตอร์นัทเป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะตลาดออนไลน์ เพราะในประเทศไทยยังไม่ค่อยมีเกษตรกรผู้ผลิต (ดวงกมล โลหะศรีสกุล, 2560) การปลูกฟักทองบัตเตอร์นัทในประเทศไทยโดยทั่วไปจะปลูกในดิน ส่วนใหญ่จะพบปัญหาในการปลูก เช่น ปัญหาในการควบคุมสภาพแวดล้อม ค่าความเป็นกรดด่างของดิน และการควบคุมธาตุอาหารทำได้ยาก เนื่องจากพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจเกิดจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น ฝนตกทำให้เกิดการชะล้างธาตุอาหารพืชในดิน ปัญหาในการควบคุมโรคและแมลง เป็นต้น (Batzer and Gleason, 2013) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและปริมาณธาตุอาหารให้มีเหมาะสมตามที่พืชต้องการ (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2554) อีกทั้งยังมีการพัฒนาสูตรอาหารพืช เพื่อให้พืชมีการดูดซึมธาตุอาหารได้ดี (Jones, 1982)

ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soilless culture) มีหลายระบบ แต่ระบบปลูกในวัสดุปลูก (substrate culture) เป็นการปลูกที่คล้ายกับการปลูกในดินมากที่สุด วัสดุปลูกจะทำหน้าที่ให้รากยึดเกาะพยุงลำต้น รวมถึงการเก็บความชื้น และธาตุอาหารเพื่อให้รากดูดใช้ การเลือกวัสดุปลูกต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพด้วย (สุชาติ ภาตระกูล, 2525) ระบบการปลูกในวัสดุปลูกจะเป็นระบบที่มีการให้น้ำแบบน้ำหยด เป็นการให้น้ำที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำของพืชเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดความเสี่ยงต่อการขาดน้ำของพืช (ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2544) ซึ่งการควบคุมการเปิด-ปิดของปั้มน้ำด้วยเครื่องตั้งเวลา ทำให้พืชได้รับน้ำและธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม ไม่สิ้นเปลือง ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่สูงและมีคุณภาพที่ดี (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2553)

นอกจากนี้การปลูกฟักทองบัตเตอร์นัทยังต้องคำนึงถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร โดยจะวัดอยู่ในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) (Wu and Kubota, 2008) ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงหรือต่ำกว่านี้จะส่งผลกระทบต่อในด้านลบกับพืชในการเจริญเติบโต (Sakamoto and Suzuki, 2020) และข้อมูลที่มีส่วนใหญ่เป็นของต่างประเทศ ยังไม่พบสูตร รวมถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมกับฟักทองบัตเตอร์นัทในกระถางที่ปลูกในไทยโดยใช้วัสดุปลูก จึงควรทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตฟักทองบัตเตอร์นัทเป็นการค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมในการปลูกฟักทองบัตเตอร์นัทในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ตำรับการทดลอง (treatments) ตำรับละ 5 ซ้ำ (replications) ซ้ำละ 3 ต้น ประกอบด้วย ตำรับที่ 1 ระดับค่า EC = 2.0 mS/cm ตำรับที่ 2 ระดับค่า EC = 2.5 mS/cm และตำรับที่ 3 ระดับค่า EC = 3.0 mS/cm ดำเนินการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในเดือนเมษายน-กรกฎาคม 2563 ภายในโรงเรือนพลาสติกขนาด 6x12 ตารางเมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือน มีความหนา 200 ไมครอน ด้านข้างจะมีมุ้งกันแมลง ขนาดตาข่าย 32 ตา ทำหน้าที่ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายพืช ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง

การเตรียมวัสดุปลูกและการเตรียมน้ำสำหรับฟักทองบัตเตอร์นัท

ทำการเตรียมวัสดุปลูกโดยการนำวัสดุปลูกขุยมะพร้าวใส่กระถาง นำมาแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้ง โดยทำซ้ำแบบเดิมทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อชะเกลือออกจากวัสดุปลูก และปรับค่า pH (5.5-6.5) เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช การเตรียมน้ำสำหรับฟักทองบัตเตอร์นัท นำเมล็ดพันธุ์ฟักทองบัตเตอร์นัทมาแช่น้ำอุ่น 3-4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบ่มลงในกระดาษทิชชู แล้วปิดกล่องให้สนิททิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดมีรากงอกแล้วให้นำมาเพาะลงในถาดเพาะกล้า โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า รดน้ำให้ชุ่ม

วิธีการทดลอง

เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 7-10 วัน หรือมีใบจริง 2-3 ใบ ทำการย้ายลงในกระถางขนาด 15 นิ้ว กระถางละ 1 ต้น โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกและนำไปวางในโรงเรือนพลาสติกตามแผนการทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 แถว ๆ ละ 15 กระถาง โดยแต่ละแถวห่างกัน 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกระถาง 40 เซนติเมตร จากนั้นปักหัวน้ำหยดขนาด 8 ลิตร/ชั่วโมง

กระถางละ 2 หัว หลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ เริ่มทำค้างปลูกเพื่อพวงลำต้น (Figure 1) จะเริ่มให้ปุ๋ยกับต้นกล้า โดยต้นฟักทอง บัตเตอร์นัทจะได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีค่า EC = 2.0, 2.5 และ 3.0 mS/cm ต้นฟักทองบัตเตอร์นัทจะได้รับสารละลาย ทุก ๆ วัน ผ่านระบบน้ำหยด และจะทำการปรับธาตุอาหารในถังปุ๋ยทุก ๆ สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยจะใช้เครื่องตั้งเวลา ควบคุมการปิด-เปิด ซึ่งจะเพิ่มเวลาการให้น้ำและธาตุอาหารตามการเจริญเติบโตของพืช เครื่องตั้งเวลาสามารถตั้งความถี่ในการ ให้น้ำ และระยะเวลาการให้น้ำ สามารถตั้งความถี่สูงสุด 24 ครั้ง และระยะเวลาการให้น้ำแต่ละครั้ง 0-30 นาที จะเริ่มทำการ ตัดแต่งกิ่งแขนง ตั้งแต่ข้อที่ 1-6 และเริ่มไว้ลูกหรือผสมเกสร (ช่วงเวลาตั้งแต่ 06.00-10.00 น.) ตั้งแต่แขนงข้อที่ 7-12 ให้ไว้ผล 3 ผล/ต้น แล้วทำการตัดยอดเพื่อให้อาหารไปสร้างผลผลิตแทนการเจริญเติบโตทางใบในข้อที่ 32 เมื่อผลฟักทองบัตเตอร์นัท มีอายุ 40-45 วัน หลังจากผสมเกสร ผลของฟักทองบัตเตอร์นัทจะเริ่มขยายใหญ่ขึ้น และผลเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวอ่อนเป็น สีเหลืองเข้มแก่จัด จะทำการเก็บเกี่ยวผลฟักทองบัตเตอร์นัท (Figure 2)

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร Cucurbitaceae Netherlands (จากโปรแกรม NutriCal V1.7T) (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2557) ที่มีความเข้มข้น 200 เท่า ปริมาตร 20 ลิตร ถึง A ประกอบด้วย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 3.767$ กิโลกรัม และ $\text{Fe-EDTA} = 33$ กรัม ส่วนถึง B ประกอบด้วย $\text{KNO}_3 = 1.796$ กิโลกรัม $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 0.653$ กิโลกรัม $\text{MgSO}_4 = 1.037$ กิโลกรัม $\text{ZnSO}_4 = 5.450$ กรัม $\text{CuSO}_4 = 0.813$ กรัม $\text{MnSO}_4 = 7.097$ กรัม $\text{H}_3\text{BO}_3 = 6.353$ กรัม และ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} = 0.343$ กรัม หลังจากนั้นนำสารละลายจากถึง A และ B มาผสมกันในถังที่มีน้ำอยู่ 200 ลิตร เพื่อเจือจางสารละลายก่อนนำไปใช้ ให้ความเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ โดยปริมาตรของสารละลายทั้งสองต้องเท่ากัน จนได้ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลาย ธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC = 2.0, 2.5 และ 3.0 mS/cm โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า electrical conductivity meter เป็นเครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลาย และปรับค่า pH 5.5-6.5 โดยใช้เครื่องวัดค่า pH meter เป็นเครื่องวัดค่าความเป็น กรด-ด่าง ดังนั้น ระบบน้ำจึงมีทั้งหมด 3 ชุด ซึ่งแต่ละวิธีการทดลองจะทำการสูบน้ำให้แก่ต้นฟักทองบัตเตอร์นัทด้วยการให้สารละลาย ไปพร้อมกับน้ำด้วยระบบน้ำแบบหยด ตามแผนการทดลอง



Figure 1 Butternut squash climber on hold to support stem.



Figure 2 Butternut squashes are beginning to turn light green to deep yellow.

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อต้นฟักทองปัตเตอร์นัทย้ายปลูกได้ 1 สัปดาห์ จึงเริ่มการบันทึกข้อมูล ความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ (เซนติเมตร) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) และความเขียวใบ (SPAD) โดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ และชั่งน้ำหนักต้นสด และน้ำหนักดินแห้ง (กรัม/ต้น) ชั่งน้ำหนักผล (กรัม/ผล) ความหนาเนื้อ (เซนติเมตร) และน้ำหนักผลรวม/ต้น จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics ver.7.0

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตของฟักทองปัตเตอร์นัท

จากการทดลองศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของฟักทองปัตเตอร์นัทในระบบไม่ใช้ดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าฟักทองปัตเตอร์นัทที่ปลูกโดยได้รับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ค่า EC = 3.0 และ 2.5 mS/cm มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นและขนาดลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 333.46 และ 330.86 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยขนาดลำต้นเท่ากับ 13.77 และ 13.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ค่า EC = 2.0 mS/cm มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 299.66 เซนติเมตร และ 12.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 1) ความกว้างใบและความยาวใบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ EC = 2.5 mS/cm เท่ากับ 18.81 และ 18.14 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือ EC = 2.0 mS/cm เท่ากับ 16.43 และ 15.66 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่า EC มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ EC = 3.0 เท่ากับ 14.01 และ 13.44 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 1) และเมื่อเปรียบเทียบความเขียวใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 1, Figure 3)

จากการทดลองพบว่า ฟักทองปัตเตอร์นัทที่ปลูกโดยได้รับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ค่า EC = 3.0 mS/cm มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุด เท่ากับ 512.13 และ 80.61 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ EC = 2.0 mS/cm เท่ากับ 376.06 และ 56.86 กรัม ตามลำดับ และน้อยที่สุด คือ EC = 2.5 mS/cm เท่ากับ 314.93 และ 50.78 กรัม ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อ น้ำหนักผล และน้ำหนักผลรวมที่มีค่าสูงสุด คือ EC = 3.0 mS/cm เท่ากับ 6.02 เซนติเมตร 498.06 และ 1,494.00 กรัม ตามลำดับ พบว่าฟักทองปัตเตอร์นัทที่ปลูกโดยได้รับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ค่า EC = 2.0 และ 2.5 mS/cm มีค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อน้อยที่สุด เท่ากับ 5.30 และ 5.03 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักผล เท่ากับ 332.66 และ 283.73 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักผลรวม เท่ากับ 998.00 และ 851.00 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 2, Figure 3)

โดยระดับ EC ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักทองปัตเตอร์นัท โดยที่ระดับ EC = 2.5 mS/cm ส่งผลกับความสูงต้น ขนาดลำต้น ความกว้างใบ และความยาวใบสูงที่สุด จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นในระดับที่ไม่สูงจนเกินไป สามารถทำให้ผักทองปัตเตอร์นัทมีการเติบโตได้ดีกว่าสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นสูง ในขณะที่ความเขียวใบ พบว่าระดับสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในด้านผลผลิตของผักทองปัตเตอร์นัทสูงที่สุด คือ EC = 3.0 mS/cm ส่งผลต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น ความหนาเนื้อ น้ำหนักผล และน้ำหนักผลรวมสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นทำให้ธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นไปด้วย ซึ่งทำให้พืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการผลิตผลของผักทองปัตเตอร์นัท ซึ่งสอดคล้องกับ ยงยุทธ โอสดสภา (2552) ได้กล่าวว่าการใช้ค่า EC ในระดับที่สูงจะให้ธาตุอาหารที่มีโพแทสเซียมในระดับที่สูงขึ้นตามไปด้วย โดยธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทต่อการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสไปยังส่วนของผลผลิต อิทธิสุนทร นันทกิจ (2553) ได้กล่าวว่า การเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าให้สูงขึ้นจะมีผลทำให้พืชมีความแข็งแรงมากขึ้น มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น เพิ่มน้ำหนักใบ ผล และดอก ทำให้คุณภาพผลผลิตดีขึ้น เช่นเดียวกับ กฤษฎา หงษ์ทอง และศิวาพร ธรรมดี (2553) ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไม่ใช้ดิน พบว่าแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC = 2.5 mS/cm ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับ EC = 3.0 mS/cm ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด ตรงกับ สุวพิชญ์ อมรชินวิวัฒน์ (2557) ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตเมล่อน พบว่าการผลิตเมล่อนที่ระดับของสารละลายธาตุอาหารเหมาะสมที่ระดับ EC = 3.0 mS/cm เนื่องจากการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเมล่อนดีที่สุด ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์ (2534) ได้กล่าวว่า เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมบริเวณรากพืช และพืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของพืช ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินส่วนใหญ่จะมีการเพิ่มขึ้นของสารละลายธาตุอาหารพืชที่ละเล็กละน้อย จะทำให้รากพืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารพืชได้ดี (Moya et al., 2017) ดังนั้นการผลิตผักทองปัตเตอร์นัทควรใช้ระดับค่า EC ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตที่ EC = 2.5 mS/cm และเมื่อเริ่มออกดอกติดผลแล้วควรปรับค่า EC เพิ่มขึ้นเป็น 3.0 mS/cm ตามอายุการเจริญเติบโตของผักทองปัตเตอร์นัท

Table 1 Effects of nutrient solution concentrations on growth of butternut squash in soilless culture.

Nutrient Concentration	Plant Height (cm)	Plant Diameter (mm)	Leaf Width (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Greenness (SPAD Unit)
EC = 2.0 mS/cm	299.66 ^b	12.45 ^b	16.43 ^b	15.66 ^b	37.14
EC = 2.5 mS/cm	330.86 ^a	13.75 ^a	18.81 ^a	18.14 ^a	37.65
EC = 3.0 mS/cm	333.46 ^a	13.77 ^a	14.01 ^c	13.44 ^c	38.11
F-test	*	*	*	*	ns
CV (%)	3.18	4.85	7.52	7.40	4.49

ns = non-significant. * = Significant at P<0.05.

Different letters within a column indicate significant difference at P<0.05 by Duncan's New Multiple Range Test.

Table 2 Effects of nutrient solution concentrations on yield of butternut squash in soilless culture.

Nutrient Concentration	Fresh Plant Weight (g/plant)	Dry Plant Weight (g/plant)	Yield Thickness (cm)	Fruit Weight (g)	Total Fruit Weight /Plant (g)
EC = 2.0 mS/cm	376.06 ^{ab}	56.86 ^{ab}	5.30 ^b	332.66 ^b	998.00 ^b
EC = 2.5 mS/cm	314.93 ^b	50.78 ^b	5.03 ^b	283.73 ^b	851.00 ^b
EC = 3.0 mS/cm	512.13 ^a	80.61 ^a	6.02 ^a	498.06 ^a	1,494.00 ^a
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	26.70	28.54	7.61	20.40	20.41

* = Significant at P<0.05.

Different letters within a column indicate significant difference at P<0.05 by Duncan's New Multiple Range Test.

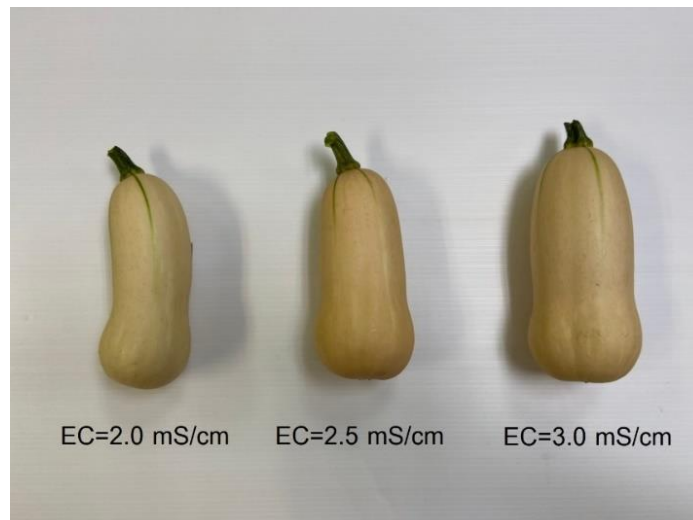


Figure 3 Comparison of nutrient solution concentrations on yield of butternut squash in soilless culture.

ต้นทุนในการผลิตฟักทองปัตเตอร์นัทในระบบปลูกวัสดุปลูก

ต้นทุนในการผลิตฟักทองปัตเตอร์นัทที่ผลิตในระบบปลูกวัสดุปลูก ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC = 3.0 mS/cm ในโรงเรือนพลาสติกขนาด 6x12 ตารางเมตร มีความสูง 3 เมตร จำนวน 5 แถว แถวละ 30 กระถาง สามารถปลูกได้ทั้งหมด 150 กระถาง ๆ ละ 1 ต้น ไม่รวมค่าแรงจะมีต้นทุนอยู่ที่ 45 บาท/กิโลกรัม จึงจะได้กำไร ต้นทุนการผลิตในส่วนของระบบน้ำสามารถใช้ได้นาน 5 ปี และในแต่ละปีสามารถผลิตฟักทองปัตเตอร์นัทได้อย่างน้อย 3 รอบการปลูก ฉะนั้นใน 5 ปี จะสามารถปลูกได้อย่างน้อย 15 รอบการปลูก ส่วนต้นทุนอื่น ๆ จะคงที่ทุกรอบการปลูก ถ้าคิดราคาขายฟักทองปัตเตอร์นัทที่กิโลกรัมละ 80 บาท (ธาวิดา ศิริสัมพันธ์, 2564) ในการใช้ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC = 3.0 mS/cm จะได้กำไรสูงสุดที่ 11,969 บาท/โรงเรือน/รอบปลูก (Table 3)

Table 3 Cost of planting butternut squash in area one greenhouses (6x12x3 m³)/planting cycle/150 plants.

Nutrient Concentration	Drip Irrigation (Baht)	Green Houses (Baht)	Substrates and Planting Container (Baht)	Fertilizer and Seed (Baht)	Fruit Weight (kg)	Compensation (Baht)	Profit (Baht)
EC = 2.0 mS/cm	460	3,666	550	825	149	11,920	6,416
EC = 2.5 mS/cm	460	3,666	550	1,050	127	10,160	4,434
EC = 3.0 mS/cm	460	3,666	550	1,275	224	17,920	11,969

สรุปผลการศึกษา

การปลูกฟักทองปัตเตอร์นัทในระบบปลูกไม่ใช้ดินโดยใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าว พบว่าฟักทองปัตเตอร์นัทปลูกที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC = 2.5 mS/cm ส่งผลต่อการเจริญเติบโตดีที่สุด และ EC = 3.0 mS/cm ส่งผลต่อผลผลิตสูงสุด โดยมีน้ำหนักผลและน้ำหนักผลรวมสูงที่สุด ซึ่งสามารถทำกำไรได้สูงสุดที่ 11,969 บาท/โรงเรือน/รอบปลูก การปลูกฟักทองปัตเตอร์นัทที่ใช้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ อธิวิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษาความรู้ แนะนำ และข้อชี้แนะในการทดลอง และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่สนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา หงษ์ทอง และศิวาพร ธรรมดี. 2553. ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 41(3/1): 213-216.
- ดวงกมล โลหะศรีสกุล. 2560. เกษตรกรรุ่นใหม่หันปลูกพืชทางเลือกฟักทองบัตเตอร์นัท ราคาดี สวนกระแสเมลอนขาหลง. มติชน เส้นทางเศรษฐกิจออนไลน์. http://www.sentangsedtee.com/farming-trendy/article_53499 (11 สิงหาคม 2563).
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. *ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พรานนกการพิมพ์.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. คลังความรู้ดิจิทัล มก. https://kukr.lib.ku.ac.th/db/KPS/search_detail/result/120010 (30 มีนาคม 2563).
- ธาวิดา ศิริสัมพันธ์. 2564. ปลูกฟักทองบัตเตอร์นัท 1 ไร่ 3 เดือน เก็บผลผลิตขาย พันรายได้งาม. https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_187680 (20 กรกฎาคม 2564).
- ยงยุทธ โอฬารสภา. 2552. *ธาตุอาหารพืช*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาดา เกาตระภู. 2525. การตอบสนองของบานขึ้นและแพร่เชื้อไส้ที่ระดับต่าง ๆ ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในวัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าว 5 อัตรา. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิทย์ อมรชินวิวัฒน์. 2557. การเปรียบเทียบระบบปลูกพืชไร้ดินต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของเมล่อน (*Cucumis melo* L.). *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต*. สาขาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2553. *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิราช สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ และสำนักการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิราช.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2554. *การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2557. โปรแกรมคำนวณการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช NutriCal V1.7T. ใน *เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 16*. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Batzer, J. C., and Gleason, M. L. 2013. *Organic practices for the production of butternut squash*. Horticulture Research Station. Ames, IA: The Iowa State University Press.
- Dari, L., and Yaro, N. S. 2016. Nutritional composition and storage of butternut squash. *Ghana Journal of Horticulture* 12(1): 25-31.
- Moya, C., Oyanedel, E., Verdugo, G., Flores, M. F., Urrestarazu, M., and Álvaro, J. E. 2017. Increased electrical conductivity in nutrient solution management enhances dietary and organoleptic qualities in soilless culture tomato. *HortScience* 52(6): 868-872.
- Jones, J. B. J. 1982. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. *Journal of Plant Nutrition* 5(8): 1003-1030.
- Sakamoto, M., and Suzuki, T. 2020. Effect of nutrient solution concentration on the growth of hydroponic sweet potato. *Agronomy* 10(11): 1708.
- Tecson, A. M., 2001. *Squash production guide*. Bureau of Plant Industry, Horticulture Section, Crop Research Division. Manila.
- Wu, M., and Kubota, C. 2008. Effects of electrical conductivity of hydroponic nutrient solution on leaf gas exchange of five greenhouse tomato cultivars. *HortTechnology* 18(2): 271-277.

วันรับบทความ (Received date) : 12 พ.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ก.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 31 ต.ค. 64

ปริมาณสารพฤกษเคมี และการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส

Phytochemical Contents and Antioxidants Activity of Extracts

from French Marigold Flowers (*Tagetes patula* L.)

จำเนียร ชมภู^{1*}, สุนิสา อุยะตุง¹, ธนพงศ์ ไกรพุด¹ และราตรี บุญเรืองรอด²
Jamnian Chompoo^{1*}, Sunisa U-yatung¹, Tanapong Kaiput¹ and Ratri Boonruangrod²

บทคัดย่อ

ดาวเรืองฝรั่งเศสจัดเป็นไม้ประดับพุ่มเตี้ย มีกลีบดอกหลากหลายสี ซึ่งดาวเรืองบางชนิดมีรายงานสรรพคุณทางเภสัชวิทยา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมี และทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส 10 พันธุ์ ได้แก่ KPS01-SY, KPS02-SO, KPS03-SO, KPS04-DO, KPS05-DY, KPS06-SR, KPS07-SY, KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR ผลการทดลองพบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR มีปริมาณสาร flavonoids และ phenolics สูงกว่าสารสกัดจากดอกดาวเรืองพันธุ์อื่น นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดด้วยน้ำจากดาวเรืองพันธุ์ KPS08-DO และ KPS09-DY มีปริมาณสาร carotenoids สูง เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา DPPH radical scavenging พบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS08-DO มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด (IC_{50} เท่ากับ 64.51 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ส่วนการยับยั้งปฏิกิริยา ABTS radical scavenging พบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (IC_{50} อยู่ในช่วง 27.09 ถึง 29.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าสาร BHT (IC_{50} เท่ากับ 57.48 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS01-SY, KPS03-SO และ KPS04-DO มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยา PMS-NADPH radical scavenging ได้ดีที่สุด (IC_{50} เท่ากับ 165.30, 131.96 และ 148.33 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) ส่วนสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS01-SY สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา nitric oxide radical scavenging ได้ (IC_{50} เท่ากับ 587.56 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS09-DY และ KPS10-DR มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยา oxidation ของ LDL ได้ดี (IC_{50} เท่ากับ 234.93 และ 232.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ)

คำสำคัญ: ดาวเรืองฝรั่งเศส ต้านอนุมูลอิสระ สารพฤกษเคมี สารสกัดด้วยน้ำ

Abstract

French marigolds (*Tagetes patula* L.) are classified as ornamental shrubs that various colors of flower were found. Pharmacological properties have been reported in some species of marigolds. The objectives of this study were to analyze phytochemical content and to investigate the antioxidant performance of water extracts from 10 species of French marigold flowers (viz. KPS01-SY, KPS02-SO, KPS03-SO, KPS04-DO, KPS05-DY, KPS06-SR, KPS07-SY, KPS08-DO, KPS09-DY and KPS10-DR). The results showed that water extracts of flowers from KPS08-DO, KPS09-DY and KPS10-DR contained higher content of flavonoids and phenolics than the other extracts. Moreover, water extracts of flowers from KPS08-DO and KPS09-DY also contained high levels of carotenoids. In regard to the antioxidant property of DPPH radical scavenging, extracts of flowers from KPS08-DO showed stronger inhibition effect than other extracts (IC_{50} = 64.51 μ g/mL). For inhibition of ABTS radical scavenging, all water extracts showed strong inhibitory effect (IC_{50} value between 27.09 to 29.38 μ g/mL), moreover, they showed stronger inhibitory effect than BHT (IC_{50} = 57.48 μ g/mL). Water extracts of flowers from KPS01-SY, KPS03-SO and KPS04-DO performed highly on inhibition of PMS-NADPH radical scavenging (IC_{50} = 165.30, 131.96 and 148.33 μ g/mL, respectively). In regard to nitric oxide radical scavenging inhibition, water flower extracts of KPS01-SY

¹ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

² ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

² Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author, E-mail: agrjnc@ku.ac.th

showed high inhibitory effect ($IC_{50} = 587.56 \mu\text{g/mL}$). Water extracts of flowers from KPS09-DY and KPS10-DR had inhibitory effect on oxidation of LDL (234.93 and 232.08 $\mu\text{g/mL}$, respectively).

Keywords: French marigold, antioxidant, phytochemical, water extract

คำนำ

ความเสื่อมสภาพของเซลล์ร่างกายมนุษย์มีความสัมพันธ์กับการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species, ROS) ภายในร่างกาย (Liu, 2020) ส่งผลต่อการทำงานของเซลล์ ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลง และเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ร่างกายเสียสภาพ และนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ ของมนุษย์ (Adwas et al., 2019) โดยที่ร่างกายมนุษย์จะมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation และกำจัดอนุมูลอิสระที่จะเกิดขึ้น แต่ร่างกายสามารถผลิตได้ในปริมาณน้อยจึงจำเป็นต้องรับเพิ่มจากภายนอก จากการรับประทานอาหาร (Xu et al., 2017) จากการวิจัยทางเภสัชวิทยารายงานว่า ภายในพืชตามธรรมชาติอุดมไปด้วยสารพฤกษเคมี (phytochemical) เช่น สารประกอบกลุ่ม phenolics และ flavonoids ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Ghasemzadeh et al., 2010)

ดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes patula* L. เป็นดาวเรืองชนิดพุ่มเตี้ย ดอกมีทั้งกลีบดอกเรียงชั้นเดียวและซ้อนกันหลายชั้น มีขนาดดอกเล็กสีเหลือง ส้ม ทอง น้ำตาลอมแดง และสีแดง (ภุชงค์สุวรรณเมฆ, 2559) ดาวเรืองเป็นพืชสมุนไพรที่มีรายงานสรรพคุณทางเภสัชวิทยาในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้านเชื้อแบคทีเรีย ยาต้านการอักเสบ ด้านเชื้อรา ต่อด้านพยาธิ และช่วยรักษาบาดแผล เนื่องจากภายในสารสกัดจากดอกดาวเรืองประกอบไปด้วยสารสำคัญต่าง ๆ เช่น สารกลุ่ม flavonoids, polyphenols, saponosides, organic acids และ saccharides อีกทั้งยังพบสาร carotenoid ในปริมาณสูง (Benko et al., 2019) Akshaya et al. (2016) พบว่าสารแคโรทีนอยด์ เป็นหนึ่งในสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ โดยความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสรรพคุณทางยาขึ้นอยู่กับชนิดของดาวเรือง ส่วน Jobi (2016) พบว่าสาร lutein ในสารสกัดจากดาวเรือง *Tagetes patula* มีบทบาทในการต้านจุลชีพได้มากกว่า *Tagetes erecta* ซึ่งสาร lutein เป็นพวก carotenoids ในกลุ่ม xanthophylls มีอะตอมของออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล โดยทั่วไปสารชนิดนี้จะอยู่ในรูปแบบของกรดไขมันลูทีนเอสเทอร์ และส่วนดอกของดาวเรืองจัดเป็นแหล่งของสารแคโรทีนอยด์ตามธรรมชาติ ได้แก่ แซนโทฟิลล์ (lutein, zeaxanthin) และแคโรทีนอยด์สีเหลือง (β -carotenes) นอกจากนี้ Boonnoun et al. (2012) รายงานว่าสารกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น บำรุงสายตา บำรุงผิวหนัง ลดความเสื่อมของดวงตาที่เกิดจาก macular degeneration (AMD) โรคหลอดเลือดหัวใจ และมะเร็ง (Wang et al., 2016) ดาวเรืองเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติเป็นยาต้านจุลชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนใหญ่เกิดจากความสามารถของ lutein ซึ่งเป็นเม็ดสี xanthophyll ที่อยู่ภายในสารประกอบเคมีธรรมชาติของดอกดาวเรือง อีกทั้ง lutein มีคุณสมบัติหลักในการต้านเชื้อแบคทีเรีย larvicidal, nematocidal และสารต้านอนุมูลอิสระ พร้อมทั้งยังใช้เป็นสารแต่งสีอาหารที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย (Priyanka et al., 2013) สารลูทีนในดาวเรืองจึงได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและยารักษาโรค นอกจากนี้ จำเนียร ชมภู และคณะ (2562) พบว่า สารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO มีปริมาณสารพฤกษเคมีพวก phenolics, saponins และ tannins ปริมาณสูง อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา DPPH และ ABTS radical scavenging และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ α -glucosidase ได้สูงกว่าดาวเรืองอเมริกัน (พันธุ์ทองเฉลิม) และดาวเรืองพื้นเมือง (พันธุ์สีส้ม) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมี ประกอบด้วย flavonoids, phenolics และ carotenoids และทดสอบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, PMS-NADH system superoxide radical scavenging, nitric oxide radical scavenging และปฏิกิริยา oxidation ของ low density lipoprotein (LDL) รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบพฤกษเคมีกับการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกดาวเรือง จำนวน 10 พันธุ์

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างดอกดาวเรือง

การปลูกดาวเรือง

ทำการปลูกดาวเรืองฝรั่งเซลล์ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ KPS01-SY, KPS02-SO, KPS03-SO, KPS04-DO, KPS05-DY, KPS06-SR, KPS07-SY, KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR ในกระถางพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูง 9 นิ้ว มีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุมก่อนปลูก ปริมาตร 1 ช้อนชา หลังจากนั้น 2, 4 และ 6 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ปริมาตร 1 ช้อนชาต่อกระถาง รดน้ำตามสภาพอากาศในแต่ละวัน ตัดดอกดาวเรืองที่อายุประมาณ 60-80 วันหลังปลูก (Figure 1) ไปผึ่งในที่ร่ม อุณหภูมิห้องประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง บดตัวอย่างแห้งให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งทำการทดลอง



Figure 1 Characteristic of flowers of French marigolds in this study.

การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรือง

นำผงบดดาวเรือง 1 กรัม ต้มในน้ำเดือด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที (Kao et al., 2014) หลังจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ได้เป็นสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรือง ทำการเจือจางสารสกัดด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ความเข้มข้น 50, 100, 200, 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์

วิเคราะห์ปริมาณสาร flavonoids ตามวิธีของ Djeridane et al. (2006) หยดสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรือง ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงใน 96-well plate เติมน้ำละลาย aluminium chloride (2 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (รุ่น Multiskan Go, Thermo Scientific, MA, USA) คำนวณปริมาณสาร flavonoids เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ rutin equivalent (RUE) เมื่อ $Y = 0.0136x + 0.078$ ($R^2 = 0.998$) มีหน่วยเป็น mg RUE/ g DW

วิเคราะห์ปริมาณสาร phenolics ตามวิธีของ Kähkönen et al. (1999) นำสารสกัดด้วยน้ำจากดาวเรือง ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยดลงใน 96-well plate เติมน้ำละลาย folin ciocalteu reagent (อัตราส่วน 1 : 1 ; reagent : water) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในสารสกัดตัวอย่าง หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และตามด้วย sodium carbonate (7.5 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 80 ไมโครลิตร เขย่าสารละลายผสมให้เข้ากัน และบ่มไว้ที่มืด อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader คำนวณปริมาณสาร phenolics เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ gallic acid equivalent (GAE) เมื่อ $Y = 0.0014x + 0.069$ ($R^2 = 0.998$) มีหน่วยเป็น mg GAE/ g DW

วิเคราะห์ปริมาณของสาร carotenoids ดัดแปลงตามวิธีของ Ranganna (1999) ด้วยการแช่ผงบดดอกดาวเรือง 1 กรัม ในตัวทำละลาย acetone แซ่เย็น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลายที่กรองได้ไปแยกชั้นด้วย petroleum ether ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 452 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader คำนวณปริมาณของ carotenoids จากสูตรดังนี้

$$\text{Total carotenoids} = \frac{3.87 \times A_{452} \times \text{volume make up} \times \text{dilution factor} \times 100}{\text{weight of sample (g)} \times 1000}$$

เมื่อ A_{452} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 452 นาโนเมตร

ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา DPPH radical scavenging ตามวิธีของ Boskou et al. (2006) นำสารสกัดตัวอย่างความเข้มข้นต่าง ๆ (ได้แก่ 10, 100, 200 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ลงใน 96-well plate เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (0.5 มิลลิโมลาร์) ปริมาตร 40 ไมโครลิตร และ sodium acetate buffer (0.1 โมลาร์, pH 5.5) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่มืด อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับน้ำ (ชุดควบคุม) โดยใช้ butylatedhydroxytoluene (BHT) เป็นสาร positive control

ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา ABTS radical scavenging ตามวิธีของ Hsu et al. (2011) เตรียมสารละลาย ABTS^{•+} ด้วยการผสม potassium persulfate (2.45 มิลลิโมลาร์) กับ 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammoniumsalte (ABTS) ใน phosphate buffer (0.1 โมลาร์, pH 7.4) นำไปไว้ในที่มืด อุณหภูมิห้อง เป็นเวลามากกว่า 16 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา oxidation อย่างสมบูรณ์ ได้เป็นอนุมูลอิสระของ ABTS^{•+} หลังจากนั้นเจือจางด้วย phosphate buffer และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงประมาณ 0.700 ± 0.050 ใส่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงใน 96-well plate เติมสารละลาย ABTS^{•+} ปริมาตร 200 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและสาร BHT

ทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา PMS-NADH system superoxide-radical scavenging ตามวิธีของ Lau et al. (2002) ใส่สารผสมของ nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) (105 ไมโครโมลาร์) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร กับ nitrobluetetrazolium (NBT) (66 ไมโครโมลาร์) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ละลายใน phosphate buffer (0.1 โมลาร์, pH 7.4) และสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 30 ไมโครลิตร นำไปบ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเติมสาร phenazine methosulphate (PMS) (30 ไมโครโมลาร์) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้อง นาน 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและสาร BHT

ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา nitric oxide radical scavenging ตามวิธีของ Govindarajan et al. (2004) นำสารละลายผสมของ sodium nitroprusside (10 มิลลิโมลาร์) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร กับ phosphate saline buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และสารสกัดดอกดาวเรืองความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย sulfanilic acid (0.3 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที เติมสาร N-(1-naphthyl) ethylenediaminedihydrochloride (0.1 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ถ้าสารสกัดตัวอย่างมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระจะทำให้สารละลายมีสีจางลง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader ทดสอบประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ low density lipoprotein (LDL) ด้วยวิธีของ Rattan and Arad (1998) นำสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองและสาร curcumin ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับ LDL (222 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ copper sulfate (55 ไมโครโมลาร์) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาด้วยการเติม ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) (1 โมลาร์) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำไปวางในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สำหรับวิเคราะห์ปฏิกิริยา oxidation ของ LDL ด้วย thiobarbituric acid (TBA) ตามวิธีของ Steinbrecher et al. (1984) เติมสารผสมของ TBA (0.67 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมกับ trichloroacetic acid (TCA) (20 เปอร์เซ็นต์) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปไว้ในที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที นำสารละลายใสส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader เปรียบเทียบปฏิกิริยากับกราฟมาตรฐานของ malonyldialdehyde (MDA) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมของ MDA

คำนวณประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยาต่าง ๆ จากสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (เปอร์เซ็นต์)} = [(OD_{\text{ชุดควบคุม}} - OD_{\text{ตัวอย่าง}}) / OD_{\text{ชุดควบคุม}}] \times 100$$

เมื่อ $OD_{\text{ชุดควบคุม}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำ (ชุดควบคุม)

$OD_{\text{ตัวอย่าง}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง และ positive control

คำนวณค่าความเข้มข้นของสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (the half maximal inhibitory concentration, IC_{50}) จากสมการเส้นตรงของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับความเข้มข้นของสารสกัดระดับต่าง ๆ ดังสมการต่อไปนี้

$$Y = mx + c$$

เมื่อ Y คือ ประสิทธิภาพในการยับยั้ง 50 เปอร์เซ็นต์

x คือ ความเข้มข้นของสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยา

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สิ่งทดลอง คือ สารสกัดจากดอกดาวเรือง 10 พันธุ์ ทำการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.01$) และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (R) ระหว่างปริมาณสารพฤกษเคมี และประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระแบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation) ด้วยโปรแกรม SPSS (IBM SPSS statistic version 15 for windows)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณสารพฤกษเคมี

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพฤกษเคมี 3 กลุ่ม ได้แก่ flavonoids, phenolics และ carotenoids ในสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองแต่ละพันธุ์ พบว่า ดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR มีปริมาณของสาร flavonoids และ phenolics สูง (มีปริมาณเท่ากับ 132.70 ± 1.95 , 136.80 ± 9.46 , 125.21 ± 11.63 mg RUE/g DW และ 697.03 ± 26.94 , 672.38 ± 14.89 , 687.86 ± 16.83 mg GAE/g DW ตามลำดับ) มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น ในขณะที่ดอกของดาวเรืองพันธุ์ KPS08-DO และ KPS09-DY มีปริมาณของสาร carotenoids มากกว่าพันธุ์อื่นแตกต่างทางสถิติ (มีปริมาณเท่ากับ 125.47 ± 5.34 และ 128.60 ± 5.94 mg/g DW) (Table 1)

Table 1 The contents of flavonoids, phenolics and carotenoids of water extracts from French marigold flowers.

French marigold species	Flavonoids	Phenolics	Carotenoids
	(mg RUE/g DW)	(mg GAE/g DW)	(mg/g DW)
KPS01-SY	54.39 ± 1.26 d ^{1/}	428.45 ± 9.29 de	63.42 ± 4.55 b
KP02-SO	119.15 ± 8.07 ab	588.10 ± 7.91 bc	92.48 ± 9.26 ab
KPS03-SO	94.32 ± 4.23 bc	510.36 ± 14.60 cd	66.93 ± 5.84 b
KPS04-DO	59.33 ± 1.51 d	490.95 ± 20.05 de	95.82 ± 4.74 ab
KPS05-DY	51.36 ± 1.33 d	411.31 ± 7.74 e	95.98 ± 8.21 ab
KPS06-SR	118.62 ± 3.53 ab	604.29 ± 18.82 ab	104.77 ± 2.70 ab
KPS07-SY	72.09 ± 2.39 cd	475.60 ± 17.16 de	98.75 ± 8.78 ab
KPS08-DO	132.70 ± 1.95 a	697.03 ± 26.94 a	125.47 ± 5.34 a
KPS09-DY	136.80 ± 9.46 a	672.38 ± 14.89 ab	128.60 ± 5.94 a
KPS10-DR	125.21 ± 11.63 a	687.86 ± 16.83 a	71.60 ± 7.54 b

^{1/} The data represent the mean $\pm$ SD of six replications.

Values followed by the same letters within each column are not significantly different according to Duncan's New Multiple Range Test ($P \leq 0.01$).

ประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา DPPH radical scavenging ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (IC_{50}) (Figure 2A) พบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS08-DO มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ DPPH $\cdot$ ได้ดี (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 64.51 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสาร BHT (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 42.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) ส่วนประสิทธิภาพของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองในการยับยั้งปฏิกิริยา ABTS radical scavenging นั้น พบว่าสารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ ABTS $\cdot$ ซึ่งมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 27.09 ถึง 29.38 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองนี้มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสาร BHT แตกต่างกันทางสถิติ (ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 57.48 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) (Figure 2B) สำหรับประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งปฏิกิริยา PMS-NADPH radical scavenging (Figure 2C) พบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการต้านการเกิดอนุมูลอิสระของ superoxide radicals ($O_2^{\cdot-}$) ได้ไม่ดีมากนัก ซึ่งมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 288.67 ถึง 418.84 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS01-SY, KPS03-SO และ KPS04-DO มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของ $O_2^{\cdot-}$ ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์อื่น ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 165.30, 131.96 และ 148.33 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา PMS-NADPH radical scavenging ได้ต่ำ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสาร BHT (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 30.36 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสในการยับยั้งปฏิกิริยา nitric oxide radical scavenging (Figure 2D) พบว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพต่ำในการต้านอนุมูลอิสระของ $NO\cdot$ มีค่า IC_{50} มากกว่า 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม (อยู่ในช่วง 587.56 ถึง 4131.45 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) ซึ่งแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของสาร BHT ในการต้านอนุมูลอิสระในปฏิกิริยานี้ (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 51.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม)

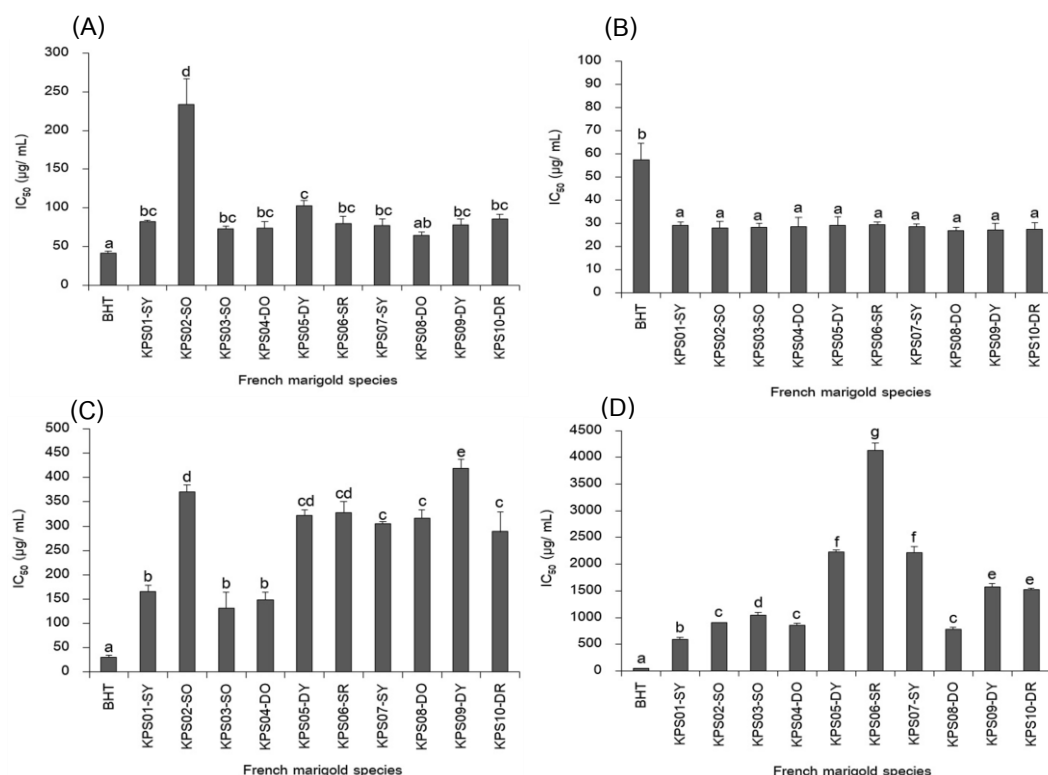


Figure 2 The half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) of water extracts from French marigold flowers on DPPH (A), ABTS (B), PMS-NADH (C) and nitric oxide (D) radical scavenging radicals.

สำหรับการศึกษาผลของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ LDL พบว่าสารสกัดด้วยน้ำจากดาวเรืองพันธุ์ KPS03-SO, KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยา oxidation ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์อื่น โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 285.21, 289.10, 234.93 และ 232.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพต่ำกว่าสาร curcumin ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีรายงานประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ LDL ได้ดี (Mahfouz et al., 2009) (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 31.27 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) (Figure 3)

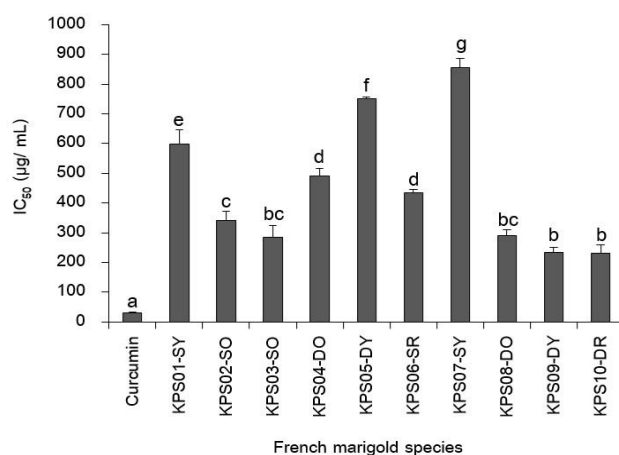


Figure 3 The half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) of water extracts from French marigold flowers on oxidation of LDL.

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพฤกษเคมีกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส (Table 2) พบว่าปริมาณสารพฤกษเคมีแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ ได้แก่ flavonoids, phenolics และ carotenoids มีค่าสหสัมพันธ์ หรือ R เป็นบวกต่อกัน นั่นคือ เมื่อปริมาณของสารชนิดใดชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณของสารอีกสองชนิดเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่ปริมาณของสาร carotenoids มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา DPPH มีค่า R เท่ากับ 0.602 แสดงว่าปริมาณของสาร carotenoids เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ DPPH $\cdot$ ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของสาร flavonoids, phenolics และ carotenoids มีค่า R เท่ากับ 0.583, 0.511 และ 0.747 กับการเกิดปฏิกิริยา PMS-NADH ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณของสาร flavonoids และ phenolics มีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ค่า R เท่ากับ -0.769 และ -0.764 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณของสารทั้งสองชนิดนี้เพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของ LDL ลดลง ซึ่ง Vaya et al. (2003) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสาร flavonoids ในการยับยั้งปฏิกิริยา LDL oxidation พบว่า สาร flavonoids ได้แก่ catechol ไม่มีผลในการยับยั้งปฏิกิริยานี้ โดยที่ Rahman et al. (2015) รายงานว่า สารกลุ่ม polyphenolics สามารถทำลายโครงสร้างของอนุมูลอิสระได้ และยังสามารถยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยา LDL oxidation นอกจากนี้ Riemersma et al. (2001) ยังรายงานว่ สารประกอบ phenolics สามารถให้ H หรือเป็นสารเชิงซ้อนคีเลต (chelate metal ion) ที่มีพันธะโคออร์ดิเนชันอย่างน้อย 2 พันธะ สามารถให้อิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระได้อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่าง phenolics กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยังมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจพบว่า สาร phenolics บางชนิดสามารถทำให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระลดลง เนื่องจากความซับซ้อนของสารประกอบทางเคมีในพืช จึงมีความแตกต่างกันในการเกิดคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Zheng and Wang, 2001)

จากการเลือกทดสอบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว เนื่องจาก DPPH $\cdot$ และ ABTS $\cdot^+$ เป็นอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียร โดยที่ DPPH $\cdot$ เป็นอนุมูลไนโตรเจนที่คงที่ ส่วน ABTS $\cdot^+$ เป็นการวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยการให้ H-atom ซึ่งเป็นวิธีเบื้องต้นที่นิยมใช้ในการทดสอบฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระชนิดเปอร์ออกซี (บุหรณ์ พันธุ์สุวรรณ, 2556) นอกจากนี้ nitric oxide radical (NO $\cdot$) ซึ่งจัดเป็นอนุมูลอิสระที่สร้างจากเอนไซม์ inducible nitric oxide synthase (iNOS) สามารถพบได้ในเซลล์ macrophage ที่อยู่รอบก้อนมะเร็ง ส่วนผลผลิตของ

อนุมูลอิสระจากกระบวนการ lipid peroxidation อย่างเช่น MDA จะสามารถทำปฏิกิริยากับ DNA แล้วทำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือก่อให้เกิดมะเร็งได้ (โกสินทร์ วิระษร และคณะ, 2557) เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 5 วิธี จะเห็นได้ว่า สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH[•] และ ABTS^{•+} ได้ดี ซึ่ง Koldas et al. (2015) และ Koyuncu (2018) พบว่า ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระ DPPH[•] และ ABTS^{•+} พบได้ในระบบตัวทำละลายที่เป็นน้ำ เมทานอล และเอทิลอะซิเตท อีกทั้งยังพบปริมาณรวมของสาร phenolics, flavonoids และ carotenoids ในระดับที่สูง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการให้อิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระ ทำให้โครงสร้างของอนุมูลอิสระเสถียรไม่เกิดเป็นอนุมูลอิสระต่อไป (Pietta, 2000) นอกจากนี้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากการทดลองนี้แล้ว ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็งด้วยการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา autooxidation ในเซลล์ไขมัน (Zheng and Wang, 2001) อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเกิดโรคมะเร็ง โดยที่สารต้านอนุมูลอิสระเป็นกลไกสำคัญกลไกหนึ่งที่สามารถช่วยป้องกันเซลล์จากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ (โกสินทร์ วิระษร และคณะ, 2557)

Table 2 Correlations between phytochemical contents and antioxidant properties of water extracts from French marigold flowers.

	FLA	PHE	CAR	DPPH	ABTS	PMS	NO	LDL
FLA	1.000							
PHE	0.995**	1.000						
CAR	0.535**	0.468**	1.000					
DPPH	0.175	0.048	0.602**	1.000				
ABTS	-0.128	-0.152	0.014	0.155	1.000			
PMS	0.583**	0.511**	0.747**	0.353	-0.008	1.000		
NO	0.109	0.036	0.019	-0.147	0.202	0.384*	1.000	
LDL	-0.769**	-0.764**	-0.212	-0.067	0.319	-0.105	0.257	1.000

*Significance level at $P < 0.05$; ** significance level at $P < 0.01$.

FLA = flavonoids; PHE = phenolics; CAR = carotenoids; DPPH = DPPH radical scavenging; ABTS = ABTS radical scavenging;

NO = nitric oxide radical scavenging; LDL = oxidation of low density lipoproteins.

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO และ KPS09-DY มีปริมาณของสาร flavonoids, phenolics และ carotenoids ที่สูง โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกของดาวเรืองทั้งสองพันธุ์นี้แสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในปฏิกิริยา DPPH, ABTS radical scavenging และ LDL oxidation ได้ดี ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกของดาวเรืองพันธุ์ KPS01-SY มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในปฏิกิริยา PMS-NADH และ nitric oxide radical scavenging ได้ดี สอดคล้องกับรายงานของ Nantitanon et al. (2010) ที่พบว่า นอกจากปริมาณของสารพฤกษเคมีที่สูงแล้วนั้น ชนิดและปริมาณของสารออกฤทธิ์ก็มีผลในการแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืช นอกจากนี้ ศุภฤชชญา เหมะธุลิน และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร (2559) ยังพบว่าสายพันธุ์ของพืชมีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันของมะเขือเทศราชินี ดังนั้นการจำแนกชนิดของสารพฤกษเคมีในสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสแต่ละพันธุ์ที่ทำการศึกษานี้ และการนำสารสกัดมาใช้ป้องกันหรือรักษาโรคที่เฉพาะเจาะจง จึงควรมีการศึกษาและทดสอบสรรพคุณทางยาในการช่วยป้องกันโรคเฉพาะทางต่อไป

สรุปผลการศึกษา

สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR มีสารพฤกษเคมีพวก phenolics, flavonoids และ carotenoids ปริมาณสูง โดยที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสพันธุ์ KPS08-DO, KPS09-DY และ KPS10-DR นี้ สามารถยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยา DPPH radical scavenging และ LDL oxidation ได้ดี ในขณะที่สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองพันธุ์ KPS01-SY มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา PMS-NADH และ nitric oxide radical scavenging ได้ดี นอกจากนี้สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสทั้ง 10 พันธุ์ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระของ ABTS ได้ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับสาร BHT

เอกสารอ้างอิง

- โกสินทร์ วิระพร, กุลธิดา กล้ารอด, ประณิธิ หงส์ประภาส และพัชรี บุญศิริ. 2557. ภาวะออกซิไดซ์เกินสมดุลและสารต้านออกซิเดชันกับโรคมะเร็ง. *ศรีนครินทร์เวชสาร* 29(2): 207-219.
- จำเนียร ชมภู, เชษฐชัยชัยย์ นิลาภรณ์, จุฑามาศ เมรสนัด และราตรี บุญเรืองรอด. 2562. ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และ แอลฟา-กลูโคซิเดส. *แก่นเกษตร* 47(2): 293-306.
- บุหรณ์ พันธุ์สุวรรณ. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 21(3): 275-286.
- ภูริพันธุ์ สุวรรณเมฆ. 2559. ดาวเรือง ดอกไม้แห่งความรุ่งเรือง. *เกษตรก้าวหน้า* 29(3): 70-77.
- ศุภกฤษญา เหมะภูลิน และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2559. ผลของสายพันธุ์ต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของมะเขือเทศราชินี. *แก่นเกษตร* 44(ฉบับพิเศษ 1): 181-185.
- Adwas, A. A., Elsayed, A. S., IAzab, A. E., and Quwaydir, F. A. 2019. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of Biotechnology* 6(1): 43-47.
- Akshaya, H. R., Banyal, N. , Singh, K. P., Saha, S., Panwar, S., and Bharadwaj, C. 2016. Determination and correlation of carotenoid pigments and their antioxidant activities in marigold (*Tagetes sp.*) flowers. *Indian Journal of Agricultural Science* 87(3): 390-396.
- Benko, F., Palkovičová, V., Ďuračka, M., Árvay, J., Lukáč, N., and Tvrdč, E. 2019. Antioxidant effects of marigold (*Calendula officinalis*) flower extract on the oxidative balance of bovine spermatozoa. *Contemporary Agriculture* 68(3-4): 92-102.
- Boonnoun, P., Opaskonkun, T., Prasitchoke, P., Goto, M., and Shotipruk, A. 2012. Purification of free lutein from marigold flower by liquid chromatography. *Engineering Journal* 16(5): 26-27.
- Boskou, G., Salta, F. N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., and Andrikopoulos, N. K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry* 94(4): 558-564.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., and Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolics. *Food Chemistry* 97(4): 654-660.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., and Rahmat, A. 2010. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules* 15(6): 4324-4333.
- Govindarajan, R., Vijayakumar, M., Rao, C. V., Shirwaikar, A., Rawat, A. K. S., Mehrotra, S., and Pushpangadan, P. 2004. Antioxidant potential of *Anogeissus latifolia*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 27(8): 1266-1269.
- Hsu, C. F., Peng, H., Basle, C., Travas-Sejdic, J., and Kilmartin, P. A. 2011. ABTS^{•+} scavenging activity of polypyrrole, polyaniline and poly (3,4-ethylenedioxythiophene). *Society of Chemical Industry* 60(1): 69-77.
- Jobi, X. 2016. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Tagetes erecta* L and *Tagetes patula* L. Department of Life Sciences, Christ University.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., and Heinonen, M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(10): 3954-3962.
- Kao, F. J., Chiu, Y. S., and Chiang, W. D. 2014. Effect of water cooking on antioxidant capacity of carotenoid-rich vegetables in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 22(2): 202-209.
- Koldas, S., Demirtas, I., Ozen, T., Demirci, M. A., and Behcet, L. 2015. Phytochemical screening, anticancer and antioxidant activities of *Origanum vulgare* L. ssp. *Viride* (Boiss.) Hayek, a plant of traditional usage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(4): 786-798.
- Koyuncu, I. 2018. Evaluation of anticancer, antioxidant activity and phenolic compounds of *Artemisia absinthium* L. extract. *Cellular and Molecular Biology* 64(3): 25-34.
- Lau, K. M., He, Z. D., Dong, H., Fung, K. P., and But, P. P. H. 2002. Anti-oxidative, anti-inflammatory and hepato-protective effects of *Ligustrum robustum*. *Journal of Ethnopharmacology* 83(1-2): 63-71.
- Liu, Z. Q. 2020. Bridging free radical chemistry with drug discovery: a promising way for finding novel drugs efficiently. *European Journal of Medicinal Chemistry* 189: 112020.
- Mahfouz, M. M., Zhou, S. Q., and Kummerow, F. A. 2009. Curcumin prevents the oxidation and lipid modification of LDL and its inhibition of prostacyclin generation by endothelial cells in culture. *Prostaglandins and Other Lipid Mediators* 90(1-2): 13-20.
- Nantitanon, W., Yotsawimonwat, S., and Okonogi, S. 2010. Factors influencing antioxidant activities and total phenolic content of guava leaf extract. *Food Science and Technology* 43(7): 1095-1103.
- Pietta, P. G. 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products* 63(7): 1035-1042.
- Priyanka, D., Tripathi, S., and Verma, K. N. 2013. A brief study on marigold (*Tagetes erecta*): a review. *International Research Journal of Pharmacy* 4(1): 26-27.

- Rahman, M. A., Abdullah, N., and Aminudin, N. 2015. Antioxidative effects and inhibition of human low density lipoprotein oxidation *in vitro* of polyphenolic compounds in *Flammulina velutipes* (golden needle mushroom). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2015: 403023.
- Ranganna, S. 1999. *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products*. New Delhi: Tata Mc-Graw Hill publishing company Ltd.
- Rattan, A. K., and Arad, Y. 1998. Inhibition of LDL oxidation by new estradiol receptor modulator compounds LY-139478, comparative effect with other steroids. *Atherosclerosis* 136(2): 305-314.
- Riemersma, R. A., Rice-Evans, C. A., Tyrrell, R. M., Clifford, M. N., and Lean, M. E. J. 2001. Tea flavonoids and cardiovascular health. *An International Journal of Medicine* 94(5): 277-282.
- Steinbrecher, U. P., Parthasarathy, S., Leake, D. S., Witztum, J. L., and Steinberg, D. 1984. Modification of low density lipoprotein by endothelial cells involves lipid peroxidation and degradation of low density lipoprotein phospholipids. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 81(2): 3883-3887.
- Vaya, J., Mahmood, S., Goldblum, A., Aviram, M., Volkova, N., Shaalan, A., Musa, R., and Tamir, S. 2003. Inhibition of LDL oxidation by flavonoids in relation to their structure and calculated enthalpy. *Phytochemistry* 62(1): 89-99.
- Wang, W., Xu, H., Chen, H., Tai, K., Liu, F., and Gao, Y. 2016. *In vitro* antioxidant, antidiabetic and antilipemic potentials of quercetagenin extracted from marigold (*Tagetes erecta* L.). *Journal of Food Science and Technology* 53(6): 2614-2624.
- Xu, D. P., Li, Y., Meng, X., Zhou, T., Zhou, Y., Zheng, J., Zhang, J. J., and Li, H. B. 2017. Natural antioxidants in foods and medicinal plants: extraction, assessment and resources. *International Journal of Molecular Sciences* 18(1): 96-128.
- Zheng, W., and Wang, S. Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 5165-5170.

วันรับบทความ (Received date) : 15 ธ.ค. 63

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ก.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 6 ต.ค. 64

การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดดาวเรืองลูกผสม

Development of DNA Marker for Genetic Purity Testing of Marigold Hybrid Seeds

เรือนแก้ว ประพฤติ¹ และอาทิตย์ จงแดง²
Rueankaew Praphruet¹ and Artit Jongdang²

บทคัดย่อ

Growth Out Trait (GOT) เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองลูกผสม ข้อเสียของวิธีการนี้คือใช้ระยะเวลาทดสอบนาน ต้องใช้พื้นที่และแรงงานค่อนข้างสูงในการจัดการดูแลตั้งแต่ย้ายปลูกจนถึงออกดอก นอกจากนี้การตรวจสอบโดยดูจากลักษณะฟีโนไทป์ทำได้ยาก มักเกิดความคลาดเคลื่อนและไม่ชัดเจน เนื่องจากมีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมที่สูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองลูกผสมและใช้แยกลูกผสมออกจากพ่อ-แม่พันธุ์ได้ เครื่องหมายดีเอ็นเอที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ชื่อว่า S12+GCAG พัฒนามาจากเครื่องหมายดีเอ็นเออาร์เอพีดีหมายเลข S12 ซึ่งให้แถบดีเอ็นเอขนาด 1,108 คู่เบสที่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างต้นพ่อ-แม่ และต้นลูกผสมได้อย่างชัดเจน โดยขึ้นดีเอ็นเอขนาด 1,108 คู่เบส ถูกโคลนเข้าสู่ pTA2 แวกเตอร์แล้ววิเคราะห์หาลำดับเบส ใช้ข้อมูลลำดับเบสสำหรับออกแบบไพรเมอร์ ไพรเมอร์ที่ออกแบบประกอบด้วยส่วนที่เป็นลำดับเบสเดิมของ S12 และส่วนที่เติมเบสเพิ่มเข้าไปที่ปลาย 3' จำนวน 2, 4, 8 และ 14 เบส ตามลำดับ จากนั้นนำไพรเมอร์แต่ละเส้นไปทดสอบกับต้นพ่อ-แม่และลูกผสม พบว่าไพรเมอร์ S12+GCAG ให้แถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่างต้นพ่อต้นแม่และลูกผสมได้ชัดเจนที่สุด เมื่อนำไพรเมอร์นี้ไปทดสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่เตรียมขึ้นจำนวน 100 เมล็ด พบว่าเมล็ดที่เป็นลูกผสมแท้มีจำนวน 93 เมล็ด เมล็ดปลอมปนพันธุ์อื่น จำนวน 3 เมล็ด เมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง จำนวน 4 เมล็ด เครื่องหมายดีเอ็นเอที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเสถียรมากกว่าเครื่องหมายดีเอ็นเออาร์เอพีดี

คำสำคัญ: ดาวเรือง เมล็ดพันธุ์ลูกผสม การทดสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม การควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เครื่องหมายดีเอ็นเอ

Abstract

Grow-Out Test (GOT) is a traditional method used to determine the genetic purity of hybrid marigold seeds. The disadvantages of these method are time-consuming, need high labor cost and huge space to maintain the seedling plants up to mature stage. In addition, evaluation based on phenotypic traits is difficult and often inaccurate, especially for closely-related genetic varieties. The research aimed to develop a highly reproducible DNA marker for genetic purity testing of hybrid seeds and differentiating the hybrid from its parental lines. The novel marker (S12+GCAG) was derived using RAPD-S12 primer, which gave an unique band size of 1,108 bp, thus distinguishing between the hybrid and its parent plants. The DNA fragment containing the marker was cloned into the pTA2 plasmid vector and sequenced. Primers were designed based on core sequence similar to S12 and adding 2, 4, 8 and 14 bases, respectively at 3'. Among the 4 designed primers, only S12 with 4 bases (+GCAG) added could be distinguished from the parental line. The marker was subjected to genetic purity testing of hybrid seeds, which artificially added with contaminated seeds. The results showed that out of 100 seeds, there were 93 true hybrid seeds, 3 contaminated seeds and 4 self-pollinated seeds. This developed primer was more stable than the RAPD DNA marker.

Keywords: marigold, hybrid seed, genetic purity test, seed quality control, DNA marker

¹ สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290

¹ Institute of Product Quality and Standardization, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

² บริษัท อะเมริซีดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290

² AmeriSeed (Thailand) Co.,Ltd., San Sai, Chiang Mai 50290

*Corresponding author, Email: rpraphruet@gmail.com

คำนำ

ดาวเรือง (marigold) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes* sp. เป็นไม้ประดับที่คนไทยคุ้นเคย ชื่นชอบ นิยมนำมาประดับตกแต่งในงานพิธีและเทศกาลต่าง ๆ ได้ตลอดทั้งปี เป็นทั้งไม้ประดับในสนามและไม้กระถาง ดอกมีสีหลากหลายและระยะเวลาบานค่อนข้างนาน สารสกัดจากกลีบดอกดาวเรืองสามารถขับไล่แมลงศัตรูพืชได้ นอกจากนี้ยังมีสารพิษเคมีที่สำคัญหลายชนิด เช่น xanthophyll, lutein ใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง และอาหารสัตว์ ด้วยประโยชน์ที่หลากหลายของดาวเรืองทำให้แนวโน้มความต้องการของตลาดสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกร พบว่าพื้นที่เพาะปลูกดาวเรืองตัดดอกในประเทศไทยมีประมาณ 4,213 ไร่ แหล่งผลิตสำคัญ คือ นครราชสีมา เชียงใหม่ ตาก ราชบุรี และสุพรรณบุรี (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2563) เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมในการเพาะปลูกเพราะให้ผลผลิตสูง คุณภาพดอกมีความสม่ำเสมอ ดอกมีขนาดใหญ่ สีหลากหลายตรงตามความต้องการของตลาด โดยเนื้อที่เพาะปลูก 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 5,000 เมล็ด ราคาประมาณ 1 บาท/เมล็ด ธุรกิจการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมีการขยายตัวทั้งในและต่างประเทศ การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ต้องตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนวางจำหน่าย ซึ่งเป็นไปตามข้อบังคับของสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (International Seed Testing Association, ISTA) (International Rules for Seed Testing, 2018) ที่กำหนดให้เมล็ดพันธุ์ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 การตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic purity testing) ในปัจจุบันบริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์ยังใช้วิธีการปลูกทดสอบในแปลงเรียกว่าวิธี GOT (Growth Out Trait) ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน ข้อด้อยของวิธีนี้คือใช้เวลาทดสอบนาน มีต้นทุนด้านปัจจัยการผลิตสูงในการดูแลตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะออกดอกอย่างน้อย 3 เดือน ใช้พื้นที่มาก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์แต่ละรอบการผลิตต้องใช้เวลาปลูกทดสอบนานทำให้การส่งมอบเมล็ดพันธุ์ให้ลูกค้าเกิดความล่าช้า ไม่ทันต่อความต้องการ นอกจากนี้แล้วการประเมินความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมด้วยลักษณะสัณฐานภายนอกนั้นมักเกิดความคลาดเคลื่อนไม่ชัดเจน โดยเฉพาะในสายพันธุ์ที่มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมสูง เนื่องจากการเจริญเติบโตของพืชได้รับอิทธิพลจากสภาวะแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ธาตุอาหาร เป็นต้น ดังนั้นการใช้วิธีการตรวจสอบที่ให้ผลทดสอบที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มีประสิทธิภาพ ปัจจุบันเครื่องหมายดีเอ็นเอหลายชนิดถูกนำมาใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ลูกผสม เช่น เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิด SSR ใช้กับข้าวโพดลูกผสม (ศุภลักษณ์ สัตยสมิทธิสกลิต และจิระ สุวรรณประเสริฐ, 2558) เครื่องหมาย RAPD และ ISSR ใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์เมล็ดพริกลูกผสม (Kumar et al., 2012) เนื่องด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ RAPD มีข้อด้อยบางประการ เช่น ผลการทำซ้ำที่ไม่เสถียรจึงได้มีการพัฒนาเครื่องหมายที่มีความจำเพาะยิ่งขึ้น เรียกว่า SCAR marker โดยพัฒนาจาก RAPD markers ซึ่งสามารถใช้ตรวจยืนยันสายพันธุ์และความบริสุทธิ์ของลูกผสมในพืชหลายชนิด เช่น พริก (Jang et al., 2004) แตงกวา (Juthaporn and Piyaporn, 2012) ลิ้นจี่ (Cheng et al., 2015) การพัฒนา SCAR marker จากเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิด HAT-RAPD เพื่อใช้คัดแยกข้าวหอมมะลิ 105 สายพันธุ์ลูกผสม BKOS6 ที่มีเมล็ดสีม่วงออกจากสายพันธุ์ใกล้เคียงที่สร้างรงควัตถุสีม่วงเหมือนกัน และใช้ตรวจสอบลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) (Semsang et al., 2013) สำหรับการศึกษาในดอกดาวเรืองได้พัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอ SCAR marker 4 จากเครื่องหมายดีเอ็นเอ ISSR, SRAP ตรวจติดตามยีนที่ควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมัน (*Tems*) ในดอกดาวเรืองที่ไม่มีกลีบดอก (He et al., 2009; Asha et al., 2019) การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองลูกผสมในประเทศไทยยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย ทั้งที่เป็นเครื่องมือที่จำเป็นและเป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอให้มีความจำเพาะสูงและมีความเสถียรมากขึ้น โดยพัฒนาจากเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดอาร์เอฟดี เพื่อใช้ตรวจสอบความเป็นลูกผสมและตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองลูกผสม

วิธีการศึกษา

การเตรียมพืชทดลอง

เมล็ดดาวเรืองพันธุ์การค้าแอฟริกัน (*Tagetes erecta*) จากบริษัทอะเมริซีดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด สายพันธุ์ MAR001 วิธีการผลิตลูกผสมใช้ระบบการทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน (cytoplasmic genetic male sterility system) สายพันธุ์ต้นพ่อแม่หมายเลข TR 170021 My 150 1341744 BDG จำนวน 10 เมล็ด สายพันธุ์ต้นแม่หมายเลข TR 170021 161208-1 จำนวน 10 เมล็ด ลูกผสมหมายเลข MAR 31163 170 2025 Light seed จำนวน 97 เมล็ด และเมล็ดลูกผสมสายพันธุ์อื่นซึ่งใช้เป็นตัวอย่างอำพราง (blind test) จำนวน 3 เมล็ด เพาะเมล็ดในถาดหลุมขนาด 288 หลุม จนกระทั่งปรากฏใบแท้หรือประมาณ 2 สัปดาห์ จากนั้นตัดใบไปสกัดดีเอ็นเอ

การสกัดดีเอ็นเอ

ตัวอย่างใบแช่จากต้นกล้วย 2 สัปดาห์ ประมาณ 1-2 ใบ นำมาบดด้วยโกร่งไนไนโตรเจนเหลวจนเป็นผงละเอียด ซึ่งผงเนื้อเยื่อประมาณ 50-100 มิลลิกรัม นำมาสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB method (Doyle and Doyle, 1987) ตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอในอภากรอสความเข้มข้น 0.8% แยกแถบดีเอ็นเอด้วยกระแสไฟฟ้าในสารละลาย 0.5X TBE บัฟเฟอร์ ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ เป็นเวลา 40 นาที นำเจลไปย้อมด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) บันทึกภาพด้วยเครื่อง gel documentation (Syngene, USA) วัดปริมาณดีเอ็นเอด้วยเครื่อง Nanodrop spectrophotometer (Thermo Scientific, USA) ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร เจือจางสารละลายดีเอ็นเอใน Tris EDTA (TE) บัฟเฟอร์ ให้มีความเข้มข้น 50 นาโนกรัม/มิลลิลิตร เก็บสารละลายดีเอ็นเอที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์แบบสุ่ม

นำสารละลายดีเอ็นเอของต้นแม่พันธุ์-พ่อพันธุ์และลูกผสมมาทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ เตรียมปฏิกิริยาในปริมาตรรวม 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 1X PCR buffer (Invitrogen, Brazil), 2.5 mM MgCl₂ (Invitrogen, Brazil), 0.2 mM dNTPs (Invitrogen, Brazil) 20 picomole RAPD primer (Metabion, Germany) 0.1 ยูนิต Taq DNA polymerase (Invitrogen, Brazil) สารละลายดีเอ็นเอ 50 นาโนกรัม เติมน้ำปราศจากไอออนให้มีปริมาตรครบ 25 ไมโครลิตร หลอดควบคุมแบบลบ (negative control) เติมน้ำแทนสารละลายดีเอ็นเอ นำมาเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเครื่องพีซีอาร์ (MJ Research, USA) ตั้งค่าการทำงานดังนี้ ขั้นที่หนึ่งแยกสายดีเอ็นเอแม่แบบที่ 94 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 นาที จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจำนวน 40 รอบ ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 45 วินาที อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 นาที อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 นาที และขั้นตอนสุดท้ายอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 นาที ใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มทั้งหมด 30 ไพรเมอร์ ประกอบด้วยไพรเมอร์ชุด S หมายเลข S1 ถึง S20 จำนวน 20 ไพรเมอร์ และไพรเมอร์ชุด N หมายเลข N20 ถึง N30 จำนวน 10 ไพรเมอร์ (Metabion) นำผลผลิตจากพีซีอาร์ (PCR product) มาแยกในอภากรอสความเข้มข้น 1.5% ในสารละลาย 0.5X TBE บัฟเฟอร์ ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ บันทึกภาพได้แสงอัลตราไวโอเล็ตด้วยเครื่อง gel documentation วิเคราะห์แถบดีเอ็นเอเพื่อคัดเลือกไพรเมอร์ ที่ให้ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอระหว่างต้นแม่พันธุ์-พ่อพันธุ์ และลูกผสม

การโคลนชิ้นส่วนดีเอ็นเอและวิเคราะห์ลำดับเบส

จากการตรวจสอบแถบดีเอ็นเอด้วยอาร์เอฟดีไพรเมอร์ พบว่าไพรเมอร์หมายเลข S12 ให้แถบดีเอ็นเอของต้นพ่อพันธุ์ ขนาด 1,171 คู่เบส ทำการตัดแยกชิ้นดีเอ็นเอออกจากเจลแล้วทำให้บริสุทธิ์ด้วยชุดน้ำยา Gel and PCR clean-up kit (Macherey-Nagel, Germany) โคลนชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่บริสุทธิ์เข้าสู่ pTA2 vector protocol 2 (Toyobo, Japan) จากนั้นนำเข้าสู่เซลล์ *Escherichia coli* DH5 α คัดเลือกโคลนที่ได้รับพลาสมิดซึ่งมีโคโลนีสีขาวในอาหารแข็ง LB (Bio Basic, Canada) ที่เติม X-gal (20 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) และ IPTG (100 mM) นำโคโลนีสีขาวเลี้ยงในอาหาร SOC ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ที่เติม ampicillin (100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) เลี้ยงบนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 ชั่วโมง สกัดแยกพลาสมิดดีเอ็นเอด้วยชุดน้ำยา Plasmid EasyPure (Macherey-Nagel, Germany) แบ่งสารละลายพลาสมิดดีเอ็นเอไปทำปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยใช้ forward primer T7 promoter และ reverse primer pBluescript SK (Bio Basic Inc, Canada) นำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์มาตัดด้วยเอนไซม์ *EcoRI* (Sigma-Aldrich, Germany) จากนั้นนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอมาแยกแถบดีเอ็นเอในอภากรอสความเข้มข้นเจล 1.5% ใน 0.5X TBE buffer ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ ตรวจสอบแถบชิ้นส่วนพลาสมิดดีเอ็นเอได้แสงอัลตราไวโอเล็ต บันทึกภาพด้วยระบบถ่ายภาพ gel documentation (Gene Syngene, USA) นำรีคอมบิแนนท์พลาสมิดมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยชุดน้ำยา Qiagen PCR purification kit (Qiagen, Germany) ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ลำดับเบสที่บริษัท 1st BASE (ประเทศมาเลเซีย)

การออกแบบไพรเมอร์และคัดเลือกไพรเมอร์

นำข้อมูลลำดับเบสที่ได้มาใช้ในการออกแบบไพรเมอร์ โดยคงลำดับเบสเดิมของไพรเมอร์หมายเลข S12 ไว้ แล้วเพิ่มเบสเชื่อมต่อเข้าไปจำนวน 2, 4, 8 และ 14 เบส ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Nucleotide sequence of developed primers originating from the S12₁₁₀₈ RAPD marker specific for the parental male.

Primer Name	Sequence	Annealing Temperature (°C)
S12+2	5' CCTTGACGCAGC 3'	45
S12+4	5' CCTTGACGCAGCAGC 3'	55
S12+8	5' CCTTGACGCAGCAGCAGC 3'	60
S12+14	5' CCTTGACGCAGCAGCAGCAGCAGC 3'	68

นำไพรเมอร์ที่ออกแบบไปทำปฏิกิริยาพีซีอาร์กับดีเอ็นเอของต้นแม่-พ่อพันธุ์ และลูกผสม โดยใช้องค์ประกอบในปฏิกิริยาพีซีอาร์และโปรแกรมการทำงานของเครื่องพีซีอาร์เหมือนกับที่ใช้กับอาร์เอพีดีไพรเมอร์ทุกประการ ยกเว้นอุณหภูมิ annealing ให้แต่ละไพรเมอร์ใช้อุณหภูมิดังแสดงใน Table 1

การทดสอบความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ลูกผสม

เตรียมเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสำหรับการทดลองนี้จำนวน 100 เมล็ด โดยนำเมล็ดลูกผสมของคู่พ่อพันธุ์-แม่พันธุ์ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้มา 97 เมล็ด นำไปลอมปนซึ่งเป็นเมล็ดลูกผสมพันธุ์ที่เกิดจากแม่-พ่อพันธุ์คู่อื่นใส่ลงไป จำนวน 3 เมล็ด คละเคล้าผสมกัน นำเมล็ดทั้งหมดไปเพาะประมาณ 2 สัปดาห์ ตัดใบที่มาสกัดดีเอ็นเอ แล้วนำมาเพิ่มปริมาณพีซีอาร์ด้วยไพรเมอร์ S12+GCAG จากนั้นแยกผลผลิตพีซีอาร์ในอะกาโรส 1.5% ในสารละลาย 0.5X TBE buffer ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ บันทึกภาพด้วยระบบถ่ายภาพ gel documentation (Gene Syngene, USA) วิเคราะห์แถบดีเอ็นเอเพื่อป้องกันความเป็นลูกผสมแท้ โดยแถบดีเอ็นเอของลูกผสมแท้จะมีแถบดีเอ็นเอที่ตรงกับต้นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ เมล็ดลูกผสมปลอมปนจะมีรูปแบบแถบดีเอ็นเอแตกต่างไปจากแม่และพ่อพันธุ์ ส่วนเมล็ดที่มีแถบดีเอ็นเอเหมือนกับต้นแม่เป็นเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยอาร์เอพีดีไพรเมอร์

จากการคัดเลือกด้วยไพรเมอร์แบบสุ่มจำนวน 30 ไพรเมอร์ (หมายเลข S1 ถึง S20 จำนวน 20 ไพรเมอร์ และ N20 ถึง N30 พบไพรเมอร์หมายเลข S12 (5'-CCTTGACGCA-3') เพียงไพรเมอร์เดียวเท่านั้นที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างต้นพ่อ-แม่ และบ่งชี้ความเป็นลูกผสมได้ โดยต้นแม่พันธุ์ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 708 คู่เบส ต้นพ่อพันธุ์ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 1,171 คู่เบส ส่วนต้นลูกผสมมีแถบดีเอ็นเอทั้ง 2 ขนาด คือ 708 และ 1,171 คู่เบส ซึ่งตรงกับต้นพ่อ-แม่พันธุ์ เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดอาร์เอพีดีมีข้อดีคือวิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลลำดับเบสสำหรับออกแบบไพรเมอร์ ต้นทุนการวิเคราะห์ทดสอบไม่สูง จากการคัดเลือกไพรเมอร์ทั้งหมด 30 หมายเลข พบไพรเมอร์เพียงหมายเลขเดียวที่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างต้นพ่อ-แม่พันธุ์ได้ แสดงให้เห็นว่าต้นพ่อ-แม่พันธุ์ มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้แถบดีเอ็นเอมีความแตกต่างกันน้อย ซึ่งสอดคล้องกับที่ นงลักษณ์ คงศิริ และราตรี บุญเรืองรอด (2560) ได้รายงานว่ายาลูกผสมของดาวเรืองที่นำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อการค้านั้นมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ แม้ว่าจะมีรายงานการนำเครื่องหมายดีเอ็นเออาร์เอพีดีใช้ได้ผลสำเร็จในพืชหลายชนิดเช่น พริก (Pujar et al., 2017) กระหล่ำปลี (Ye et al., 2013) มะเขือเทศ (Liu et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับดาวเรือง การนำไปใช้ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ อาทิเช่น ฐานพันธุกรรมของพ่อ-แม่พันธุ์ดาวเรืองที่ใช้ผลิตลูกผสมใกล้เคียงกันมาก ต้องใช้ไพรเมอร์จำนวนมากเพื่อคัดเลือก และการเกิดแถบดีเอ็นเอให้ผลการทำซ้ำไม่คงที่ สาเหตุเกิดจากดีเอ็นเอแม่แบบปนเปื้อนสารหัตถ์ย้อมซึ่งพบมากในดาวเรือง สารปนเปื้อนจะไปยับยั้งหรือลดประสิทธิภาพปฏิกิริยาพีซีอาร์ทำให้ไม่มีความเสถียร (Shahzadi et al., 2009) การทำปฏิกิริยาแต่ละครั้งให้ผลทดสอบไม่เหมือนเดิม ด้วยเหตุนี้จึงนำไพรเมอร์อาร์เอพีดี หมายเลข S12 ไปพัฒนาให้เป็นไพรเมอร์ที่ให้ผลการทำซ้ำมีความคงที่มากยิ่งขึ้น

การโคลนชิ้นส่วนดีเอ็นเอและวิเคราะห์หาลำดับเบส

อาร์เอพีดีไพรเมอร์หมายเลข S12 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 1,171 คู่เบสที่จำเพาะกับต้นพ่อพันธุ์ นำชิ้นดีเอ็นเอนี้มาทำให้บริสุทธิ์แล้วโคลนเข้าสู่เวกเตอร์ pTA2 และวิเคราะห์หาลำดับเบส (DNA sequencing) โดยใช้ forward primer T7 และ reverse primer SP6 ผลการวิเคราะห์ลำดับเบสพบดีเอ็นเอชิ้นนี้มีจำนวน 1,183 เบส (Figure 1) ซึ่งจำนวนเบสที่ได้จากการอ่านด้วยเครื่องหาลำดับเบสใกล้เคียงกับขนาดชิ้นดีเอ็นเอ 1,171 คู่เบสที่อ่านได้จากแผ่นเจลเมื่อเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน และพบว่าลำดับเบสที่เหมือนกับไพรเมอร์อาร์เอพีดีหมายเลข S12 ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่าข้อมูลลำดับเบสที่ได้นี้เป็นข้อมูลลำดับเบสของชิ้นดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อต้นพ่อพันธุ์อย่างแท้จริง

CTTGACGCAGCAGCACGTGACGCACCCATGACAACCTTTTCATGGTTTGCACAATCAACTGTAGGAAAAACAACTG
 TCCAAACTCAACCAYTAATTACACTACTCACTAAACCCTATAATAACCTCCAAAACTTAAATTGAGCAATTGATCT
 ATCAAATCATCTACACTTCAATTCAGATCAAACCTCATGTGTCATAACCTAATCAATATTCAAATTAACAACAACACM
 AATACATTAACATCATCAATGACAATGATTCAATTCCTACTTTCAAACCAATTCAAGTTGCACAGATCACAAGAACT
 AAAAGCCCTAACTACAAAATTAACATGAATAAACTAAGCATGTAATCATCAATTCAAAGTCTAGAGAGGCGAAATG
 CAATTATTAATCGAATAGTGAGGGAATAATTAACAAGTATGTGAGTATGTTAGAAGATAAAATTCATTTAGTGATAAT
 AATGTTGAAGATGAAGAAAATTACTTTGATCTGAAGTGAAACGGTGGGTGTTGTTTGGTGTTCCTGTTTTAG
 CTACTTTTTGTGGAAATGAAATGTAGATAGATGACAATGAATGAAAAGTGTGTATAAATACCGGTTTGGATAAGA
 CTTTGACGTGTAGCCTATATTATTATTTTTTTTTTCAACGGCGTTATTTAGATATCTTACTTCTAGATACCAAACCTCATA
 TTTTTTATAATCTATGTATCTAAATGAGGCTCTTTGAGAGGTATGATGTCAGCTGTTTATATTGATTTTGATATTTTAT
 TTGGCTTACTTAGAAAAATTTTAAGGGAGAAACCTATTATTACGAGAAAACTTGTAATGTTTAACCTAGAACCTTAT
 TATGCTTATGTAAGATTTGGATTCAAGATATTCATATTGTAATGAAGTTGTGTACTCCACCTTAAACATTTTGGCTTT
 GGATTGTTGGTAGATAGTAAAGTCGTGCCAATTGGTCTTCTGGTTTAATAACAAGGGGTGATGACAAAGGCTTAC
 GATGTTTGAGGTCTCAAGTTTTAATCTTGAGTTCATGCCTCTATGTAGTTTTCTACTATGGTGGGGTTTCTCCTTAA
 AGGTGTTTCATGAGTGCCTCAAGG

Figure 1 Nucleotide sequences of the RAPD fragment S12₁₁₀₈ specific to the parental male. RAPD S12 primer sequences are underlined.

การออกแบบไพรเมอร์

ข้อมูลลำดับเบสของชิ้นดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อต้นพ่อพันธุ์ขนาด 1,108 เบส มาออกแบบไพรเมอร์ โดยคงลำดับเบสเดิมของอาร์เอพีดีไพรเมอร์หมายเลข S12 จำนวน 10 เบสไว้เป็นแกน แล้วเพิ่มเบสเชื่อมต่อท้ายปลาย 3' (Table 1) ให้ชื่อไพรเมอร์ดังนี้ S12+2 ให้ชื่อว่า S12+GC (เดิมเบสต่อท้ายจำนวน 2 เบส) S12+GCAG ให้ชื่อว่า S12+4 (เดิมเบสต่อท้ายจำนวน 4 เบส) S12+CGAGCACG ให้ชื่อว่า S12+8 (เดิมเบสต่อท้ายจำนวน 8 เบส) และ S12+CGAGCACGTGACGC ให้ชื่อว่า S12+14 (เดิมเบสต่อท้ายจำนวน 14 เบส) นำไพรเมอร์ทั้ง 4 ไพรเมอร์นี้ ไปทดสอบกับดีเอ็นเอของต้นแม่-พ่อพันธุ์และลูกผสม พบว่าไพรเมอร์ S12+4 หรือ S12+GCAG สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแม่-พ่อพันธุ์ ต้นแม่พันธุ์ให้ชิ้นดีเอ็นเอ 3 แถบ ขนาด 750, 535 และ 495 คู่เบส ส่วนต้นพ่อพันธุ์ให้ชิ้นดีเอ็นเอ 3 แถบ ขนาด 1,170, 750 และ 656 คู่เบส ต้นลูกผสมให้แถบทั้งหมด 4 แถบ มีขนาด 1,170, 750, 535 และ 495 คู่เบส โดยแถบดีเอ็นเอของลูกผสมขนาด 1,170 และ 750 คู่เบส เหมือนต้นพ่อพันธุ์ ขณะที่แถบดีเอ็นเอขนาด 535 และ 495 คู่เบส เหมือนต้นแม่พันธุ์ จากการใช้ไพรเมอร์ทั้ง 4 ไพรเมอร์ พบว่ามีจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นแปรผันกับจำนวนเบสที่เติม ไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอมากที่สุดคือ S12+2 ให้แถบดีเอ็นเอลูกผสมจำนวน 6 แถบ รองลงมาคือไพรเมอร์ S12+4 จำนวน 4 แถบ ไพรเมอร์ S12+8 และ S12+14 ให้แถบดีเอ็นเอจำนวน 3 แถบ ซึ่งไพรเมอร์ S12+2, S12+8 และ S12+14 พบว่ารูปแบบแถบดีเอ็นเอของต้นแม่พันธุ์-พ่อพันธุ์และลูกผสมเหมือนกันทุกประการ ไพรเมอร์ S12+GCAG ซึ่งมีจำนวนเบสทั้งสิ้น 14 เบส สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแม่-พ่อพันธุ์และลูกผสมได้นั้น แสดงว่าไพรเมอร์นี้เข้าไปจับกับลำดับเบสบริเวณจำเพาะสามารถบ่งชี้ความเป็นเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของต้นพ่อ-แม่พันธุ์และลูกผสมได้ ดาวเรืองสายพันธุ์ที่นำมาปรับปรุงเป็นพันธุ์การค้ามีพันธุกรรมใกล้เคียงกันมากทำให้โอกาสที่พบความแตกต่างมีน้อย ไพรเมอร์ S12+GCAG ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการทำซ้ำที่คงที่มีความเสถียรมากกว่าอาร์เอพีดีไพรเมอร์

การทดสอบความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ลูกผสม

ทดสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดลูกผสมโดยเตรียมเมล็ดพันธุ์จำนวน 100 เมล็ด ประกอบด้วยเมล็ดลูกผสมจากคู่พ่อ-แม่พันธุ์ จำนวน 97 เมล็ดที่เกิดขึ้นจากรวมจากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกร ใส่เมล็ดลูกผสมที่เกิดจากพ่อ-แม่พันธุ์คู่อื่น จำนวน 3 เมล็ด นำดีเอ็นเอมาทดสอบกับไพรเมอร์ S12+GCAG แถบดีเอ็นเอของเมล็ดลูกผสมแท้ต้องปรากฏแถบดีเอ็นเอจำนวน 4 แถบ มีขนาด 1,170, 750, 535 และ 495 คู่เบส ตามลำดับ (Figure 2) โดยแถบดีเอ็นเอขนาด 1,170 คู่เบส ตรงกับแถบดีเอ็นเอของต้นพ่อ และแถบดีเอ็นเอขนาด 750, 535 และ 495 คู่เบสตรงกับแถบดีเอ็นเอของต้นแม่ จากการทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมขึ้น จำนวน 100 เมล็ด พบว่ามีเมล็ดที่เป็นลูกผสมแท้จำนวน 93 เมล็ด เมล็ดพันธุ์ปนเป็นจำนวน 3 เมล็ด และเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองจำนวน 4 เมล็ด เมล็ดพันธุ์ปนคือเมล็ดที่ไม่ได้เกิดจากพ่อ-แม่พันธุ์ที่ใช้ศึกษา ซึ่งแถบดีเอ็นเอแตกต่าง

ไปจากต้นพ่อ-แม่พันธุ์ ประกอบด้วยเมล็ดหมายเลข 6, 51 และ 46 เมล็ดพันธุ์ลูกผสมหมายเลข 6 และ 51 นั้น มีแถบดีเอ็นเอเกินมาและหายไปอย่างละหนึ่งแถบ โดยขึ้นดีเอ็นเอที่เกินมามีขนาด 1,231 คู่เบส ส่วนขึ้นดีเอ็นเอที่หายไปมีขนาด 535 คู่เบส ส่วนเมล็ดพันธุ์หมายเลข 46 ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 1,231 และ 535 คู่เบส การทดสอบนี้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ที่เกิดจากการผสมตัวเองจำนวน 4 เมล็ด ได้แก่ เมล็ดหมายเลข 21, 23, 41 และ 87 ซึ่งมีรูปแบบแถบดีเอ็นเอเหมือนต้นแม่ทุกประการ ผลจากการตรวจสอบด้วยการเทียบรูปแบบแถบดีเอ็นเอสามารถตรวจพบเมล็ดปลอมปนจำนวน 3 เมล็ด ซึ่งเท่ากับกับจำนวนเมล็ดปลอมปนที่สนใจผสมลงไป ซึ่งให้เห็นว่าไพรเมอร์ S12+GCAG สามารถใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้ถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ไพรเมอร์นี้ยังสามารถตรวจพบเมล็ดพันธุ์ที่เกิดจากการผสมตัวเองจำนวน 4 เมล็ด ผลการทดสอบตรวจพบจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พึงประสงค์ทั้งหมด 7 เมล็ด กล่าวได้ว่าเมล็ดลูกผสมชุดนี้มีความบริสุทธิ์เท่ากับ 93 เปอร์เซ็นต์

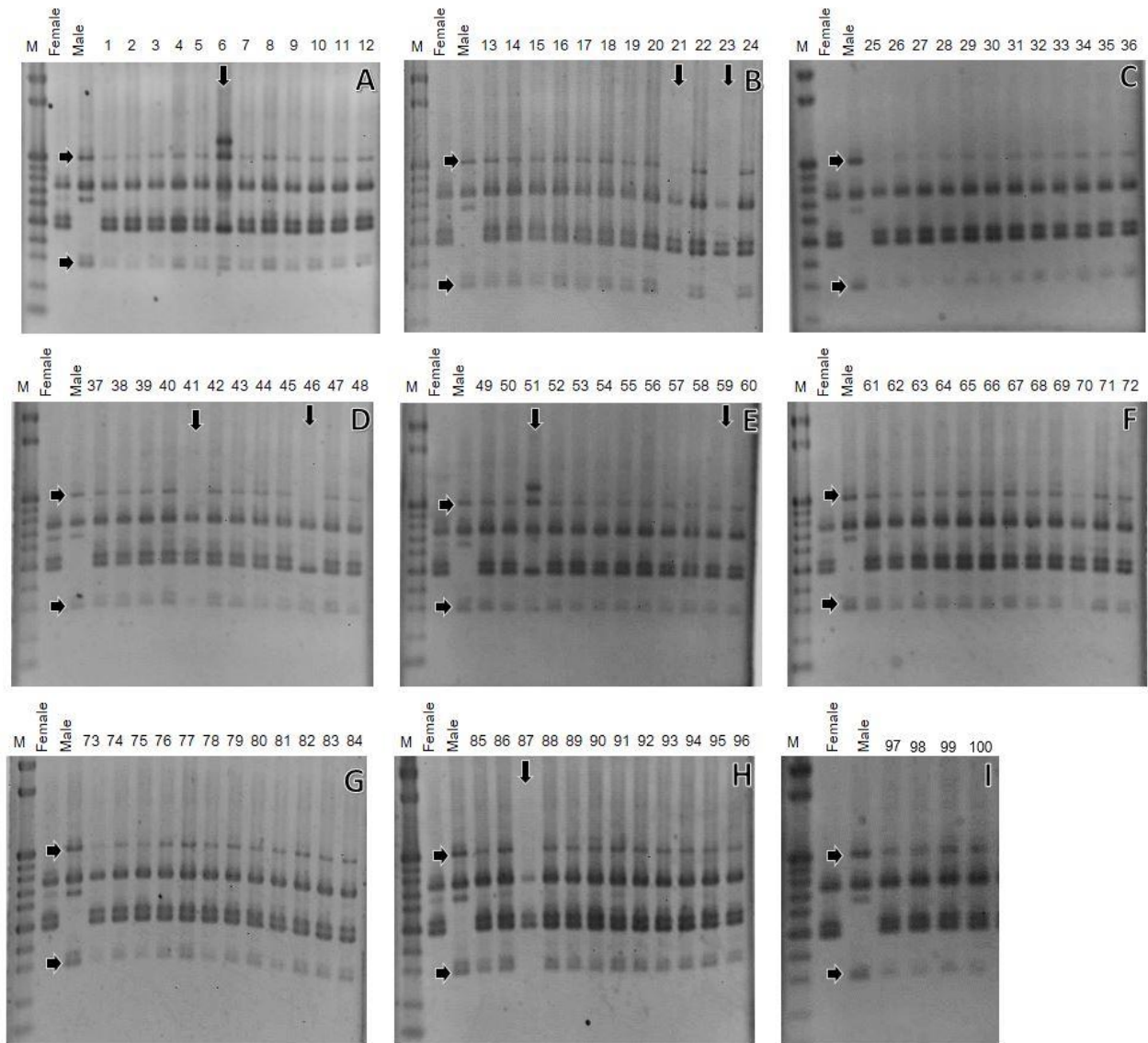


Figure 2 Genetic purity testing of marigold hybrid seeds using the S12+GCAG primer, M: DNA ladder, Lane 1-100: individual F_1 hybrid plants. Hybrid plants number 6, 46 and 51 are contaminated seeds and number 21, 23, 41 and 87 represents an off-type seeds.

เมล็ดที่นำมาใช้ในการทดลองนี้รวบรวมมาจากแปลงเกษตรกรที่รับจ้างผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมให้บริษัท ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิสูงและวันยาวจะทำให้ดอกด้านล่างลำต้นส่วนใหญ่จะกลายเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (ประทุมพร ขอดแก้ว และณัฐา โพธารมณ์, 2552) ถ้าเด็ดทิ้งไม่หมดจะมีโอกาสเกิดเมล็ดผสมตัวเองปนเปื้อนมาด้วย การผลิตเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองลูกผสม (F_1) ใช้ระบบ cytoplasmic genetic male sterile ต้นแม่พันธุ์มีเกสรตัวผู้เป็นหมัน

(male sterility) เนื่องจากยีนที่ควบคุมการพัฒนาของเกสรตัวผู้เกิดการกลายพันธุ์ ทำให้เกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ จึงไม่สามารถสร้างละอองเรณูได้ (Ai et al., 2016) ต้นแม่พันธุ์ที่เกสรตัวผู้เป็นหมันนี้ช่วยทำให้ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมทำได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องตอนเกสรตัวผู้ (emasculation) ก่อนทำการผสมเกสร และยังได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีความบริสุทธิ์สูง เนื่องจากไม่มีการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน อย่างไรก็ตามต้นแม่พันธุ์ที่เกสรตัวผู้เป็นหมันนี้สามารถเกิดกลีบดอกได้ 3 ลักษณะ ได้แก่ ดอกที่มีกลีบดอกปกติ (petaloid) ดอกที่ไม่มีกลีบดอก (apetaloid) และดอกที่เป็นแบบ gynomonoeious จะมีทั้งเกสรตัวเมียแต่เกสรตัวผู้เป็นหมันกับดอกที่สมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน (Tejaswini et al., 2016) สภาพอากาศที่อุณหภูมิสูงและวันยาวจะกระตุ้นให้ดอกที่เป็น gynomonoeious นี้เกิดดอกสมบูรณ์เพศมากขึ้น โอกาสเกิดการผสมเกสรในดอกเดียวกันสูง การปะปนของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พึงประสงค์สามารถเกิดได้ทุกขั้นตอนการผลิต เช่น ระหว่างการผสมเกสร การผสมข้ามกับสายระหว่างพันธุ์ที่อยู่แปลงใกล้เคียงหรือการปะปนในระหว่างคัดแยกเพื่อบรรจุภัณฑ์ ทำให้ได้เมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองปะปนกับเมล็ดพันธุ์ลูกผสมแท้ได้ง่าย เมล็ดพันธุ์ที่มีความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมต่ำจะทำให้ได้ผลผลิตน้อยไม่มีความสม่ำเสมอ และเกิดการเสื่อมถอยของลักษณะที่ดี ดังนั้นการตรวจสอบความบริสุทธิ์เมล็ดพันธุ์ลูกผสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การนำเครื่องหมายดีเอ็นเอมาใช้ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จะช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ตรวจสอบให้สั้นลงให้ผลทดสอบที่ถูกต้อง รวดเร็ว ทำให้บริษัทสามารถจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพได้รวดเร็วทันต่อความต้องการของลูกค้า

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาไพรเมอร์ S12+GCAG สำหรับใช้บ่งชี้ความเป็นลูกผสมและใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของเมล็ดดาวเรืองลูกผสมได้ โดยนำไปทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจำนวน 100 เมล็ด สามารถตรวจพบเมล็ดปลอมปนที่ไม่ใช่เมล็ดพันธุ์ลูกผสมแท้จำนวน 7 เมล็ด ประกอบด้วยเมล็ดพันธุ์ปลอมปนพันธุ์อื่นจำนวน 3 เมล็ด และเมล็ดพันธุ์ที่มาจากการผสมตัวเองจำนวน 4 เมล็ด ไพรเมอร์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการทำซ้ำคงที่ มีความเสถียรมากกว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดอาร์เอฟดีภายใต้การทดสอบในห้องปฏิบัติการเดียว และสามารถนำไปใช้ตรวจสอบได้เฉพาะสายพันธุ์คู่พ่อแม่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ทดสอบกับคู่ผสมอื่น

เอกสารอ้างอิง

- นางลักษณ์ คงศิริ และวราตรี บุญเรืองรอด. 2560. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมและลายพิมพ์ดีเอ็นเอของดาวเรืองฝรั่งเศศโดยเครื่องหมายไมโทคอนเดรีย. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์* 4(2): 21-25.
- ประทุมพร ขอดแก้ว และณัฐรา โพธารมณ. 2552. การถ่ายทอดลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันของดอกดาวเรืองที่ไม่มีกลีบดอก. *วารสารเกษตร* 25(2): 95-99.
- ศุภลักษณ์ สัตยสมิทธิกิต และจิระ สุวรรณประเสริฐ. 2558. การตรวจความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมของข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์สงขลา 84-1 โดยเครื่องหมายไมโทคอนเดรีย. *วารสารสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย* 8(พิเศษ): 23-31.
- สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. 2563. ฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกร. <https://secreta.doae.go.th> (23 กรกฎาคม 2564).
- Ai, Y., Qinghua, Z., Weining, W., Chunling, Z., Zhe, B., Manzhu, B., and Yanhong, H. 2016. Transcriptomic analysis of differentially expressed genes during flower organ development in genetic male sterile and male fertile *Tagetes erecta* by digital gene-expression profiling (plos.org). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150892>. (22 October 2020).
- Asha, K. M., Anuradha, S., Tejaswini, T., Lakshaman, D. C., Sateesha, R., Sarvamangala, C. S., Mahantesha, B. N., and Raghavendra, G. 2019. Validation of SCAR marker linked to genic male sterility in marigold: as a forward step towards marker assisted breeding programme. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(2): 3373-3383.
- Cheng, J., Long, M. D., Chunli, W., and Fu, J. 2015. Development and significance of RAPD-SCAR markers for the identification of *Litchi chinensis* Sonn. by improved RAPS amplification and molecular cloning. *Molecular Journal of Biotechnology* 18: 35-39.
- Doyle, J. J., and Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.
- He, Y. H., Ning, G. G., Sun, L. Y., Qi, Y. C., and Bao, M. Z. 2009. Identification of a SCAR marker linked to a recessive male sterile gene (*Tems*) and its application in breeding of marigold (*Tagetes erecta*). *Plant Breeding* 128: 92-96.
- International Seed Testing Association. 2018. ISTA Online. <https://www.seedtest.org/en/2018-content---1--3404.html> (23 July 2021).
- Jang, I., Moon, J. H., Yoon, J. B., Yoo, J. H., Yang, T. J., Kim, Y. J., and Park, H. J. 2004. Application of RAPD and SCAR markers for purity testing of F_1 hybrid seed in chili pepper (*Capsicum annuum*). *Molecular and Cells* 18(3): 295-299.
- Juthaporn, S., and Piyaporn, S. 2012. Genetic diversity and species identification of cultivar species in subtribe cucumerinae (Cucurbitaceae) using RAPD and SCAR markers. *American Journal of Plant Sciences* 3: 1092-1097.

- Kumar, M. C., Vishwanath, K., Shivakumar, N., Rajendra, S., and Ramegowda, B. N. 2012. Utilization of SSR markers for seed purity testing in popular rice hybrids. *Annals of Plant Sciences* 1(1): 1-5.
- Liu, L., Wang, Y., Gong, Y., and Zhai, X. 2008. Genetic purity test of F_1 hybrid tomato using molecular marker analysis. *Acta Horticulturae* 771: 231-238.
- Pujar, U., Tirakannavar, S., Jagadeesha, R. C., and Sandhyarani, N. 2017. Hybrid purity testing of chilli hybrid (Pusa Jwala x Arka Lohit) through RAPD and ISSR molecular markers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 6(11): 2079-2086.
- Semsang, N., Chundet, R., and Phanchisri, B. 2013. Development of a SCAR marker for discrimination of a Thai jasmine rice (*Oryza sativa* L. cv. KDML105) mutant, BKOS6, and associated with purple color trait in Thai jasmine rice-related varieties. *American Journal of Plant Sciences* 4: 1774-1783.
- Shahzadi, I., Ahmed, R., Hassan, A., and Shah, M. M. 2009. Optimization of DNA extraction from seeds and fresh leaf tissues of wild marigold (*Tagetes minuta*) for polymerase chain reaction analysis. *Genetic and Molecular Research* 9(1): 386-393.
- Tejaswini, T., Anuradha, S., Archana, G., and Madhuri, G. 2016. Characterization and utilization of three distinct male sterile systems in marigold (*Tagetes erecta*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 86(10): 1271-1275.
- Ye, S., Wang, Y., Huang, D., Li, J., Gong, Y., Xu, L., and Liu, L. 2013. Genetic purity testing of F_1 hybrid seed with molecular markers in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Scientia Horticulturae* 155: 92-96.

วันรับบทความ (Received date) : 27 เม.ย. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 27 ก.ย. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 27 ต.ค. 64

ผลการเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะต่อปริมาณซีลีเนียมในเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา

Effect of Selenium Biofortification in Cultivation Material on Selenium Content of White and Grey Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacquin Fries) P. Kummer)

ธนภักษ์ อินยอด¹, กนกอร อัมพรายน¹, ธนภัทร เต็มอารมย์¹, ชาตรี กอนี¹, ปวีศ ตั้งบรรพธรรมา¹ และรสสุคนธ์ พุกนิล¹
Tanapak Inyod¹, Khanok-on Amprayn¹, Thanapat Termarom¹, Chatree Konee¹, Pawaris Tangborvonthamma¹ and Rodsukon Puknin¹

บทคัดย่อ

เห็ดนางรม (oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*) เป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีเนื้อสัมผัส รสชาติ และคุณค่าทางอาหารที่ดี มีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ และอุดมไปด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ ซีลีเนียมเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการทำงานที่เป็นปกติของร่างกายและมีส่วนช่วยในการชะลอความเสื่อมของเซลล์เมื่ออายุมากขึ้น เห็ดเป็นอาหารที่มีธาตุซีลีเนียมมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ แต่ปริมาณซีลีเนียมในเห็ดจะแปรผันไปตามวัสดุเพาะ ดังนั้นจึงทำการศึกษาลักษณะการเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะต่อปริมาณซีลีเนียมในเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วยวัสดุเพาะจำนวน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ซีลีเนียมไม่ยางพารา (ซึ่งเป็นวิธีเตรียมปกติที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร) สูตรที่ 2 ซีลีเนียมไม่ยางพาราเสริมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียมความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สูตรที่ 3 ฟางข้าวทั่วไป และสูตรที่ 4 ฟางข้าวซีลีเนียมสูง จากการทดลองพบว่าเห็ดนางรมเทาที่ได้จากการเพาะด้วยวิธีปกติ (สูตรที่ 1) และการเสริมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียม (สูตรที่ 2) ให้ขนาดของดอกและปริมาณผลผลิตเห็ดไม่แตกต่างกัน แต่มีผลทำให้ปริมาณซีลีเนียมสะสมในดอกเห็ดเพิ่มขึ้น โดยวัสดุเพาะสูตรที่ 2 พบว่ามีปริมาณซีลีเนียมในดอกเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา 28,755 และ 26,460 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณของซีลีเนียมที่สะสมอยู่ในวัตถุดิบที่เกินกว่าค่ามาตรฐาน และวัสดุเพาะฟางข้าวซีลีเนียมสูตรที่ 4 พบว่ามีปริมาณซีลีเนียมในดอกเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา 114.28 และ 189.08 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เป็นปริมาณที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แสดงถึงศักยภาพในการนำเศษวัสดุทางการเกษตรที่มีปริมาณซีลีเนียมสูงมาใช้ในการเพาะเห็ดนางรมอุดมซีลีเนียมเพื่อสุขภาพ และแนวทางในการผลิตเห็ดเสริมซีลีเนียมด้วยการเติมปุ๋ยซีลีเนียมเข้าไปในก้อนวัสดุเพาะ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหารได้

คำสำคัญ: เห็ดนางรม เห็ดนางรมฮังการี เห็ดนางรมเทา ซีลีเนียม การเสริมอาหารแบบชีวภาพ

Abstract

Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) is a popular edible mushroom due to its chewy texture, deliciousness and nutritional value including high protein, low fat, and varieties of micronutrients. Selenium (Se) is an important micronutrient that maintains proper function of various systems in human and animals, and delays aging of cells. In fact, mushrooms contain more Se than other food crops, however, Se content of mushrooms varies due to their growing substrates. This study aimed to increase Se content in two types of oyster mushroom, white- and grey-, by utilizing Se-rich rice straw and Se fertilizer augmented sawdust as growing substrates. The effect of substrate fertilization was examined using a Completely Randomized Design (CRD) with 10 replications, consisting of 4 treatments (T1 sawdust, T2 sawdust+Se fertilizer 3 mg/kg, T3 conventional rice straw, and T4 Se-rich rice straw). The results indicated that grey mushroom obtained from T1- and T2 substrates were not significantly different in their size and yields, however, they exhibited increased accumulation of Se in their fruiting bodies. Se content of white- and grey mushroom derived from T2 were 28,755 and 26,460 $\mu\text{g/kgDW}$, respectively, which may indicate excessive accumulation, whereas, white- and grey mushrooms derived from T4 exhibited Se concentrations of 114.28 and 189.08 $\mu\text{g/kgDW}$, respectively, which is probably a more suitable range. Our findings revealed a potential for using Se-rich agricultural residues to produce Se-enriched mushrooms. It also provided a new cultivation method for Se-enriched oyster mushroom production by Se biofortification for use as quality raw materials for health food and supplement products.

Keywords: oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, selenium, biofortification

¹ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนโลยี อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 10120

¹ Expert Center of Innovative Agriculture (InnoAg), Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Technopolis, Khlong Luang, Pathum Thani, 10120

*Corresponding author, E-mail: Tanapak@tistr.or.th

คำนำ

ปัจจุบันการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกถือเป็นอาชีพที่สำคัญทางเศรษฐกิจอีกอาชีพหนึ่ง เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะเห็ดเป็นอย่างดี ซึ่งวัสดุในการเพาะส่วนใหญ่จะใช้ขี้เลื่อยไม่ยางพาราเป็นวัสดุหลัก แต่ปัจจุบันเกษตรกรผู้เพาะเห็ดประสบปัญหาหาคาขี้เลื่อยไม่ยางพารามีราคาแพง ส่วนมากจะหาซื้อได้ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย อีกสาเหตุหนึ่งคือเกิดจากพื้นที่ปลูกยางพาราลดลง ดังนั้น ถ้าต้องการลดต้นทุนการผลิตจึงจำเป็นต้องหาวัสดุอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้เพาะเห็ดทดแทนขี้เลื่อยไม่ยางพารา ฟางข้าว เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีทั่วประเทศทุกภาคในประเทศไทย จากการสำรวจข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษพบว่า ประเทศไทยมีปริมาณฟางข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวสูงถึงประมาณ 42.33 ล้านตันต่อปี เนื่องจากการทำนาปรังปีละ 2-3 ครั้ง ปกติเกษตรกรผู้ทำนาจะกำจัดโดยการเผาทิ้ง ซึ่งทำให้พื้นที่เพาะปลูกเสื่อมโทรม (ดาเรศน์ กิตติโยภาส และคณะ, 2547) ฟางข้าวประกอบด้วยเคมีอินทรีย์หลัก ๆ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) ประมาณร้อยละ 37 เฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) ประมาณร้อยละ 24 และลิกนิน (lignin) ประมาณร้อยละ 14 โดยเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชและเห็ดได้ (Subramanian and Ram, 2011)

ซีลีเนียมสามารถสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตได้ ในยูคาริโอตมีซีลีโนเอนไซม์หลายชนิดที่มีความสำคัญในวิถีชีวเคมี (biochemical pathway) เช่น glutathione peroxidases (GPx), thioredoxin reductase (TrxR) และ iodothyronine 5-deiodinases (IDI) โดย GPx มีบทบาทในการป้องกันลิพิดของเยื่อหุ้มเซลล์จากภาวะเครียดออกซิเดชัน การรับประทานอาหารที่มีปริมาณซีลีเนียมสูงมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด (เช่น มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ หรือมะเร็งต่อมลูกหมาก) ป้องกันความบกพร่องของระบบภูมิคุ้มกันเพราะอายุที่เพิ่มขึ้น ป้องกันการแท้งและภาวะคลอดก่อนกำหนด และช่วยป้องกันภาวะสมองเสื่อม การขาดธาตุซีลีเนียมอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจและเป็นโรคที่เกิดจากไวรัส (Kaur et al., 2017)

จากความสำคัญของซีลีเนียมที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ หลายองค์กรจึงแนะนำปริมาณซีลีเนียมที่ควรได้รับต่อวันสำหรับผู้ใหญ่ไว้ดังนี้ Institute of Medicine (US) (2000) กำหนดไว้ที่ 55 ไมโครกรัม Kaur et al. (2017) กำหนดไว้ที่ 30 ไมโครกรัม สำหรับผู้ชาย และ 40 ไมโครกรัม สำหรับผู้หญิง และประเทศไทยแนะนำควรได้รับ 70 ไมโครกรัมต่อวัน (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) อีกทั้งซีลีเนียมเป็นส่วนประกอบของโปรตีน เรียกว่า ซีลีโนโปรตีน (selenoproteins) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Mangiapan et al., 2014) และพบอยู่ในอาหารต่าง ๆ เช่น ปลา ถั่ว เมล็ดธัญพืช จมูกข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด ข้าวเหนียว กล้วย ฝรั่ง มะเขือเทศ บรอกโคลี ข้าวกล้อง เป็นต้น (คัลยา คงสมบูรณ์เวช, 2548; Sherif et al., 2017) คนที่ไม่กินอาหารเหล่านี้อย่างสม่ำเสมออาจเกิดภาวะการขาดซีลีเนียมได้ หรือพบเมื่อมีการบริโภคอาหารที่มีปริมาณซีลีเนียมน้อยเนื่องจากปริมาณซีลีเนียมต่ำในสิ่งแวดล้อม เช่น ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชเพื่อเป็นอาหารของคนและสัตว์มีปริมาณซีลีเนียมอยู่น้อย จึงมีผลทำให้พืชเหล่านั้นมีปริมาณซีลีเนียมน้อยไปด้วย เป็นต้น (Eileen, 2006)

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถดูดซับแร่ธาตุจากสิ่งแวดล้อมที่เจริญเติบโตและสะสมไว้ในเส้นใยได้เป็นอย่างดีเยี่ยม (Mleczek et al., 2013) การเพิ่มปริมาณซีลีเนียมในเห็ดคาดว่าช่วยเพิ่มสารพฤกษเคมีและคุณสมบัติทางยาของเห็ดได้ (Werner and Beelman, 2002) เห็ดนางรม (oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*) จัดเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมากเนื่องจากมีรสชาติดี เนื้อไม่เหนียว มีคุณค่าทางอาหารสูง มีรายงานว่าเห็ด *Pleurotus* บางชนิด สามารถดูดซับและสะสมซีลีเนียมจากสิ่งแวดล้อมได้ (Da Silva et al., 2012) ดังนั้น คณะผู้วิจัยนี้จึงสนใจศึกษาผลของการเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสะสมซีลีเนียมของเห็ดนางรม 2 ชนิด คือ เห็ดนางรมฮังการี และเห็ดนางรมเทา (พันธุ์ลูกผสมระหว่างเห็ดนางฟ้าภูฐานและเห็ดนางรมฮังการี) เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตอาหารเชิงหน้าที่หรืออาหารเพื่อสุขภาพด้วยวิธีเสริมอาหารทางชีวภาพ หรือ biofortification ระหว่างกระบวนการผลิตต่อไป

วิธีการศึกษา

เชื้อเห็ดนางรมและการขยายเชื้อบนเมล็ดธัญพืช

เลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรม 2 ชนิด ได้แก่ เห็ดนางรมฮังการี *Pleurotus ostreatus* TISTR_Post-01 และเห็ดนางรมเทา *Pleurotus ostreatus* TISTR_Post grey-01 จากศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ วว. บนอาหาร PDA อายุ 10 วัน นำมาเตรียมเป็นหัวเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่างที่มีอายุ 8-12 วัน สำหรับถ่ายลงก้อนวัสดุเพาะเห็ด

การเตรียมก้อนวัสดุเพาะ การเพาะ และการเปิดดอกเห็ดนางรม

นำเศษวัสดุทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม่ยางพารา ฟางข้าวทั่วไป และฟางข้าวซีลีเนียมสูงที่ได้จากการผลิตข้าวอุดมซีลีเนียมจาก อ. บ้านนา จ. นครนายก มาเพื่อเตรียมวัสดุเพาะเห็ดสูตรต่าง ๆ และจากการตรวจวิเคราะห์ซีลีเนียม

ในฟางข้าวทั่วไป และฟางข้าวซีลีเนียมสูง ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง พบว่ามีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบ 304 และ 384 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 สูตร ๆ ละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย สูตรที่ 1 ซีลีเนียมต่ำ (ซีลีเนียม : รำละเหย : ปุ๋ยขาว : ยิปซัม เท่ากับ 100 : 6 : 1 : 1 เดมดีเกลี้อยู่ละ 0.05) (ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมวัสดุเพาะแบบปกติที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร (2558) สูตรที่ 2 ซีลีเนียมต่ำเสริมซีลีเนียม (เตรียมส่วนผสมเหมือนสูตรที่ 1 และเติมปุ๋ยอินทรีย์เสริมซีลีเนียม (Setek Co., Ltd.) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูตรที่ 3 ฟางข้าวทั่วไป (ฟางข้าวดิบละเหย : รำละเหย : ปุ๋ยขาว : ยิปซัม เท่ากับ 100 : 6 : 1 : 1 เดมดีเกลี้อยู่ละ 0.05) และสูตรที่ 4 ฟางข้าวซีลีเนียมสูง (เตรียมเช่นเดียวกับสูตรที่ 3 แต่ใช้ฟางที่มีซีลีเนียมสูงปริมาณ 384 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นส่วนประกอบแทน) คลุกเคล้าผสมให้เข้ากันดี ปรับความชื้นให้ได้ 60 เปอร์เซ็นต์ แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกเพาะเห็ดขนาด 1 กิโลกรัม อัดให้แน่น หลังจากนั้นนำก้อนวัสดุเพาะไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยหม้อหนึ่งแบบไม่อัดความดันที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง รอให้ก้อนวัสดุเพาะเย็นลง หยอดหัวเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟางที่เตรียมไว้ลงในก้อนวัสดุเพาะจำนวน 20 เมล็ดต่อก่อน แล้วนำไปบ่มในโรงบ่มที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเต็มก้อนวัสดุเพาะแล้ว นำไปเปิดดอกเห็ดในโรงเรือนเปิดดอก รดน้ำให้ความชื้นวันละ 2 ครั้ง (เพื่อให้มีความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์)

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเส้นใยและผลผลิตดอกเห็ดนางรม

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเส้นใยด้วยการวัดระยะที่เส้นใยเดินบนก้อนทุกวัน บันทึกจำนวนวันที่เชื้อเดินเต็มก้อน ขนาดของดอกเห็ดและก้าน และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลผลิตดอกเห็ด วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสูตรทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SAS version 9.1

การวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมทั้งหมดของดอกเห็ดนางรม

นำดอกเห็ดนางรมรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 ไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมที่สะสมในดอกเห็ด โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง นำไปบดให้เป็นผงแล้วย่อยตัวอย่างด้วย microwave digester ตามวิธีที่ปรับปรุงจาก AOAC (2012) และตรวจวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมด้วย inductively coupled plasma - mass spectrometer (ICP-MS) ข้อมูลที่ได้ นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี ANOVA ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี LSD โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของซีลีเนียมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมบนวัสดุเพาะ

หลังการหยอดหัวเชื้อบนเมล็ดข้าวฟางลงในก้อนวัสดุเพาะและบ่มที่อุณหภูมิห้อง พบว่า เส้นใยเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทามีลักษณะการเจริญเติบโตบนวัสดุเพาะเหมือนกัน กล่าวคือ เส้นใยเจริญได้ดีในวัสดุเพาะที่เสริมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียม และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของวัสดุเพาะสูตรที่ใช้ซีลีเนียมมีอัตราการเจริญของเส้นใยสูงกว่าฟางข้าว โดยทั้งเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทามีเจริญบนวัสดุซีลีเนียมต่ำเต็มปุ๋ยซีลีเนียม 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือมีค่าเท่ากับ 0.71 และ 0.73 เซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับ และใช้เวลาในการเจริญเติบโตของเส้นใยจนเต็มก้อน 25 และ 24 วันตามลำดับ ส่งผลให้เส้นใยเดินเต็มก้อนพร้อมเปิดดอกได้เร็วขึ้น (Table 1 และ Figure 1) โดยทั่วไปเห็ดนางรมที่เพาะตามสูตรมาตรฐาน เส้นใยจะเดินเต็มก้อนเฉลี่ย 28-30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2551) ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความเข้มข้นซีลีเนียมต่ำ ๆ ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของเส้นใย โดยการเสริมซีลีเนียมในเส้นใยเห็ดหอม *Lentinus edodes* ด้วยซีลีไนต์หรือกรดซีลีนิค ความเข้มข้นน้อยกว่า 20 ไมโครกรัม ซีลีเนียมต่อมิลลิลิตร ทำให้เส้นใยของเห็ดหอมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (Turlo et al., 2010) ส่วนในเส้นใยเห็ดนางรม *Pleurotus ostreatus* การเติมเกลือซีลีเนียมในรูป Na_2SeO_3 ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในอาหารสังเคราะห์ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมอย่างรุนแรง ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญของเส้นใยเล็กน้อย (ชีวมวลของเส้นใยลดลงตามความเข้มข้นซีลีเนียมที่เพิ่มขึ้น) (Milovanovic et al., 2014)

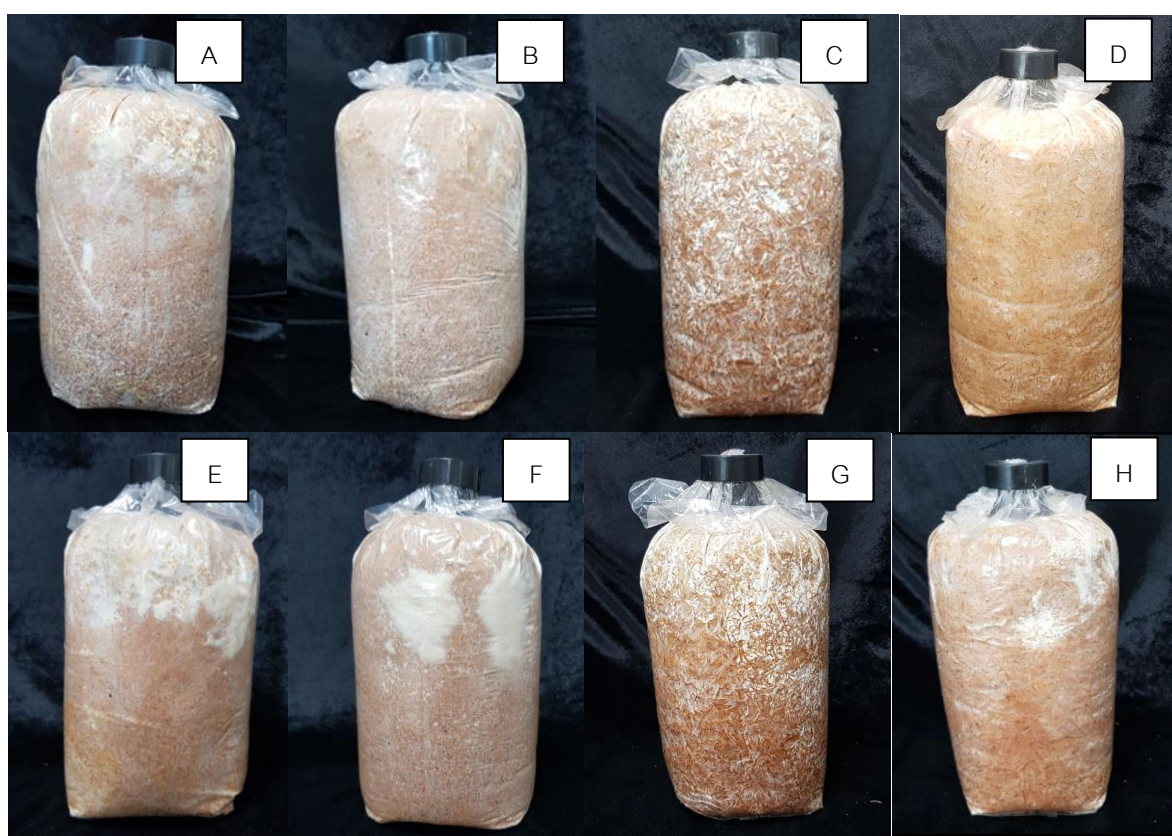
การที่ผลการศึกษานี้พบว่า เส้นใยของเห็ดเจริญเติบโตได้เร็วขึ้นเมื่อมีการเติมซีลีเนียมหรือเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะ อาจเป็นเหตุมาจากรูปแบบของแหล่งซีลีเนียมที่ใช้แตกต่างกัน โดยในการศึกษานี้ใช้ซีลีเนียมในรูปผงแร่บดจากแหล่งธรรมชาติผสมปุ๋ยอินทรีย์ ในขณะที่งานวิจัยอื่น ๆ ใช้อินทรีย์ซีลีเนียมในรูปของเกลือหรือกรด

Table 1 Mycelium growth rate of the white and grey oyster mushroom on different cellulosic substrates with or without selenium amendment.

Substrate	Mycelium growth rate (cm/day)		Completion of mycelial growth (days)	
	White	Grey	White	Grey
Sawdust	0.63 ^b	0.63 ^b	28	28
Sawdust + Se	0.71 ^a	0.73 ^a	25	24
Commercial rice straw	0.55 ^c	0.56 ^c	32	32
Se-rich rice straw	0.63 ^b	0.61 ^b	28	29
CV (%)	5.44	5.20		
F-test	**	**		

Note: Mean values followed by the different letter in column were significantly different at 95% by DMRT test.

** = Significant at 0.01 level.

**Figure 1** Mycelium at completely growth stage of the grey (upper row) and white (lower row) oyster mushroom on different substrates of sawdust (A, E; mycelial growth of 28 days), sawdust amended with Se-fertilizer at concentration of 3 milligrams/kilogram (B, F; mycelial growth of 24 and 25 days, respectively), commercial rice straw (C, G; mycelial growth of 32 days), and Se-rich rice straw (D, H; mycelial growth of 29 and 28 days, respectively).

ผลของซีลีเนียมต่อขนาดของดอกเห็ดนางรม

จากการศึกษาผลของสารเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะเห็ดต่อขนาดของดอกเห็ดนางรมทั้ง 2 ชนิด พบว่า เส้นใยเห็ดทั้ง 2 ชนิด สามารถเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ (Figure 2) ในวัสดุเพาะทั้ง 4 สูตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา และฟางข้าว พบว่า ขนาดของดอกเห็ดนางรมยังการันที่ 1 ที่ได้จากขี้เลื่อยไม้ยาง (สูตรที่ 1 และ 2) มีขนาดใหญ่กว่าดอกเห็ดที่ได้จากฟางข้าว (สูตรที่ 3 และ 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีขนาดโดยเฉลี่ย 43.77, 56.52, 34.94 และ 36.26 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 2) และเห็ดนางรมเทามีขนาดดอกโดยเฉลี่ย 47.05, 49.37, 35.34 และ 41.61 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 3) ส่วนการเสริมซีลีเนียมในวัสดุเพาะ (สูตรที่ 2 และ 4) พบว่า ขนาดของดอกเห็ดรุ่นแรกมีขนาดใหญ่กว่าการใช้วัสดุเพาะชนิดเดียวกันที่ไม่เสริมซีลีเนียม (สูตรที่ 1 และ 3) ทั้งในเห็ดนางรมยังการัน (Table 2) และเห็ดนางรมเทา (Table 3)

เมื่อเปรียบเทียบขนาดดอกเห็ดระหว่างรุ่นที่ 1 และ 2 พบว่า เห็ดนางรมทั้ง 2 ชนิด ที่เพาะจากขี้เลื่อย (สูตรที่ 1 และ 2) จะให้ดอกเห็ดรุ่นที่ 2 ที่มีขนาดเล็กลงจากดอกเห็ดรุ่นที่ 1 ในขณะที่วัสดุเพาะจากฟางข้าว (สูตรที่ 3 และ 4) จะได้ดอกเห็ดรุ่นที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าดอกเห็ดรุ่นที่ 1 (Table 2 และ Table 3) ส่วนการเสริมวัสดุเพาะด้วยปุ๋ยซีลีเนียม (สูตรที่ 2 และ 4) พบว่าเห็ดในรุ่นที่ 2 มีขนาดของดอกไม่แตกต่างจากวัสดุเพาะชนิดเดียวกันที่ไม่เสริมซีลีเนียม (สูตรที่ 1 และ 3) ดังนั้น วัสดุขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียม 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงเป็นสูตรที่ให้ขนาดดอกเห็ดนางรมยังการัน และเห็ดนางรมเทามีขนาดดอกใหญ่ที่สุด (Table 2 และ Table 3)



Figure 2 Fruiting bodies of the white and grey oyster mushroom on commercial rice straw designated as *Pleurotus ostreatus* TISTR_Post-01 (left) and *Pleurotus ostreatus* TISTR_Post grey-01 (right), respectively.

Table 2 Size of fruiting bodies of two consecutive harvest of the white oyster mushroom on different cellulosic substrates with or without selenium amendment.

Substrate	1 st Flush			2 nd Flush		
	Cap	Stalk	Stalk	Cap	Stalk	Stalk length
	diameter (mm)	diameter (mm)	length (mm)	diameter (mm)	diameter (mm)	(mm)
Sawdust	43.77 ^b	10.72 ^a	45.80 ^{ab}	35.29	8.41 ^b	37.65 ^b
Sawdust + Se	56.52 ^a	12.16 ^a	46.91 ^a	43.65	10.88 ^a	47.25 ^a
Commercial rice straw	34.94 ^c	7.80 ^b	36.67 ^c	36.09	8.72 ^{ab}	25.24 ^c
Se-rich rice straw	36.26 ^c	8.34 ^b	41.75 ^{bc}	35.52	7.90 ^b	39.47 ^{ab}
CV (%)	17.74	18.81	12.63	22.80	26.94	26.35
F-test	**	**	*	ns	*	**

Note: Mean values followed by the different letter in column were significantly different at 95% by DMRT test.

**, * = Significant at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. ns = non-significant.

Table 3 Size of fruiting bodies of two consecutive harvest of the grey oyster mushroom on different cellulosic substrates with or without selenium amendment.

Substrate	1 st Flush			2 nd Flush		
	Cap	Stalk	Stalk	Cap	Stalk	Stalk
	diameter (mm)	diameter (mm)	length (mm)	diameter (mm)	diameter (mm)	length (mm)
Sawdust	47.05 ^a	11.69 ^a	36.66	46.28	8.85	36.66
Sawdust + Se	49.37 ^a	11.97 ^a	36.62	45.15	9.10	37.65
Commercial rice straw	35.34 ^b	8.54 ^b	33.44	42.53	10.41	34.71
Se-rich rice straw	41.61 ^{ab}	9.48 ^b	38.63	45.35	8.79	39.75
CV (%)	20.31	21.94	11.74	18.96	16.98	15.21
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns

Note: Mean values followed by the different letter in column were significantly different at 95% by DMRT test.

** = Significant at 0.01 level. ns = non-significant.

ผลผลิตดอกเห็ดและการสะสมซีลีเนียมของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมฮังการีที่เพาะบนวัสดุเพาะทั้ง 4 สูตร พบว่าให้ผลผลิตดอกเห็ดรุ่นแรกไม่ต่างกัน ขณะที่ผลผลิตดอกเห็ดในรุ่นที่ 2 และผลผลิตดอกเห็ดรวมทั้ง 2 รุ่น พบว่า วัสดุเพาะจากฟางข้าว (สูตรที่ 3 และ 4) ให้ผลผลิตดอกเห็ดมากกว่าวัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม้ยาง (สูตรที่ 1 และ 2) โดยผลผลิตดอกเห็ดรวมทั้ง 2 รุ่นที่ได้มีค่า 133.40, 129.29, 120.20 และ 106.20 กรัมต่อก้อนเพาะ (Table 4) หรือวัสดุเพาะจากฟางข้าวให้ผลผลิตดอกเห็ดมากกว่าวัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม้ยางอยู่ร้อยละ 10.98-21.74 ส่วนปริมาณซีลีเนียมในผลผลิตดอกเห็ดทั้ง 2 รุ่นในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 28,755 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงแตกต่างจากวัสดุเพาะสูตรอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณซีลีเนียมในผลผลิตดอกเห็ดจากวัสดุเพาะฟางข้าวธรรมชาติ (สูตรที่ 3) และจากฟางข้าวซีลีเนียมสูง (สูตรที่ 4) พบว่า ปริมาณซีลีเนียมในผลผลิตดอกเห็ดจากสูตรที่ 4 มีค่าสูงกว่าดอกเห็ดที่ได้จากสูตรที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 157.62 (Table 4 และ Figure 3)

Table 4 Yield and selenium content of the white oyster mushroom fruiting bodies of two consecutive harvest from different cultivating substrate with or without selenium amendment.

Substrate	Yield (g/packet)			Total Se (µg/kgDW)		
	1 st Flush	2 nd Flush	Total	1 st Flush	2 nd Flush	Average
Sawdust	80.20	40.00 ^{bc}	120.20 ^{ab}	229.91 ^b	170.84 ^b	200.38
Sawdust + Se	73.10	33.10 ^c	106.20 ^b	20,550 ^a	36,960 ^a	28,755
Commercial straw	79.00	54.40 ^{ab}	133.40 ^a	48.71 ^b	40.00 ^b	44.36
Se-rich rice straw	71.20	58.09 ^a	129.29 ^a	106.10 ^b	122.45 ^b	114.28
CV (%)	24.73	34.49	14.51	42.80	35.60	
F-test	ns	*	**	**	**	

Note: Mean values followed by the different letter in column were significantly different at 95% by DMRT test for yield and LSD test for total Se.

**, * = Significant at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. ns = non-significant.

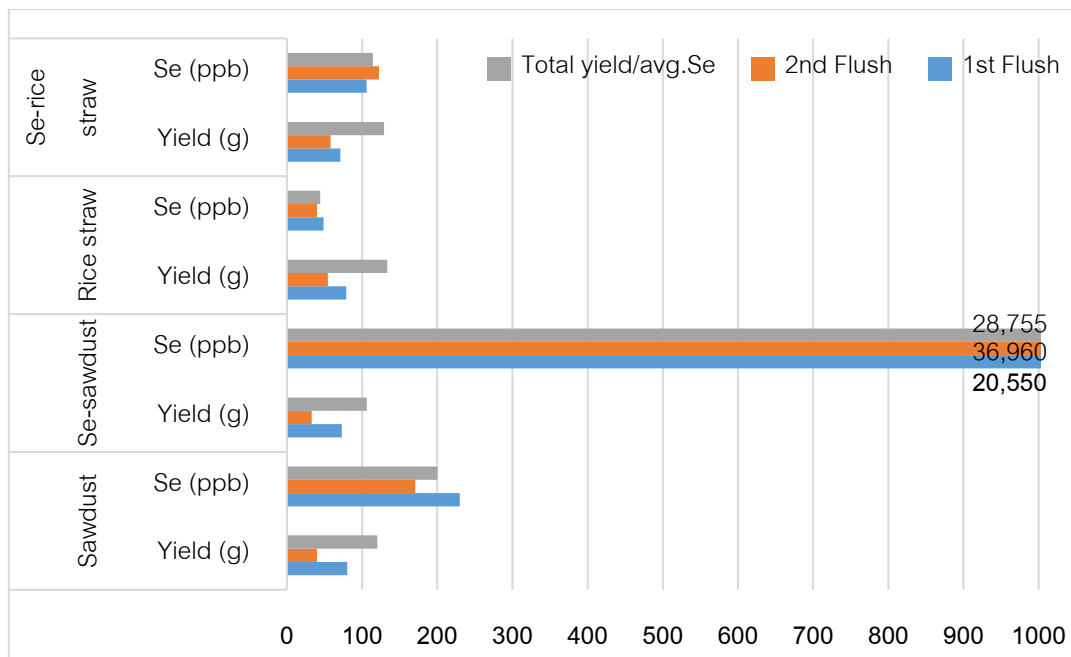


Figure 3 Yield and selenium content of the white oyster mushroom fruiting bodies from different cultivating substrate with or without selenium amendment.

สำหรับเห็ดนางรมเทาที่เพาะบนวัสดุเพาะทั้ง 4 สูตร พบว่าให้ผลผลิตดอกเห็ดรุ่นแรกและรุ่นที่ 2 มีค่าไม่ต่างกัน โดยผลผลิตดอกเห็ดรวมทั้ง 2 รุ่น มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 112.90-120.70 กรัมต่อก้อนเพาะ (Table 5) ส่วนปริมาณซีลีเนียมในผลผลิตดอกเห็ดทั้ง 2 รุ่น ในวัสดุเพาะสูตรที่ 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 26,460 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งแตกต่างจากวัสดุเพาะสูตรอื่น ๆ โดยค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับปริมาณซีลีเนียมที่พบในเห็ดนางรมฮังการี (28,755 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณซีลีเนียมในผลผลิตดอกเห็ดทั้ง 2 ชนิด จากวัสดุเพาะฟางข้าวอุดมซีลีเนียม (สูตรที่ 4) พบว่าเห็ดนางรมเทามีความสามารถในการดูดซับซีลีเนียม (189.08 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) (Table 5 และ Figure 4) ได้ดีกว่าเห็ดนางรมฮังการี (114.28 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) (Table 4) คิดเป็นร้อยละ 65.45 เมื่อคำนวณหาปริมาณซีลีเนียมที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคเห็ด หากผู้บริโภครับประทานเห็ดสด 1 กิโลกรัม (เห็ดสด 10 กิโลกรัม มีน้ำหนักแห้งเพียง 1 กิโลกรัม) และเห็ดมีปริมาณซีลีเนียมเฉลี่ย 189.08 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (จากวัสดุเพาะสูตรที่ 4 ใน Table 5) พบว่า ร่างกายจะได้ซีลีเนียม 18.9 ไมโครกรัม ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการบริโภค สอดคล้องกับรายงานของ Eileen (2006) และสำนักโภชนาการ กรมอนามัย (2563) โดยปริมาณซีลีเนียมที่ควรได้รับต่อวันขึ้นอยู่กับช่วงอายุเฉลี่ย ซึ่งอยู่ระหว่าง 15-70 ไมโครกรัมต่อวัน

Table 5 Yield and selenium content of the grey oyster mushroom fruiting bodies of two consecutive harvest from different cultivating substrate with or without selenium amendment.

Substrate	Yield (gFW/pack)			Total Se ($\mu\text{g/kgDW}$)		
	1 st Flush	2 nd Flush	Total	1 st Flush	2 nd Flush	Average
Sawdust	67.30	53.40	120.70	174.10 ^b	138.03 ^b	156.07
Sawdust +Se	67.30	45.60	112.90	27,990 ^a	24,930 ^a	26,460
Commercial straw	59.20	59.90	119.10	36.21 ^b	84.02 ^b	60.12
Se-rich rice straw	59.90	55.10	115.00	194.51 ^b	183.65 ^b	189.08
CV (%)	17.53	26.20	11.80	35.26	49.55	
F-test	ns	ns	ns	**	**	

Note: Mean values followed by the different letter in column were significantly different at 95% by LSD test for yield and LSD test for total Se.

** = Significant at 0.01 level. ns = non-significant.

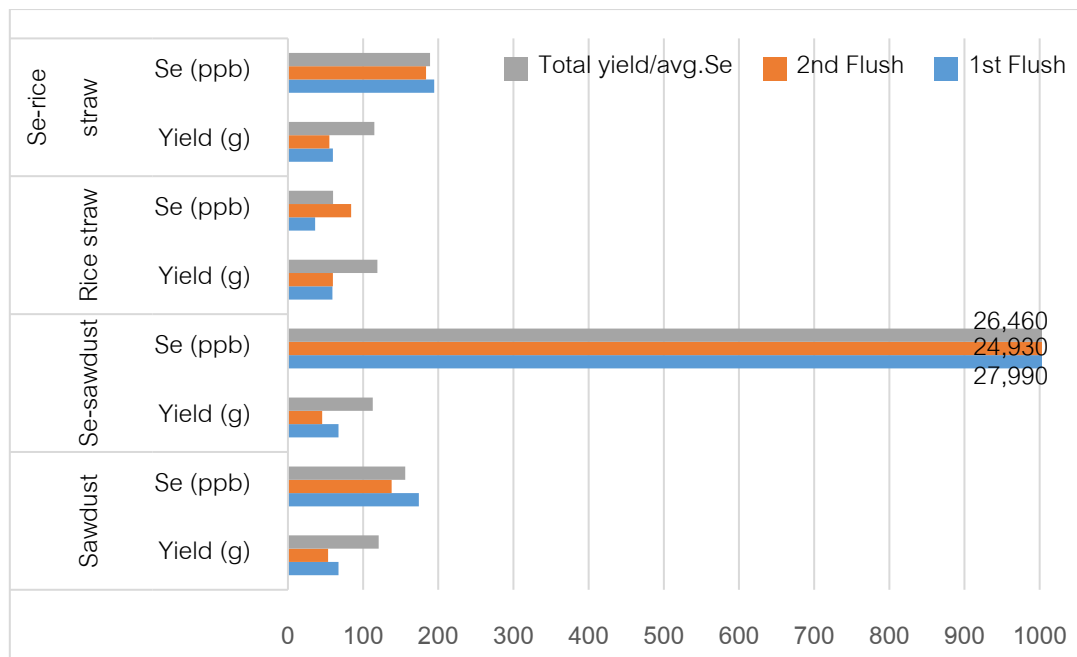


Figure 4 Yield and selenium content of the grey oyster mushroom fruiting bodies from different cultivating substrate with or without selenium amendment.

การที่เห็ดนางรมที่เพาะบนวัสดุที่มีซีลีเนียมสูงหรือเสริมซีลีเนียมลงบนวัสดุแล้วได้ผลผลิตดอกเห็ดที่มีปริมาณซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบสูงขึ้น เนื่องจากเห็ดมีความสามารถในการดูดซับจุลธาตุจากวัสดุเพาะและสะสมจุลธาตุไว้ในชีวมวลได้ดี ดังที่ปรากฏอยู่ในงานวิจัยที่ผ่านมา Nunes et al. (2012) ทดลองเพาะเห็ดหอม (shiitake, *Lentinula edodes*) บนซีลีเนียมไม่ยูคาลิปตัส พบว่า เมื่อรดด้วยสารละลาย Na_2SeO_3 ความเข้มข้น 0.64 มิลลิโมลาร์ หรือประมาณ 0.26 กรัมต่อลิตร เห็ดหอมที่ผลิตได้มีซีลีเนียมสูงถึง 17 มิลลิกรัมซีลีเนียมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (170,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ Bhatia et al. (2014) มีการทดลองผลิตเห็ดตระกูลนางรม *Pleurotus sajor-caju* ในก้อนเพาะที่ใช้ฟางข้าวสาลีเป็นวัสดุหลัก ได้แก่ ฟางข้าวสาลีซีลีเนียมสูง (ซีลีเนียม 24,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) และฟางข้าวสาลีทั่วไป (ซีลีเนียม 1,900 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) พบว่า ดอกเห็ดที่ผลิตได้มีซีลีเนียมทั้งหมด 37,200 และ 3,570 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และ Da Silva et al. (2012) พบว่า การเติมซีลีเนียมในอัตรา 51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลงในวัสดุเพาะเห็ดนางรม *Pleurotus ostreatus* จากกากกาแฟ ได้ผลผลิตดอกเห็ดที่มีการสะสมซีลีเนียมสูงสุด แต่ส่งผลให้เห็ดมีขนาดเล็กและเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ โดยเห็ดที่เก็บรุ่นแรกจะมีปริมาณซีลีเนียมสูงกว่าเห็ดที่เก็บเกี่ยวในรุ่นหลัง การเติมซีลีเนียมอัตรา 3.2 มิลลิกรัมซีลีเนียมต่อกิโลกรัม ลงในวัสดุเพาะสามารถผลิตดอกเห็ดรุ่นแรกที่มีซีลีเนียมทั้งหมด 57,600 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้

เมื่อนำข้อมูลปริมาณซีลีเนียมที่สะสมในเห็ดนางรมที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน GH/T 1135-2017 ของประเทศจีน ซึ่งกำหนดให้สินค้าเกษตรอุดมซีลีเนียมประเภทเห็ด ควรมีปริมาณซีลีเนียมอยู่ระหว่าง 100-5,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ถ้ารับประทานมากเกินไป (>400 ไมโครกรัมต่อวัน) อาจเกิดพิษซีลีเนียมเรื้อรัง ได้แก่ ผมหงอก เล็บขาว เหน็บชา ผิวหนังเป็นวงแดง และโลหิตจาง เป็นต้น (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2563; Carina et al., 2015) ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ด้านโภชนาการและการควบคุมราคา อาจกล่าวได้ว่า การเพาะเห็ดนางรมด้วยวัสดุเพาะชนิดซีลีเนียมสูงและฟางข้าวซีลีเนียมสูงทำให้ได้ดอกเห็ดที่มีปริมาณซีลีเนียมเหมาะสมต่อการบริโภค แต่ในแง่ของการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในรูปแบบผงแห้งยังมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ดังนั้นควรมีการศึกษาวัสดุเพาะที่มีระดับความเข้มข้นของปุ๋ยซีลีเนียมเพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าวที่ได้จากพื้นที่เพาะปลูกที่มีปริมาณซีลีเนียมในดินค่อนข้างสูง เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตเห็ดอุดมซีลีเนียม และการเสริมปุ๋ยซีลีเนียมเข้าไปในก้อนวัสดุเพาะให้เหมาะสมกับการผลิตดอกเห็ดเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือผลิตภัณฑ์โภชนเภสัช (nutraceutical) (Bhatia et al., 2013)

สรุปผลการศึกษา

การเสริมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียมเข้าไปในวัสดุเพาะ (สูตรที่ 2) หรือการใช้วัสดุเพาะที่มีปริมาณซีลีเนียมสูง (สูตรที่ 4) ในการผลิตเห็ดนางรม 2 ชนิด คือ เห็ดนางรมเทา และเห็ดนางรมฮังการี พบว่า ซีลีเนียมมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใย ทำให้เปิดดอกได้เร็วขึ้นจากปกติประมาณ 3 วัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตดอกเห็ดแต่มีผลต่อขนาดของดอกเห็ด โดยดอกเห็ดรุ่นแรกที่ผลิตได้มีขนาดใหญ่ขึ้น และเห็ดทั้ง 2 รุ่น มีปริมาณซีลีเนียมสูงขึ้น การเสริมปุ๋ยอินทรีย์ซีลีเนียมในวัสดุเพาะ ซีลีเนียมง่าย (สูตรที่ 2) พบว่ามีการสะสมปริมาณซีลีเนียมในดอกเห็ดนางรมเพิ่มขึ้นจากวัสดุเพาะที่ไม่เติม (สูตรที่ 1) คือมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 200.38 และ 156.07 (ในเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา) ไปเป็น 28,755 และ 26,460 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนวัสดุเพาะจากฟางข้าวอุดมซีลีเนียม (สูตรที่ 4) พบว่ามีการสะสมปริมาณซีลีเนียมในดอกเห็ดเพิ่มขึ้นจากวัสดุเพาะฟางข้าวทั่วไป (สูตรที่ 3) คือมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 44.36 และ 60.12 (ในเห็ดนางรมฮังการีและเห็ดนางรมเทา) ไปเป็น 114.28 และ 189.08 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ภายใต้โครงการผลักดันความร่วมมือด้าน วทน. ระหว่างไทย-สาธารณรัฐประชาชนจีน ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. การประเมินสายพันธุ์เห็ดนางรมที่เหมาะสมกับการเพาะเห็ดในภาคใต้. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร.
- กรมวิชาการเกษตร. 2558. ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเห็ด. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2541. สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป. บัญชีหมายเลข 3 แบบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182). http://food.fda.moph.go.th/law/announ_moph151-200.php (29 กรกฎาคม 2563).
- ดาเรศน์ กิตติโยภาส, เจนจบ สุขสด, อนุรักษ์ เรือนกล้า, ทะนะ พรประดับเกียรติ และอมรภัทร ทศนประสิทธิ์ผล. 2547. ผลกระทบจากการเผาในที่โล่ง. *วารสารเกษตรกรรมปลอดการเผา*(2): 1-4.
- ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. 2548. สุขภาพดีเริ่มต้นด้วยการกินให้เป็น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: คลินิกสุขภาพ.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. 2563. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- AOAC. 2012. Heavy metal profile of *Oreochromis niloticus* harvested from e-waste polluted vials and associated fungi. Official Method of Analysis Association of Analytical Chemists. [https://www.scrip.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjet55\)\)](https://www.scrip.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjet55))) (15 October 2020).
- Bhatia, P., Prakash, R., and Prakash, N. T. 2013. Selenium uptake by edible oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.) from selenium-hyperaccumulated wheat straw. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 59(1): 69-72.
- Bhatia, P., Prakash, R., and Prakash, N. T. 2014. Enhanced antioxidant properties as a function of selenium uptake by edible mushrooms cultivated on selenium accumulated waste post-harvest wheat and paddy residues. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture* 3: 127-132.
- Carina, B., Andreas, G., Sandra, K., Sebastian, B., William, M., Gil, H., and Christian, S. 2015. Selenium and its supplementation in cardiovascular disease - what do we know. *Journal of Human Nutrition* 7: 3094-3118.
- Da Silva, M. C. S., Naozuka, J., Da Luz, J. M. R., Assuncao, L. S., Oliveira, P. V., Vanetti, M. C. D., and Kasuya, M. C. M. 2012. Enrichment of *Pleurotus ostreatus* mushrooms with selenium in coffee husks. *Food Chemistry* 131(2): 558-563.
- Eileen, B. 2006. *Therapeutic nutrition: a guide to patient education*. Philadelphia: Lippincott Williams and wilkins.
- Institute of Medicine (US). 2000. *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids*. Washington: National Academic Press.
- Kaur, S., Singh, D., and Singh, K. 2017. Effect of selenium application on arsenic uptake in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Environmental Monitoring and Assessment* 189(9): 430.
- Mangiapan, E., Pessione, A., and Pessione, E. 2014. Selenium and selenoproteins: an overview on different biological systems. *Current Protein and Peptide Science* 15(6): 598-607.
- Milovanovic, L., Braceski, I., Stajic, M., Korac, A., Vukojevic, J., and Knezevic, A. 2014. Potential of *Pleurotus ostreatus* mycelium for selenium absorption. *The Scientific World Journal* (2014): 1-8.
- Mleczek, M., Siwulski, M., Stuper-Szablewska, K., Rissmann, I., Sobieralski, K., and Golinski, P. 2013. Accumulation of elements by edible mushroom species: part I. Problem of trace elements toxicity in mushrooms. *Journal of Environmental Science and Health* 48(1): 69-81.

- Nunes, R. G., Da Luz, J. M., Freitas, B., Higuchi, A., Kasuya, M. C., and Vanetti, M. C. 2012. Selenium bioaccumulation in shiitake mushrooms: a nutritional alternative source of this element. *Journal of Food Science* 77(9): 983-986.
- Sherif, K. E., Rabie, M. H., Beshara, M. M., and Fawzy, A. R. 2017. Effect of dietary organic selenium and manganese supplementation on productive performance of local laying hens fed diet contained soybean oil as a source of essential fatty acids. *Journal of Animal and Poultry Production* 8(6): 119-128.
- Subramanian, K., and Ram, K. 2011. Biochemical conversion of rice straw into bioethanol-an exploratory investigation. *Journal of Biofuels* 2: 33-41.
- Turlo, J., Gutkowska, B., Herold, F., Klimaszewska, M., and Suchocki, P. 2010. Optimization of the selenium-enriched mycelium of *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler as a food supplement. *Journal Food Biotechnology* 24(2):180-196.
- Werner, A. R., and Beelman, R. B. 2002. Growing high-selenium edible and medicinal button mushrooms (*Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach) as ingredients for functional foods or dietary supplements. *International Journal of Medicinal Mushrooms* 4: 167-171.

วันรับบทความ (Received date) : 17 มี.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 26 ก.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 10 พ.ย. 64

พฤติกรรม การซื้อและทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของข้าราชการ ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

Buying Behaviors and Attitudes toward Organic Rice of Government Officers
in Mueang Khon Kaen District, Khon Kaen Province

สุกัลยา เชิญขวัญ¹ และอรุณี พรหมคำบุตร¹
Sukanlaya Choenkwan¹ and Arunee Promkambut¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการซื้อข้าวอินทรีย์และทัศนคติของผู้บริโภคที่เป็นข้าราชการในหน่วยงานราชการ ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คน จาก 4 หน่วยงาน ได้แก่ 1) เทศบาลนครขอนแก่น 2) องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น 3) โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน และ 4) โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคมีลักษณะพื้นฐานต่างกัน ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา และรายได้ โดยใช้สถิติ t-test ผลการศึกษารูปได้ว่า มีเพียงประมาณร้อยละ 40 ของผู้บริโภคที่เคยซื้อข้าวอินทรีย์ ร้อยละ 85 ระบุว่า เหตุผลหลักในการซื้อข้าวอินทรีย์ เนื่องจากห่วงใยสุขภาพ โดยภาพรวมผู้บริโภคมีทัศนคติที่ดีต่อข้าวอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม เรื่องราคาของข้าวอินทรีย์ที่อาจสูงกว่าข้าวทั่วไป การมีช่องทางจำหน่ายที่น้อย และขาดการประชาสัมพันธ์ อาจทำให้เป็นอุปสรรคในการซื้อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภค ผลการเปรียบเทียบทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวอินทรีย์ พบว่า อายุและรายได้ของผู้บริโภคมีทัศนคติในการซื้อข้าวอินทรีย์แตกต่างกัน ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการตลาดข้าวอินทรีย์ที่สำคัญก็คือ การเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ โดยเน้นเนื้อหาที่ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจกับผู้บริโภคเกี่ยวกับกระบวนการผลิตที่ทำให้ข้าวอินทรีย์มีราคาแพงกว่าข้าวทั่วไป และการเพิ่มช่องทางแหล่งจำหน่ายข้าวอินทรีย์มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ข้าวอินทรีย์ พฤติกรรมการซื้อ ทัศนคติของผู้บริโภค พฤติกรรมผู้บริโภค

Abstract

The objective of this study was to explain organic rice buying behaviors and attitudes of government officers in Khon Kaen city, Muang district, Khon Kaen province. There were 400 samples sampling by haphazard sampling technique from 4 offices including 1) Khon Kaen Municipality 2) Khon Kaen Provincial Administration Office 3) Khon Kaen Wittayayon School and 4) Kaennakorn Wittayalai School. The data were collected by using questionnaires. Attitude toward organic rice of consumers with different characteristics including sex, age, educational levels, and income were compared by using t-test. The results show that only 40% of respondents purchased organic rice. Most respondents (85%) indicated that concerns about health were the main reason to buy organic rice. In general, respondents had positive attitudes toward organic rice. However, the higher price of organic rice compared with conventional rice, few marketing channels for the products and less overall promotion appear to be the main constraints for buying organic rice amongst the respondents. Comparison among respondents' characteristics and attitude toward organic rice indicate that consumers' age and income significantly impact the decision about organic rice purchase. Key recommendations for organic rice marketing include increasing organic rice promotion by using different methods to educate consumers about the production process, and indicating why organic rice is comparatively so expensive, and increasing selling channels for organic rice.

Keywords: organic rice, buying behaviors, consumer's attitude, consumer's behaviors

¹ สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและเกษตรเชิงระบบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

¹ Department of Agricultural Extension and Agricultural System, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002

*Corresponding author, Email: Sukanl@kku.ac.th

คำนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจเรื่องสุขภาพและห่วงใยสภาพแวดล้อมมากขึ้น ทำให้การผลิตด้านการเกษตรในระบบอินทรีย์ได้รับความสนใจและเป็นที่นิยมมากขึ้น จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) ระบุว่า พื้นที่เกษตรอินทรีย์ของโลกมีจำนวน 361.25 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2560 โดยประเทศไทย มีพื้นที่ผลิตเกษตรอินทรีย์อยู่ลำดับที่ 7 ของทวีปเอเชีย ซึ่งมีการขยายพื้นที่เกษตรอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มขึ้นจาก 10,524 ไร่ ในปี พ.ศ. 2543 เป็น 570,409 ไร่ ในปี พ.ศ. 2560 หรือมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นร้อยละ 16 ต่อปี โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 59 เป็นการผลิตข้าวอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม แม้พื้นที่เกษตรอินทรีย์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเทียบกับพื้นที่เกษตรทั้งหมดของไทย ยังคงเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก หรือมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.41 เท่านั้น

ข้าว เป็นพืชอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่การปลูกทั้งหมด 61,779,810 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 40.7 ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ปราโมทย์ ยอดแก้ว (2560) ระบุว่า ประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากลแล้ว ประมาณ 52,181.25 ไร่ หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.09 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของประเทศ การผลิตข้าวอินทรีย์ของไทย เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 โดยมีพื้นที่การผลิตอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณร้อยละ 90 ได้แก่ สุรินทร์ ยโสธร อุบลราชธานี อุตรดิตถ์ มหาสารคาม และขอนแก่น และที่เหลือร้อยละ 10 อยู่ในเขตภาคเหนือ ได้แก่ พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ ภาคตะวันออก ได้แก่ ปราจีนบุรีและระยอง และภาคใต้ ได้แก่ นครราชสีมา โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตข้าวหอมมะลิและข้าวสังข์หยด (สำนักบริหารการค้าข้าวต่างประเทศ, 2557) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าประเทศไทยมีการผลิตและสนับสนุนข้าวอินทรีย์มาเกือบ 30 ปี แต่พื้นที่ปลูกและจำนวนเกษตรกรที่ปลูกยังมีจำกัด กรมการค้าข้าว (2560) ระบุว่า ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาและส่งเสริมการผลิตและการตลาดข้าวอินทรีย์ ได้แก่ การรับรู้และเข้าใจในหลักการการผลิตข้าวอินทรีย์ที่ได้มาตรฐานยังไม่ทั่วถึง การประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการบริโภคยังไม่เพียงพอ และข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดยังไม่ทันสมัย

การศึกษานี้สนใจพฤติกรรมผู้บริโภคและทัศนคติที่มีต่อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคที่ทำงานในหน่วยงานราชการในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเหตุผลที่เลือกศึกษากลุ่มผู้บริโภคที่ทำงานในหน่วยงานราชการ เนื่องจาก จากงานวิจัยที่ผ่านมา ระบุว่า ผู้บริโภคข้าวอินทรีย์หรือสินค้าอินทรีย์ส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มคนที่ทำงานรับราชการ (รุ่งนภา จิตต์รัก, 2551; วราภรณ์ หนองสุวรรณ, 2552; ธรรมการ กุลบริคุปต์, 2556; กมลวรรณ มั่งคั่ง และคณะ, 2558) นอกจากนี้จังหวัดขอนแก่นมีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ 7,163 ไร่ และมีเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของกรมการค้าข้าวจำนวน 775 ราย (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น, 2562) ซึ่งส่วนใหญ่ประสบปัญหาด้านการตลาด เนื่องจากข้าวอินทรีย์ที่ผลิตได้ไม่มีแหล่งจำหน่าย และส่วนใหญ่ถูกนำไปจำหน่ายในราคาเท่ากับข้าวที่ผลิตในระบบเคมี การศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดของข้าวอินทรีย์ เพื่อการพัฒนาและส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถอยู่ในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่องต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) ประชากร คือ ผู้บริโภคที่ทำงานในหน่วยงานราชการและสถานศึกษา ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 49 แห่ง ซึ่งจากการสำรวจ พบว่า มีบุคลากรทั้งหมด 2,439 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา โดยเลือกเก็บข้อมูลจากหน่วยงานราชการและสถานศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง แห่งละ 100 คน รวมทั้งหมด 400 คน โดยแบ่งเป็นหน่วยงานราชการที่มีบุคลากรทำงานอยู่สูงสุดจำนวน 2 หน่วยงาน ได้แก่ เทศบาลนครขอนแก่น และองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น และเก็บข้อมูลจากสถานศึกษาที่มีจำนวนบุคลากรทำงานอยู่สูงสุดจำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน และโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย

เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค 2) พฤติกรรมการซื้อข้าวสาร 3) ทัศนคติที่มีต่อข้าวอินทรีย์ และ 4) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความต้องการที่มีต่อข้าวอินทรีย์ โดยส่วนที่หนึ่ง สอง และสี่เป็นคำถามแบบปลายปิด มีตัวเลือกให้เลือกตอบ และในส่วนที่สามนั้นคำถามเป็นมาตรวัดแบบลิเคิร์ต (Likert rating scale) 4 ระดับ คือ 1 = ไม่เห็นด้วย 2 = ไม่แน่ใจ 3 = เห็นด้วย และ 4 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง ทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (reliability) โดยใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.873 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดี หมายถึง แบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544)

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 400 คน ใช้วิธีการคัดเลือกตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) ให้ได้ตามจำนวนที่กำหนด โดยผู้ศึกษาแจกแบบสอบถามและชี้แจงวัตถุประสงค์การศึกษาให้แก่กลุ่มตัวอย่าง และรอรับคืน ผู้ตรวจสอบ

ความครบถ้วนสมบูรณ์ และนำไปวิเคราะห์ที่ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS สถิติที่ใช้ ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) และค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนข้อมูลทัศนคติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การคำนวณ ค่าเฉลี่ยแล้วแปลความหมาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย 3.26-4.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2.51-3.25 = เห็นด้วย 1.76-2.50 = ไม่แน่ใจ และ 1.00-1.75 = ไม่เห็นด้วย และเปรียบเทียบทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคที่มีลักษณะพื้นฐานต่างกันโดยใช้สถิติ t-test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 75.50 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 40.74 ปี อายุสูงสุด 60 ปี และอายุต่ำสุด 21 ปี โดยประมาณหนึ่งในสาม (ร้อยละ 32.97) เป็นผู้ที่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาสูงสุดในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 54.80 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 39.30 มีรายได้ต่อเดือน (รายได้ทั้งครอบครัว) มากกว่า 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 58.7 และสำหรับประสบการณ์การซื้อข้าวอินทรีย์ พบว่า มีเพียง 163 คน หรือ ร้อยละ 40.80 เท่านั้นที่เคยซื้อข้าวอินทรีย์รับประทาน

พฤติกรรมการซื้อข้าวอินทรีย์

Table 1 แสดงผลการศึกษาพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคที่เคยซื้อข้าวอินทรีย์ จำนวน 163 คน พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 94.50 เลือกซื้อข้าวอินทรีย์แบบไม่เจาะจงยี่ห้อสินค้า โดยยี่ห้อข้าวอินทรีย์ที่ผู้บริโภคในจังหวัดขอนแก่นซื้อคือ ตราแอมเวย์ ตราฉัตร ตรามานูญครอง ข้าวอินทรีย์ OTOP ของชุมชน และตราหงส์ทอง ส่วนใหญ่ไม่ได้ตั้งใจซื้อข้าวอินทรีย์โดยตรง แต่ซื้อในบางครั้งที่มีจำหน่ายมากเป็นอันดับหนึ่งถึงร้อยละ 60.10 ร้อยละ 30.7 ซื้อจากซูเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 24.5 ซื้อจากงานแสดงสินค้าต่าง ๆ และร้อยละ 19.60 ซื้อที่ตลาดนัดสินค้าเกษตรและเกษตรอินทรีย์ ผู้บริโภคเห็นว่าราคาข้าวที่เหมาะสมมากที่สุด คือ 30-40 บาทต่อกิโลกรัม โดยร้อยละ 52.80 ทราบว่าข้าวนั้นเป็นข้าวอินทรีย์จากการสังเกตป้ายรับรองมาตรฐานสินค้าอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่ซื้อข้าวอินทรีย์เนื่องจากห่วงใยสุขภาพ ร้อยละ 85.30 รองลงมา ร้อยละ 39.30 ห่วงใยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และร้อยละ 14.70 บริโภคเพราะมีการโฆษณา ประชาสัมพันธ์

Table 1 Rice consumption behavior of consumers who used to buy organic rice (n=163).

Topics	Frequency	Percentage
Selection of organic rice		
Specific brand	9	5.50
Not specific brand	154	94.50
How to buy organic rice		
Every time	14	8.60
Sometime, when the products are available	98	60.10
Alternate buying between regular rice and organic rice	45	27.60
Sometime, when consumers have a desire	5	3.10
Sometime when there is a promotion	1	0.60
Buying source of organic rice		
General retailing shop	27	16.60
Supermarket/discount store	50	30.70
Fair and expo	40	24.50
Farmer market/organic market	32	19.60
Farmer	13	8.00
Acquaintance	1	0.60
Reasonable price (baht/kg)		
30-40	76	46.60
41-50	65	39.90

Table 1 (continued).

Topics	Frequency	Percentage
51-60	11	6.70
>60	11	6.70
Identification of organic rice by consumers		
Having certification label	86	54.30
Product labels/brand	44	24.70
Ask the seller	26	17.80
Recommendation from friend	5	2.00
See the production process by oneself	2	1.20
Reason for buying organic rice (multiple choices)		
Health concerns	139	85.30
Environmental concerns	64	39.30
Easy to find	13	8.00
Recommendation from friend and acquainted	20	12.30
Advertisement/promotion of organic rice buying	24	14.70
Confidence in quality and process	1	0.60

ทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภค

จาก Table 2 แสดงทัศนคติที่ผู้บริโภคมีต่อข้าวอินทรีย์ พบว่า ผู้บริโภคมีทัศนคติเห็นด้วยอย่างยิ่ง 7 ประเด็น โดยประเด็นที่ผู้บริโภคมีทัศนคติเห็นด้วยอย่างยิ่งมากที่สุด 3 ประเด็น ได้แก่ กระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ช่วยลดมลภาวะและรักษาสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 51.5) ข้าวอินทรีย์ปราศจากสารพิษปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค (ร้อยละ 49.8) และจะซื้อข้าวอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นถ้าหากว่ามีราคาไม่แพง (ร้อยละ 49.3) ส่วนประเด็นที่ผู้บริโภคมีทัศนคติไม่เห็นด้วยและไม่แน่ใจมากที่สุด ได้แก่ สถานที่จำหน่ายข้าวอินทรีย์มีมากมายหาได้ง่ายและสะดวก (ร้อยละ 38.5) เต็มใจที่จะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ซึ่งมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไป (ร้อยละ 29.9) และข้าวอินทรีย์มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ตามสื่อต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการบริโภค (ร้อยละ 29.1) จากผลการศึกษาแสดงว่า ผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจ และมีทัศนคติที่ดีต่อข้าวอินทรีย์ โดยเฉพาะเรื่องสุขภาพและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม อุปสรรคอย่างหนึ่งของการซื้อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภค คือ ราคาที่แพงกว่าข้าวทั่วไป ซึ่งผลการศึกษาสามารถสะท้อนถึงการขาดความรู้ความเข้าใจของผู้บริโภคถึงเหตุผลด้านราคาที่ข้าวอินทรีย์แพงกว่าข้าวที่จำหน่ายทั่วไป ทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะไม่ซื้อข้าวอินทรีย์รับประทาน เพราะมองไม่เห็นความแตกต่างระหว่างข้าวอินทรีย์กับข้าวทั่วไป ซึ่งเชื่อมโยงกับผลการศึกษาที่ผู้บริโภคประมาณร้อยละ 30 มีทัศนคติไม่เห็นด้วยและไม่แน่ใจ ในการที่จะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ที่มีราคาสูง และเห็นว่าการโฆษณา ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับข้าวอินทรีย์ตามสื่อต่าง ๆ มีน้อยเกินไป ซึ่งสะท้อนว่าการสื่อสารทางการตลาดของข้าวอินทรีย์ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ยังไม่เข้าถึงผู้บริโภค ซึ่งอาจหมายถึงการสื่อสารทางการตลาดนั้นมึนน้อยเกินไปหรือไม่ตรงจุด ยิ่งกว่านั้น จากผลการศึกษายังระบุว่า ผู้บริโภคเกือบร้อยละ 40 เห็นว่าสถานที่จำหน่ายข้าวอินทรีย์มีน้อยและหาซื้อได้ยาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อัญมณี เย็นเปี่ยม และสยาม อรุณศรีมรกต (2554) ที่ระบุว่า ปัญหาในการซื้อข้าวหอมมะลิอินทรีย์ ได้แก่ ความไม่มั่นใจในคุณภาพของข้าว ราคาสูงเกินไปเมื่อเทียบกับข้าวทั่วไปตามท้องตลาด ร้านค้าหรือตัวแทนจำหน่ายมีจำนวนน้อยราย และการโฆษณาตามสื่อต่าง ๆ มีน้อย กนกวรรณ แยมงาม และคณะ (2563) ศึกษาทัศนคติของนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นต่อข้าวอินทรีย์ และมลทิพา โสมะ (2552) ศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เหตุผลหลักที่ผู้บริโภคซื้อข้าวอินทรีย์ คือ ห่วงใยสุขภาพ และรองลงมา คือ ห่วงใยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปราโมทย์ ยอดแก้ว (2560) ระบุว่า ปัญหาเรื่องสารเคมีปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรหรืออาหาร ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค เป็นแรงผลักดันภายในที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการบริโภคข้าวอินทรีย์ ส่วนการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวหอมมะลิอินทรีย์ของผู้บริโภคของ อัญมณี เย็นเปี่ยม และสยาม อรุณศรีมรกต (2554) พบว่า ปัจจัยด้านทัศนคติ ความเชื่อ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การได้รับการรับรอง บรรจุกันต์ ด้านราคาและด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีผลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวหอมมะลิอินทรีย์เป็นอย่างมาก

Table 2 Attitude towards organic rice of consumers (n=400).

Issue	Mean*	SD	Interpretation
Production process of organic rice help protect environment	3.44	0.63	Strongly agree
Organic rice is free from toxics, good for health of consumers and farmers	3.43	0.61	Strongly agree
Organic rice with certified labels gains more consumer's trust	3.37	0.65	Strongly agree
Organic rice must be certified by only related agencies	3.27	0.76	Strongly agree
Trust in organic rice farmers	2.98	0.70	Agree
Willing to buy higher price of organic rice than regular rice	2.91	0.84	Agree
Feeling safe eating organic rice	3.22	0.65	Agree
Knowing rice farmers increased trust in organic rice	3.38	0.61	Strongly agree
There are many places selling organic rice	2.78	0.83	Agree
There are good advertisements promoting organic rice consumption	2.91	0.77	Agree
Willing to buy more organic rice if the price is not expensive	3.40	0.67	Strongly agree
Willing to buy organic rice if getting more information	3.28	0.65	Strongly agree

*3.26-4.00 = strongly agree, 2.51-3.25 = agree, 1.76-2.50 = not sure and 1.00-1.75 = not agree.

เปรียบเทียบทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวอินทรีย์จำแนกตามลักษณะพื้นฐาน

การเปรียบเทียบทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวอินทรีย์ จำแนกตามลักษณะพื้นฐาน 4 ประเด็น ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา และรายได้ ผลการศึกษาแสดงใน Table 3 ดังนี้

(1) จำแนกตามเพศของผู้บริโภค โดยแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เพศชาย และเพศหญิง ทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test พบว่า ผู้บริโภคที่มีเพศแตกต่างกัน มีทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

(2) จำแนกตามอายุของผู้บริโภค โดยแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อายุ 21-40 ปี และอายุ 41-60 ปี ทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test พบว่า ผู้บริโภคที่มีอายุแตกต่างกัน มีทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 1 ประเด็น คือ เต็มใจที่จะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ซึ่งมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไป โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 41 ปีขึ้นไป มีทัศนคติเห็นด้วยในประเด็นเต็มใจที่จะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ซึ่งมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไปมากกว่ากลุ่มคนที่มีอายุระหว่าง 21-40 ปี

(3) จำแนกตามระดับการศึกษาของผู้บริโภค โดยแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ต่ำกว่าปริญญาตรีหรือปริญญาตรี และสูงกว่าปริญญาตรี ทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test พบว่า ผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน มีทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

(4) จำแนกตามรายได้ต่อเดือนของผู้บริโภค โดยแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 กลุ่ม คือ รายได้ไม่เกิน 30,000 บาทต่อเดือน และรายได้มากกว่า 30,000 บาทต่อเดือน ทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test พบว่า ผู้บริโภคที่มีรายได้ต่อเดือนแตกต่างกัน มีทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 1 ประเด็น คือ ข้าวอินทรีย์มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ตามสื่อต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการบริโภค โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้มากกว่า 30,000 บาท มีทัศนคติเห็นด้วยในประเด็นข้าวอินทรีย์มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ตามสื่อต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการบริโภคมากกว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้น้อยกว่า 30,000 บาท

ข้อเสนอแนะต่อความต้องการข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะต่อความต้องการข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ รายละเอียดแสดงใน Table 4

(1) ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภค ร้อยละ 71.80 ต้องการให้ข้าวอินทรีย์บรรจุถุงมีตรารับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มากที่สุด

(2) ด้านราคา พบว่า ในกลุ่มผู้บริโภคต้องการให้ตั้งราคาเหมาะสมกับคุณภาพมากที่สุด ร้อยละ 69.20 รองลงมา ต้องการให้มีป้ายแสดงราคาที่ชัดเจน ร้อยละ 63.30

(3) ด้านช่องทางจัดจำหน่าย พบว่า กลุ่มผู้บริโภค ร้อยละ 69.60 ต้องการให้สถานที่จำหน่ายใกล้ เข้าถึงได้ง่าย และหาได้ง่าย รองลงมา ร้อยละ 68.50 ต้องการให้เพิ่มสถานที่จัดจำหน่ายให้มากขึ้น

(4) ด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า ผู้บริโภคต้องการให้มีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสินค้าเกษตรอินทรีย์มากที่สุด ร้อยละ 58.70 รองลงมา ต้องการให้มีการจัดวางสินค้าให้โดดเด่น สะดุดตา โดยใช้โปสเตอร์ป้ายโฆษณา ร้อยละ 50.80

Table 3 Comparison of consumer attitudes towards organic rice classified by sex, age, educational levels and income (n=400).

Issue	Sex				Sig.	Age				Sig.	Educational levels				Sig.	Income				Sig.
	Male		Female			21-40		41-60			Bachelor's degree or below		Master's degree or higher			≤30,000 baht		>30,000 baht		
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
Production process of organic rice help protect environment	3.44	0.626	3.44	0.037	0.905	3.43	0.634	3.45	0.635	0.966	3.40	0.653	3.50	0.603	0.189	3.37	0.654	3.49	0.616	0.409
Organic rice is free from toxics, good for health of consumers and farmers	3.36	0.597	3.46	0.035	0.196	3.44	0.611	3.42	0.616	0.919	3.40	0.611	3.48	0.613	0.881	3.40	0.612	3.46	0.615	0.779
Organic rice with certified labels gains more consumer's trust	3.33	0.655	3.38	0.037	0.567	3.31	0.656	3.42	0.632	0.997	3.31	0.626	3.44	0.668	0.074	3.30	0.656	3.41	0.637	0.803
Organic rice must be certified by only related agencies	3.26	0.723	3.27	0.044	0.957	3.26	0.744	3.27	0.775	0.490	3.18	0.758	3.38	0.765	0.460	3.22	0.740	3.30	0.772	0.419
Trust in organic rice farmers	2.99	0.678	2.98	0.041	0.873	3.00	0.683	2.95	0.723	0.178	2.96	0.679	3.00	0.731	0.794	2.95	0.663	3.00	0.731	0.418
Willing to buy higher price of organic rice than regular rice	2.77	0.902	2.96	0.047	0.065	2.84	0.853	2.98	0.815	0.015*	2.82	0.826	3.04	0.848	0.551	2.77	0.814	3.01	0.840	0.213
Feeling safe eating organic rice	3.14	0.714	3.25	0.036	0.161	3.18	0.698	3.27	0.601	0.238	3.19	0.647	3.25	0.662	0.144	3.13	0.692	3.29	0.614	0.799

*Significant level at 0.05.

Table 3 (continued).

Issue	Sex				Sig.	Age				Sig.	Educational levels				Sig.	Income				Sig.
	Male		Female			21-40		41-60			Bachelor's degree or below		Master's degree or higher			≤30,000 baht		>30,000 baht		
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	
Knowing rice farmers increased trust	3.32	0.652	3.40	0.034	0.284	3.37	0.616	3.39	0.612	0.876	3.32	0.643	3.48	0.571	0.356	3.28	0.601	3.45	0.614	0.124
There are many places selling organic rice	2.80	0.845	2.77	0.048	0.790	2.71	0.808	2.85	0.852	0.860	2.73	0.827	2.83	0.836	0.547	2.75	0.790	2.80	0.863	0.133
There are good advertisements promoting organic rice consumption	2.86	0.821	2.92	0.043	0.463	2.82	0.764	3.00	0.767	0.204	2.89	0.738	2.91	0.814	0.157	2.87	0.701	2.94	0.817	0.023*
Willing to buy more organic rice if the price is not expensive	3.36	0.677	3.41	0.038	0.527	3.38	0.700	3.42	0.632	0.208	3.37	0.661	3.46	0.661	0.957	3.37	0.672	3.43	0.659	0.990
Willing to buy organic rice if getting more information	3.30	0.630	3.27	0.038	0.667	3.30	0.623	3.25	0.676	0.833	3.31	0.638	3.26	0.665	0.835	3.25	0.620	3.30	0.665	0.208

*Significant level at 0.05.

Table 4 Consumer demand for organic rice (n=400) (multiple choices).

Issue	Frequency	Percentage
Product		
Showing an organic certification label	283	71.80
High diversity of products	170	43.10
Availability of the products	156	39.60
Beautiful packaging and certified products	143	36.30
Price		
Pricing the products according to quality standard	270	69.20
Clear price tag	247	63.30
Having many prices	183	46.90
Discount price at farmer market/organic market	127	32.60
Place		
Shops/places selling organic rice should be easy to access	272	69.60
Increase numbers of shops/places selling organic rice	268	68.50
Shops/places selling organic rice should be placed in local market/fresh market	131	33.50
Shops/places selling organic rice should be open 24 hours	109	27.90
Promotion		
Publicity campaign for organic rice products	230	58.70
Advertise organic rice products on poster and billboard	199	50.80
Direct providing organic rice information to consumers by sellers	181	46.20
Distribute brochures/leaflets for education	145	37.00
Advertise organic rice products on radio	100	25.50

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาสามารถสรุปประเด็นที่น่าสนใจได้ดังนี้ ผู้บริโภคที่ทำงานในหน่วยงานราชการ มีเพียงประมาณร้อยละ 40 เท่านั้น ที่เคยซื้อข้าวอินทรีย์รับประทาน โดยเกือบทุกคนซื้อแบบไม่เจาะจงยี่ห้อ ส่วนใหญ่เป็นการซื้อเมื่อพบว่า มีจำหน่าย ไม่ได้เป็นความตั้งใจไปซื้อข้าวอินทรีย์ สถานที่ที่จะซื้อตามร้านค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต และงานแสดงสินค้าต่าง ๆ โดยเกือบร้อยละ 90 ระบุว่า เหตุผลหลักในการซื้อข้าวอินทรีย์ เนื่องจากห่วงใยสุขภาพ และบางส่วนระบุว่า เนื่องจากห่วงใยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยภาพรวมผู้บริโภคที่ทำงานในหน่วยงานราชการมีทัศนคติที่ดีต่อข้าวอินทรีย์ โดยมีความเห็นด้วยอย่างยิ่งที่กระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ช่วยลดมลภาวะและรักษาสิ่งแวดล้อม ข้าวอินทรีย์ปราศจากสารพิษปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค และเห็นว่าข้าวอินทรีย์ต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเท่านั้นจึงจะน่าเชื่อถือ ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคมากที่สุด คือ การได้รับข้อมูลจากการโฆษณาหรือประชาสัมพันธ์ อย่างไรก็ตาม เรื่องราคาของข้าวอินทรีย์ที่อาจสูงกว่าข้าวทั่วไป การมีช่องทางจำหน่ายที่น้อย และขาดการประชาสัมพันธ์ อาจทำให้เป็นอุปสรรคในการซื้อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภค

ผลการเปรียบเทียบทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวอินทรีย์ พบว่า ผู้บริโภคที่มีเพศและระดับการศึกษาต่างกันมีทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป มีทัศนคติเห็นด้วยในประเด็นเต็มใจที่จะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ซึ่งมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไปมากกว่ากลุ่มคนที่อายุน้อยกว่า 21-40 ปี และกลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้มากกว่า 30,000 บาท มีทัศนคติเห็นด้วยในประเด็นข้าวอินทรีย์มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ตามสื่อต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการบริโภคมากกว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้น้อยกว่า 30,000 บาท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการตลาดข้าวอินทรีย์ที่สำคัญก็คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องช่วยกันเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ให้ไปสู่วงกว้างมากขึ้น โดยเฉพาะทางสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ได้แก่ เฟซบุ๊ก และยูทูป หรือแผ่นป้ายโฆษณาต่าง ๆ โดยเน้นเนื้อหาที่

ช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจกับผู้บริโภคเกี่ยวกับกระบวนการผลิตที่ทำให้ข้าวอินทรีย์มีราคาแพงกว่าข้าวทั่วไป และการเพิ่มช่องทางแหล่งจำหน่ายข้าวอินทรีย์มากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มช่องทางการจำหน่ายข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในห้างสรรพสินค้า หรือ ซูเปอร์มาร์เก็ตต่าง ๆ ในรูปแบบของบูธเฉพาะสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้อสินค้าตามห้างสรรพสินค้า เป็นต้น นอกจากนี้ ควรเน้นการประชาสัมพันธ์ การสื่อสารกับกลุ่มคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปี เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 41 ปีขึ้นไป เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ และจะจ่ายเงินซื้อข้าวอินทรีย์ซึ่งมีราคาสูงกว่าข้าวทั่วไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนโครงการวิจัยแบบบูรณาการงานวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 เพื่อใช้ในการวิจัยตลอดทั้งโครงการ นอกจากนี้ ขอขอบคุณ เทศบาลนครขอนแก่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน และโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์การเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ แยมงาม, สุกัลยา เชิญขวัญ และอรุณี พรมคำบุตร. 2563. พฤติกรรมการซื้อและทัศนคติต่อข้าวอินทรีย์ของนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *แก่นเกษตร* 48(ฉบับพิเศษ): 851-858.
- กมลวรรณ มั่งคั่ง, สุกัญญา สุจากำ และสุธี อยู่ยิ้ม. 2558. พฤติกรรมการบริโภคข้าวอินทรีย์ของประชาชนในจังหวัดอุดรธานี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี* 10(2): 12-24.
- กรมการข้าว. 2560. *คู่มือโครงการพัฒนาและส่งเสริมระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ ปี 60*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว กรมการข้าว.
- ธรรมากร กุลบริคุปต์. 2556. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ปราโมทย์ ยอดแก้ว. 2560. การพัฒนาการตลาดข้าวอินทรีย์ในสังคมไทย. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร* 5(พิเศษ): 406-420.
- มลทิศา ไสมะ. 2552. ทัศนคติของผู้บริโภคในอำเภอเมืองเชียงใหม่ที่มีต่อข้าวอินทรีย์. การค้นคว้าแบบอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- รุ่งนภา จิตต์รัก. 2551. ปัจจัยพฤติกรรมการซื้อสินค้าเกษตรอินทรีย์ของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร. การศึกษาค้นคว้าอิสระ สาขาเศรษฐศาสตร์สหกรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วราภรณ์ หนองสุวรรณ. 2551. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการซื้อข้าวอินทรีย์ของจังหวัดสุรินทร์. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. 2544. *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บุญศิริการพิมพ์.
- ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. 2562. *ข้อมูลการผลิตข้าวอินทรีย์จังหวัดขอนแก่น*. ขอนแก่น: ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น กองเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. "ข้าว" พืชเศรษฐกิจของไทย. <http://iscd.blogspot.com/2012/03/vbehaviorurldefaultvml.html> (2 ตุลาคม 2558).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สศก. จัด focus group เกษตรกร-พ่อค้าในพื้นที่ ถกแนวทางพัฒนาเกษตรอินทรีย์. <https://rb.gy/i1d0vc> (20 มิถุนายน 2563).
- สำนักบริหารการค้าข้าวต่างประเทศ. 2557. สถานการณ์ข้าวอินทรีย์ไทย. <http://www.dft.go.th/th-th/dft-aboutmission> (2 ตุลาคม 2558).
- อัษฎมณี เย็นเปี่ยม และสยาม อรุณศรีมรกต. 2554. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อข้าวหอมมะลิอินทรีย์ของผู้บริโภค. *สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/KC4910004.pdf> (20 มิถุนายน 2563).

วันรับบทความ (Received date) : 24 ม.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 16 พ.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 พ.ย. 64

สัดส่วนของสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้จากเครื่องมือประมง ในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

The Estimated Ratio of Target Species and Bycatch by Fishing Gears in the Andaman Coastal Area

ธัญพร พงศ์สุวรรณ¹ และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์^{1*}
Thanyaporn Pongsuwan¹ and Ananya Jarempornnipat^{1*}

บทคัดย่อ

การทำประมงในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันเป็นอาชีพหลักของประชากรที่อยู่บริเวณชายฝั่ง รวมถึงผู้ประกอบการประมงขนาดใหญ่ ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรค่อนข้างสูง อาจทำให้สภาวะทรัพยากรสัตว์น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสัดส่วนของชนิดของสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้รวมถึงขนาดที่จับได้ของสัตว์น้ำที่ขึ้นท่า จากการทำประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ ในจังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต ศึกษาในเดือนมกราคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2564 เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณน้ำหนัก และชนิดระหว่างสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้พบว่า อวนลากมีแนวโน้มในการจับสัตว์น้ำพลอยจับได้สูงกว่าสัตว์น้ำเป้าหมายทั้งในแง่ของปริมาณ และชนิดสูงกว่าเครื่องมือประเภทอื่น โดยพบว่าในปี พ.ศ. 2562 พบผลจับสูงสุด (กระบี่ 22,881 ตัน พังงา 36,385 ตัน ภูเก็ต 38,945 ตัน) ในขณะที่เบ็ดมือเป็นเครื่องมือที่ไม่พบปริมาณผลจับของสัตว์น้ำพลอยจับได้ ส่วนของขนาดความยาวสัตว์น้ำพบว่า อวนลากและอวนล้อมมีการจับสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ทั้งสัตว์เป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้สูงสุด ในขณะที่เครื่องมืออวนครอบปลากะตักพบสัตว์น้ำเป้าหมายที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ทั้งหมด ในทางกลับกันเครื่องมือลอบปลาเป็นเครื่องมือที่พบเพียงสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่อยู่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์

คำสำคัญ: ชายฝั่งทะเลอันดามัน เครื่องมือประมงพื้นบ้าน เครื่องมือประมงพาณิชย์ สัตว์น้ำเป้าหมาย สัตว์น้ำพลอยจับได้

Abstract

Fishing in the Andaman Sea is an important livelihood option in coastal areas, including commercial fisheries operations. The aim of this study was to assess the ratio of target species to bycatch of landed fish as basic information for stock assessment. This study included catch of finfish from January 2019 - May 2021 in Krabi, Phang Nga and Phuket provinces. The highest catches species of target species and bycatch were by vessels using trawl fishing gear (Krabi 22,881 tons Phang Nga 36,385 tons and Phuket 38,945 tons). Hand-line fishing by local people did not result in bycatch because fishermen would catch for particular species and tended to discard non-target species when caught. Trawl gear and seine net fishing also resulted in the highest ratio of immature fishes amongst target species, while the anchovy falling net fishery caught only mature fishes. Analysis of bycatch, however, found that the light-luring anchovy falling net resulted in the highest percentage of immature non-target fish, whereas, the fish trap caught mature stage bycatch species.

Keywords: Andaman coastal area, artisanal fisheries gears, commercial fisheries gears, target species, bycatch

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Fisheries Science, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author, Email: ananya.ja@kmitl.ac.th

คำนำ

ชายฝั่งทะเลอันดามันเป็นระบบนิเวศชายฝั่งเขตร้อน อยู่ระหว่าง 5° - 20° เหนือ และ 97° - 106° ตะวันออก ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตรที่ค่อนข้างร้อนทำให้มีอากาศร้อนชื้นและฝนตกชุก มีการชะล้างสารอาหารปริมาณมากลงสู่ชายฝั่ง มีความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากร แหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ในบริเวณชายฝั่งมีการทำประมงเป็นอาชีพหลัก แต่ปัจจุบันชายฝั่งทะเลอันดามันกำลังประสบปัญหาจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มากเกินไป การทำประมงอย่างขาดความรับผิดชอบ มีเครื่องมือประมงที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจับสัตว์น้ำมากขึ้น มีการขยายขอบเขตในการทำประมงเพิ่มขึ้น (Chen et al., 2008) รวมถึงความต้องการของผู้บริโภคในการบริโภคสัตว์น้ำที่สูงขึ้น ทำให้การจับสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้น พบว่ามูลค่าของสัตว์น้ำที่เป็นปลาเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 ถึง 900 ล้านบาท (DOF, 2018; DOF, 2019) ด้วยเหตุนี้ทำให้ปริมาณการจับสัตว์น้ำสูงเกินขีดจำกัดการทดแทน รวมถึงสัตว์น้ำพลอยจับได้ (bycatch) ที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการจับสัตว์น้ำเศรษฐกิจเริ่มลดลง โดยรายงานจาก Keledjian (2014) ได้ให้ความหมายของสัตว์น้ำพลอยจับได้ว่าเป็นสัตว์น้ำที่ไม่ใช่สัตว์น้ำเป้าหมาย ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถนำไปสู่การเกิดการจับปลาที่มากเกินไป หรือ overfishing ในอดีตสัตว์น้ำจากการทำประมงในชายฝั่งทะเลอันดามันมีผลผลิตสัตว์น้ำอยู่ใน 10 ลำดับแรกของโลก โดยห่างจากประเทศอินเดียไม่กี่ลำดับแม้ว่าจะมีพื้นที่เขตทำประมงน้อยกว่าก็ตาม แต่ต่อมาเมื่อ ปี พ.ศ. 2561 พบว่าผลผลิตการประมงของไทยได้ลดลงมาอยู่ในลำดับที่ 14 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการลดลงอย่างมากของผลผลิตสัตว์น้ำ (FAO, 2020) และเมื่อเทียบกับสัดส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้ โดยมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 70 ของปริมาณการจับสัตว์น้ำทั้งหมด (DOF, 2019) ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์น้ำขนาดเล็กที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถทดแทนได้ตามความต้องการต่อการทำประมง โดยพบว่ามีปริมาณการจับสัตว์น้ำจากประมงพาณิชย์และประมงพื้นบ้านลดลงในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา คือช่วง พ.ศ. 2556-2560 สัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีปริมาณการจับลดลงในทุกเครื่องมือประมง โดยปัญหาเหล่านี้มาจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรประมงที่ค่อนข้างมาก รวมถึงการใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสมซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสถานะภาพสัตว์น้ำ ทั้งชนิดและปริมาณ และลำดับขั้นการกินของสัตว์น้ำชนิดสำคัญในโครงสร้างระบบนิเวศ (Funge-Smith and Kennelly, 2014) จากการศึกษาของ Srihong et al. (2021) ได้มีการประเมินลำดับขั้นอาหาร (trophic level) พบว่าในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยโครงสร้างของลำดับขั้นการบริโภคของระบบนิเวศแสดงให้เห็นว่าชายฝั่งทะเลอันดามันมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของระบบนิเวศทางทะเลเขตร้อนที่มีปลาหลากหลายสายพันธุ์ ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศ (ecotrophic efficiency, EE) ที่ค่อนข้างสูงบ่งชี้ว่ามีสัตว์น้ำขนาดเล็กถูกใช้ประโยชน์ในปริมาณสูง โดยเฉพาะชนิด *Stolephorus* sp., *Sardinella* sp., *Rastrelliger brachysoma*, *Leiognathus equulus* และ *Selar crumenophthalmus* ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์น้ำที่มีค่า EE สูง ซึ่งทั้งหมดเป็นสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่เป็นกลุ่มปลาเบ็ด (trash fish) จนทำให้ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยได้รับการประกาศใบเหลืองจากสหภาพยุโรป (Illegal, Unreported and Unregulated Fishing) ทำให้รัฐบาลต้องเร่งแก้ปัญหา ถึงแม้ว่าในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยจะได้รับการปลดใบเหลืองแล้ว แต่เนื่องด้วยสถานการณ์ของสัตว์น้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอด จึงควรมีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อมูลพื้นฐานทางด้านชนิด ปริมาณ และสัดส่วนการจับ รวมถึงข้อมูลบางประการทางชีววิทยาประมงของสัตว์น้ำ สามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยในการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำและการทำประมงอย่างเหมาะสม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนของสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้ จากเครื่องมือประมงที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการประเมินสถานะทรัพยากรของชนิดสัตว์น้ำในทะเลอันดามันที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน เพื่อเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่บ่งชี้สถานะการประมง และสถานะทรัพยากร

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษาคือ บริเวณท่าเทียบเรือประมง 3 จังหวัด คือ จังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจากท่าเทียบเรือของประมงพาณิชย์และประมงพื้นบ้าน (Figure 1) โดยมีการเก็บรวบรวมตัวอย่างตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2564 ทำการเก็บทุก ๆ สองเดือน

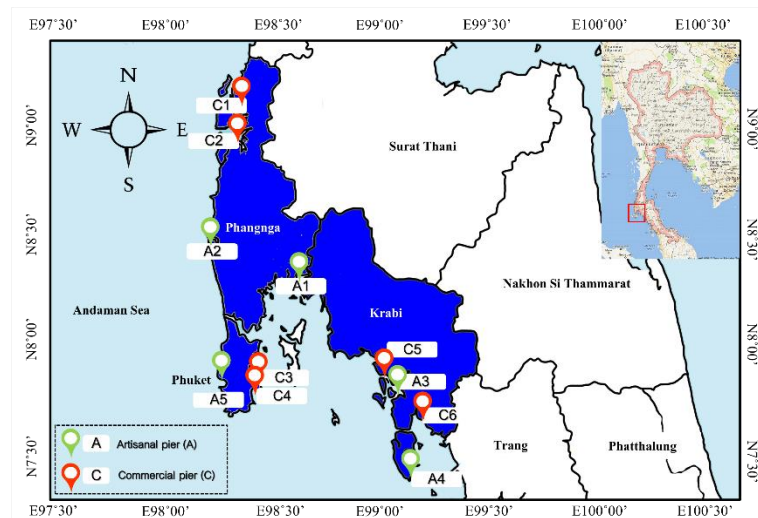


Figure 1 Study sites of fishing pier in the Andaman Sea coast.

A1 Banbangpat artisanal pier in Phang Nga province.

A2 Thai Muang artisanal pier in Phang Nga province.

A3 Ko Klang artisanal pier in Krabi province.

A4 Sang Ga U artisanal pier in Lanta, Krabi province.

A5 Klong Pakbang artisanal pier in Phuket province.

C1 Fish marketing organization commercial pier in Kuraburi, Phang Nga province.

C2 Nathaphon commercial pier in Kuraburi, Phang Nga province.

C3 P. Pichai commercial pier in Phuket province.

C4 Fish marketing organization commercial pier in Phuket province.

C5 Klong Jilad commercial pier in Krabi province.

C6 421 commercial pier in Ban Bo Muang, Krabi province.

การเก็บรวบรวมตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมปลาแบ่งออกเป็นสองส่วน คือตัวอย่างปลาที่ได้จากเครื่องมือประมงจากการทำประมงพื้นบ้าน 4 ประเภท ประกอบด้วย อวนลอย (surface gillnet) อวนจม (bottom gillnet) ลอบปลา (fish trap) และเบ็ด (hand and line) และตัวอย่างปลาที่ได้จากเครื่องมือประมงจากการทำประมงพาณิชย์ 3 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมืออวนลาก (trawl) เครื่องมืออวนล้อม (purse seines) และเครื่องมืออวนครอบปลาคะตัก (anchovy falling net) โดยมีการรวบรวมข้อมูลของประเภทเครื่องมือ ขนาดตาอวน ปริมาณการจับ และชนิดของปลาที่จับได้จากแต่ละเครื่องมือประมงที่พบในพื้นที่เป็นจุดเก็บตัวอย่าง โดยมีการรวบรวมตัวอย่างปลาอย่างน้อยเครื่องมือละ 3 ลำต่อแพ โดยการเก็บตัวอย่างนั้นมีการเก็บแบบปฐมภูมิ และทุติยภูมิ

เก็บรวบรวมตัวอย่างขั้นปฐมภูมิ (primary data)

การเก็บตัวอย่างจากชาวประมงพื้นบ้าน โดยการสุ่มตัวอย่างโดยการเลือกหมู่บ้านชาวประมงและบันทึกประเภทของเครื่องมือประมง ชนิด และปริมาณปลาที่จับได้ แยกเป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้ จากการสอบถามโดยตรงกับชาวประมง ซึ่งการจำแนกสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้ ทำการแยกได้จากลักษณะการทำประมงของเครื่องมือประมง โดยเครื่องมือในกลุ่มประเภทอวนลอย อวนล้อม อวนครอบปลาคะตัก และเบ็ดมือ มีสัตว์น้ำเป้าหมายเป็นกลุ่มปลาผิวน้ำ (pelagic fish) และเครื่องมือในกลุ่มประเภทอวนจม อวนลาก ลอบปลา และเบ็ดมือ มีสัตว์น้ำเป้าหมายเป็นกลุ่มปลาพื้นท้องน้ำ (demersal fish) หรือกลุ่มปลาในแนวปะการัง (reef associated fish) ปลาในกลุ่มที่นอกเหนือจากกลุ่มสัตว์น้ำเป้าหมายอยู่ในกลุ่มประเภทสัตว์น้ำพลอยจับได้ทั้งหมด สุ่มจากตัวอย่างจากเครื่องมือครั้งละอย่างน้อย 5 ลำเรือ จำนวนปลาสุ่มมาจากแต่ละเครื่องมือคือ 100 ตัวต่อชนิด สำหรับสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้ กรณีที่ตัวอย่างน้อย และไม่ถึง 100 ตัวต่อชนิด จะทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างทั้งหมดจากที่ชาวประมงจับมาได้

การเก็บตัวอย่างจากประมงพาณิชย์ทำการสุ่มโดยการรวบรวมปลาจากสะพานปลา จากแต่ละเครื่องมือประมง โดยสุ่มจากตัวอย่างจากเครื่องมือครั้งละอย่างน้อย 5 ลำเรือ บันทึกประเภทของเครื่องมือ และปริมาณของปลาที่จับได้ โดยแยกเป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้ ซึ่งปริมาณของปลาที่จับได้ในขั้นต้นจะทำการบันทึกโดยการนับจำนวนตะกร้าของปลาที่ได้จากแต่ละลำเรือ ปลาที่บรรจุในตะกร้าขนาดใหญ่หนักประมาณ 100 กิโลกรัม และตะกร้าขนาดเล็กหนักประมาณ 10 กิโลกรัม ทำการสุ่มปลาจากแต่ละตะกร้า จำนวน 10 ตัวต่อชนิด และประมาณ 10 กิโลกรัม สำหรับสัตว์น้ำพลอยจับได้ตามคู่มือการเก็บข้อมูลของตัวชี้วัดทางการประมงในประเทศไทย (สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม, 2551)

การจำแนกชนิดและการบันทึกข้อมูล

จำแนกชนิดของปลาในภาคสนามโดยจำแนกเฉพาะสัตว์น้ำเป้าหมาย โดยมีการสังเกตลักษณะเบื้องต้น เช่น ลำตัว ครีบหลัง ครีบหาง ครีบอก สีหรือลายที่เป็นลักษณะเฉพาะ และทำการจัดกลุ่มครอบครัวเพื่อให้ง่ายต่อการบันทึก เมื่อจำแนกชนิดแล้วนำปลาที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาวัดความยาวด้วยกระดานวัดความยาว มีหน่วยความยาวเป็นเซนติเมตร มีการวัดแบบความยาวเหยียด (total length) คือ การวัดความยาวตั้งแต่ส่วนปลายสุดของจงอยปากจนถึงส่วนปลายสุดของครีบหาง และความยาวหางส้อม (fork length) คือ การวัดความยาวตั้งแต่ปลายสุดของจงอยปากจนถึงส่วนหยักลึกของหางปลา ซึ่งเป็นการวัดสำหรับปลาที่มีรูปแบบหางส้อม และวัดความกว้างของลำตัว (disc width) สำหรับกลุ่มปลากะเบน ในกรณีที่มีชนิดที่ไม่สามารถจำแนกชนิดภาคสนามได้จะมีการบันทึกภาพไว้ จากนั้นนำปลาเก็บรักษาไว้ในน้ำแข็งเพื่อรอการวิเคราะห์จำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานในห้องปฏิบัติการ เช่นเดียวกันกับสัตว์น้ำพลอยจับได้ จากนั้นมาเก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการจำแนกตามหนังสือ Fishes of the Andaman Sea: west coast of southern Thailand (Kimura et al., 2009), Eastern Indian Ocean-Fishing Area 57 and Western Central Pacific-Fishing Area 71 (FAO, 1974) และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ความหลากหลายของปลาทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง (ชุกรี หนีสาแม และคณะ, 2560)

เก็บรวบรวมข้อมูลขั้นทุติยภูมิ (secondary data)

เก็บข้อมูลด้านทุติยภูมิสำหรับเครื่องมือประมงพาณิชย์ โดยข้อมูลด้านทุติยภูมิได้มีการรวบรวมจากกรมเจ้าท่าในบริเวณแพจุดที่ได้ไปทำการเก็บตัวอย่าง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น ปริมาณการจับ ขนาดตาอวน วันออกทำการประมง และบริเวณที่เรือออกทำการประมงแบบคร่าว ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณที่ได้ทำการเก็บในขั้นปฐมภูมินั้นมีปริมาณที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเรือประมงที่ทำการสุ่มตัวอย่างปลามานั้นมาจากการทำประมงในบริเวณทะเลอันดามันในน่านน้ำไทย

การวิเคราะห์สัดส่วนร้อยละของสัตว์น้ำ (estimated percentage for ratio)

วิเคราะห์องค์ประกอบชนิดสัตว์น้ำในรูปแบบร้อยละของน้ำหนักของสัตว์น้ำโดยแยกชนิด แยกประเภทเครื่องมือประมง และมีการรายงานผลในรูปแบบของอัตราร้อยละ ทั้งสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้

การวิเคราะห์ค่าความยาวแรกเริ่มเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (size at first maturation)

ความยาวแรกเริ่มเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ คือ ความยาวแรกเริ่มเมื่อสัตว์น้ำโตเต็มวัย โดยมีการใช้ข้อมูลค่าความยาวสูงสุดของปลาแต่ละชนิดที่ได้จากการเก็บรวบรวมตัวอย่าง (L_{max}) และค่าความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ (L_{∞}) นำเข้าในโปรแกรม Fishbase จากนั้นโปรแกรมทำการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าความยาวเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ โดยที่ค่าความยาวแรกเริ่มเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ มาจากสมการของ Froese and Binohlan (2000) ดังนี้

$$\text{Log}_{10}L_m = 0.8979 * \log_{10}L_{\infty} - 0.0782 \pm 0.127$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณการจับและชนิดของสัตว์น้ำจากการทำประมงพื้นบ้าน

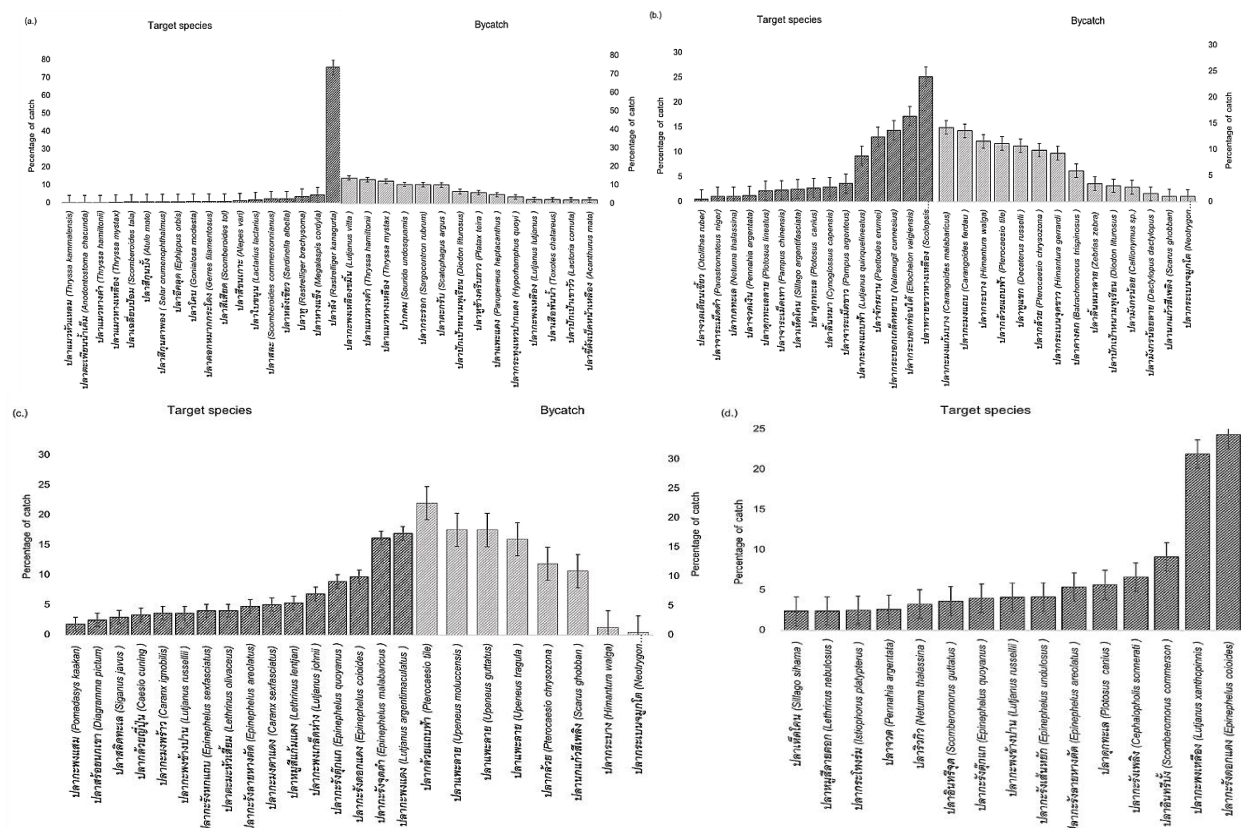
ผลการศึกษาการทำประมงด้วยเครื่องมือประมงพื้นบ้านในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ของจังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต จากเครื่องมือประมงทั้งหมด 4 ชนิด ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย อวนลอย อวนจม ลอบ และเบ็ด ผลการศึกษา พบว่า เครื่องมืออวนลอยเป็นเครื่องมือที่มีปริมาณการจับสัตว์น้ำสูงสุดในบรรดาเครื่องมือประมงพื้นบ้าน โดยในปี พ.ศ. 2562 กระบี่ พบ 1,164 ตัน พังงา เท่ากับ 1,443 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 1,186 ตัน ในปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 371 ตัน พังงา เท่ากับ 517 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 369 ตัน และปริมาณในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 468 ตัน พังงา เท่ากับ 531 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 369 ตัน โดยมีสัตว์น้ำเป้าหมายที่ถูกจับได้ จำนวน 18 ชนิด ชนิดที่มีปริมาณการจับสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่

ปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) ร้อยละ 78.63 ปลาหางแข็ง (*Megalaspis cordyla*) ร้อยละ 4.68 และปลาหู (*Rastrelliger brachysoma*) ร้อยละ 3.82 ในส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้ พบทั้งหมด 14 ชนิด ชนิดที่มีร้อยละผลจับสูงสุด ได้แก่ ปลากระพงเหลืองขมิ้น (*Lutjanus vitta*) ร้อยละ 13.95 ปลาแมวหางดำ (*Thyssa hamiltonii*) ร้อยละ 13.04 และปลาแมวหางเหลือง (*Thyssa mystax*) ร้อยละ 13.22 (Figure 2a)

อวนจม คือ เครื่องมือประมงที่มีปริมาณน้ำหนักของผลจับรองลงมาจากเครื่องมืออวนลอย คือ ในปี พ.ศ. 2562 กระบี่ เท่ากับ 402 ตัน พังงา เท่ากับ 403 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 446 ตัน ปริมาณในปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 173 ตัน พังงา เท่ากับ 133 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 155 ตัน และปริมาณในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 313 ตัน พังงา เท่ากับ 129 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 186 ตัน โดยพบเป็นสัตว์น้ำเป้าหมาย 12 ชนิด โดยชนิดที่มีผลจับสูงสุด ได้แก่ ปลาทรายขาวหางเหลือง (*Scolopsis monogramma*) ร้อยละ 25.28 ปลากระบอกทองใต้ (*Ellochelon vaigiensis*) ร้อยละ 17.80 และปลากระบอกเกล็ดหยาบ (*Valamugil cunnesius*) ร้อยละ 14.86 สัตว์น้ำพลอยจับได้ พบทั้งหมด 14 ชนิด โดยชนิดที่มีปริมาณการจับสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ปลากระมังแก้มบาง (*Carangoides malabaricus*) ร้อยละ 14.30 ปลากระมังแถบ (*Carangoides ferdau*) ร้อยละ 13.65 และปลากระมัง (*Himantura walga*) ร้อยละ 11.63 (Figure 2b) โดยอวนลอย และอวนจมเป็นเครื่องมือประมงที่อวนติดตาเหมือนกัน แต่เรียกแตกต่างกัน สาเหตุมาจากวิธีการทำประมงที่ต่างกัน โดยอวนลอยมีการทำประมงผิวน้ำ สัตว์น้ำเป้าหมายจึงเน้นเป็นกลุ่มปลาผิวน้ำ ในขณะที่อวนจมมีการทำประมงบริเวณพื้นท้องน้ำ ทำให้สัตว์น้ำเป้าหมายเป็นกลุ่มของปลาหน้าดิน มีการศึกษาของ Samphan (2016) กล่าวว่า การทำประมงไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ พื้นท้องทะเล ความแตกต่างของไหลทวีป รวมถึงการไหลบ่าของน้ำจืด อุณหภูมิ และความแตกต่างของความเค็ม สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่ทำให้ชนิดสัตว์น้ำเป้าหมายแตกต่างกัน แม้ว่าจะใช้เครื่องมือชนิดเดียวกันหรือมีการทำประมงรูปแบบใกล้เคียงกันก็ตาม

ลอบปลา พบผลปริมาณการจับปลาในปี พ.ศ. 2562 โดยกระบี่ เท่ากับ 348 ตัน พังงา เท่ากับ 351 ตัน และภูเก็ต พบ 333 ตัน ในปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 257 ตัน พังงา เท่ากับ 191 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 246 ตัน และปริมาณในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 157 ตัน พังงา เท่ากับ 315 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 63 ตัน เป็นเครื่องมือประมงที่มีสัตว์น้ำเป้าหมายคือ กลุ่มที่อยู่ในบริเวณแนวปะการัง หรือโขดหิน โดยพบชนิดของสัตว์น้ำเป้าหมาย 16 ชนิด ชนิดที่มีผลจับสูงสุด ประกอบด้วย ปลากระพงแดง (*Lutjanus argentimaculatus*) ร้อยละ 16.96 รองลงมา คือ ปลากระังดอกดำ (*Epinephelus malabaricus*) ร้อยละ 16.17 และปลากระังดอกแดง (*Epinephelus coioides*) ร้อยละ 9.77 สัตว์น้ำพลอยจับได้จากเครื่องมือลอบปลา พบว่ามีสัตว์น้ำที่ถูกจับได้ทั้งหมด 8 ชนิด ประกอบด้วย ปลากล้วยแถบฟ้า (*Pterocaesio tile*) พบร้อยละ 22.59 ปลาพะละลายชนิด *Upeneus moluccensis* ร้อยละ 18.02 และชนิด *Upeneus guttatus* ร้อยละ 19.97 (Figure 2c)

เบ็ดมือ เป็นเครื่องมือที่พบเพียงสัตว์น้ำเป้าหมาย ไม่พบสัตว์น้ำพลอยจับได้ เนื่องจากชาวประมงมักเลือกนำมาเฉพาะปลาที่มีขนาดโตเต็มวัย บริโภคได้ มีราคา และไม่เป็นปลาที่ขึ้นทะเบียนสัตว์คุ้มครอง โดยปลาที่ชาวประมงไม่ต้องการเมื่อจับขึ้นมาได้จะทำการทิ้งลงทะเล (discard) การขึ้นท่าของสัตว์น้ำจากเครื่องมือเบ็ดจึงพบเพียงสัตว์น้ำเป้าหมายเท่านั้น โดยผลจากปริมาณการขึ้นท่าของสัตว์น้ำเป้าหมายจากเครื่องมือเบ็ด ในปี พ.ศ. 2562 พบว่า กระบี่มีปริมาณการจับ 360 ตัน พังงา เท่ากับ 350 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 302 ตัน ในปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 242 ตัน พังงา เท่ากับ 106 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 250 ตัน และในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 172 ตัน พังงา เท่ากับ 288 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 60 ตัน โดยพบชนิดของปลาทั้งหมด 15 ชนิด ชนิดที่พบสูงที่สุดใน 3 ลำดับแรก ได้แก่ ปลากระังดอกดำ (*Epinephelus coioides*) พบร้อยละ 24.35 รองลงมา คือ ปลากระพงเหลือง (*Lutjanus xanthopinnis*) ร้อยละ 21.49 และปลาอินทรีบัง (*Scomberomorus commerson*) ร้อยละ 9.17 (Figure 2d) เบ็ดถือว่าเป็นเครื่องมือประมงพื้นบ้านที่มีความเลือกจับชนิดสัตว์น้ำมากที่สุด Rouxel and Montevecchi (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความยั่งยืนของเครื่องประมง โดยมีอวนจม ลอบปลา และเบ็ด พบว่าเครื่องมือเบ็ดเป็นเครื่องมือที่ได้ลำดับการให้คะแนนจากการเลือกจับสูงสุด (high rank scoring gradient) ซึ่งหมายถึงเป็นเครื่องมือประมงที่ให้ข้อได้เปรียบกับระบบนิเวศที่สุด และก่อให้เกิดความยั่งยืนของระบบนิเวศและสัตว์น้ำสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอวนจมและลอบปลา



*Catches of bycatch from by sample comprising 10 kg each species total of catches from fishing gears.

Figure 2 The percentage of artisanal catches landing in Krabi, Phang Nga and Phuket provinces.

(a.) Percentage of catches by surface gillnet

(b.) Percentage of catches by bottom gillnet

(c.) Percentage of catches by fish trap

(d.) Percentage of catches by handline

ปริมาณการจับและชนิดของสัตว์น้ำจากการทำประมงพาณิชย์

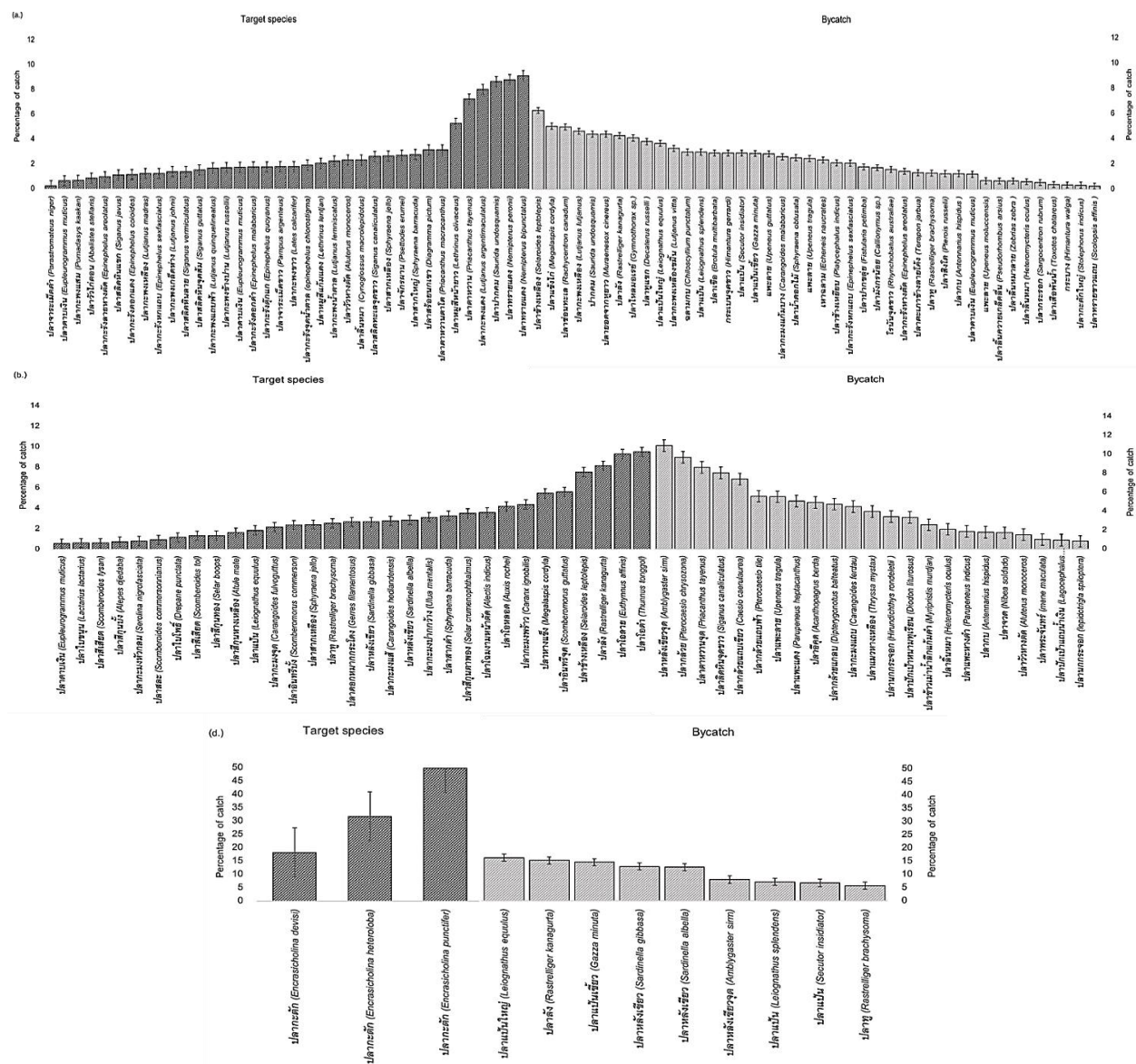
อวนลากเป็นเครื่องมือประมงที่มีผลจับรวมสูงที่สุด การสำรวจพบว่าเป็นเครื่องมืออวนลาก พบว่าปริมาณการขึ้นทำในปี พ.ศ. 2562 กระบี่ มีปริมาณเท่ากับ 22,881 ตัน พังงา เท่ากับ 36,385 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 38,945 ตัน ปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 9,866 ตัน พังงา เท่ากับ 19,550 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 26,636 ตัน และในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 9,774 ตัน พังงา เท่ากับ 19,710 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 23,058 ตัน โดยพบสัตว์น้ำเป้าหมายทั้งหมด 36 ชนิด และชนิดที่มีผลจับสูงสุดใน 3 ลำดับแรก ได้แก่ ปลาทรายแดง ชนิด *Nemipterus bipunctatus* ร้อยละ 9.14 ชนิด *Nemipterus peronii* ร้อยละ 8.81 และปลาปากคม (*Saurida undosquamis*) ร้อยละ 8.67 ผลของชนิดการจับสัตว์น้ำพลอยจับได้พบทั้งหมด 42 ชนิด โดยชนิดที่มีผลจับสูงสุด ได้แก่ ปลาข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) ร้อยละ 6.25 ปลาแซ่ไก่ (*Megalaspis cordyla*) ร้อยละ 5.02 ปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) ร้อยละ 4.95 (Figure 3a) โดยอวนลากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง แต่เป็นเครื่องมือที่ไม่เลือกจับชนิดของสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม รวมถึงสัตว์น้ำที่จับได้บางชนิดมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่ไม่สามารถนำมาบริโภค หรือจำหน่ายในราคาสูงได้ เนื่องจากสภาพของสัตว์น้ำไม่สมบูรณ์

อวนล้อมคือเครื่องมือประมงพาณิชย์ที่มีผลจับรองลงมาจากเครื่องมืออวนลาก โดยมีปริมาณขึ้นทำในปี พ.ศ. 2562 กระบี่ มีปริมาณเท่ากับ 17,379 ตัน พังงา เท่ากับ 9,052 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 13,309 ตัน ปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 14,386 ตัน พังงา เท่ากับ 8,092 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 10,836 ตัน และในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 10,229 ตัน พังงา เท่ากับ 6,823 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 8,001 ตัน โดยพบสัตว์น้ำเป้าหมายทั้งหมด 31 ชนิด ชนิดที่มีผลของปริมาณการจับโดยน้ำหนักสูงที่สุด ได้แก่ ปลาโอดำ (*Thunnus tonggol*) พบร้อยละ 9.52 ปลาโอลาย (*Euthynnus affinis*) ร้อยละ 9.32 และปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) ร้อยละ 8.18 ในส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้พบทั้งหมด 23 ชนิด ชนิดที่พบสูงสุด ได้แก่ ปลาหลังเขียวจุด (*Amblygaster sirm*) ร้อยละ 10.29 ปลากล้วย (*Pterocaesio chrysozona*) ร้อยละ 9.69 และปลาดาวหวานจุด (*Priacanthus tayenus*) ร้อยละ 8.63 (Figure 3b)

อวนครอบปลากะตัก เป็นเครื่องมือประมงพาณิชย์ที่มีปริมาณผลจับรวมในปี พ.ศ. 2562 โดยกระบี่ เท่ากับ 3,328 ตัน พังงา เท่ากับ 2,973 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 3,017 ตัน ส่วนในปี พ.ศ. 2563 กระบี่ เท่ากับ 3,165 ตัน พังงา เท่ากับ 1,630 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 2,665 ตัน และในปี พ.ศ. 2564 กระบี่ เท่ากับ 2,382 ตัน พังงา เท่ากับ 1,372 ตัน และภูเก็ต เท่ากับ 2,057 ตัน ซึ่งอวนครอบปลากะตักพบสัตว์น้ำเป้าหมายจากการทำประมงเพียง 3 ชนิด คือ ปลากะตัก ชนิด *Encrasicholina punctifer* ร้อยละ 49.93 ปลากะตัก ชนิด *Encrasicholina heteroloba* พบปริมาณร้อยละ 31.78 และปลากะตัก ชนิด *Encrasicholina devisi* ร้อยละ 18.29 ในส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้ พบทั้งหมด 9 ชนิด โดยชนิดที่มีลำดับสูงสุด 5 ชนิด ได้แก่ ปลาแป้นใหญ่ (*Leiognathus equulus*) ร้อยละ 16.25 ปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) ร้อยละ 15.32 ปลาแป้นเขียว (*Gazza minuta*) ร้อยละ 14.56 (Figure 2c) ซึ่งสัตว์น้ำพลอยจับได้ทั้งหมดนี้เป็นสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจ โดยหากสัตว์น้ำพลอยจับได้เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจแล้วนั้น ยังสามารถนำไปขายเข้าสู่ตลาดได้ แต่หากสัตว์น้ำพลอยจับได้เหล่านี้มีขนาดเล็ก ไม่ได้ตามขนาดของตลาด ไม่สามารถนำไปขายออกสู่ตลาดได้ สัตว์น้ำเหล่านี้จะกลายเป็นความสูญเสียทั้งทางโครงสร้างของสัตว์น้ำ และความสูญเสียทางเศรษฐกิจ โดยจากการรายงานของ เพ็ญศักดิ์ เฟิงมาก (2548) กล่าวว่า อวนครอบปลากะตัก และอวนล้อมจับปลากะตักนั้น มีผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำเศรษฐกิจขนาดเล็ก ในลักษณะของการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

จากนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสัตว์น้ำเป้าหมาย (target species) และสัตว์น้ำพลอยจับได้ (bycatch) ที่จับได้จากเครื่องมือประมง พบว่า อวนลากเป็นเครื่องมือที่มีร้อยละผลจับสัตว์น้ำพลอยจับได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเครื่องมือประมงชนิดอื่น ซึ่งมีแนวโน้มของปริมาณร้อยละผลจับของสัตว์น้ำพลอยจับได้มากกว่าร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับผลจับสัตว์น้ำเป้าหมาย โดยพบอัตราร้อยละของสัตว์น้ำพลอยจับได้จากเครื่องมืออวนลาก ในปี พ.ศ. 2562 คิดเป็นร้อยละ 63.38 ปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 66.87 และ พ.ศ. 2564 ร้อยละ 66.00 ในขณะที่สัตว์น้ำเป้าหมายพบ ในปี พ.ศ. 2562 คิดเป็นร้อยละ 31.62 ปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 33.13 และ พ.ศ. 2564 ร้อยละ 34.00 ซึ่งสัตว์น้ำเป้าหมายของอวนลากคือ กลุ่มสัตว์น้ำหน้าดิน (demersal fish) แต่เนื่องจากอวนลากเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถปรับเปลี่ยนระดับความลึกของการทำประมงได้ เช่น การลากที่ระดับหน้าดิน หรือกลางน้ำ จึงเป็นเหตุที่เครื่องมืออวนลากพบชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำสูงกว่าเครื่องมืออื่น (อิสระ ชาญราชกิจ, 2561) ซึ่งความแตกต่างกันของประมงพื้นบ้านกับประมงพาณิชย์คือจุดประสงค์ในการทำประมง ซึ่งโดยปกติเป้าหมายของการประมงพาณิชย์คือการจับปลาเพื่อผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ประมงพื้นบ้านเป็นการทำประมงเพื่อยังชีพ สัตว์น้ำที่จับได้ส่วนใหญ่บริโภคกันภายในครัวเรือน หรือจำหน่ายกันภายในตลาดท้องถิ่น สัตว์น้ำที่จับได้มีความเสี่ยงต่อระบบนิเวศและประชากรสัตว์น้ำน้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามยังมีการทำประมงพื้นบ้านหลายอย่างที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงอย่างมากต่อระบบนิเวศและสัตว์ทะเลหลายชนิดได้เช่นกัน

องค์ประกอบชนิดของสัตว์น้ำไม่ได้ขึ้นอยู่กับการทำประมงเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับสภาพพื้นที่การทำประมง รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดสัตว์น้ำกับเครื่องมือประมง ซึ่ง ร่วมฤดี พานจันทร์ (2556) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเลือกจับสัตว์น้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยทางชีวภาพ (biotic factor) ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชนิด รูปร่าง ขนาด และความขรุขระ ปัจจัยที่ 2 คือ ปัจจัยทางการประมง (operation factor) ได้แก่ ขนาดตาอวน วัสดุตาอวน ระยะเวลาการทำประมง และช่วงเวลาการทำประมง ขนาดของตาอวนที่มีช่องตาขนาดเล็กพบว่า มีความสามารถในการจับสัตว์น้ำได้หลายชนิด และมีปริมาณผลจับในแง่ของจำนวนตัวสูงกว่าตาอวนขนาดใหญ่ ในขณะที่ตาอวนขนาดใหญ่สัตว์น้ำที่จับได้จะมีขนาดใหญ่ และอาจมีปริมาณผลจับในแง่ของน้ำหนักสูง ซึ่งขนาดตาอวนจะแปรผันไปตามขนาดเฉลี่ยของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่จะไม่สามารถว่ายหลุดรอดออกไปได้ ในขณะที่ปลาขนาดเล็กสามารถหลุดรอดออกไปได้ง่ายกว่า



*Catches of bycatch from by sample comprising 10 kg each species total of catches from fishing gears.

Figure 3 The percentage of catches landing in the Andaman Sea (Krabi, Phang Nga and Phuket provinces).

(a.) Percentage of catches by trawl

(b.) Percentage of catches by purse seines

(c.) Percentage of catches by anchovy falling net

ความยาวแรกเริ่มเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์

ขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของสัตว์น้ำแสดงไว้ใน Table 1 และ Table 2 ผลการศึกษาพบว่า ประเภทของเครื่องมือประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์ อวนลากเป็นเครื่องมือที่พบแนวโน้มของร้อยละการจับปลาที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ทั้งสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือประมงชนิดอื่น โดยผลจากการศึกษาพบว่า ขนาดความยาวสัตว์น้ำเป้าหมายจากเครื่องมืออวนลากพบผลร้อยละของชนิดที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ คือ ในปี พ.ศ. 2562 พบร้อยละ 63.64 ปี พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 60.61 และปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 72.73 โดยสัตว์น้ำที่ถูกจับได้มีขนาดความยาว ตั้งแต่ 7-71.2 เซนติเมตร ในส่วนสัตว์น้ำพลอยจับได้ ปี พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 50 ในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 51.72 และขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่ถูกจับได้คือ ตั้งแต่ช่วงความยาว 5-73 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของตาอวนกันถุงจากการสำรวจคือ 3-4 เซนติเมตร การศึกษาของ Boopendranath et al. (2012) ที่ใช้อวนลากขนาดตาอวนกันถุง 100 มิลลิเมตร โดยนั้นเป็นปลาทะเลน้ำตื้นซึ่งเป็นปลาที่มีมูลค่าสูงของประเทศอินเดีย พบว่าปลาทะเลน้ำตื้นที่จับได้มีขนาดที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ทั้งหมด แต่รูปร่างและขนาดของสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันจึงได้มีการแนะนำว่าควรใช้ขนาดตาอวนกันถุงที่ 150 มิลลิเมตร เพื่อลดผลของการจับสัตว์น้ำชนิดอื่น เนื่องจากอวนลากเป็นเครื่องมือที่ไม่ได้จับเพียงปลาทะเลน้ำตื้นเท่านั้น

รองลงมาได้แก่เครื่องมืออวนล้อม ผลการศึกษาขนาดความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของสัตว์น้ำเป้าหมาย พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 พบร้อยละ 54.84 ในปี พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 48.39 และในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 38.71 ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เช่นเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2562 พบร้อยละ 33.33 ในปี พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 27.74 และในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 46.15 เป็นร้อยละของสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่ถูกจับได้โดยเครื่องมืออวนล้อม โดยมีช่วงความยาวของสัตว์น้ำระหว่าง 5-128 เซนติเมตร สำหรับสัตว์น้ำเป้าหมาย และ 6-36 เซนติเมตร สำหรับสัตว์น้ำพลอยจับได้ ซึ่งขนาดตาอวนของอวนล้อมในการศึกษาคือ 3 เซนติเมตร

อวนลอย และอวนจม เป็นเครื่องมือที่มีร้อยละผลจับสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์รองลงมาจากเครื่องมืออวนล้อม โดยจากผลการศึกษาของสัตว์น้ำเป้าหมายในเครื่องมืออวนลอย พบว่าในปี พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 มีร้อยละ 50.00 ในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 30 เป็นสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้ พบร้อยละ 37.05 ในปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 15.38 ในปี พ.ศ. 2563 และร้อยละ 30.00 ในปี พ.ศ. 2564 โดยมีช่วงความยาวของสัตว์น้ำระหว่าง 5-50 เซนติเมตร สำหรับสัตว์น้ำเป้าหมาย และ 13-63 เซนติเมตร สำหรับสัตว์น้ำพลอยจับได้ ซึ่งขนาดตาอวนของอวนล้อมในการศึกษาคือ 3 เซนติเมตร เครื่องมืออวนจม พบสัตว์น้ำเป้าหมายที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ร้อยละ 33.33 ในปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 25.00 ในปี พ.ศ. 2563 และร้อยละ 33.33 ในปี พ.ศ. 2564 โดยที่ช่วงความยาวของปลาที่จับได้ระหว่าง 10-55.6 เซนติเมตร ในส่วนของสัตว์น้ำพลอยจับได้พบร้อยละ 55.56 ในปี พ.ศ. 2562 ร้อยละ 14.29 ในปี พ.ศ. 2563 และร้อยละ 44.44 ในปี พ.ศ. 2564 ขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่ถูกจับได้คือ ตั้งแต่ช่วงความยาว 7-59 เซนติเมตร ขนาดตาอวนของเครื่องมืออวนลอย และอวนจมคือ 12-14 เซนติเมตร อนุกรม บุตระสันต์ และคณะ (2550) รายงานว่า ควรมีการจัดการขนาดตาอวนเพื่อป้องกันการจับปลาน้ำขนาดเล็กที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ โดยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนอวนลอยสามชั้นเพื่อลดการจับสัตว์น้ำที่ไม่ใช่เป้าหมาย โดยกล่าวว่าแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องมือคือการเพิ่มระยะพื้นที่ของอวนให้สูงจากพื้นท้องทะเลมากขึ้น อีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือการเพิ่มขนาดตาอวนของผืนอวนชั้นใน และลดขนาดตาอวนของผืนอวนชั้นนอกเพื่อลดการติดของสัตว์น้ำที่ไม่ใช่สัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำขนาดเล็ก

อวนครอบปลากะตัก เป็นเครื่องมือที่พบการจับสัตว์น้ำเป้าหมายอยู่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์ทั้งหมด ซึ่งมีขนาดความยาวอยู่ในระหว่าง 5-12 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาขนาดของสัตว์น้ำพลอยจับได้ปรากฏว่าอวนครอบปลากะตักเป็นเครื่องมือที่พบแนวโน้มปริมาณร้อยละของสัตว์น้ำพลอยจับได้ที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์สูง โดยในปี พ.ศ. 2562 พบร้อยละ 66.76 ในปี พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 44.44 และในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 55.56 และมีช่วงความยาวของสัตว์น้ำพลอยจับได้ ระหว่าง 5-23 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดตาอวนของอวนครอบปลากะตักในการศึกษาคือ 0.6 เซนติเมตร ทำให้สัตว์น้ำที่จับได้มีขนาดเล็ก จากการศึกษาของ กำพล ลอยขึ้น และคณะ (2551) จากการทำประมงด้วยเครื่องประกอบแสงไฟ ได้แก่ อวนครอบปลากะตัก และอวนล้อมจับ พบว่าสัตว์น้ำเป้าหมายจากเครื่องมืออวนครอบ ได้แก่ กลุ่มปลากะตัก จำนวน 3 ชนิด คือ ชนิด *Encrasicholina punctifer* ชนิด *Encrasicholina heteroloba* และชนิด *Encrasicholina devisi* พบว่ามีขนาดเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ตั้งแต่ 6.74 เซนติเมตร การล่อด้วยหลอดไฟจากเครื่องกำเนิดไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะในลูกสัตว์น้ำ จากการศึกษาของ วลีรัตน์ มุสิกสังข์ และสมเกียรติ อินทร์ชู (2544) ได้ทำการศึกษาความเข้มแสงจากเรืออวนครอบปลากะตัก ซึ่งมีการใช้เครื่องกำเนิดไฟ พบว่า การกระตุ้นไฟหรือการปิดหลอดไฟทุกดวงแล้วทำการเปิดสลับกันช่วยลดการจับลูกสัตว์น้ำได้ในระดับหนึ่ง โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการลดลงของการจับปลากะตัก แต่ไม่สามารถช่วยลดในเรื่องของสัตว์น้ำพลอยจับได้

ในส่วนของลอบปลาน้ำ เป็นเครื่องมือที่มีการจับสัตว์น้ำพลอยจับได้อยู่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์ทั้งหมด และมีช่วงของสัตว์น้ำระหว่าง 15-40 เซนติเมตร ในขณะที่สัตว์น้ำเป้าหมายพบร้อยละของผลจับของสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือชนิดอื่นมีแนวโน้มของร้อยละการจับต่ำที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2562 พบร้อยละ 35.29 ในปี พ.ศ. 2563 พบร้อยละ 11.76 และในปี พ.ศ. 2564 พบร้อยละ 5.88 ขนาดความยาวของสัตว์น้ำที่ถูกจับได้คือ ตั้งแต่ช่วงความยาว 14.3-73 เซนติเมตร โดยขนาดตาอวนของเครื่องมือคือ 10-12 เซนติเมตร ซึ่งถือว่าเป็นขนาดตาอวนที่ใหญ่ที่สุดในการศึกษา ทำให้สัตว์น้ำขนาดเล็กสามารถหลุดรอดออกไปได้

Table 1 Maturity percentage of target species by fishing gears in Andaman Sea (Krabi, Phang Nga and Phuket provinces).

Fishing gears	2019					2020					2021				
	Length (F)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m	Length (cm)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m	Length (cm)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m
Surface gillnet	7-50	19.37	±7.99	50.00	50.00	5-43	18.03	±6.48	50.00	50.00	6.8-45	19.37	±7.26	33.33	66.67
Bottom gillnet	10-55.60	23.85	±9.95	33.33	66.67	13-55.50	24.10	±8.45	25.00	75.00	13-55	23.14	±9.26	33.33	66.67
Fish trap	14.30-73	39.31	±9.90	35.29	64.71	20-69.70	46.54	±10.45	11.76	88.24	20-77	23.95	±11.55	5.88	94.12
Handline	14-115	44.11	±24.58	26.67	73.33	14-130	15.27	±25.39	33.33	66.67	14-125.80	46.44	±24.42	20.00	80.00
Trawl	7-70	26.09	±11.95	63.64	36.36	9-65	26.32	±11.87	60.61	39.39	7-71.20	26.37	±12.20	72.73	27.27
Purse seines	5-62	25.62	±13.00	54.84	45.16	5-78	26.74	±13.59	48.39	51.61	5-128	28.23	±17.14	38.71	61.29
Anchovy falling net	5-12	7.89	±1.83	0.00	100.00	5-12	8.06	±1.67	0.00	100.00	5-11	8.22	±1.42	0.00	100.00

* Lim = length immaturity.

Lm = length maturity.

SD = standard deviation.

Table 2 Maturity percentage of bycatch by fishing gears in Andaman Sea (Krabi, Phang Nga and Phuket provinces).

Fishing gears	2019					2020					2021				
	Length (cm)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m	Length (cm)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m	Length (cm)	Average (cm)	SD	%L _{im}	%L _m
Surface gillnet	13-45	19.68	±7.56	37.05	62.95	13-63	22.32	±7.75	15.38	84.62	13-35	21.08	±4.74	30.00	70.00
Bottom gillnet	8-43	17.47	±8.33	55.56	44.44	7-40	19.56	±6.79	14.29	55.56	10-59	19.59	±5.77	44.44	55.56
Fish trap	15-45	25.46	±8.73	0.00	100.00	15-35	22.20	±4.89	0.00	100.00	15-40	21.74	±4.53	0.00	100.00
Trawl	5-73	24.14	±17.51	50	50	5-70	20.21	±13.94	50.00	50.00	8-55	19.66	±12.92	51.72	48.28
Purse seines	8-25	25.35	±4.94	33.33	66.67	6-33.20	16.48	±5.50	21.74	78.26	8-36	17.38	±6.09	46.15	53.85
Anchovy falling net	6-13	9.32	±1.75	66.67	33.33	5-18	10.63	±2.84	44.44	55.56	5-23	11.88	±4.36	55.56	44.44

* Lim = length immaturity.

Lm = length maturity.

SD = standard deviation.

จากงานวิจัยของ เกศแก้ว เทศอาเส็น และคณะ (2555) ได้มีการศึกษาความสูญเสียทางเศรษฐกิจของทรัพยากรสัตว์น้ำจากการทำประมงอวนล้อมโดยใช้ขนาดตาอวน 1.5 เซนติเมตร ในบริเวณน่านน้ำไทย-มาเลเซีย พบว่า มีปลาหลายชนิดถูกจับมาใช้ประโยชน์โดยมีขนาดไม่เหมาะสม โดยเฉพาะปลาในกลุ่มที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ปลาทุ (R. brachysoma) ปลาหลังเขียว (S. gibbose และ S. fimbriata) ปลาสีกุนบัง (A. mate) ปลาหางแข็ง (M. cordyla) ปลาทุแขกครีบยาว (D. maruadsii) ปลาข้างเหลือง (S. leptolepis) ปลาลัง (R. kanagurta) และปลาแพะ (Mullidae) ให้ได้น้ำหนักและมูลค่าของสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น โดยได้มีการคำนวณมูลค่าปลาจากปลาเศรษฐกิจแล้วพบว่ามีความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ถึง 35,319 บาทต่อวัน ทั้งสัตว์น้ำพลอยจับได้และสัตว์น้ำขนาดเล็กที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลาย โครงสร้างชุมชนสัตว์น้ำ โครงสร้างชุมชนผิวน้ำ และผลผลิตของชุมชนสัตว์น้ำขนาดเล็ก สัตว์น้ำพลอยจับได้เป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญในการจัดการประมง เนื่องจากปัญหาเหล่านี้เป็นผลกระทบต่อระบบนิเวศ ระบบนิเวศของการทำประมงและโครงสร้างของการจัดการและสังคมของชุมชนสิ่งมีชีวิต (Keledjian et al., 2014) จากการศึกษาของ ณิชกานต์ ศรีทอง และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์ (2563) เกี่ยวกับการประเมินลำดับชั้นอาหารของสัตว์น้ำในชายฝั่งทะเลอันดามัน ประเทศไทย พบว่าในสายใยอาหารนั้นมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน มีการทดแทนกันของสัตว์น้ำในลำดับชั้นอาหารเดียวกัน ซึ่งสิ่งนี้แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของสัตว์น้ำในระบบนิเวศเขตร้อน โดยจากการศึกษาพบจำนวนสัตว์น้ำ 43 ชนิด ประกอบด้วยลำดับชั้นอาหาร 3 ลำดับด้วยกัน โดยมีปลากะโทงร่ม (I. platypterus) เป็นกลุ่มผู้ล่าลำดับสูงสุด แต่ลำดับชั้นการกินเฉลี่ยของสัตว์น้ำทุกชนิดที่ได้จากการทำประมงในช่วงเวลาที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ (2.523) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มสัตว์น้ำที่ลำดับชั้นอาหารต่ำนั้นมีบทบาทที่สำคัญในการถ่ายทอดพลังงาน โดยกลุ่มสัตว์น้ำที่ลำดับชั้นอาหารต่ำ คือ ปลากะบอก (Liza sp.) ปลาทุ (R. brachysoma) ปลากล้วย (P. chrysozona) และสลิคทะเล (S. javus) หากว่าสัตว์น้ำในกลุ่มเหล่านี้ถูกนำไปใช้ประโยชน์จากการทำประมงที่มากเกินไปมีผลทำให้สัตว์น้ำในลำดับชั้นอาหารที่สูงกว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของสัตว์น้ำ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาสัดส่วนของสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้จากเครื่องมือประมงที่แตกต่างกันในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ระหว่างเดือนมกราคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2564 จากผลการศึกษาเครื่องมือประมง จำนวน 7 เครื่องมือ โดยประกอบด้วยเครื่องมือประมงพื้นบ้าน 4 เครื่องมือ ได้แก่ อวนลอย อวนจม ลอบปลา และเบ็ด ประมงพาณิชย์ประกอบด้วยเครื่องมือประมง 3 เครื่องมือ ได้แก่ อวนลาก อวนล้อม และอวนครอบปลากะตัก โดยมีเครื่องมืออวนลากเป็นเครื่องมือที่พบชนิดของสัตว์น้ำมากที่สุด รองลงมาคือ อวนล้อม อวนครอบปลากะตัก อวนลอย ลอบปลา อวนจม และเบ็ด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้ พบว่า เครื่องมืออวนลากเป็นเครื่องมือที่พบชนิดของสัตว์น้ำเป้าหมาย และสัตว์น้ำพลอยจับได้สูงที่สุด และเป็นสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ในขณะที่เครื่องมืออวนล้อม อวนลอย อวนจม และเบ็ด มีอัตราร้อยละของสัตว์น้ำที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ต่ำ โดยเฉพาะเครื่องมือลอบปลา ในส่วนเครื่องมืออวนครอบปลากะตักนั้นพบสัตว์น้ำเป้าหมายที่อยู่ในช่วงเจริญพันธุ์ทั้งหมด แต่ในทางกลับกันสัตว์น้ำพลอยจับได้มีขนาดที่ยังไม่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์สูงกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำในแง่ของชนิดและขนาดมากที่สุดคือ เครื่องมืออวนลากและอวนครอบปลากะตัก ซึ่งขนาดที่เหมาะสมในการจับสัตว์น้ำและการจับสัตว์น้ำขนาดเล็ก ทั้งสัตว์น้ำเป้าหมายและสัตว์น้ำพลอยจับได้ หรือแม้กระทั่งจำนวนของสัตว์น้ำพลอยจับได้มากกว่าผลจับของสัตว์น้ำเป้าหมายเท่านั้น ซึ่งเป็นปัญหาที่ควบคุมได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่ไม่เพียงแต่เครื่องมือประมง แต่ยังรวมถึงประเภทของระบบนิเวศแต่ละเขตของแต่ละประเทศ ซึ่งประเทศไทยเป็นระบบนิเวศเขตร้อนจึงทำให้มีความหลากหลายของสัตว์น้ำสูง แต่อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตควรมีการวางแผนการจัดการด้านเครื่องมือประมงให้เหมาะสม เช่น การจำกัดขนาดตาอวน การดัดแปลงเครื่องมือประมงให้เหมาะสมกับสัตว์น้ำมากขึ้น หรือเหมาะสมกับแหล่งที่อยู่อาศัย การหาแนวทางในการควบคุมการทำประมง เพื่อลดผลกระทบด้านความเสี่ยงของทรัพยากรและเพื่อความยั่งยืนของทรัพยากรในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand, NRCT) ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัย ภายใต้โครงการ “การวิจัยและพัฒนาประมงอย่างยั่งยืนเพื่อการวางแผนโครงการปรับปรุงการประมงสำหรับชุมชนชายฝั่งอันดามัน” (หมายเลขสัญญา: A118-01162-026-010) และขอขอบพระคุณพี่น้องชาวประมงพื้นบ้านทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสัตว์น้ำจากเรือประมงพื้นบ้าน ขอขอบคุณศูนย์แจ้งเรือเข้าออก ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสัตว์น้ำจากเรือประมงพาณิชย์ เพื่อการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกษตรกรรม เทคโนโลยี, อำนวย คงพรหม, สนธยา บุญสุข และรุ่งนภา หนูกล้า. 2555. ความสูญเสียทางเศรษฐกิจของทรัพยากรสัตว์น้ำจากการทำประมงอวนล้อมจับ ขนาดตาอวน 1.5 เซนติเมตร ในเขตน่านน้ำประชิดไทย-มาเลเซีย. ภูเก็ต: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน.
- สุทธิ หะยีสาแม, ศราวุธ เจ๊ะโละ และพันธ์ ยี่สั้น. 2560. ความหลากหลายของปลาทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. <https://fliphtml5.com/fluqy/basic/201-250> (19 พฤศจิกายน 2560).
- ณิชนันท์ ศรีทอง และอนัญญา เจริญพรนิพัทธ์. 2563. การประเมินลำดับขั้นอาหารของสัตว์น้ำด้วยแบบจำลองอีโคแพธจากการทำประมงชายฝั่งทะเลอันดามัน ประเทศไทย เพื่อการจัดการประมงอย่างเหมาะสม. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 38(2): 164-174.
- เพิ่มศักดิ์ เพ็งงาม. 2548. การประมงปลากะตักในจังหวัดสตูล ปี 2541-2543. ภูเก็ต: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน.
- ร่วมฤดี พานจันทร์. 2556. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการจับ และการเลือกจับของอวนติดตา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 15(1): 34-44.
- วลีรัตน์ มุสิกะสังข์ และสมเกียรติ อินทร์. 2544. การกระจายของความเข้มแสงจากเรืออวนครอบปลากะตักปั่นไฟ. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39*. น. 266-273. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานฝ่ายฝึกอบรม. 2551. คู่มือการเก็บข้อมูลของตัวชี้วัดทางการประมงในประเทศไทย. สมุทรปราการ: ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.
- อนุภรณ์ บุตรสันต์, ชัยชาญ มหาสวัสดิ์, สังศรี มหาสวัสดิ์, สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ และอศิวัฒน์ ปรีชา. 2550. ความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนอวนลอยสามชั้นกึ่งเพื่อลดการจับสัตว์น้ำที่ไม่ใช่เป้าหมาย. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45*. น. 498-506. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง, กรุงเทพฯ.
- อิสระ ชาญราชกิจ. 2561. เครื่องมือประมงสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัย. สมุทรปราการ: ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.
- Boopendranath, M. R., Pravin, P., Remesan, M. P., Thomas, S. N., and Edwin, L. 2012. Trawl codend selectivity in respect of silver pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen, 1788). *Society of Fisheries Technologists (India)* 49: 1-4.
- Chen, J., Del Genio, A. D., Carlson, B. E., and Bosilovich, M. G. 2008. The spatiotemporal structure of twentieth-century climate variations in observations and reanalysis. *Journal of Climate* 21(11): 2611-2633.
- Department of Fisheries (DOF). 2018. *Fisheries statistics of Thailand 2018*. ed. 5. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Department of Fisheries (DOF). 2019. *Fisheries statistics of Thailand 2019*. ed. 5. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1974. *Eastern Indian Ocean fishing area 57 and Western Central Pacific fishing area 71: Species identification sheets for fishery purposes*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. *The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA) In brief. Sustainability in action*. Rome: FAO.
- Froese, R., and Binohlan, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology* 56: 758-773.
- Funge-Smith, S., and Kennelly, S. J. 2014. Managing tropical fisheries - using trawl fisheries to look at issues and solutions. *Journal of the Marine Biological Association of India* 56(1): 8-12.
- Keledjian, A., Brogan, G., Lowell, B., Warrenchuk, J., Enticknap, B., Shester, G., and Cano-Stocco, D. 2014. *Wasted catch: unsolved problems in US fisheries*. Washington, DC: Oceana.
- Kimura, S., Satapoomin, U., and Matsuura, K. 2009. *Fishes of Andaman Sea: west coast of southern Thailand*. Tokyo: National Museum of Nature and Science.
- Rouxel, Y., and Montevecchi, W. 2018. Gear sustainability assessment of the Newfoundland inshore northern cod fishery. *Ocean and Coastal Management* 163: 285-295.
- Samphan, P. 2016. Abundance and species composition of demersal fish, with descriptions of dominance species in Moo-Kho Bulon, Satun province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology* 12(1): 63-73.
- Srithong, N., Jensen, K. R., and Jarernpornnipat, A. 2021. Application of the ecopath model for evaluation of ecological structure and function for fisheries management: a case study from fisheries in coastal Andaman Sea, Thailand. *Regional Studies in Marine Science* 47: 1-10.

วันรับบทความ (Received date) : 20 ส.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 8 พ.ย. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 1 ธ.ค. 64

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่:

กรณีศึกษาแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน ตำบลเพิ่มพูนทรัพย์ อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Farmers' Opinion towards the Promotion of Collaborative Farming: A Case Study of Rambutan

Collaborative Farm in Phoem Phun Sap Sub-district, Ban Na San District, Surat Thani Province

โสภิตา สุพรรณดิษฐ์¹ คณิรัตน์ คำมณี¹ จิรัญนาฏ ถังเงิน¹ และพนัธจิตต์ สีเหนียง¹
Sopita Supandit¹, Kanungrat Kummanee¹, Jirattinart Thungngern¹ and Panchit Seeniang¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน 2) การผลิตและการตลาดเงาะของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน 3) ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน และ 4) ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการทำเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน ใช้แบบสัมภาษณ์ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 36 คน ที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม้ผลเพิ่มพูนทรัพย์ โดยวิธีการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 55.22 ปี จำนวนพื้นที่ที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่เจาะโรงเรียนเฉลี่ย 8.53 ไร่ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เจาะโรงเรียนส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาการผลิตและการตลาดเงาะของเกษตรกรในทุกประเด็น คือ การปรับปรุงบำรุงดิน การให้น้ำและการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งผล การรับรองมาตรฐาน และราคาการจำหน่าย สำหรับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน พบว่า เกษตรกรมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ประเด็นหลัก คือ ด้านการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ (ค่าเฉลี่ย 3.91) รองลงมา คือ ด้านวิธีการส่งเสริมการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.89) และด้านวัตถุประสงค์ของระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ (ค่าเฉลี่ย 3.78) ตามลำดับ ส่วนปัญหาที่เกษตรกรพบมากที่สุดจากการทำเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน คือ ปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช

คำสำคัญ: ความคิดเห็นของเกษตรกร การส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ แปลงใหญ่เจาะโรงเรียน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Abstract

The objectives of this study were to determine 1) basic background of farmers who participated in rambutan collaborative farming, 2) rambutan production and marketing of farmers who participated in rambutan collaborative farms, 3) farmers' opinions about the extension of rambutan collaborative farming and 4) recommendations for the development of collaborative farming of rambutan. Scripted interviews were used to collect data from a sample of 36 farmers who are members of Phoem Phun Sap community enterprise group by purposive sampling technique. Descriptive statistics such as frequency, percentage mean and standard deviation were used to analyze the data. The study found that the average age of farmers was around 55 years old. The average land size of farmers who participated in rambutan collaborative farm was around 8 rai. Most of farmers have been educated in all aspects of production and marketing, including soil improvement, watering and maintenance, harvesting and trimming, certification, and selling price. It was found that the farmers had a high level of agreement on all 3 issues, namely the implementation of large-scale agricultural collaborative farming (mean 3.91), followed by methods, extension of collaborative agriculture (mean 3.89) and development of the large-field collaborative agricultural system (mean 3.78), respectively. Farmers most frequently-encountered problem from large-scale rambutan farming is pest infestation.

Keywords: farmers' opinion, collaborative farming extension, rambutan collaborative farm, Surat Thani province

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

¹ Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author, Email: agrkrk@ku.ac.th

คำนำ

ภาคการเกษตร (ซึ่งรวมถึงปศุสัตว์ การประมง และเพาะปลูก) เป็นเสมือนกระดูกสันหลังของชาติ ที่ต้องสร้างให้เข้มแข็ง และจะเป็นหลักในการผลักดันการฟื้นฟูและเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทยแบบยั่งยืนและไม่กระจุกตัว (เฉพาะที่ศูนย์กลาง) และภาคเกษตรเข้มแข็งจะสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจชนบทและลดความเหลื่อมล้ำในสังคม ซึ่งมองว่าเป็นปัญหาโครงการสังคมไทย ในปัจจุบัน ภาคการเกษตรของไทยแม้มีสัดส่วนมูลค่าเพียงร้อยละ 8.4 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) (ที่เหลือเป็นภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ) และมีแนวโน้มลดลง แต่การทำเกษตรกรรมเป็นบ่อเลี้ยงชีวิตของเกษตรกรกว่า 16.7 ล้านคน หรือประมาณ 25.9% ของประชากรทั้งประเทศ (อาจารย์ ถาวรมาศ, 2559)

แม้ว่าภาคการเกษตรของไทยมีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรและอาหารให้กับประเทศและส่งออกไปยังทั่วโลกมาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งเป็นแหล่งจ้างงานและรองรับผลกระทบจากปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมาโดยตลอด ทำให้คนไทยยังคงมีความมั่นคงด้านอาหารและมีรายได้เข้าสู่ประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม ภาคการเกษตรของไทยยังคงประสบกับปัญหามากมาย เช่น ราคาผลผลิตที่ขาดเสถียรภาพ การใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และปัญหาหนี้สินครัวเรือนเกษตรกรที่ยังอยู่ระดับสูง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560)

จากสภาพปัญหาเหล่านี้ แนวคิด “เกษตรแปลงใหญ่” จึงเกิดขึ้นโดยมีเป้าหมายนำเกษตรรายย่อยมารวมกันให้เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยยังคงสิทธิในพื้นที่ของตนเอง มีการบริหารจัดการผลิต การตลาด ตลอดจนการนำวิธีการและเทคโนโลยี เพื่อช่วยลดต้นทุน มาใช้ในพื้นที่ร่วมกัน ในปัจจุบันระบบส่งเสริมเกษตรแปลงใหญ่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรอย่างมากโดยเฉพาะการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิต (หนังสือพิมพ์อพท.นิวส์, 2563) แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดยะลา (2559) ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและพยากรณ์ทางการเกษตร (2560) และ กมลรัตน์ ธีระพงษ์ (2560) พบว่า ผลการดำเนินการนโยบายเกษตรแปลงใหญ่ยังพบปัญหาหรืออุปสรรคหลายประการ ได้แก่ ปัญหาในการเข้าร่วมโครงการ เช่น ปัญหาการขาดความเข้าใจในโครงการ เงื่อนไข ขั้นตอนการเข้าร่วม ปัญหาการขาดความเหมาะสมของพื้นที่ พืช หรือสัตว์ ปัญหาผลประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหาในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ เช่น ปัญหาการขาดประสิทธิภาพในการส่งเสริมทางการตลาด ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศ ปัญหาการดำเนินงานซ้ำซ้อนระหว่างหน่วยงาน และปัญหาจากตัวเกษตรกรเอง เช่น ปัญหาเกษตรกรสูงอายุ ปัญหาการมีภาระหนี้สิน เป็นต้น

จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 8,174,758.61 ไร่ พื้นที่ถือครองทางการเกษตร 2,791,972 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34.15 ของพื้นที่จังหวัด และมีจำนวนครัวเรือนเกษตรกร 128,539 ครัวเรือน ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรม ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP) ภาคเกษตรมีมูลค่าเพิ่มประมาณ 56,454 ล้านบาท และมีสัดส่วนในโครงสร้าง GPP ร้อยละ 29.6 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลผลิตด้านพืช ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล (เงาะ ทุเรียน ลองกอง มังคุด) ด้านประมง ได้แก่ การประมงชายฝั่ง และเพาะเลี้ยงชายฝั่ง เช่น การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และหอยชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะหอยนางรม ด้านปศุสัตว์ ได้แก่ สุกร โคเนื้อ และสัตว์ปีก เป็นต้น สำหรับไม้ผลที่เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของจังหวัด คือ เงาะ โดยเงาะโรงเรียน หรือเงาะพันธุ์โรงเรียน เป็นเงาะพันธุ์ดีที่สุดในประเทศไทยและเป็นเงาะพันธุ์ดีที่สุดในโลกเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านคุณภาพ ซึ่งเป็นเงาะโรงเรียนพันธุ์แท้ที่มีเฉพาะที่สุราษฎร์ธานี (สำนักงานสถิติจังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2561; สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2562)

จากข้อมูลของเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระบุว่า คณะอนุกรรมการพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีมติเห็นชอบคัดเลือกพื้นที่ 5 แปลง เข้าสู่ระบบการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ ประกอบด้วย พื้นที่ตำบลเพิ่มพูนทรัพย์ อำเภอบ้านนาสาร สินค้าเงาะโรงเรียน ขนาดพื้นที่ 3,346 ไร่ พื้นที่นิคมสหกรณ์ท่าฉาง อำเภอท่าฉาง สินค้าปาล์มน้ำมัน ขนาดพื้นที่ 26,000 ไร่ พื้นที่นิคมสหกรณ์พนม อำเภอพนม สินค้าปาล์มน้ำมัน ขนาดพื้นที่ 20,000 ไร่ พื้นที่นิคมสหกรณ์กาญจนดิษฐ์ อำเภอกาญจนดิษฐ์ สินค้าปาล์มน้ำมัน ขนาดพื้นที่ 11,000 ไร่ และเขตปฏิรูปที่ดินตำบลต้นยวน อำเภอพนม สินค้าสมุนไพร ผักปลอดจากสารพิษและข้าวไร่ ขนาดพื้นที่ 1,250 ไร่ (สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทยเพื่อการศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2558) สำหรับการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในพื้นที่ตำบลเพิ่มพูนทรัพย์ สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเกษตรรูปแบบแปลงใหญ่ เงาะโรงเรียนบ้านนาสาร ขึ้นมาตั้งแต่ ปี 2558 โดยดำเนินการในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม้ผลเพิ่มพูนทรัพย์ มีสมาชิก 118 คน เนื้อที่ 1,163 ไร่ เพื่อบริหารจัดการในเรื่องของผลผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพที่ดี สามารถต่อรองด้านราคากับพ่อค้าได้ (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2561)

ทั้งนี้การศึกษาถึงความคิดเห็นของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ จะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางการวางแผนส่งเสริมศักยภาพให้กับเกษตรกรได้ผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ ก่อให้เกิดความร่วมมือกันในการทำงานอย่างบูรณาการระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนความรู้และเทคโนโลยีให้กับเกษตรกร และกลุ่มเกษตรกรทั้งในด้านการผลิตและการตลาด นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ให้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกเงาะที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม้ผลเพิ่มพูนทรัพย์และเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียนต้นแบบ ในเขตพื้นที่ หมู่ที่ 4 ต. เพิ่มพูนทรัพย์ อ. บ้านนาสาร จ. สุราษฎร์ธานี ทั้งหมด 118 คน จึงทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนร้อยละ 30 ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ เนื่องจากเป็นจำนวนที่จัดว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลที่ศึกษาปกติและยอมรับได้ทางสถิติ (เอมอร อังสุรัตน์, 2556) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 ราย และใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling technique) โดยเลือกเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่มาร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการในช่วงที่ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ในช่วงเดือน เมษายน ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญและทดสอบเครื่องมือก่อนปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ ร่วมกับการสังเกตการณ์ภาคสนามและสัมภาษณ์เกษตรกรเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้ได้รายละเอียดที่เกี่ยวข้องในการวิจัย สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน หมู่ที่ 4 ต. เพิ่มพูนทรัพย์ อ. บ้านนาสาร จ. สุราษฎร์ธานี เป็นแบบประเมินค่า (rating scale) ของ Likert แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยมากที่สุด มีคะแนนเท่ากับ 5 เห็นด้วยมาก มีคะแนนเท่ากับ 4 เห็นด้วยปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 3 เห็นด้วยน้อย มีคะแนนเท่ากับ 2 และเห็นด้วยน้อยที่สุด มีคะแนนเท่ากับ 1 และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายระดับความคิดเห็นของเกษตรกร ใช้เกณฑ์ดังนี้ คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย และคะแนน 1.00-1.50 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน

เกษตรกรเป็นเพศชาย และเพศหญิง ร้อยละ 50.00 เท่ากัน มีอายุเฉลี่ย 55.22 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.47 คน ในส่วนของแรงงานจ้าง พบว่า เกษตรกรที่ถูกสัมภาษณ์เกือบครึ่งหนึ่งไม่มีการจ้างแรงงาน ร้อยละ 41.67 ส่วนที่เหลือร้อยละ 57.22 มีการจ้างแรงงานเฉลี่ย 2.14 คน จากการสังเกตการณ์ภาคสนามและสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เกษตรกรที่มีการจ้างแรงงานส่วนใหญ่จ้างแรงงานที่เป็นคนนอกพื้นที่ เนื่องจากในพื้นที่มีปัญหาการขาดแคลนแรงงาน โดยรูปแบบการจ้างที่พบเป็นแบบรายวัน ให้อัตราค่าจ้างเฉลี่ยวันละ 300 บาท และจ้างแบบรายเดือน อัตราค่าจ้างเฉลี่ยเดือนละ 6,500-7,000 บาท ตามกิจกรรมที่จ้าง นอกจากนี้ บางส่วนยังมีการจ้างในรูปแบบเหมารวมกิจกรรมในการดูแลจัดการทุกอย่างภายในสวนทั้งฤดูการผลิตตลอดจนถึงการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่าย ให้อัตราค่าจ้างเฉลี่ยไร่ละ 1,000 บาท หรือแบบจ้างเหมาเป็นรายฤดูกาลผลิต (ช่วงเวลา 3-4 เดือน) ให้อัตราค่าจ้างเฉลี่ย 8,000-10,000 บาทต่อสวน สำหรับกิจกรรมที่มีการจ้าง ได้แก่ การใส่ปุ๋ย ตัดแต่งกิ่ง คัดเกรด เป็นต้น ในส่วนของการเก็บผลผลิตเกษตรกรบางรายจะไม่จ้างแรงงาน เนื่องจากในบางสวนจะมีพ่อค้าคนกลางทำการเหมาสวนและเก็บผลผลิตเอง ทำให้ประหยัดค่าต้นทุนแรงงานและประหยัดเวลาแก่เกษตรกรเจ้าของสวน

ลักษณะการถือครองที่ดิน พบว่า เป็นพื้นที่ของตนเองทั้งหมด มีจำนวนพื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ย 12.78 ไร่ โดยเป็นจำนวนพื้นที่ที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่เงาะโรงเรียนเฉลี่ย 8.53 ไร่ ระยะเวลาในการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่เงาะโรงเรียนเฉลี่ย 3.81 ปี จากการสัมภาษณ์เกษตรกรเพิ่มเติม พบว่า โครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียนเริ่มต้นในช่วงปี พ.ศ. 2558 แต่ในปัจจุบันมีเกษตรกรบางรายที่เพิ่งเข้าร่วมโครงการ เนื่องจากช่วงแรกไม่ได้ให้ความสนใจเท่าที่ควรเพราะไม่มีเวลาในการไปเข้าร่วมรับฟังข้อมูล หรือเกษตรกรบางรายที่เคยเข้าร่วมโครงการก็ตัดสินใจลาออกจากโครงการ โดยระบุสาเหตุว่าไม่มีเวลา สำหรับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการตั้งแต่เริ่มแรกเนื่องจากเห็นว่าโครงการนี้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตได้จริง ส่วนข้อมูลเรื่องหนี้สิน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีหนี้สิน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ส่วนที่เหลือร้อยละ 33.33 มีหนี้สิน คิดเป็นจำนวนหนี้สินเฉลี่ย 36,833.33 บาท ซึ่งส่วนใหญ่กู้ยืมจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรเพื่อมาประกอบอาชีพ โดยเกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกเงาะโรงเรียนเฉลี่ย 23.14 ปี และส่วนใหญ่ได้รับความรู้ในการปลูกเงาะโรงเรียนจากการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ

การผลิตและการตลาดเงาะของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน

การผลิตเงาะของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน ประกอบด้วย การปรับปรุงบำรุงดิน การให้น้ำ และการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งผล และด้านการตลาด ประกอบด้วย การรับรองมาตรฐาน และราคา การจำหน่าย มีรายละเอียดดังนี้

การปรับปรุงบำรุงดิน พบว่า เกษตรกรมากกว่าครึ่งหนึ่งระบุว่าก่อนเข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน ไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินในการเพาะปลูก ร้อยละ 58.33 แต่ภายหลังจากเข้าร่วมโครงการฯ แล้ว เกษตรกรทั้งหมด ร้อยละ 100.00 ได้รับความรู้ถึงวิธีการปรับปรุงบำรุงดินและได้นำมาใช้ในการผลิตของตนเอง โดยจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ก่อนการเข้าร่วมโครงการ เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่าขาดความรู้ในการปรับปรุงบำรุงดิน แต่หลังจากได้เข้าร่วมโครงการฯ ทำให้เกษตรกรได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากการที่มีเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่าง ๆ เข้ามาจัดฝึกอบรมให้ความรู้และมีการจัดตั้งจุดเรียนรู้การพัฒนาที่ดิน การพัฒนาที่ดินที่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร โดยมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยหมัก สูตรพระราชทาน การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้โดโลไมต์ การผลิตน้ำหมักชีวภาพ พด.2 การผลิตสารขับไล่แมลง พด.7 และมีการสาธิตการตรวจวิเคราะห์สภาพดินรายแปลง ซึ่งช่วยในการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรอีกด้วย

การให้น้ำและการดูแลรักษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมด ร้อยละ 100.00 ใช้ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ และมีการพิจารณาการให้น้ำตามสภาพอากาศในตอนนั้น แต่งตั้งให้น้ำในช่วงก่อนการออกดอก เมื่อต้นเงาะมีใบแก่เต็มที่จะหยุดให้น้ำ โดยผ่านช่วงแล้ง 21-30 วัน เพื่อชักนำการออกดอก สำหรับการใส่ปุ๋ยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนออกดอก ระยะติดผล และระยะหลังการเก็บเกี่ยว โดยก่อนเข้าร่วมโครงการฯ พบว่า การใส่ปุ๋ยระยะก่อนออกดอก เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 83.33 ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 16.67 ไม่มีการใส่ปุ๋ย สำหรับการใส่ปุ๋ยระยะติดผล พบว่า เกษตรกรทั้งหมด ร้อยละ 100.00 ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ส่วนการใส่ปุ๋ยระยะหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า เกษตรกรเกือบทั้งหมด ร้อยละ 97.22 ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 2.27 ไม่มีการใส่ปุ๋ย จากการศึกษาภาคสนามและสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยเคมี เกษตรกรระบุว่าใส่ปุ๋ยตามแปลงของเพื่อนบ้านที่ปลูกเงาะเหมือนกัน แต่หลังจากได้เข้าร่วมโครงการฯ เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 83.33 มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วยทั้ง 3 ระยะการใส่ปุ๋ย เนื่องจากเกษตรกรระบุว่าได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่าง ๆ และหมอดินอาสาในชุมชนให้ใส่ตามคำวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย เพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิต

การเก็บเกี่ยวและตัดแต่งผล พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 88.89 เก็บเกี่ยวผลผลิตเอง ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 11.11 เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยพ่อค้าคนกลาง โดยจากการศึกษาภาคสนามและสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เกษตรกรที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเองจะใช้กรรไกรตัดใส่ตะกร้า และนำไปตัดแต่งผล โดยมีการคัดเกรดเพื่อจำหน่ายให้กับตลาดค้าส่งในท้องถิ่น จดรับซื้อใกล้เคียง และส่งไปจำหน่ายที่ตลาดในกรุงเทพมหานคร สำหรับบางสวนจะมีพ่อค้าคนกลางรับซื้อผลผลิตโดยการเหมาสวนและเก็บเกี่ยวผลผลิตเอง ทำให้ประหยัดค่าต้นทุนแรงงาน ค่าขนส่งผลผลิต และประหยัดเวลา ส่วนการตัดแต่งผล พบว่า เกษตรกรที่ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ใช้วิธีการตัดแต่งเป็นผลเดี่ยว และตัดแต่งทั้งสองวิธีการ ร้อยละ 47.22 เท่ากัน มีเกษตรกรเพียงส่วนน้อย ร้อยละ 5.56 ที่รวบรวมเป็นช่อผลเงาะ จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เกษตรกรระบุว่า การตัดแต่งเป็นผลเดี่ยวจะจำหน่ายราคาที่ถูกลงกว่าเป็นช่อ เนื่องจากการจัดผลเงาะเป็นช่อต้องคัดผลที่มีขนาดใหญ่และมีผลสวยงาม โดยเป็นการนำไปจำหน่ายในรูปแบบของฝาก

การรับรองมาตรฐาน พบว่า ก่อนเข้าร่วมโครงการฯ เกษตรกรทั้งหมด ร้อยละ 100.00 ไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตใด แต่เมื่อเข้าร่วมโครงการฯ เกษตรกรทั้งหมด ร้อยละ 100.00 ได้รับการตรวจรับรองมาตรฐานการผลิตพืชตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) โดยจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมการเพิ่มคุณภาพผลผลิต ตามมาตรฐานการผลิตแบบ GAP ในการจัดการแปลงปลูกอย่างเป็นระบบ ตามวัตถุประสงค์โครงการ คือ เพื่อพัฒนาผลผลิตให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน สามารถต่อรองด้านราคากับพ่อค้าคนกลางได้ และเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาด โดยมีการจำหน่ายสินค้าผ่านสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำหน่ายในตลาดโมเดิร์นเทรด ได้แก่ ท็อปส์ ซูเปอร์มาร์เก็ต และทางกลุ่มได้รวบรวมผลผลิตเกรดคุณภาพสูง ส่งขายตลาดในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศจีน สิงคโปร์ และมาเลเซีย

ราคาการจำหน่าย พบว่า ราคาจากการจำหน่ายผลผลิตเงาะก่อนเข้าร่วมโครงการฯ ที่เกษตรกรได้รับ มีราคาเฉลี่ย 14.08 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนราคาจำหน่ายผลผลิตเงาะหลังจากเข้าร่วมโครงการฯ ที่เกษตรกรได้รับ เพิ่มขึ้นเป็น 19.85 บาทต่อกิโลกรัม จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เกษตรกรระบุว่าราคาผลผลิตมีความผันผวนตลอดทั้งปี หากผลผลิตออกมาปริมาณมากจะทำให้เกิดผลผลิตล้นตลาด และได้ราคาไม่สูง แต่ในช่วงเริ่มต้นที่ผลผลิตจำหน่ายได้จะเป็นช่วงที่ผลผลิตมีราคาสูงที่สุด

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน ในพื้นที่ปลูกหมุ่ที่ 4 ต. เพิ่มพูนทรัพย์ อ. บ้านนาสาร จ. สุราษฎร์ธานี (Table 1) ประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก คือ ความคิดเห็นที่มีต่อวัตถุประสงค์ของระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ การดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ และวิธีการส่งเสริมการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.86) โดยประเด็นหลักที่เกษตรกรเห็นด้วยมากที่สุด คือ ประเด็นด้านการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.91) รองลงมา คือ ประเด็นด้านวิธีการส่งเสริมการเกษตรในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.89) และประเด็นด้านวัตถุประสงค์ของระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.78) ตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

การดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ ประกอบด้วย 10 ประเด็นย่อย พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทุกประเด็นย่อย คือ ขั้นตอนการคัดเลือกแปลงต้นแบบ (ค่าเฉลี่ย 4.11) ขั้นตอนการกำหนดและดำเนินงานตามแผนปฏิบัติงาน (ค่าเฉลี่ย 4.03) ขั้นตอนการประชาสัมพันธ์ ติดตาม และประเมินผล (ค่าเฉลี่ย 3.97) ขั้นตอนการกำหนดพื้นที่เป้าหมายและจัดทำแผนที่รายแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.94) ขั้นตอนการจัดทำข้อมูลพื้นฐานเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.92) ขั้นตอนการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกร และการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.89) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ (ค่าเฉลี่ย 3.86) ขั้นตอนการสร้างการรับรู้เกี่ยวกับการดำเนินโครงการ (ค่าเฉลี่ย 3.81) และขั้นตอนการจัดตั้งทีมงาน (ค่าเฉลี่ย 3.64) ตามลำดับ จากการสังเกตการณ์ภาคสนามและสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่าโครงการมีแนวทางการดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้เกษตรกรเข้าใจการทำงานตามลำดับขั้นของกิจกรรมต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์ศิริภพ ทองศิริสุรเกตุ (2562) เรื่องปัจจัยการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งพบว่า เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในบทบาทและหน้าที่ของโครงการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ ในเรื่องหลักเกณฑ์ของการเข้าร่วมโครงการฯ อยู่ในระดับมากที่สุด การบริหารจัดการของผู้จัดการนาแปลงใหญ่ อยู่ในระดับมากที่สุด และการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่อยู่ในระดับมาก และงานวิจัยของ จิรุตม์ มงคล (2557) เรื่องความต้องการการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร ที่พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำการเกษตรแบบแปลงใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด และภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาด้านขั้นตอนการเข้าสู่กระบวนการแปลงใหญ่ในระดับน้อย

วิธีการส่งเสริมการเกษตร ประกอบด้วย 3 ประเด็นย่อย พบว่า เกษตรกรมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ประเด็นย่อย คือ การได้รับการส่งเสริมการเกษตรแบบรายกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 4.03) การส่งเสริมการเกษตรแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.97) และการส่งเสริมการเกษตรแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.67) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเห็นด้วยต่อรูปแบบการส่งเสริมการเกษตรแบบรายกลุ่มมากที่สุด อาจเนื่องจากเกษตรกรได้เข้ารับการฝึกอบรม การเรียนรู้จากศูนย์เรียนรู้ การศึกษาดูงาน การจัดทำแปลงเรียนรู้ โดยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการ ทำให้เกษตรกรได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่มแปลงใหญ่ มีเพื่อนเกษตรกรในการพึ่งพาอาศัยและช่วยเหลือกันให้งานประสบความสำเร็จ จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เกษตรกรระบุว่า การส่งเสริมแบบรายกลุ่มช่วยตอบสนองต่อความสนใจตามสิ่งที่เกษตรกรต้องการได้อย่างเหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญหา จินดาวานิชสกุล (2561) เรื่องแนวทางการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในการผลิตลำไยนอกฤดู จังหวัดสระแก้ว ซึ่งพบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ด้านวิธีการส่งเสริมแบบรายกลุ่มมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.03) ในประเด็นการฝึกอบรม การจัดทำแปลงเรียนรู้ การศึกษาดูงาน และการเรียนรู้จากศูนย์เรียนรู้

วัตถุประสงค์ของระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ประกอบด้วย 7 ประเด็นย่อย พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมากทุกประเด็นย่อย คือ ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและได้รับมาตรฐานปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 3.92) สนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.83) ช่วยเหลือเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.78) สนับสนุนเกษตรกรในการจัดการการผลิตร่วมกัน และส่งเสริมให้เกษตรกรฝึกเป็นผู้จัดการฟาร์ม (ค่าเฉลี่ย 3.75) ช่วยเกษตรกรลดต้นทุนการผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.74) สนับสนุนเกษตรกรในการจัดการด้านการตลาดร่วมกัน (ค่าเฉลี่ย 3.67) ตามลำดับ จากการสังเกตการณ์ภาคสนามและสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุว่าตนเองได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ ได้รับการพัฒนาประสิทธิภาพทั้งในด้านการผลิตและการตลาด ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิต ส่งผลให้มีรายได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรสุดา จบแล้ว และคณะ (2562) เรื่อง ทักษะชีวิตของเกษตรกรต่อโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดแพร่ ซึ่งพบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ โดยเห็นว่าเทคโนโลยีที่ได้รับการส่งเสริมจากโครงการช่วยให้เกษตรกร

สามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวต่อไร่ และได้ผลผลิตข้าวที่มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และได้รับการสนับสนุนปัจจัยการผลิตอย่างเพียงพอจากโครงการ เกษตรกรเห็นว่าโครงการนี้มีประโยชน์อย่างมากต่อผู้ปลูกข้าว และเห็นว่าโครงการนี้ควรดำเนินการต่อไป

Table 1 Farmers' opinion towards the rambutan collaborative farming extension (n=36).

Item of farmers' opinion	$\bar{x}$	SD	Level
Objectives of collaborative farming extension project			
- Support farmers to form group	3.83	0.601	High
- Support farmers to manage their production together	3.75	0.595	High
- Support farmers to manage their marketing together	3.67	0.882	High
- Help farmers to reduce production costs	3.74	0.682	High
- Help farmers to increase their productivity	3.78	0.629	High
- Encourage farmers to produce good quality and safety standard product	3.92	0.595	High
- Encourage farmers to practice as farm managers	3.75	0.722	High
Average	3.78	0.672	High
Operation method of collaborative farming extension project			
Perception and participation in preparation process for			
- Establishment of working group	3.64	0.630	High
- Creating awareness on the project	3.81	0.569	High
- Establishment of farmer group	3.89	0.657	High
- Target area decision and plot mapping	3.94	0.664	High
- Farmer information preparation	3.92	0.682	High
- Selection of demonstration plot	4.11	0.614	High
- Integrated learning activities	3.86	0.585	High
- Knowledge and technology transfer for farmer development	3.89	0.657	High
- Creating action plan	4.03	0.552	High
- Public relations monitoring and evaluation	3.97	0.687	High
Average	3.91	6.297	High
Agricultural extension method			
- Individual methods	3.67	0.745	High
- Group methods	4.03	0.687	High
- Mass methods	3.97	0.600	High
Average	3.89	0.677	High

สภาพปัญหาในการทำเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน

สำหรับสภาพปัญหาที่เกษตรกรพบมากที่สุดจากการทำเกษตรแบบแปลงใหญ่เจาะโรงเรียน โดยเกษตรกรมีการระบุมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50.00 ขึ้นไป พบจำนวน 4 ปัญหา คือ ปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ร้อยละ 83.33 โดยแมลงศัตรูพืชที่เกษตรกรพบมาก ได้แก่ หนอนคืบกินใบ เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง หนอนเจาะข้าวผล เป็นต้น ทำให้เกษตรกรต้องหมั่นดูแลอย่างใกล้ชิด ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ร้อยละ 66.67 โดยแรงงานจ้างส่วนใหญ่จะเป็นแรงงานต่างถิ่น ปัญหาการไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารทางการเกษตร ร้อยละ 55.56 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 50 ปี อาจไม่มีความรู้ในด้านการสื่อสารสมัยใหม่ที่รวดเร็ว โดยเกษตรกรระบุว่ามีความต้องการได้รับการฝึกอบรมในการใช้อินเทอร์เน็ต

เพื่อเข้าถึงข้อมูลข่าวสารทางการเกษตรได้อย่างรวดเร็ว และนำมาใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ และปัญหาการขาดการรวมกลุ่มเพื่อประกอบอาชีพเสริม ร้อยละ 50.00 ตามลำดับ โดยเกษตรกรระบุเหตุผลว่าต้องการให้มีการเพิ่มมูลค่าจากการนำผลเงาะที่ไม่ได้ขนาด เช่น ผลเล็ก มาทำการแปรรูปให้เกิดสินค้าใหม่ ๆ และยังสามารถช่วยแก้ไขปัญหาค่าผลผลิตเงาะล้นตลาด และปัญหาค่าผลผลิตเงาะมีอายุการเก็บรักษาสั้น

สรุปผลการศึกษา

ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่: กรณีศึกษาแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน ตำบลเพิ่มพูนทรัพย์ อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกเงาะที่เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 36 ราย โดยเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 55.22 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.47 คน ด้านการผลิตและการตลาดเงาะของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการพัฒนาการผลิตเงาะ ประกอบด้วย การปรับปรุงบำรุงดิน การให้น้ำและการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งผล และด้านการตลาด ประกอบด้วย การรับรองมาตรฐาน และราคาการจำหน่าย ในด้านความคิดเห็นของเกษตรกรต่อการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่เงาะโรงเรียนในพื้นที่ศึกษา พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยภาพรวมเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.86) โดยประเด็นหลักที่เกษตรกรเห็นด้วยมากที่สุด คือ ประเด็นด้านการดำเนินงานส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ เกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.91) รองลงมา คือ ประเด็นด้านวิธีการส่งเสริมการเกษตรในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.89) และประเด็นด้านวัตถุประสงค์ของระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.78) ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นว่าภาพรวมเกษตรกรมีความคิดเห็นไปในทางที่ดีต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่โดยเกษตรกรเห็นด้วยมากในทุกประเด็นย่อย ดังนั้นในการทำงานด้านการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรของเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีกระบวนการในการสร้างการรับรู้ให้กับเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรได้รับรู้ข้อมูลที่จำเป็นอย่างละเอียด ทำให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจและต้องการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานซึ่งจะทำให้โครงการสามารถบรรลุตามเป้าหมายของความสำเร็จและได้รับความร่วมมือจากเกษตรกร

สำหรับสภาพปัญหาที่เกษตรกรพบมากที่สุดจากการทำเกษตรแบบแปลงใหญ่เงาะโรงเรียน เกษตรกรมากกว่าครึ่งระบุว่า พบจำนวน 4 ปัญหา คือ ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของแปลงศัตรูพืช ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ปัญหาการไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารทางการเกษตร และปัญหาการขาดการรวมกลุ่มเพื่อประกอบอาชีพเสริม ตามลำดับ ดังนั้น หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องควรจัดกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับเกษตรกรเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกษตรกรพบ เช่น การส่งเสริมความรู้ในการจัดการศัตรูพืชอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกษตรกรใช้สารเคมีมากเกินไป หรือการให้ความรู้ในการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาช่องทางการตลาดให้กับการประกอบอาชีพได้ และการส่งเสริมการรวมกลุ่มเพื่อสร้างทางเลือกในการประกอบอาชีพและสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชนโดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่แล้วในชุมชนมาทำการเพิ่มมูลค่า

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความคิดเห็นของเกษตรกรในการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ และควรศึกษาถึงการมีส่วนร่วมของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ต่อการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

เอกสารอ้างอิง

- กมลรัตน์ ธีระพงษ์. 2560. นโยบายเกษตรแปลงใหญ่กับบริบทของภาคเกษตรไทยในปัจจุบัน. ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ สาขาเศรษฐศาสตร์ ประจำปี 2560*. น.49-64. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2560. ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) และแผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564). <https://www.opsmoac.go.th/strategic-files-401191791792> (8 มกราคม 2562).
- จิรุตม์ มงคล. 2557. *ความต้องการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดสกลนคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท หลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกวิชาส่งเสริมการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2561. ชุมชนพัฒนาไม่ผลเพิ่มพูนทรัพย์ วิสาหกิจต้นแบบเงาะแปลงใหญ่ อ. บ้านนาสาร. https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_57501 (6 พฤศจิกายน 2561).
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุหงา จินดาวานิชสกุล. 2561. *แนวทางการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในการผลิตลำไยนอกฤดู จังหวัดสระแก้ว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท หลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, แขนงวิชาส่งเสริมการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พงศ์ศิริภพ ทองศิริวิสูตร. 2562. ปัจจัยการเข้าร่วมโครงการส่งเสริมระบบเกษตรนาแปลงใหญ่ของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี* 8(1):107-119.
- ภัทรสุดา จบแล้ว, รุจ ศิริสัญลักษณ์, จุฑาทิพย์ เฉลิมผล และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. 2562. ทักษะของเกษตรกรต่อโครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดแพร่. *แก่นเกษตร* 47(ฉบับพิเศษ 1): 447-452.
- ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและพยากรณ์ทางการเกษตร. 2560. เกษตรแปลงใหญ่ ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการ. *แม่โจ้โพลส์* 17: 1-4.
- สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทยเพื่อการศึกษา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2558. จ. สุราษฎร์ธานี คัดเลือกพื้นที่ 5 แปลง เข้าสู่ระบบการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ ตามนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. https://edu.prd.go.th/suratthani/ewt_news.php?nid=2074&nid=2074 (6 พฤศจิกายน 2561).
- สำนักงานเกษตรจังหวัดยะลา. 2559. ถอดบทเรียนการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ กรณี: แปลงใหญ่ต้นแบบ (ทุเรียน) อำเภอธารโต จังหวัดยะลา. <http://www.agriman.doae.go.th/large%20plot%2059/tt/5.5.pdf> (6 พฤศจิกายน 2561).
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2562. ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2561. <https://www.opsmoac.go.th/suratthani-dwl-files-411591791865> (6 พฤศจิกายน 2561).
- สำนักงานสถิติจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2561. รายงานวิเคราะห์สถานการณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี. http://osthailand.nic.go.th/masterplan_area/userfiles/file%20Download/Report%20Analysis%20Province/รายงานวิเคราะห์สถานการณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี.pdf (8 พฤศจิกายน 2561).
- หนังสือพิมพ์อพท.นิวส์. 2563. เกษตรแปลงใหญ่ หนทางแก้ปัญหาการเกษตรไทย. <http://www.opt-news.com/news/12339> (2 พฤษภาคม 2564).
- อาจารย์ ถาวรมาศ. 2559. ภาคการเกษตรของไทย. กรุงเทพฯธุรกิจ. <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/639080> (8 พฤศจิกายน 2561).
- เฮอร์ อังสุรัตน์. 2556. *การวิจัยเชิงบูรณาการในงานส่งเสริมการเกษตร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันรับบทความ (Received date) : 14 ม.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 7 พ.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 8 ธ.ค. 64

การเปิดรับและความพึงพอใจต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

The Exposure and Satisfaction on Agricultural Information Format through Social Media of Undergraduate Students in Kasetsart University, Bangkok

เสกสรร กัดหนิม¹ ปรีดา สามงามยา^{1*} สุภาภรณ์ เลิศศิริ¹ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ¹
Seksan Klad-hlim¹, Preeda Samngamya^{1*}, Supaporn Lertsiri¹ and Supattra Srisuwan¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล 2) ช่องทางในการเปิดรับข่าวสาร 3) ความพึงพอใจต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ 4) เปรียบเทียบความพึงพอใจต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน จำนวน 394 คน ผลการวิจัยพบว่า นิสิตส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 21 ปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน 9,873.60 บาท ช่องทางในการเปิดรับข่าวสารใช้อุปกรณ์ที่เป็น smartphone และมีบัญชี Facebook มากที่สุด การใช้งานส่วนใหญ่อยู่ในที่พักอาศัย แหล่งข่าวสารเป็นเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบเหตุการณ์และเทคโนโลยีนวัตกรรมทางการเกษตร นิสิตมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ประเภทอินโฟกราฟิกอยู่ในระดับปานกลาง ประเภทวิดีโอและประเภทบทความมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า นิสิตมีความพึงพอใจต่อรูปแบบข่าวสารประเภทบทความ จำแนกตามอายุและคณะแตกต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (ค่า $P=0.002$ และ 0.002 ตามลำดับ) จำแนกตามเพศแตกต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ค่า $P=0.023$) และรูปแบบข่าวสารประเภทอินโฟกราฟิก จำแนกตามอายุแตกต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ค่า $P=0.019$)

คำสำคัญ: การเปิดรับข้อมูลข่าวสาร สื่อออนไลน์ ความพึงพอใจ

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the basic demographic characteristics of undergraduate students 2) channels for receiving information 3) satisfaction with agricultural information formats via social media and 4) to compare the satisfaction with agricultural information formats via social media. The sample group was 394 undergraduate students of Kasetsart University, Bangkok. The results of the research showed that most of the students were male, average age 21 years and monthly expenses of 9,873.60 baht. The primary channel for exposure of agricultural information for most of them was smartphone devices with Facebook account. Most of the respondents are in the residences where news sources are mostly agriculture-related websites followed by Facebook with the objective of being aware of agricultural innovation events and technology. The students were overall satisfied with the format of agricultural news through social media. Their satisfaction level with the infographics format was moderate. The video type and the article type format were viewed with a low level of satisfaction. The results of hypothesis testing showed that the students' satisfaction with the article category format classified by age and faculty was different with a statistically significant difference at the 0.01 level and at the 0.05 level ($P=0.023$) when classified by sex. The infographic category format was significantly different at 0.05 level. ($P=0.019$) classified by age.

Keywords: exposure information, online media, satisfaction

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding author, Email: fagrpdysy@ku.ac.th

คำนำ

การเปิดรับข้อมูลข่าวสารสามารถทำได้หลายช่องทาง ได้แก่ หนังสือพิมพ์ สื่อวิทยุ สื่อโทรทัศน์ หรือจะเป็นการเปิดรับข่าวสารผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งได้รับความนิยมเชื่อถือที่เหนือกว่าในช่วงหลายปีที่ผ่านมาในฐานะแหล่งข้อมูลและแพลตฟอร์มที่เชื่อถือได้สามารถโต้ตอบกับผู้ชมทั่วโลก โดยสถาบันการศึกษาได้นำมาปรับใช้ให้เหมาะกับทรัพยากรระบบเทคโนโลยีที่มีอยู่เพื่อปรับปรุงการศึกษา ช่วยให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากขึ้น โดยเชื่อมต่อกับกลุ่มการเรียนรู้และระบบการศึกษาอื่น ๆ ที่ทำให้การศึกษาสะดวก สามารถแบ่งปันข้อมูลและความรู้ได้ง่าย มีความน่าเชื่อถือ การสื่อสารที่คุ้มค่าที่เชื่อมต่อตลอดเวลา (Diamini, 2017) เป็นเครื่องมือปฏิบัติการทางสังคมเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างกันในเครือข่ายทางสังคมผ่านทางเว็บไซต์ และโปรแกรมประยุกต์บนสื่อที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยเน้นให้ผู้ใช้งานเป็นผู้ส่งสารและผู้รับสารมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์ในการผลิตเนื้อหาขึ้นเองในรูปของข้อมูล ภาพ และเสียง เช่น Facebook, Line, Instagram, Twitter, YouTube เป็นต้น (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ช่องทางการเปิดรับข่าวสารผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่ได้มีการสำรวจข้อมูลโดย Hootsuite และ We Are Social พบว่า ประเทศไทยมีผู้ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพิ่มมากขึ้นกว่าสื่อประเภทอื่น โดยในปี พ.ศ. 2562 มีผู้ใช้งานมากถึง 46 ล้านบัญชี แพลตฟอร์มที่มีการใช้งานมากที่สุด คือ Facebook (93%) รองลงมาเป็น YouTube (91%) และ Line (84%) ตามลำดับ (Kemp, 2019)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีการเปิดสอนหลักสูตรทางการเกษตรมาตั้งแต่เริ่มก่อตั้ง มีเนื้อหาหลักสูตรที่เน้นบูรณาการร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรผ่านช่องทางต่าง ๆ และการรับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรจากภายนอกเพื่อพัฒนาต่อยอดความรู้และใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ประโยชน์จากสื่อออนไลน์ ซึ่งนิสิตมีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการเปิดรับข้อมูลข่าวสารอยู่ตลอดเวลา แต่เนื่องจากสื่อออนไลน์ด้านการเกษตรมีหลากหลายและยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่มุ่งศึกษาการเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2562 จึงควรมีการศึกษาวานิสิตมีการเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์อย่างไร และข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรรูปแบบใดบ้างที่นิสิตมีความพึงพอใจบนสื่อสังคมออนไลน์ โดยประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนช่องทางการสื่อสารและรูปแบบในการนำเสนอข่าวสารด้านการเกษตร โดยจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมด้านการเกษตรและหน่วยงานที่ผลิตเนื้อหาข่าวสารด้านการเกษตรให้สอดคล้องกับความต้องการของนิสิตและผู้เกี่ยวข้องทางการเกษตรต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ปีการศึกษา 2562 จำนวน 27,346 คน (สำนักบริหารการศึกษาศาสตร์, 2562) คำนวณขนาดตัวอย่าง (sample size) โดยใช้การคำนวณสูตรของ Yamane (สุรินทร์ นิยมางกูร, 2556) เพื่อประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 394 คน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างนิสิตแต่ละคณะ (15 คณะ) โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified sampling) และทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีการใช้ตารางเลขสุ่มโดยเรียงหมายเลขจากรหัสนิสิต กำหนดช่วงในการสุ่ม จากนั้นสุ่มตัวเลขเริ่มต้นและดำเนินการหาตัวอย่างถัดไปเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนที่ได้กำหนดไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามในการเก็บข้อมูล เป็นคำถามปลายเปิดและปลายปิด แบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ช่องทางการเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตร ความพึงพอใจของรูปแบบในข่าวสารด้านการเกษตรบนสื่อสังคมออนไลน์ และข้อเสนอแนะ ทดสอบเครื่องมือหาความเที่ยงตรง (validity) ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (reliability) กับกลุ่มนิสิตตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Reliability Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม 0.79 ซึ่งหากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมากกว่า 0.7 ถือว่าแบบสอบถามฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือจึงนำแบบสอบถามนี้ไปใช้ในการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติโดยวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ (frequency distribution) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าสูงสุด (maximum) และค่าต่ำสุด (minimum) การวิเคราะห์สมมติฐานเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อายุ และคณะ กับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบข่าวสารใช้สถิติเชิงอนุมานทดสอบสมมติฐาน independent sample t-test

เกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	4.21-5.00	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	3.41-4.20	มีความพึงพอใจระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	2.61-3.40	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.81-2.60	มีความพึงพอใจระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.80	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ช่องทางในการเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตร

นิสิตส่วนใหญ่ร้อยละ 52 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 21 ปี คิดเป็นร้อยละ 59.6 และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยรายเดือน 9,873.60 บาท อุปกรณ์ที่ใช้เปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์พบว่านิสิตส่วนมากใช้ smartphone คิดเป็นร้อยละ 99 รองลงมาคือ notebook, tablet และ computer ตามลำดับ บัญชีผู้ใช้งานที่นิสิตใช้งานมากที่สุดคือ Facebook คิดเป็นร้อยละ 99.5 รองลงมาคือ Line, Instagram, YouTube, Twitter และ Blockdit มีบัญชีผู้ใช้งานน้อยที่สุด บัญชีผู้ใช้งานที่นิสิตใช้งานน้อยที่สุดคือ Facebook คิดเป็นร้อยละ 71.3 รองลงมาใช้ Instagram, Line, YouTube, Twitter และ Blockdit มีการใช้งานน้อยที่สุด การเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรจากสื่อสังคมออนไลน์ใช้ Facebook มากที่สุดเฉลี่ย 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 45.9 รองลงมา คือ YouTube, Line, Instagram, Twitter และ Blockdit มีการใช้งานน้อยที่สุด ช่วงเวลาที่นิสิตใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการรับข่าวสารด้านการเกษตรมากที่สุดคือช่วงดึกก่อนนอน คิดเป็นร้อยละ 61.9 รองลงมา คือ ช่วงค่ำ และช่วงหลังเลิกเรียน ตามลำดับ โดยได้รับข่าวสารด้านการเกษตรจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75.9 รองลงมาเป็นเพจที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรใน Facebook, Instagram, Twitter, Blockdit คิดเป็นร้อยละ 53.8 และแขนงต่าง ๆ ใน YouTube ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร มีวัตถุประสงค์ในรับข่าวสารด้านการเกษตรเพื่อรับทราบความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ต่าง ๆ และเทคโนโลยีนวัตกรรมทางการเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84.0 รองลงมา คือ เพื่อใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 40.1 และเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น คิดเป็นร้อยละ 33.5 สถานที่ในการรับข่าวสารด้านการเกษตรส่วนใหญ่เป็นที่พักอาศัย คิดเป็นร้อยละ 95.2 รองลงมาเป็นห้องเรียน ตามลำดับ กิจกรรมที่ทำบนสื่อสังคมออนไลน์หลังจากที่นิสิตได้รับข่าวสารด้านการเกษตรแล้วคือการกด like แสดงความรู้สึกต่าง ๆ เช่น โกรธ หัวเราะ ร้องไห้ ยิ้ม หัวใจ คิดเป็นร้อยละ 59.1 รองลงมา คือ การแบ่งปัน คิดเป็นร้อยละ 38.1 ข่าวสารด้านการเกษตรที่นิสิตเปิดรับหรือค้นหาข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยี นวัตกรรมใหม่ ๆ ทางเกษตร คิดเป็นร้อยละ 66.0 รองลงมาเป็นข้อมูลแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร และเป็นเศรษฐกิจ การเกษตร เช่น ข้อมูลราคาสินค้าเกษตรต่าง ๆ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฑารัตน์ ศรารณะวงศ์ และคณะ (2560) ภัททิรา กลิ่นเลขา (2560) สิริลักษณ์ อุบลวัศมี (2560) และเอกพล เขียวถาวร (2561) ที่ได้ทำการศึกษา พบว่า นิสิตส่วนใหญ่ใช้ smartphone รองลงมาเป็นคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยใช้ทั้งสัญญาณโทรศัพท์และ Wi-Fi เข้าใช้งานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ Facebook มากที่สุด รองลงมาคือ Line โดยใช้งานทั้งวัน และสถานที่ในการรับข่าวสารส่วนใหญ่ คือ ที่พักอาศัย ใช้มากที่สุดในช่วงเวลาระหว่าง 18.00-21.00 น. แหล่งข่าวสารที่เข้าใช้งานมากที่สุดคือ เว็บไซต์ รองลงมา คือ Facebook วัตถุประสงค์ใช้เพื่อการเรียนรู้มากกว่าเพื่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ข่าวสารด้านการเกษตรที่เปิดรับหรือค้นหาข้อมูลมากที่สุด คือ ด้านเทคโนโลยีนวัตกรรมใหม่ ๆ ทางเกษตร เพื่อรับทราบความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ โดยกิจกรรมที่ทำบนสื่อสังคมออนไลน์หลังจากที่ได้รับข่าวสารด้านการเกษตรแล้วคือการกด like แสดงความรู้สึกต่าง ๆ มีความพึงพอใจในการบริโภคข่าวสารผ่าน smartphone และคอมพิวเตอร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

นอกจากนี้ สอดคล้องกับข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติที่ทำการสำรวจเมื่อปี 2561 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) ระบุว่ากิจกรรมส่วนใหญ่ของคนไทยที่ใช้อินเทอร์เน็ตคือ ใช้สื่อสังคมออนไลน์ ร้อยละ 94.1 รองลงมา คือ ใช้ในการดาวน์โหลดรูปภาพ หนังสือ วีดิโอ เพลง หรือเกม เล่นเกม ดูหนัง ฟังเพลง วิทยุ ร้อยละ 89.3 ใช้ในการอัปโหลดข้อมูล รูปภาพ/ภาพถ่าย วีดิโอ เพลง โปรแกรม ฯลฯ เพื่อการแบ่งปันบนเว็บไซต์ ร้อยละ 57 และค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและบริการ ร้อยละ 45.2

ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของ Hootsuite และ We Are Social พบว่า ประเทศไทยมีผู้ใช้งานสื่อสังคมออนไลน์เพิ่มมากขึ้นกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ โดยในปี พ.ศ. 2562 มีผู้ใช้งานมากถึง 46 ล้านบัญชีที่ใช้ Facebook มากที่สุดเป็นอันดับที่ 8 ของโลก โดยกลุ่มอายุ 18-34 ปี มีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง เป็นผู้ขายมากกว่าผู้หญิง มีสัดส่วนการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ 50.6% และผ่านคอมพิวเตอร์ 45.5% ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่า 4.3% เทียบปีที่ผ่านมา เว็บไซต์ที่มีการเข้าใช้งานมากที่สุดคือ Google รองลงมา คือ YouTube และ Facebook นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับศูนย์วิจัยของธนาคารกรุงศรีอยุธยา (พูลสุข นิลกิจสรานนท์, 2562) ที่ได้ศึกษาแนวโน้มธุรกิจบริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ปี 2562-2564 ซึ่งให้เห็นว่า โทรศัพท์แบบเคลื่อนที่ smartphone มีสัดส่วนของตลาดสื่อสารถึง 72% ซึ่งเป็นผลจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วทั้งระบบและเครื่องรับ รวมถึงอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ดังนั้นโทรศัพท์มือถือจึงเป็น “นวัตกรรมสื่อสาร” รูปแบบใหม่ที่ช่วยสร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านช่องทางการสื่อสาร การค้นหาข้อมูลเพื่อการศึกษา และการใช้งานในชีวิตประจำวัน ด้วยคุณสมบัติเฉพาะพิเศษของเทคโนโลยีในโทรศัพท์มือถือที่ช่วยสร้างคุณประโยชน์ให้กับผู้ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้โทรศัพท์มือถือได้รับความนิยมใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ความพึงพอใจของนิสิตต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรบนสื่อสังคมออนไลน์

รูปแบบในข่าวสารด้านการเกษตรประเภทวิดีโอ (Table 1) พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ =2.55) เมื่อพิจารณาแยกประเภทสื่อสังคมออนไลน์ พบว่า วิดีโอใน YouTube และ Facebook นิสิตมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ =2.99, $\bar{x}$ =2.74) ซึ่งจากข้อมูลของ Kemp (2019) ได้รายงานไว้ว่า ประเทศไทยมีการใช้งาน YouTube และ Facebook มากที่สุด โดยเฉพาะกลุ่มคนอายุ 18-24 ปี มีจำนวนถึง 66% ที่ชอบรับข่าวสารผ่านทางสื่อสังคมออนไลน์ โดยเนื้อหาวิดีโอบน Facebook ได้ถูกจัดเก็บอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในแบบชั่วคราวและออกแบบมาสำหรับให้มีปฏิสัมพันธ์ในการกดถูกใจ แสดงความคิดเห็นและแบ่งปัน ส่วนเนื้อหาวิดีโอบน YouTube จะถูกจัดเก็บอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบถาวรไม่ได้ออกแบบมาให้มีปฏิสัมพันธ์กับคนดู แต่มีไว้ให้ดูและรับประสบการณ์จากเนื้อหาที่มีคุณค่าในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ทำให้ทั้งสองแพลตฟอร์มได้แข่งขันกันพัฒนาโปรแกรมและปรับกลยุทธ์เพื่อดึงดูดฐานลูกค้าผู้ใช้งานกัน ส่งผลทำให้เนื้อหาประเภทวิดีโอยังคงเป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่มีอิทธิพลสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษณีย์ ด่านกลาง (2559) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ชมวิดีโอคอนเทนต์บนสื่อสังคมออนไลน์ พบว่า ปัจจัยด้านคุณลักษณะของวิดีโอคอนเทนต์ การนำเสนอวิดีโอได้รับการยอมรับว่ามีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการรับชมวิดีโอคอนเทนต์และตราสินค้า เจ้าของวิดีโอไม่มีอิทธิพลต่อการสร้างความพึงพอใจในการรับชมวิดีโอคอนเทนต์แต่อย่างใด

Table 1 Show the number, percentage, average, standard deviation and satisfaction level of information in the video category.

Video category	Satisfaction level					$\bar{x}$	SD	Interpret
	The most (%)	Most (%)	Moderate (%)	Little (%)	Least (%)			
Facebook	6 (1.5)	67 (17.0)	161 (40.9)	138 (35.0)	22 (5.6)	2.74	0.86	Moderate
Line	-	35 (8.9)	183 (46.4)	126 (32.0)	50 (12.7)	2.52	0.83	Little
Instagram	2 (0.5)	36 (9.1)	137 (34.8)	171 (43.4)	48 (12.2)	2.42	0.84	Little
Twitter	-	24 (6.1)	139 (35.3)	179 (45.4)	52 (13.2)	2.34	0.78	Little
YouTube	15 (3.8)	109 (27.7)	151 (38.3)	96 (24.4)	23 (5.8)	2.99	0.95	Moderate
Blockdit	-	32 (8.1)	150 (38.1)	121 (30.7)	91 (23.1)	2.31	0.92	Little
Average						2.55	0.69	Little

รูปแบบในข่าวสารด้านการเกษตรประเภทบทความ (Table 2) พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}=2.48$) เมื่อพิจารณาแยกประเภทสื่อสังคมออนไลน์ พบว่า บทความใน Facebook นิสิตมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}=2.73$) ทั้งนี้ เนื่องจาก Facebook ออกแบบมาสำหรับให้มีปฏิสัมพันธ์ในการกดถูกใจ แสดงความคิดเห็นและแบ่งปัน ซึ่งเป็นที่ถูกใจของผู้ใช้งาน ทำให้นิสิตสามารถอ่านความคิดเห็นของผู้อื่นเปรียบเทียบกับความคิดเห็นของตนเองแล้วจึงสรุปนำไปใช้งานได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mushtaq (2018) ที่กล่าวว่า นิสิตใช้สื่อสังคมออนไลน์ในเชิงบวกเพื่อการศึกษา โดยรูปแบบข่าวสารเนื้อหาในสื่อสังคมออนไลน์ทั้งเชิงบวกและลบไม่มีผลกระทบต่อการใช้งาน นิสิตสามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการแบ่งปันให้ข้อมูลและการสื่อสารกับเพื่อน รวมทั้งเพื่ออำนวยความสะดวกและปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้

Table 2 Show the number, percentage, average, standard deviation and satisfaction level of information in the article category.

Article category	Satisfaction level					$\bar{x}$	SD	Interpret
	The most (%)	Most (%)	Moderate (%)	Little (%)	Least (%)			
Facebook	10 (2.5)	53 (13.5)	153 (38.8)	175 (44.4)	3 (0.8)	2.73	0.80	Moderate
Line	2 (0.5)	21 (5.3)	128 (32.5)	233 (59.1)	10 (2.5)	2.42	0.66	Little
Instagram	3 (0.8)	17 (4.3)	120 (30.5)	239 (60.7)	15 (3.8)	2.38	0.67	Little
Twitter	3 (0.8)	22 (5.6)	124 (31.5)	234 (59.4)	11 (2.8)	2.42	0.68	Little
Blockdit	2 (0.5)	29 (7.4)	132 (33.5)	223 (56.6)	8 (2.0)	2.47	0.68	Little
Average						2.48	0.58	Little

รูปแบบในข่าวสารด้านการเกษตรประเภทอินโฟกราฟิก (Table 3) พบว่า นิสิตมีความพึงพอใจในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}=2.88$) เมื่อพิจารณาแยกประเภทสื่อสังคมออนไลน์ พบว่า อินโฟกราฟิกใน Facebook, Instagram, Twitter, Line และ Blockdit นิสิตมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}=3.04$, $\bar{x}=2.95$, $\bar{x}=2.87$, $\bar{x}=2.85$ และ $\bar{x}=2.73$ ตามลำดับ) เนื่องจากอินโฟกราฟิกมีทั้งแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการและนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่ซับซ้อนให้เรียบง่ายและสามารถเข้าใจได้ด้วยภาษาภาพ ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของคนส่วนใหญ่ชอบดูรูปภาพมากกว่าอ่านตัวหนังสือ โดยคนเราสามารถจดจำรูปภาพที่เห็นครั้งแรกได้ถึง 80% เหลือเพียง 20% ที่เก็บไว้จำสิ่งที่อ่าน ความจำที่ใช้ภาพเป็นสิ่งที่เราจะจำได้ดีกว่าคำหรือภาษาเป็นสิ่งที่เรา แสดงให้เห็นว่าคนเราไม่สามารถจำเรื่องยาก ๆ ได้ (อัฉรา อมะรักษ์, 2560)

Table 3 Show the number, average percentage and standard deviation of agricultural information in the infographic category.

Infographic category	Satisfaction level					$\bar{x}$	SD	Interpret
	The most (%)	Most (%)	Moderate (%)	Little (%)	Least (%)			
Facebook	16 (4.1)	96 (24.4)	174 (44.2)	105 (26.6)	3 (0.8)	3.04	0.84	Moderate
Line	9 (2.3)	69 (17.5)	179 (45.4)	129 (32.7)	8 (2.0)	2.85	0.81	Moderate

Table 3 (continued).

Infographic category	Satisfaction level					$\bar{x}$	SD	Interpret
	The most (%)	Most (%)	Moderate (%)	Little (%)	Least (%)			
Instagram	15 (3.8)	76 (19.3)	182 (46.2)	117 (29.7)	4 (1.0)	2.95	0.83	Moderate
Twitter	10 (2.5)	73 (18.5)	176 (44.7)	124 (31.5)	11 (2.8)	2.87	0.83	Moderate
Blockdit	8 (2.0)	58 (14.7)	161 (40.9)	154 (39.1)	13 (3.3)	2.73	0.82	Moderate
Average						2.88	0.58	Moderate

เปรียบเทียบความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์

การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ รูปแบบข่าวสารประเภทบทความ จำแนกตามเพศ (Table 4) พบว่า นิสิตชายและนิสิตหญิงมีความพึงพอใจแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (ค่า $P=0.023$) โดยนิสิตหญิงมีความพึงพอใจรูปแบบข่าวสารประเภทบทความมากกว่านิสิตชาย รูปแบบข่าวสารประเภทบทความ จำแนกตามอายุ (Table 5) พบว่า นิสิตที่มีช่วงอายุต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (ค่า $P=0.002$) โดยนิสิตที่มีอายุ 21-23 ปี มีความพึงพอใจมากกว่านิสิตที่มีอายุ 18-20 ปี เนื่องจากนิสิตที่มีอายุ 21-23 ปี ส่วนใหญ่เรียนอยู่ชั้นปีที่ 3-4 มีความต้องการข้อมูลในการเรียนการสอน การทำรายงาน และปัญหาพิเศษมากขึ้น รูปแบบข่าวสารประเภทบทความ จำแนกตามคณะ (Table 6) พบว่า นิสิตที่เรียนอยู่ในคณะต่างกันมีความพึงพอใจแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 (ค่า $P=0.002$) โดยที่คณะทางด้านวิทยาศาสตร์นิสิตมีความพึงพอใจมากกว่านิสิตด้านสายสังคมศาสตร์ เนื่องจากคณะทางด้านวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย คณะเกษตร คณะประมง คณะวนศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร และคณะสิ่งแวดล้อม จึงทำให้นิสิตมีความพึงพอใจข่าวสารด้านการเกษตรมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คันธรธ ขำนาญกิจ และจาริณี อ้วนขานนา (2558) ที่ได้ศึกษาเจตคติ ความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์สื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาและบุคลากรคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า ส่วนใหญ่มีเจตคติต่อสื่อสังคมออนไลน์ในเชิงบวกและลบเท่า ๆ กัน ให้ความสำคัญมากกับความทันสมัย ความสะดวกรวดเร็วของข้อมูล การได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากสื่อสังคมออนไลน์ มีความพึงพอใจในการได้พูดคุยสนทนาผ่านสื่อสังคมออนไลน์มากที่สุด รองลงมาคือพอใจในความรวดเร็วและใช้งานง่าย และมีความพึงพอใจในเรื่องของความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์น้อยที่สุด ด้านการใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ในด้านวิชาการ เช่น ค้นหาข้อมูลข่าวสารมากที่สุด รองลงมาคือใช้ประโยชน์ในเรื่องของการสื่อสารกับบุคคลที่ต้องการ และมีการใช้งานด้านการพักผ่อนหย่อนใจด้วยการเล่นเกมน้อยที่สุด

Table 4 Comparison mean scores of information satisfaction in the category of article classified by gender.

Satisfaction of information in the category of article classified by gender	n	$\bar{x}$	SD	t	P-value	Test summary
Male	205	2.42	0.53	-2.288*	0.023	Different
Female	189	2.55	0.63			

*Refers to statistical significance at the level of 0.05.

Table 5 Comparison average scores of information satisfaction in the category of article classified by age.

Satisfaction of information in the category of article classified by age	n	$\bar{x}$	SD	t	P-value	Test summary
18-20 years	159	2.37	0.51	-3.134**	0.002	Different
21-23 years	235	2.56	0.62			

*Refers to statistical significance at the level of 0.01.

Table 6 Comparison average scores of information satisfaction in the category of article classified by faculty.

Satisfaction of information in the category of article classified by faculty	n	$\bar{x}$	SD	t	P-value	Test summary
Science	225	2.56	0.62	3.105**	0.002	Different
Social science	169	2.38	0.52			

*Refers to statistical significance at the level of 0.01.

รูปแบบข่าวสารประเภทอินโฟกราฟิก จำแนกตามอายุ (Table 7) พบว่า นิสิตที่อายุต่างกันมีความพึงพอใจแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (ค่า $P=0.019$) โดยนิสิตที่มีอายุ 21-23 ปี มีความพึงพอใจมากกว่านิสิตที่มีอายุ 18-20 ปี เนื่องจากนิสิตต้องสรุปเนื้อหาในการเรียนการสอน และใช้อินโฟกราฟิกในการนำเสนอ ซึ่งอินโฟกราฟิกมีทั้งแบบภาพนิ่งและแบบภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวิภา สุขภิรมย์เกษม (2561) ที่ได้ศึกษาการรู้เท่าทันสื่อและการตอบสนองต่อสื่ออินโฟกราฟิกของกลุ่มเจนเนอเรชันวาย พบว่า ตัวแปรด้านประชากรของผู้รับสารที่ต่างกันมีผลต่อรู้เท่าทันอินโฟกราฟิกที่แตกต่างกัน โดยอินโฟกราฟิกเป็นตัวดึงดูดความสนใจในการอ่านเนื้อหา เมื่อพบเนื้อหาที่ชอบหรือสนใจจะกดไลก์หรือแชร์ผ่านหน้า Facebook และเมื่อพบเนื้อหาที่ไม่ชอบจะไม่คลิกเข้าไปดูรายละเอียด

Table 7 Comparison of average scores of information satisfaction in the category of infographic classified by age.

Satisfaction of information in the category of infographic classified by age	n	$\bar{x}$	SD	t	P-value	Test summary
18-20 years	159	2.78	0.74	-2.352*	0.019	Different
21-23 years	235	2.96	0.74			

*Refers to statistical significance at the level of 0.05.

สรุปผลการศึกษา

การเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ส่วนใหญ่ใช้ smartphone เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วมากกว่าคอมพิวเตอร์ โดย Facebook เป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่มีการใช้งานมากที่สุด การเปิดรับข่าวสารด้านการเกษตรเฉลี่ย 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาข้อมูลความรู้ ความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ต่าง ๆ ข่าวสารที่มีการเปิดรับหรือค้นหามากที่สุด คือ เทคโนโลยีนวัตกรรมใหม่ ๆ ทางด้านการเกษตร รองลงมาเป็นเศรษฐกิจการเกษตรและแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งได้ค้นหาจาก YouTube และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร

รูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรประเภทอินโฟกราฟิกนิสิตมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ส่วนรูปแบบข่าวสารประเภทวิดีโอและบทความ นิสิตมีความพึงพอใจในระดับน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาอยู่ในคณะและสาขาวิชาแตกต่างกันออกไปทำให้ความต้องการข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรแตกต่างกัน รูปแบบข่าวสารประเภทบทความนิสิตหญิงชอบมากกว่านิสิตชาย และเมื่อเปรียบเทียบกับคนที่มีอายุ 21-23 ปี มีความพึงพอใจมากกว่าคนที่มีอายุ 18-20 ปี ส่วนรูปแบบข่าวสารด้านการเกษตรประเภทอินโฟกราฟิกคนที่มีอายุ 21-23 ปี มีความพึงพอใจมากกว่าคนที่มีอายุ 18-20 ปี ดังนั้น การผลิตเนื้อหาและการนำเสนอข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรให้กับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ควรเลือกใช้รูปแบบข้อมูลข่าวสารที่เป็นอินโฟกราฟิกมากที่สุด สำหรับในภาพรวมรูปแบบข่าวสารประเภทวิดีโอและบทความผู้ผลิตสามารถเลือกใช้ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ได้ทั้ง Facebook, Line, Instagram, Twitter และ Blockdit ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกัน แต่การผลิตเนื้อหา ประเภทวิดีโอควรเลือกใช้ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ที่เป็น YouTube และ Facebook ส่วนการผลิตเนื้อหาประเภทบทความควรเลือกใช้ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ที่เป็น Facebook เนื่องจากนิสิตมีความพึงพอใจมากกว่า จากการที่นิสิตส่วนใหญ่มีการใช้ smartphone เป็นเครื่องมือในการค้นหาข้อมูลเพื่อการศึกษา การติดต่อสื่อสารและการเปิดรับข้อมูลข่าวสารความรู้ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องควรให้การสนับสนุนเทคโนโลยีและเพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารไร้สาย (Wi-Fi) ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน smartphone ให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2562. การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สื่อสังคมออนไลน์. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. โครงการแหล่งเรียนรู้ยุคดิจิทัล. <https://sci.dru.ac.th/dlr/files3/Media%20Online.pdf>. (12 มกราคม 2562).
- คันธธร ชำนาญกิจ และจาริณี อิวาฮานา. 2558. เจตคติ ความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์สื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาและบุคลากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. *วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย* 2: 43-53.
- จุฑารัตน์ ศรารณวงศ์, ขจร ฝ้ายเทศ, ดวงแก้ว เงินพูนทรัพย์ และวัลลภา จันทรี. 2560. พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วารสารบรรณศาสตร์ มศว* 10(2): 17-31.
- ณัฐวิภา สุขภิรมย์เกษม. 2561. การรู้เท่าทันสื่อและการตอบสนองต่อสื่ออินโฟกราฟิกของกลุ่มเจนเนอเรชันวาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. <http://gscm.nida.ac.th/uploads/files/1600058188.pdf>. (18 มกราคม 2562).
- พูลสุข นิลกิจศรานนท์. 2562. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2562-2564: ธุรกิจบริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่. <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Services/Mobile-Communication/IO/io-Mobile-Communication> (15 มกราคม 2562).
- ภัททิรา กลิ่นเลขา. 2560. ผลกระทบจากการใช้โซเชียลมีเดียของนักศึกษามหาวิทยาลัยหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. ใน *การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9 จังหวัดสงขลา*. สงขลา.
- สิริลักษณ์ อุบลศรี. 2560. การเปิดรับสื่อ การแบ่งปันข้อมูล และการรู้เท่าทันข้อมูลด้านสุขภาพในสื่อสังคมออนไลน์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2017/TU_2017_5907030265_8315_8796.pdf. (5 มกราคม 2562).
- สุนทร นียมากร. 2556. *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์และสถิติที่ใช้*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บัณฑิต ๗ ยู.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2561. ผลสำรวจการมี การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2561. <http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/News/2561/N26-10-61.aspx> (15 มกราคม 2562).
- สำนักบริหารการศึกษ. 2562. ระบบสารนิเทศนิติต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. https://regis.ku.ac.th/cpcmns/rpt_std_ku3.php. (15 มกราคม 2562).
- เอกพล เขียวถาวร. 2561. พฤติกรรมการบริโภคข่าวผ่านสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในกรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. http://www.elfms.ssru.ac.th/ekapon_th/file.php/1/JRI3302/Documentation/Documentation_JRI3302_Week_07.pdf. (18 มกราคม 2562).
- อัจฉรา อมระรักษ์. 2560. การสร้างสื่ออินโฟกราฟิก. <https://sites.google.com/a/rajsima.ac.th/techono4/2-2-kar-srang-sux-dicithal>. (18 มกราคม 2562).
- อุษณีย์ ด้านกลาง. 2559. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ชมวิดีโอคอนเทนต์บนสื่อสังคมออนไลน์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* 2(2): 78-79.
- Dlamini, K. 2017. The role of social media in education. London College of International Business Studies. <https://lcibs.co.uk/education/the-role-of-social-media-in-education/>. (18 January 2019).
- Kemp, S. 2019. Digital 2019: THAILAND. DataReportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2019-thailand>. (18 January 2019).
- Mushtaq, A. J. 2018. The effects of social media on the undergraduate students' academic performances. Library Philosophy and Practice (e-journal). <https://cutt.ly/IYWfmgE>. (18 January 2019).

วันรับบทความ (Received date) : 20 ม.ค. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 25 ต.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 17 ธ.ค. 64

ผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรไทย

The Impacts of Health and Environmental from Agricultural Chemicals of Thai Farmers

วันปิติ ธรรมศรี^{1*}Wanpiti Thammasri^{1*}

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศประมาณร้อยละ 70 มีรายได้หลักจากการประกอบอาชีพทางการเกษตร เช่น การเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชสวน ผัก ผลไม้ การเลี้ยงสัตว์ และการประมง เนื่องจากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ในเรื่องอาหารมีที่มาจากผลผลิตทางการเกษตรเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงเป็นประเทศสำคัญในการผลิตอาหารเลี้ยงประชากรโลก โดยผลผลิตส่วนที่เหลือจากความต้องการในประเทศได้ถูกส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ สังเกตได้จากในช่วงปี พ.ศ. 2558-2562 ผลิตรวมทั้งหมดรวมในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 9,521,408 ล้านบาท ในปี 2558 เป็น 10,925,078 ล้านบาท ในปี 2562 มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 3.50 สำหรับสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ส่งออกสำคัญของไทย 10 อันดับแรก ได้แก่ ยางพารา ผลไม้และผลิตภัณฑ์ ข้าวและผลิตภัณฑ์ ปลาและผลิตภัณฑ์ น้ำตาลและผลิตภัณฑ์ เนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ กุ้งและผลิตภัณฑ์ ผักและผลิตภัณฑ์ และกากหรือเศษที่เหลือใช้ทำอาหารสัตว์ ตามลำดับ ซึ่งช่วยนำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งถือเป็นการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ดังนั้นนโยบายของทางราชการจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาภาคการเกษตรอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น บัณฑิตการผลิตร่วมปุ๋ยเคมี สารกำจัดแมลง สารกำจัดศัตรูพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทอื่น ๆ จำนวนมาก ซึ่งจากข้อมูลในช่วงระยะเวลาย้อนหลังระหว่าง พ.ศ. 2555-2560 ปริมาณการนำเข้าสารเคมีอันตรายทางการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณ 134,480,269.90-197,758,809.67 กิโลกรัม (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2564) ซึ่งจากตัวเลขปริมาณการนำเข้าสารเคมีที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากนี้ โดยไม่มีการควบคุม บ่งชี้ถึงความเสี่ยงของประชาชนในการได้รับพิษจากสารเคมีทางการเกษตร (รพีพรรณ ประจันตะเสน, 2561) ส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ส่งผลทำให้เกิดผลกระทบหลายด้าน เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร การตกค้างในผักและผลไม้ในปริมาณมากจนส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค รวมถึงผลกระทบที่มีต่อการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารของไทย ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมและลดผลกระทบจากปัญหาสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรไทย จึงส่งผลทำให้ประเทศไทยมีการลดปริมาณการนำเข้าของสารเคมีทางการเกษตรลง ดังจะเห็นได้จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2561-2563 พบว่า แนวโน้มการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย มีปริมาณลดลงจากเดิม คือ มีปริมาณลดลงจาก 170,932,622.49 กิโลกรัม เป็น 131,308,048.01 กิโลกรัม และ 98,449,035.43 กิโลกรัม ตามลำดับ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2564) เนื่องจากการควบคุมสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นหน้าที่ของรัฐที่จะต้องดำเนินการเพื่อประโยชน์สาธารณะ และคุ้มครองสิทธิของผู้บริโภคต่อไป (มนัส ชยาพัฒน์ และฉานทิพย์ สันตะพันธ์, 2563) ซึ่งจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันแก้ไขอย่างเร่งด่วน

การพัฒนาทางการเกษตรของประเทศไทยในด้านการผลิตพืชต่าง ๆ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิต จึงมีการพัฒนาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งบำรุงการเจริญเติบโตของพืช และมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่สั่งนำเข้ามาจากต่างประเทศในรูปของสารเคมีเข้มข้น หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป แล้วนำมาผสมปรุงแต่งภายในประเทศ การที่สารเคมีทางการเกษตรส่วนใหญ่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้แต่ละปีประเทศต้องสูญเสียเงินตราจำนวนมากในการสั่งซื้อเข้ามา ซึ่งปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีแนวโน้มสูงขึ้นแทบทุกปี โดยภายในระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมา การนำเข้าได้เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าตัว และมีอัตราการใช้สารเคมีต่อหน่วยพื้นที่มากถึงร้อยละ 11 ต่อปี (สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556; สุธาสินี อึ้งสูงเนิน, 2558) ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ฝนตกชุก และมีอุณหภูมิสูงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของโรคและแมลง รวมทั้งวัชพืชต่าง ๆ ซึ่งเป็นอุปสรรคขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช หากพิจารณาในด้านความเสียหายที่เกิดจากศัตรูพืชนั้นจะพบว่าก่อให้เกิดความเสียหายใน 2 ลักษณะคือ ความเสียหายที่ประเมินค่าทางเศรษฐกิจได้ง่าย วัดได้จากปริมาณของผลผลิตที่ลดลง คุณภาพของผลผลิตที่ลดลง เพาะต้นทุนของการผลิต และความเสียหายที่ประเมินค่าทางเศรษฐกิจได้ยาก เช่น ผลเสียหายเนื่องจากสภาพแวดล้อมซึ่งเปลี่ยนแปลงไป และมลภาวะจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ ดังนั้นศัตรูพืชจึงจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญของการเกษตร เนื่องจากการทำลายและการรบกวนของ

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700¹ Faculty Science and Technology, Suan Dusit University, Bang Phlat, Bangkok 10700

*Corresponding author, E-mail: wanpiti.thammasri@gmail.com

ศัตรูพืชนี้ ทำให้เกษตรกรต้องหาหนทางและวิธีการต่าง ๆ มาใช้เพื่อควบคุมและกำจัด โดยในแต่ละปีเกษตรกรได้ใช้จ่ายทั้งเงิน เวลา และความรู้ต่าง ๆ ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช อย่างไรก็ตามแม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจะมีประโยชน์ต่อการควบคุมการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชในระดับหนึ่ง แต่ก็มีพิษภัยโดยตัวสารเคมีเองอยู่ด้วย ประกอบกับการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้องของตัวเกษตรกร และการใช้ที่มากเกินไปจนความจำเป็น รวมทั้งการใช้โดยปราศจากนโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่ควบคุมอย่างเข้มงวด จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อปัญหาในหลาย ๆ ด้าน (สาคร ศรีมุข, 2563) เช่น ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เกิดปัญหาต่อสุขภาพเกษตรกร รวมทั้งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งหากกล่าวถึงผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรต่อปัญหาทางสุขภาพของเกษตรกร จะพบว่าสารเคมีทางการเกษตรที่มักส่งผลทำให้เกษตรกรเกิดอาการเจ็บป่วยแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ สารกำจัดแมลง (insecticide) สารกำจัดหนูสัตว์กัดแทะ (rodenticide) และสารกำจัดวัชพืช (herbicide) โดยสารดังกล่าวสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทั้งทางผิวหนัง ทางการหายใจ และทางการกลืนกิน ซึ่งสารเคมีทางการเกษตรที่เกษตรกรใช้นั้นมีเพียงร้อยละ 0.1 ที่จะสามารถทำลายกลุ่มเป้าหมายได้ แต่อีกร้อยละ 99.99 จะปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม (สุรสิณี อึ้งสูงเนิน, 2558) โดยเฉพาะทางดินและทางน้ำ หากเกิดการปนเปื้อนสู่ดินและน้ำ จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร ผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรต่อมลพิษทางดินคือสารเคมีที่สลายตัวได้ช้าจะตกค้างในดิน เมื่อโครงสร้างของดินเสื่อมโทรมจะทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์และขาดธาตุอาหารพืช และผลกระทบของสารเคมีทางการเกษตรต่อมลพิษในแหล่งน้ำมาจากการที่น้ำพัดพาหน้าดินที่มีการปนเปื้อนของสารพิษจากการฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะส่งผลเสียทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลงหรือคุณภาพเสื่อมโทรมลง มีผลทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยสารเคมีจะสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์น้ำ เป็นต้น

สารเคมีทางการเกษตร (pesticide)

ตามความหมายของคณะกรรมการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission, CAC) และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of The United Nation, FAO) หมายถึง สารหรือส่วนผสมของสารที่ใช้เพื่อป้องกัน หรือทำลายหรือควบคุมศัตรูพืช รวมถึงพาหะของโรคในมนุษย์ หรือสัตว์ชนิดของพืชหรือสัตว์ที่ไม่ต้องการและก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต กระบวนการผลิต การจัดเก็บ การขนส่งหรือการตลาดของอาหารสินค้าการเกษตร ไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ หรืออาหารสัตว์ หรือ หมายถึงสารที่ใช้กับสัตว์เพื่อที่จะควบคุมแมลง แมง หรือศัตรูที่อยู่บนหรืออยู่ในร่างกาย รวมถึงสารที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโต สารทำให้ใบร่วง สารดูดความชื้นหรือสารที่ใช้ในผลไม้เพื่อป้องกันการร่วงก่อนกำหนด และหมายถึงสารที่ใช้กับผลผลิตก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อป้องกันผลผลิตจากการเสื่อมสภาพระหว่างการจัดเก็บและการขนส่ง หากแบ่งประเภทของสารเคมีทางการเกษตรตามการใช้งาน จำแนกได้เป็น สารเคมีกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดแมลงชีวอินทรีย์ สารกำจัดเชื้อรา สารกำจัดหนู สารกำจัดหอยและหอยทาก สารรมควันพิษ สารเคมีควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารกำจัดไส้เดือนฝอย และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช และหากแบ่งประเภทของสารเคมีทางการเกษตรตามองค์ประกอบทางเคมี จำแนกได้เป็น สารอินทรีย์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอนที่สามารถสกัดได้จากพืช เช่น ไพเรทริน (pyrethrin) โรทีนอยด์ (rotenone and rotenoids) นิโคติน (nicotine) เป็นต้น สารอินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่งสารเคมีในกลุ่มนี้ได้รับความนิยมอย่างมากในภาคการเกษตร เนื่องจากสามารถควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ดี ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) และสารเคมีกลุ่มไพเรทรอยด์สังเคราะห์ (synthetic pyrethroid) และสารอนินทรีย์ (inorganic insecticide) เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในช่วงแรก ๆ มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน แต่ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน เช่น สารหนู (arsenical) และโซเดียม ฟลูออไรด์ (sodium fluoride) นิยมใช้กำจัดแมลงสาบ หนู เป็นต้น (สาคร ศรีมุข, 2563)

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อปัญหาด้านสุขภาพ

จากรายงานขององค์การอาหารและเกษตรแห่งความปลอดภัยของอาหารที่ผลิตในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่เกินค่ามาตรฐาน (Maximum Residue Limits, MRLs) จากฐานข้อมูลของระบบเตือนภัยด้านอาหาร (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF) พบว่า มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสินค้าทางการเกษตรของไทยที่ส่งไปยังสหภาพยุโรป และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด โดยจำนวนการแจ้งเตือนของสหประชาชาติ (FAO) ระบุว่าประเทศไทยนำเข้าสารเคมีเป็นอันดับ 1 เฉพาะปี 2553 นำเข้า 117 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นมูลค่ากว่า 1.8 หมื่นล้านบาท (นัฐวุฒิ ไม้ผาด และคณะ, 2557) ส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของประเทศในฐานะผู้ส่งออกสินค้าทางการเกษตรและอาหาร รายใหญ่ของโลกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามสภากรรมการสินค้าทางการเกษตรของประเทศไทยในปัจจุบัน เริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการผลิตพืชอาหารปลอดภัยสำหรับการบริโภคในประเทศและการส่งออกไปมากขึ้น เนื่องจากปัญหาด้านสุขภาพ

ของประชากรในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น และข้อจำกัดทางด้านการค้าระหว่างประเทศเกี่ยวกับการส่งผลิตผลทางการเกษตรไปจำหน่ายยังประเทศต่าง ๆ ที่มีข้อบังคับว่าด้วยสินค้าทางการเกษตรที่จะนำเข้าสู่ประเทศนั้น ๆ ต้องผ่านมาตรฐานการรับรองที่เป็นสากลเสมอ จะเห็นได้ว่า ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรในระบบเกษตรกรรมแผนใหม่อย่างไม่มีขีดจำกัด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรเป็นสารพิษอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบต่อสุขภาพส่วนมากเกิดจากการใช้หรือสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรหรือใช้สารเคมีไม่ถูกต้อง (สุธาสิณี อึ้งสูงเนิน, 2558)

สำหรับปัญหาสุขภาพ เนื่องจากพิษภัยของสารเคมีที่ใช้ในภาคการเกษตรในทุกวันนี้พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากการสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืช สังเกตได้จากการที่เกษตรกรเข้ารับบริการทางด้านสุขภาพจากการเจ็บป่วยมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นโรคทางผิวหนัง โรคระบบทางเดินหายใจ และโรคมะเร็ง เป็นต้น หากพิจารณาในด้านปัญหาสุขภาพของเกษตรกรพบว่าเกษตรกรไทยร้อยละ 32 มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารกำจัดศัตรูพืช (ศิริวรรณ แก้วสุขเรือง และสร้อยญา ถิ์ป้อม, 2562) ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพนั้นมีทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ผู้ที่สัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช คือ กลุ่มเกษตรกร ผู้ฉีดพ่นที่จะได้รับพิษโดยตรง แต่สำหรับผู้บริโภคจะได้รับพิษทางอ้อมจากผลผลิตทางการเกษตรที่มีสารตกค้างปนเปื้อนอยู่ แม้ได้รับในปริมาณต่ำ แต่การที่ได้รับเป็นประจำสารพิษอาจสะสมเป็นปัญหาเรื้อรังและส่งผลกระทบต่อระบบการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ผลต่อระบบประสาท การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และระดับเซลล์ของร่างกาย ทำให้สุขภาพร่างกายอ่อนแอ มีอาการคลื่นไส้ วิงเวียน อาเจียน ระบบหายใจขัดข้อง และอาจร้ายแรงจนเป็นเหตุให้เสียชีวิตได้ โดยเฉพาะสารกลุ่มคาร์บาเมตและกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต หากเกษตรกรใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง หรือใช้ผิดวัตถุประสงค์ เป็นระยะเวลานานจะส่งผลทำให้เกิดการตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรได้ และเป็นปัญหาด้านความปลอดภัยทางอาหาร (food safety) ตามมา เนื่องจากสารสองกลุ่มนี้มีพิษรุนแรงต่อระบบประสาท และบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง เมื่อร่างกายได้รับสารเหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นสาร cholinergic metabolites ที่ดับซึ่งเป็นสารที่เป็นพิษ (toxic component) และสามารถจับกับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (enzyme cholinesterase) ในร่างกาย ซึ่งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมีหน้าที่ในการทำลายสารแอซิติลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งสารตัวนี้เป็นตัวกลางในการส่งกระแสประสาท เมื่อร่างกายได้รับพิษจากสารกำจัดแมลงในกลุ่มดังกล่าว และจากผลการตรวจเลือดของเกษตรกร โดยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมในช่วง พ.ศ. 2555-2556 เกษตรกรที่มีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้างในร่างกายในระดับเสี่ยงไม่ปลอดภัย มีจำนวนประมาณร้อยละ 30 ของเกษตรกรทั้งหมดที่สุ่มตรวจเลือด โดยมีอัตราการตายของประชาชนจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ในอัตรา 1 คนต่อแสนคน ในขณะที่รายงานจากฐานข้อมูลผู้ป่วย สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2557 พบผู้ป่วยนอกเป็นโรคพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในอัตรา 12.25 คนต่อแสนคน ซึ่งเป็นตัวเลขที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ (ศิริอุมา เจาะจิตต์ และคณะ, 2560)

หากพิจารณาถึงปัญหาสุขภาพของเกษตรกรส่วนใหญ่ มักเกิดจากพฤติกรรมการใช้สารเคมีที่ไม่เหมาะสม และไม่ปลอดภัย ทำให้เกษตรกรผู้อาศัยในชุมชน และผู้บริโภคมีความเสี่ยงจากการได้รับอันตรายจากสารเคมีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้น ความเป็นพิษ และปริมาณที่ได้รับด้วย (รพีพรรณ ประจันตะเสน, 2561; มัตติกา ยงประเดิม และคณะ, 2562) โดยสามารถจำแนกความเป็นพิษของสารเคมีทางการเกษตรต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. **สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate)** เช่น มาลาไธออน (malathion) ไดโครโทฟอสเฟต (dicrotophos) อีพีเอ็น (ethyl p-nitrophenyl thionobenzenephosphonate, EPN) มีฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทรอบนอก ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ซึ่งมีหน้าที่ส่งสัญญาณประสาท ผลการจับตัวกับเอนไซม์ทำให้ปริมาณของเอนไซม์ลดลงและมีผลต่อกล้ามเนื้อต่าง ๆ รวมถึงต่อมต่าง ๆ และกล้ามเนื้อเรียบซึ่งควบคุมอวัยวะภายในที่ทำงานมากกว่าปกติ เนื่องจากปริมาณเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมีไม่มากพอที่จะหยุดการทำงาน ส่งผลทำให้ระบบกล้ามเนื้ออ่อนแรง ตะคริวที่กล้ามเนื้อ ต่อมาต่าง ๆ ต่อมาน้ำลายขับน้ำลายออกมามาก ต่อมาเหงื่อขับเหงื่อออกมามาก บางครั้งพบอาการม่านตาหรี่ หายใจลำบาก เวียนศีรษะ อาเจียน มือสั่น เหน็ดเหนื่อย ชัก และหมดสติ (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2564; วินัย วรานุกุล และคณะ, 2564)

2. **สารกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate)** เช่น คาร์โบฟูแรน (carbofuran) เมโทมิล (methomyl) คาร์บาริล (carbaryl) ฯลฯ สารในกลุ่มนี้มีกลไกการเกิดพิษคล้ายกับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คือ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส แต่เป็นการยับยั้งแบบชั่วคราว ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อยกว่า อาการที่เกิดขึ้นเหมือนกับการได้รับสารออร์กาโนฟอสเฟต ยกเว้นอาการชักไม่รู้สึกตัวเกิดขึ้นได้น้อย สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการมากอาจตายได้ เนื่องจากระบบการหายใจล้มเหลว ซึ่งเกิดจากหลอดลมตีบตัน กล้ามเนื้อของระบบการหายใจเป็นอัมพาต และศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองหยุดทำงาน ในรายที่มีอาการไม่รุนแรงนัก อาการจะดีขึ้นใน 2-3 วัน แต่จะอ่อนเพลีย ไม่มีแรงเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามสารกลุ่มนี้สามารถดูดซึมผ่านทาง

ผิวหนังได้ โดยเฉพาะรอยแผลหรือรอยช้ำ ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง นอกจากนั้นสารในกลุ่มนี้ยังทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตาอย่างมาก (นิรมล ธรรมวิริยสดี และसानิตา สิงห์สนั่น, 2559; ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, 2564)

3. สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) เช่น อัลดริน (aldrin) คลอเดน (chlordane) ดีดีที (dichlorodiphenyl trichloroethane, DDT) ฯลฯ สารพิษกลุ่มนี้มักเจือปนมากับเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะส่วนที่ติดมัน ผลผลิตทางการเกษตร เช่น นมวัว พืชผักผลไม้ เราอาจได้รับสารพิษกลุ่มนี้โดยการรับประทานอาหาร การไชยาฉีดพ่นฆ่าแมลง หรือเจือปนมากับฝุ่นละออง สารเคมีในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีพิษไม่เลือก (คือเป็นพิษต่อแมลงทุกชนิด) และค่อนข้างจะสลายตัวช้า ทำให้พบตกค้างในห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อมได้นาน สารกลุ่มนี้ถูกดูดซึมที่ผิวหนัง เมื่อได้รับมาก ๆ จะทำให้ระบบประสาทส่วนกลางถูกขัดขวาง พบอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ สำหรับความเป็นพิษแบบเฉียบพลันจะต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ก่อให้เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาว ส่วนพิษแบบเรื้อรังจะมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าตามร่างกาย (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2564; ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, 2564)

4. สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid) เช่น เปอร์เมทริน (permethrin) เดลต้าเมทริน (deltamethrin) ฯลฯ สารกลุ่มนี้เป็นสารเคมีกลุ่มที่สังเคราะห์ขึ้นโดยมีความสัมพันธ์ตามโครงสร้างของไพรีทริน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่สกัดได้จากพืชไพรีทรัม สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง จัดเป็นสารที่มีความไวทางชีวภาพสูง แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ สารกลุ่มนี้ถูกกำจัดออกจากร่างกาย ไม่ถูกสะสมอยู่ในร่างกาย พบอาการชา หายใจเร็วขึ้น เจ็บคอ คอแห้ง แสบจมูก คันตามผิวหนัง ท้องเสีย น้ำลายไหลมาก หนึ่งตากระตุก และเดินเซเซ อย่างไรก็ตามสารกลุ่มนี้มีความแพงจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ (วรวิทย์ จันทรสุวรรณ, 2559)

5. สารกำจัดวัชพืช (herbicides) หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า “ยาฆ่าหญ้า” เช่น สารพาราควอต (paraquat) ที่ออกฤทธิ์เร็ว และจะเสื่อมฤทธิ์ทันทีเมื่อตกถึงพื้นดิน สารนี้จะสลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ดี ไม่มีสี มีกลิ่นอ่อน ๆ คล้ายกลิ่นแอมโมเนีย การจำแนกความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สารประเภทเลือกทำลาย เป็นสารที่เป็นพิษต่อพืชที่ปลูกและวัชพืชบางชนิด แต่ไม่เป็นพิษหรือเป็นพิษน้อยต่อวัชพืชบางชนิด และสารประเภทไม่เลือกทำลาย เป็นสารที่เป็นพิษต่อพืชที่ปลูกและวัชพืชทุกชนิด ในแง่ความเป็นพิษต่อมนุษย์ส่วนใหญ่มีอาการทางระบบทางเดินอาหาร จะมีคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย ส่วนอาการทางระบบทางเดินหายใจ จะมีอาการระคายเคืองหายใจไม่สะดวก นอกจากนั้นสารนี้ยังมีพิษต่อผิวหนัง และเยื่อเมือก พบอาการผิวหนังแห้งแตก ผื่นแดง เป็นแผล เล็บซีดขาว เล็บเปราะ เป็นต้น (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2564; อำพร คล้ายแก้ว, 2564)

6. สารเคมีกำจัดหนู (rodenticides) ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น สารซิงค์ฟอสไฟด์ (zinc phosphide) โดยทั่วไปเป็นผงสีเทาดำมัน ไม่ละลายน้ำ หากเก็บในสภาพแห้งจะอยู่ได้นาน แต่ถ้าถูกความชื้นสารนี้จะค่อย ๆ สลายตัวเล็กน้อย เกิดแก๊สฟอสฟีน (phosphine) ซึ่งเป็นพิษ และมีกลิ่นคล้ายอะเซทิลีน (acetylene) มีความเป็นพิษมากเมื่อถูกน้ำและกรดในกระเพาะอาหารเกิดปฏิกิริยาได้แก๊สพิษฟอสฟีน ทำลายเซลล์กระเพาะอาหาร ดับ ไต การดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทำให้น้ำนี้คั่งในปอด ปวดศีรษะ หายใจขัด ความดันโลหิตสูง อาจทำให้เสียชีวิตภายในระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง อีกชนิดคือ สารด้านการแข็งตัวของเลือด นำมาใช้เป็นยาเบื่อหนู ซึ่งสารกลุ่มนี้เป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด รวมทั้งสัตว์ปีกด้วย นอกจากนั้นยังมี สารทาลเลียม (thallium) เป็นโลหะหนักที่เป็นพิษคล้ายคลึงกับปรอทและตะกั่ว นำมาใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดพวกสัตว์ฟันแทะ และแมลง (ถนอมจิตร สุวรรณศรี, 2564)

7. สารไทโอคาร์บาเมต (thiophosphate) เป็นสารกลุ่มรักษาโรคพืช มักใช้กำจัดเชื้อรา สารนี้มีพิษเฉียบพลันต่ำและไม่ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นหลังการสัมผัสสารนี้มีลักษณะเหมือนไพรีทรอยด์ เมื่อใช้สารนี้อย่างเหมาะสมจะให้ประโยชน์อย่างมากต่อการเก็บรักษาและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ตามการสัมผัสกับมนุษย์และสัตว์มากเกินไปอาจส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ เช่น หากได้รับสารกลุ่มนี้ผ่านทางเดินหายใจจะก่อให้เกิดอาการคอแห้ง ไอ แสบจมูก ตา เมื่อได้รับสารนี้ผ่านทางตาจะพบอาการระคายเคืองต่อผิวหนังตา ตาแดง และเมื่อได้รับผ่านทางผิวหนัง จะพบอาการคันผิวหนัง มีจุดขาวที่ผิวหนัง ผื่นแดง (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2564)

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

การใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรส่งผลทำให้เกิดการปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งปัญหามาจากสารเคมีไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีเท่านั้น แต่จะสามารถตกค้าง และแพร่กระจายในบริเวณกว้างได้ ทำให้เกิดปัญหาล้างสิ่งแวดล้อมตามมา โดยเฉพาะในดิน น้ำ อากาศ สิ่งมีชีวิต ระบบห่วงโซ่อาหาร และในระบบนิเวศอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้เคียง (Figure 1) (สุธาสินี อึ้งสูงเนิน, 2558)

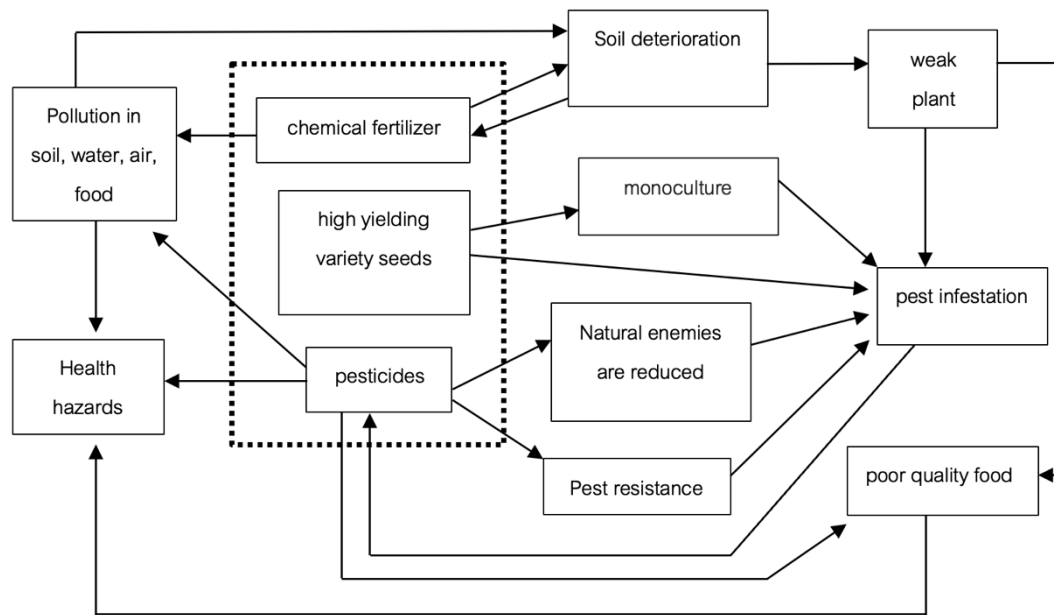


Figure 1 The cycle of problems caused by agricultural chemicals.

Source: Adapted from Artitaya (2018)

ในการเพาะปลูกพืชนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องใช้สารเคมีทางการเกษตร ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งก่อนปลูก ขณะที่พืชเจริญเติบโต และก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งบางครั้งเกษตรกรมีความจำเป็นในการใช้สารเคมีหลายชนิดผสมกันเพื่อป้องกันปัญหาแมลงรบกวน และเกษตรกรยังเห็นว่าสารเคมีนั้นทำให้พืชผักสวยงาม น่ารับประทาน ขายได้ราคาดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้นนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพราะนอกจากจะป้องกันผลกระทบที่จะมีต่อปัญหาด้านสุขภาพแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมด้วย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561) โดยพิจารณาได้จากผลกระทบดังต่อไปนี้

1. มลพิษทางดิน

สารเคมีทางการเกษตรที่เกษตรกรใช้บางชนิดอาจสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในดิน แต่สารบางชนิดมีความคงทนมากในดินสามารถตกค้างสะสมได้เป็นเวลานาน เช่น สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นสารที่สลายตัวยาก มีความคงทนในธรรมชาติและมีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากการเพาะปลูกพืชนั้นเกษตรกรมีการใช้สารเคมีทางการเกษตร ดินจะเป็นแหล่งรองรับสารเหล่านี้โดยตรง และส่วนใหญ่มักจะสะสมอยู่บริเวณหน้าดินที่มีความลึก 1-2 นิ้ว (สุธาสนี อึ้งสูงเนิน, 2558; Jayaraj et al., 2016) โดยอนุภาคดินจะดูดซับได้ดี เมื่อมีการใช้สารเคมีเป็นระยะเวลานานติดต่อกันจะส่งผลทำให้โครงสร้างดินเสื่อมโทรม ขาดธาตุอาหาร มีสารพิษเจือปน เป็นต้น อย่างไรก็ตามสารเคมีทางการเกษตรที่ตกค้างในดิน อาจเปลี่ยนแปลงไปในหลายลักษณะ ได้แก่ การสลายตัวโดยปฏิกิริยาทางเคมี (chemical decomposition) การสลายตัวโดยแสง (photo degradation) การสลายตัวโดยจุลินทรีย์ย่อยสลาย (microbial degradation) การระเหยเข้าสู่บรรยากาศ (volatilization) การเคลื่อนย้ายไปสู่แหล่งน้ำ (movement by runoff and water-table) การเข้าสู่สิ่งมีชีวิต (plant or organism uptake) (นวลศรี ทยาพัชร, 2564)

การใช้สารเคมีทางการเกษตรจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเสื่อมโทรมของดิน เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของสารเคมีทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลง ทั้งความเป็นกรด-ด่าง และสภาพทางกายภาพของดิน มีผลต่อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการแปรสภาพของซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ในดินเป็นอินทรีย์วัตถุที่มีประโยชน์ต่อพืช เมื่อจุลินทรีย์ถูกทำลายกระบวนการดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น หรือไม่เกิดการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุในดินนั่นเอง จึงนำไปสู่การเสื่อมโทรมของดินส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินตามลำดับ (Arora and Sahni, 2016)

2. มลพิษทางน้ำ

การปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตรในแหล่งน้ำสามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การฉีดพ่นสารเคมีเกษตรลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงเพื่อกำจัดยุงและวัชพืชน้ำ การกัดเซาะล้างดินของฝน การทิ้งหรือล้างภาชนะที่บรรจุสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ

การใช้สารเคมีในบริเวณพื้นที่เกษตรใกล้กับแหล่งน้ำ และการพัฒนาภาคดินที่ดูดซับสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน เป็นต้น เนื่องจากแหล่งน้ำคือที่รองรับของเสียที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งหากแหล่งน้ำมีการเสื่อมคุณภาพ หรือน้ำมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากธรรมชาติจากการมีมวลสารสารพิษหรือสารปนเปื้อนต่าง ๆ ปะปนเกินค่ามาตรฐานกำหนด จะส่งผลทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรได้ โดยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำสังเกตได้จากหลายลักษณะ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การที่น้ำขุ่นเนื่องจากมีสารแขวนลอยปนเปื้อนอยู่หรือการที่น้ำมีสีเปลี่ยนไป เนื่องจากมีแร่ธาตุบางชนิดผสมอยู่ และการมีคราบน้ำมัน เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนรสชาติ ซึ่งเกิดจากสารเคมีหรือการสลายตัวของสารเคมีในน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา โดยมีปริมาณจุลินทรีย์มากทำให้น้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่ายที่เจริญแพร่พันธุ์ได้ดี เมื่อมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ มากในน้ำ (กองอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2558; นวลศรี ทยาพัชร, 2563)

เมื่อสารเคมีทางการเกษตรเกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ จะมีผลทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำได้ โดยสารเคมีจะสะสมได้มากในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำตื้น ๆ เช่น หอย ตัวอ่อนแมลงปอ เป็นต้น สัตว์เหล่านี้สามารถสะสมสารพิษได้มากถึง 10-10,000 เท่า ซึ่งสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีการสะสมของสารเคมีนี้มีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ เพราะจะเป็นอาหารของสัตว์น้ำต่อไป แต่หากได้รับสารเคมีไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตรายกับสัตว์น้ำ สารเคมีนั้นก็สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์น้ำ (สุธาสนี อึ้งสูงเนิน, 2558) ซึ่งสร้างความเสียหายต่อความอยู่รอดและการเจริญพันธุ์ การใช้สารกำจัดศัตรูพืชนั้นมีเพียงส่วนน้อยที่มีผลต่อศัตรูพืชที่ต้องการ แต่ส่วนมากจะกระจายไปซึ่งมักจะตกลงบนดินและในน้ำก่อนที่บางส่วนจะสลายไป จากรายงานของ ชูติมา ถนอมสิทธิ์ และณฤณาท มาลาธัมย์ (2560) พบว่า ไกลโฟเสท (glyphosate) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำได้ดินและน้ำผิวดิน โดยส่วนผลของไกลโฟเสทในสารกำจัดวัชพืชนั้นมีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิว เป็นผลให้ไกลโฟเสทสามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ดีขึ้น เป็นผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำรับสัมผัส และสะสมไกลโฟเสทเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง และจากการศึกษาของ ชูติมา ถนอมสิทธิ์ และคณะ (2559) ที่ทำการทดลองในปลากะพงขาวที่ได้รับสัมผัสกับสารกำจัดวัชพืช ไกลโฟเสท โดยปลากะพงขาวจะว่ายน้ำผิดปกติ เสียการทรงตัว ลำตัวสีซีดจางลง เหงือกมีสีซีดลง ท้องบวม และมีการตกเลือดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนอัตราการตายของปลากะพงขาวจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ได้รับสัมผัสไกลโฟเสท ค่า LC_{50} ที่คำนวณได้เมื่อปลากะพงขาวได้รับสัมผัสไกลโฟเสท คือ 5.57, 3.55, 2.5 และ 0.76 mg/L ที่ระยะเวลาได้รับสัมผัส 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ

3. มลพิษทางอากาศ

การฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตรทางอากาศกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะทุ่นเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก และสามารถป้องกันการแพร่ระบาดของศัตรูพืชได้อย่างเร่งด่วนในพื้นที่บริเวณกว้าง แต่หากพิจารณาถึงผลกระทบที่ได้รับจะพบว่าวิธีการดังกล่าวทำให้สารพิษมีโอกาสปลิวปะปนอยู่ในบรรยากาศได้มาก โดยภาวะที่อากาศมีการเจือปนของสาร หรือสิ่งปนเปื้อนในปริมาณที่มากพอ จะทำให้อากาศเสื่อมคุณภาพเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชให้ได้ผลดีนั้นต้องให้ปริมาณสารตามคำแนะนำ ในทางกลับกันหากใช้ในอัตรามากกว่ากำหนดอาจจะทำให้การกำจัดศัตรูพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามการที่ละอองสารจะถูกพัดพาไปยังเป้าหมายที่ต้องการนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยลมถือเป็นปัจจัยที่ช่วยให้มีการกระจายของละอองสารเคมี โดยทั่วไปแล้วถ้าความเร็วลมเกิน 5 เมตรต่อวินาที หรือ 18 กิโลเมตรต่อชั่วโมงต้องเลิกการพ่นสารเคมี เนื่องจากกระแสลมจะพัดพาละอองสารออกนอกเป้าหมาย ส่วนอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะช่วงเวลากลางวัน ระหว่าง 11.00-14.00 น. น้ำในละอองของสารเคมีที่ใช้จะระเหยไปก่อนที่ละอองสารจะตกบนเป้าหมาย ดังนั้นการพ่นสารเคมี จึงควรหลีกเลี่ยงช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากสารเคมีที่ฉีดพ่นจะปลิวปะปนอยู่ในอากาศ บางส่วนอาจปลิวไปตกในพื้นที่ป่า แหล่งน้ำ หรือบ้านเรือนที่พักอาศัย และหากเกษตรกรยังลดขนาดของเม็ดยา หรือฝอยของยาที่ฉีดพ่น หรือไปรยทางอากาศลงมาเท่าใด วัตถุประสงค์ก็ยังมีโอกาสปลิวปะปนอยู่ในอากาศได้มากยิ่งขึ้น (นวลศรี ทยาพัชร, 2563) นอกจากนี้ยังมีการรายงานเกี่ยวกับระดับอันตรายของละอองลอยจากสารกำจัดศัตรูพืชที่กระจายในอากาศมีผลทำให้สัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่งหรือ 50% (LC_{50}) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความเป็นอันตรายของสุขภาพมนุษย์ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับอันตรายร้ายแรงที่สุด หากในอากาศมีการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชเพียง 10 ไมโครกรัมต่อลิตร จะทำให้หนูทดลองตายลงครึ่งหนึ่ง เช่น ฟอสโดริน (phosdrin) และพาราไธออน (parathion) ส่วนระดับอันตรายร้ายแรงสูง หากในอากาศมีการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชเพียง 10-100 ไมโครกรัมต่อลิตร จะทำให้หนูทดลองตายลงครึ่งหนึ่ง เช่น อัลดริน และเมทิลพาราไธออน (methyl parathion) (ภัทราวดี วัฒนสุนทร, 2558)

สรุป

จากการที่ประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม จึงทำให้ผลผลิตทางการเกษตรของไทย ถูกส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดโลกในลำดับต้น ๆ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการเพาะปลูกข้าว พืชไร่ พืชสวน ผัก ผลไม้ การเลี้ยงสัตว์ และการประมง ซึ่งช่วยนำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นอย่างมาก แต่การพัฒนาทางการเกษตรของประเทศไทย ในด้านการผลิตพืชต่าง ๆ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตเป็นหลัก จึงมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพื่อการป้องกันการทำลายหรือควบคุมศัตรูพืชที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต กระบวนการผลิต การจัดเก็บ การขนส่ง หรือการตลาดของอาหารสินค้าการเกษตรนั่นเอง ซึ่งพฤติกรรมในการใช้สารเคมีทางการเกษตรส่วนใหญ่ มีความไม่เหมาะสม ขาดความระมัดระวังในการใช้งานที่ถูกต้อง รวมทั้งใช้สารเคมีเกินปริมาณที่กำหนด เป็นต้น จึงก่อให้เกิดผลเสียและผลกระทบทั้งต่อเกษตรกรผู้ผลิต สินค้าเกษตร ในด้านของปัญหาทางสุขภาพจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร เนื่องจากสารเคมีที่ใช้สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางผิวหนัง ทางการหายใจ ทางการกลืนกิน และส่งผลทำให้เกิดปัญหาการตกค้างสะสมของสารพิษในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดมลพิษทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ และอากาศตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ภาคการเกษตรต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต สินค้าทางการเกษตรใหม่ให้มีความปลอดภัยและมีคุณภาพ โดยลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. 2564. โรคจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/72> (3 พฤษภาคม 2564).
- กองอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2558. เอกสารประกอบการดำเนินงานตอบโต้ภาวะฉุกเฉินด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เรื่องมลพิษทางน้ำและผลกระทบต่อสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชุติมา ถนอมสิทธิ, อำนวย วัฒนศิริ และพอลจิต นันทนาวัฒน์. 2559. ผลของไกลโฟเสตต่อพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกในปลากะพงขาว. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 21(2): 204-213.
- ชุติมา ถนอมสิทธิ และณฤนท มลารมย์. 2560. ผลกระทบของไกลโฟเสตที่มีต่อสัตว์น้ำ. *วารสารคชสาร* 39(1): 98-109.
- ถนอมจิตร สุวรรณศรี. 2564. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษ: สารเคมีกำจัดหนู. http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=81 (6 พฤษภาคม 2564).
- นัฐวุฒิ ไผ่ผาด, สมจิตต์ สุพรรณทัศน์ และธีรพัฒน์ สุทธิประภา. 2557. ผลจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม อำเภอวังน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์. *แกนเกษตร* 42(3): 301-310.
- นิรมล ธรรมวิชัยดี และसानิตา สิงห์สนั่น. 2559. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในเลือดและพิษของยาฆ่าแมลงต่อสุขภาพในกลุ่มประชากรผู้ได้รับสารพิษตกค้างในผัก. คณะสหเวชศาสตร์ สาขาเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นวลศรี ทายาพัชร. 2563. เกษตรกรรมและการใช้สารเคมีการเกษตร. สถาบันวิจัยระบบสุขภาพ. <http://uto.moph.go.th/healthpro/Scripts/g/a/3.PDF> (31 ธันวาคม 2563).
- นวลศรี ทายาพัชร. 2564. การจัดการสารเคมีอย่างเหมาะสม. http://infofile.pcd.go.th/haz/571223_5.pdf?CFID=2884494&CFTOKEN=38827143 (8 พฤษภาคม 2564).
- ภัทราวดี วัฒนสุนทร. 2558. การประเมินความเสี่ยงด้านนิเวศพิษวิทยาจากการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในระบบนิเวศนาข้าว จังหวัดชัยนาท: กรณีศึกษาเปิดไผ่ทุ่ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, การจัดการสิ่งแวดล้อม คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- มนัส ชยาพัฒน์ และณานิธิ สันตะพันธ์. 2563. ปัญหาการควบคุมสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ของประเทศไทย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ* 9(1): 76-85.
- มัตติกา ยงประเดิม, สุภาภรณ์ ยิ้มเที่ยง, มุจลินทร์ อินทรเหมือน และศิริพร ด้านชชาธาร. 2562. ระดับความเสี่ยงการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของกลุ่มเกษตรกรชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารควบคุมโรค* 45(1): 42-53.
- รพีพรรณ ประจันตะเสน. 2561. การป้องกันผลกระทบของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตร. *วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ* 11(2): 248-256.
- วินัย วรานุกุล, สุดา วรณประสาธ และจารุวรรณ ศรีธำมา. 2564. สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมต. https://med.mahidol.ac.th/poisoncenter/sites/default/files/public/pdf/books/Pesticide_book-01_Organophosphorus-and-Carbamates.pdf (3 พฤษภาคม 2564).
- วรวิทย์ จันทรสุวรรณ. 2559. รายงานการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ของการกระจายตัวของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินเพาะปลูกข้าวและระดับการปนเปื้อนในเมล็ดข้าว. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ศิริวรรณ แก้วสุขเรือง และสรวิญญา ถีป้อม. 2562. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมในการป้องกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกายของเกษตรกรปลูกข้าว ตำบลไกรกลาง อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซียฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 13(2): 186-199.

- ศิริอุมา เจาะจิตต์, วัยดา กวานเหียน, อุดมรัตน์ วัฒนสิทธิ์, พิมาน ธีระรัตนสุนทร, สุภาภรณ์ ยิ้มเที่ยง, จันจิรา มหานุญ และปนัดดา พิบูลย์. 2560. การเปรียบเทียบความรู้ ทักษะคิด พฤติกรรมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสิ่งแวดล้อม จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ* 10(37): 10-20.
- ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา. 2564. ความรู้เกี่ยวกับสารพิษและวัตถุอันตราย: รู้จักสารบาเมต. http://webdb.dmssc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=297 (3 พฤษภาคม 2564).
- สาคร ศรีมุข. 2563. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. http://library.senate.go.th/document/Ext6409/6409657_0002.PDF (31 ธันวาคม 2563).
- สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2556). *ความเห็นและข้อเสนอแนะการคุ้มครองผู้บริโภคจากอันตรายของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช คาร์โบฟูรา น เมทโธมิล อีพีเอ็น และไดโครโตฟอส*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: แผนงานพัฒนาวิชาการและกลไกคุ้มครองผู้บริโภคด้านสุขภาพ (คคส.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุธาสินี อึ้งสูงเนิน. 2558. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 9(1): 50-63.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2564. สรุปข้อมูลสถิติวัตถุอันตราย. https://www.doa.go.th/ard/?page_id=386 (1 พฤษภาคม 2564).
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. เจาะลีสถานการณ์สารกำจัดศัตรูพืชและวัตถุอันตรายทั่วโลก. https://warning.acfs.go.th/web-upload/m_magazine/8/54/file_download/a522ae349ced24482df52dc9d271e631.pdf (7 พฤษภาคม 2564).
- อำพร คล้ายแก้ว. 2564. การใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างถูกวิธี. <http://kmcenter.rid.go.th/kcresearch/page01/WD01X001.pdf> (5 พฤษภาคม 2564).
- Arora, S., and Sahni, D. 2016. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity- an overview. *Journal of Applied and Natural Science* 8(2): 1126-1132.
- Artitaya, P. 2018. Introduction to eco-agriculture for application in sustainable agriculture. https://www.alro.go.th/tech_trans/ewt_dl_link.php?nid=685 (14 May 2018).
- Jayaraj, R., Megha, P., and Sreedev, P. 2016. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. *Interdisciplinary Toxicology* 9(3-4): 90-100.

วันรับบทความ (Received date) : 25 ก.พ. 64

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 14 พ.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 ส.ค. 64

ข้อพิจารณาในการปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมัน

Consideration for Oil Palm Intercropping

ธเนศ คอมเพชร¹ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์¹
Thanet Khomphet¹ and Theera Eksomtramee¹

คำนำ

การปลูกพืชแซมเป็นหนึ่งในการทำเกษตรที่ยั่งยืนที่มีการปฏิบัติกันมาอย่างยาวนานโดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่อยู่ในเขตร้อน (Yildirim and Ekinici, 2017) การปลูกพืชแซมมีประโยชน์หลายประการ เช่น ช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก ทำให้ผลผลิตมีเสถียรภาพเนื่องจากสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตจากพืชแซมได้ ในขณะที่พืชหลักยังไม่ให้ผลผลิตและช่วยลดความเสี่ยงจากการผลิตพืชหลัก ทำให้มีการใช้ทรัพยากรภายในพื้นที่ปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยในการลดการเกิดโรค แมลง และวัชพืช และช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น (Mousavi and Eskandari, 2011; Smith and Liburd, 2018) ในประเทศไทยเกษตรกรนิยมปลูกพืชแซมกันอยู่อย่างแพร่หลาย โดยการเลือกปลูกพืชแซมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเกษตรกร เช่น เพื่อเป็นแหล่งรายได้ระหว่างรอเก็บเกี่ยวผลผลิตจากพืชหลัก เพื่อเป็นแหล่งรายได้เสริมในขณะที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากพืชหลัก เพื่อนำผลผลิตมาใช้ในการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ทำที่อยู่อาศัย เพื่อใช้เป็นแหล่งยาสมุนไพรเพื่อการรักษาโรค เพื่อเป็นแหล่งอาหารสัตว์ เพื่อใช้เพื่องานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ในชุมชน นอกจากนี้เกษตรกรยังมีการตัดสินใจปลูกพืชแซมโดยการพิจารณาถึงความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ความยากง่ายในการดูแลรักษา และระยะเวลาในการดูแลรักษาอีกด้วย (นัสดา รัชมีแพทย์ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ, 2560; ระวี เจียรวิภา, 2562) ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่มีพื้นที่ปลูกประมาณ 5.88 ล้านไร่ โดยภาคใต้เป็นพื้นที่ปลูกหลักของประเทศ คือ 5.07 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ปาล์มน้ำมันสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่อายุประมาณ 3 ปี จนถึงอายุประมาณ 20-25 ปี (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระพงศ์ จันทนิยม, 2558) การปลูกปาล์มน้ำมันจะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าโดยมีระยะห่างระหว่างต้น 9 เมตร (Darjah et al., 2014) ทำให้มีพื้นที่ว่างในการใช้ประโยชน์ค่อนข้างมาก ทรงพุ่มของปาล์มน้ำมันจะค่อย ๆ แผ่กว้างขึ้นตามการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันจนเต็มพื้นที่ในระยะเวลาประมาณ 3 ปี เกษตรกรจึงมักใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่างภายในสวนปาล์มน้ำมัน พืชที่ปลูกในระยะนี้มักเป็นพืชอายุสั้นและให้ผลผลิตได้เร็ว เช่น สับปะรด พริก ข้าวโพด พักทอง แตงโม เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) ส่วนในระยะที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิต คือตั้งแต่อายุประมาณ 3 ปีขึ้นไป เกษตรกรส่วนใหญ่จะไม่ปลูกพืชแซมในระยะนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชแซมต่อปาล์มน้ำมัน ปริมาณแสงไม่เพียงพอ ความไม่สะดวกในการจัดการและการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมัน เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีเกษตรกรเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทยบางรายได้ทำการปลูกไม้ยืนต้น เช่น ตะเคียนทอง มะฮอกกานี สะเดาช้าง จำปาป่า เป็นต้น ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 10 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตภายใต้การจัดการธาตุอาหารที่เพียงพอ จากการสอบถามและการร่วมสังเกตพบว่าปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตทะลายน่าสนใจไม่มีความแตกต่างกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้ทำการปลูกพืชแซม นอกจากนี้เจ้าของสวนยังมีรายได้เสริมจากพืชแซมในสวนปาล์มอีกด้วย จากการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกพืชแซมในสวนปาล์มน้ำมันพบว่า เกษตรกรหลายรายยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูกพืชแซมในสวนปาล์มน้ำมัน เช่น การเลือกชนิดพืช จำนวนพืชที่เหมาะสม ระยะการปลูก การดูแลรักษาปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกพืชแซม เป็นต้น

บทความนี้จึงเรียบเรียงจากข้อมูลบทความทางวิชาการ การสำรวจแปลงเกษตรกร การเก็บข้อมูลในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมันให้แก่เกษตรกรหรือผู้สนใจ รวมถึงการดูแลรักษาพืชแซมและปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันในอนาคต และการเพิ่มความมั่นคงทางรายได้จากการปลูกพืชแซมในสวนปาล์มน้ำมัน

รูปแบบของการปลูกพืชแซม

การปลูกพืชแซม หมายถึง การปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าในแปลงปลูกในช่วงฤดูปลูกเดียวกัน อาจเป็นการปลูกร่วมกันระหว่างพืชฤดูเดียวกับพืชฤดูเดียว พืชฤดูเดียวกับพืชหลายฤดู หรือพืชหลายฤดูกับพืชหลายฤดูก็ได้ (Mousavi and Eskandari, 2011) โดยทั่วไปการปลูกพืชแซมแบ่งได้เป็น 4 ชนิดคือ

¹ สาขานวัตกรรมเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110

¹ Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Hat Yai, Songkhla 90110

*Corresponding author, E-mail: tanetkie@gmail.com

1. **การปลูกพืชแซมแบบสลับแถว (row intercropping)** เป็นการปลูกพืชชนิดหนึ่งเป็นแถวแล้วสลับกับแถวของพืชอีกชนิดหนึ่งเป็นแถวต่อแถว (Mousavi and Eskandari, 2011) ตัวอย่างเช่น การปลูกข้าวโพดร่วมกับมันฝรั่ง โดยอาจปลูกเป็นระบบข้าวโพด 1 แถวร่วมกับมันฝรั่ง 1 แถว หรือ ข้าวโพด 1 แถวร่วมกับมันฝรั่ง 2 แถว เป็นต้น (Hamdani and Suradinata, 2015) การปลูกกระเจี๊ยบเขียวซึ่งเป็นพืชหลักร่วมกับถั่วพุ่มหรือแตงกวา (Mousa et al., 2007) เป็นต้น การปลูกพืชแซมในรูปแบบนี้พืชชนิดหนึ่งอาจทำหน้าที่ในการให้ร่มเงาแก่พืชที่ปลูกร่วมซึ่งเป็นพืชที่ไม่ต้องการแสงแดดจัด นอกจากนี้ยังช่วยลดการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวได้อีกด้วย

2. **การปลูกพืชแซมแบบผสม (mixed intercropping)** เป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าสองชนิดพร้อมกันโดยไม่ได้ปลูกเป็นแถว (Mousavi and Eskandari, 2011) ตัวอย่างการปลูกพืชแซมแบบผสม เช่น การปลูกข้าวสาลีร่วมกับถั่วปากอ้า (Senbayram et al., 2016) การปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วแขก (Lithourgidis et al., 2011) เป็นต้น การปลูกพืชแซมแบบผสมอาจแบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท คือ ปลูกคละในหลุมเดียวกัน เช่น การหยอดเมล็ดพืชทองและข้าวโพดหวานลงในหลุมเดียวกัน อีกประเภทคือปลูกคละในแปลงเดียวกัน เช่น การหว่านพืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์ลงในพื้นที่ปลูกเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถแยกพืชออกเป็นแถว

3. **การปลูกพืชแซมแบบสลับแถบ (strip intercropping)** เป็นการปลูกพืชแซมกันแบบสลับแถว ซึ่งปลูกติดต่อกันหลายแถวสลับกับพืชอีกชนิดหลายแถว ทำให้มองเห็นเป็นแถบของพืชทั้งสองสลับกันตลอดความยาวของแปลงปลูก (Mousavi and Eskandari, 2011) เช่น การปลูกข้าวโพด 1 แถวร่วมกับถั่วเหลือง 3 แถว การปลูกข้าวโพด 2 แถวร่วมกับถั่วเหลือง 3 แถว (Gao et al., 2010a; Gao et al., 2010b) การปลูกข้าวโพด 2 แถวร่วมกับข้าวสาลี 6 แถว การปลูกข้าวโพด 2 แถวร่วมกับถั่วปากอ้า 4 แถว การปลูกข้าวสาลี 6 แถวร่วมกับถั่วปากอ้า 4 แถว (Li et al., 2011) เป็นต้น การปลูกพืชลักษณะนี้มักจะปลูกตามขวางในแนวลาดชันของพื้นที่ ช่วยให้น้ำไหลผ่านพืชปลูกข้างและยังช่วยลดการพังทลายของหน้าดินที่มีลักษณะเป็นที่ลาดชัน

4. **การปลูกพืชแซมแบบเหลื่อมกัน (relay intercropping)** เป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าพร้อมกัน โดยจะมีการปลูกพืชชนิดที่สองในช่วงหลังจากที่ชนิดแรกออกดอกถึงก่อนการเก็บเกี่ยวพืชชนิดแรก (Mousavi and Eskandari, 2011) ตัวอย่างเช่น ระบบการปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วเหลือง เกษตรกรมักปลูกข้าวโพดในช่วงเดือนเมษายนและเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม ส่วนถั่วเหลืองจะปลูกระหว่างแถวข้าวโพดในช่วงเดือนมิถุนายนและทำการเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม (Yang et al., 2014) การปลูกฝ้ายร่วมกับข้าวสาลี โดยทำการปลูกข้าวสาลีในเดือนพฤศจิกายนและปลูกฝ้ายในเดือนเมษายนในปีถัดไป (Zhang et al., 2008) เป็นต้น การปลูกพืชแซมรูปแบบนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการปลูกพืชชนิดที่ 2 หรือ 3 ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวพืชได้มากกว่า 1 ชนิดในเวลา 1 ปี

ประโยชน์บางประการในการปลูกพืชแซม

1. **การเพิ่มผลผลิต** การปลูกพืชแซมทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เนื่องจากการปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่เดียวกันเป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของผลผลิตในระบบการปลูกพืชแซมอาจเป็นผลมาจากการที่พืชมีการนำทรัพยากรต่าง ๆ เช่น แสง น้ำ และธาตุอาหาร มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีการเก็บสะสมในรูปของผลผลิตหรือมวลชีวภาพ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการใช้ทรัพยากรไม่เหมือนกัน (Lithourgidis et al., 2011) นอกจากนี้ยังพบว่าพืชบางชนิดมีผลในการส่งเสริมกัน (complementary effect) ทำให้ลดการแข่งขันระหว่างพืชและบางการศึกษาพบว่าพืชมีการแข่งขันภายในชนิด (species) เดียวกันมากกว่าพืชต่างชนิดกัน ดังนั้นการปลูกพืชแซมจึงเป็นการลดการแข่งขันระหว่างพืชในชนิดเดียวกันส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของผลผลิต (Mousavi and Eskandari, 2011) Zhang et al. (2008) ทำการศึกษาการปลูกฝ้ายร่วมกับข้าวสาลีในลักษณะการปลูกพืชแซมแบบสลับแถบบนรูปแบบต่าง ๆ คือ จำนวนข้าวสาลีต่อฝ้ายเท่ากับ 3 แถวต่อ 1 แถว 3 แถวต่อ 2 แถว 4 แถวต่อ 2 แถว และ 6 แถวต่อ 2 แถว จากการศึกษาพบว่าในระบบการปลูกพืชแซมทุก ๆ แบบให้ผลผลิตภาพของที่ดิน (land productivity) มากกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว ประสิทธิภาพการใช้แสงและไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการปลูกพืชเชิงเดี่ยวและในระบบการปลูกพืชแซม Sánchez et al. (2010) ทำการเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพทางอาหารสัตว์ของการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวโพดซึ่งเป็นพืชหลักและถั่วเหลืองกับการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว จากการศึกษาพบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกับข้าวโพดที่ปลูกเชิงเดี่ยว ในขณะที่ข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนรวม (crude protein) ต่อพื้นที่ (เฮกตาร์) สูงกว่าการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว 27.5-42.8 เปอร์เซ็นต์ Putra et al. (2012) ศึกษาผลของการปลูกถั่วเหลืองและถั่วลิสงร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี พบว่าถั่วเหลืองและถั่วลิสงที่ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างกับถั่วที่ไม่ได้ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบว่าปาล์มน้ำมันที่มีถั่วเหลืองและถั่วลิสงเป็นพืชแซมมีการเจริญเติบโตมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูก

เชิงเดี่ยว Okyere et al. (2014) ศึกษาผลของการปลูกข้าวโพด มันสำปะหลัง และกล้วย (plantain) ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี หลังปลูกในแปลง พบว่าทั้งข้าวโพด มันสำปะหลัง และกล้วยที่ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการปลูกเชิงเดี่ยว และการปลูกพืชแซมทั้งสามชนิดไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

2. การลดปริมาณศัตรูพืชและวัชพืช การปลูกพืชแซมสามารถลดปริมาณศัตรูพืชลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกพืชเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะศัตรูพืชที่เป็นแมลง การลดลงของแมลงศัตรูพืชในการปลูกพืชแซมถูกอธิบายด้วยทฤษฎีนิเวศวิทยา 2 ข้อ คือ 1) ทฤษฎีศัตรูธรรมชาติ ที่อธิบายว่าการลดลงของแมลงศัตรูพืชเป็นผลมาจากเมื่อมีการเพิ่มความหลากหลายของพืชในแปลงปลูก จะทำให้มีปริมาณศัตรูธรรมชาติเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มโอกาสในการป้องกันแมลงศัตรูพืชมากขึ้น 2) ทฤษฎีความหนาแน่นของทรัพยากร ที่อธิบายว่า เมื่อเพิ่มความหลากหลายของพืชในแปลงปลูก จะส่งผลในการลดความสามารถของแมลงศัตรูพืชในการหาพืชอาศัย ทำให้ความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของแมลงศัตรูพืชก็ลดลงด้วย (Seni, 2018) Rao et al. (2012) ศึกษาการปลูกถั่วลิสง ถั่วพุ่ม ถั่วเขียวผิวดำ และถั่วลิสงร่วมกับละหุ่งซึ่งเป็นพืชหลัก ผลจากการปลูกพืชแซมทำให้ลดการเกิดของแมลงศัตรูพืช ได้แก่ หนอนคืบละหุ่ง (*Achaea janata* L.) เพลี้ยจักจั่นสีขาวยาว (*Empoasca flavescens*) และหนอนเจาะผลละหุ่ง (*Conogethes punctiferalis*) และยังพบการเพิ่มขึ้นของศัตรูธรรมชาติภายในแปลงปลูก Afrin et al. (2017) ทำการศึกษาผลของการปลูกมัสตาร์ดร่วมกับพืชต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่า การปลูกมัสตาร์ดร่วมกับหอมหัวใหญ่ กระเทียม กะวาน และผักชี ทำให้ประชากรของแมลงศัตรูพืชลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่การปลูกมัสตาร์ดร่วมกับข้าวสาลีและถั่วลูกไก่ทำให้แมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกเชิงเดี่ยว นอกจากนี้การปลูกพืชแซมยังช่วยลดปริมาณของวัชพืชในแปลงปลูก ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการปลูกพืชที่หลากหลายทำให้เกิดการช่วงชิงทรัพยากรต่าง ๆ จากวัชพืช หรือพืชบางชนิดอาจมีการสร้างสารบางชนิดมาดักการเจริญเติบโตของวัชพืช หรือเรียกว่า allelopathy (Liebman and Dyck, 1993) Ndarubu et al. (2000) ศึกษาการจัดการวัชพืชในแปลงปลูกถั่วเหลือง การปลูกพืชแซมได้แก่ ถั่วเหลือง งา และกระเจียวเขียว จากการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์ การปกคลุมของวัชพืชในแปลงที่มีการปลูกพืชแซมมีปริมาณน้อยกว่าแปลงที่ปลูกเชิงเดี่ยว 16-33 เปอร์เซ็นต์ และมวลชีวภาพของวัชพืชลดลง 8.6-110.9 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ Silva et al. (2009) ทำการศึกษาการปลูกแคสวี่ (*gliricidia*) ร่วมกับฝ้าย เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกฝ้ายเชิงเดี่ยวพบว่า การปลูกพืชแซมทำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลง และการปลูกพืชแซมไม่ได้กระทบกับปริมาณและคุณภาพของเส้นใยฝ้ายและเมล็ด Famaye et al. (2020) เปรียบเทียบปริมาณวัชพืชในการปลูกปาล์มน้ำมันเชิงเดี่ยว การปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว และการปลูกกาแฟแซมปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่า การปลูกกาแฟแซมปาล์มน้ำมันมีมวลชีวภาพของวัชพืชน้อยกว่าการปลูกปาล์มน้ำมันและการปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว และกาแฟที่ปลูกแซมปาล์มน้ำมันมีความสูงต้นและพื้นที่ใบมากกว่ากาแฟที่ปลูกเชิงเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ

3. การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปลูกพืชแซมเป็นการช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะการปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชตระกูลถั่วจะมีแบคทีเรียกลุ่มไรโซเบียม (*Rhizobium* sp.) อาศัยอยู่ร่วมกับราก และแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีการตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาเปลี่ยนเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_3) ไนเตรต (NO_3) (Mohammadi et al., 2012) การปลูกพืชแซมสามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของดิน (soil productivity) โดยการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon, SOC) และอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (soil organic nitrogen, SON) (Cong et al., 2015b) ทั้ง SOC และ SON เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งส่งผลในการเพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโตของพืช (Emmanuel et al. 2018) Cong et al. (2015a) ศึกษาอัตราการย่อยสลายของวัสดุพืชและอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชแซม จากการศึกษาพบว่า อินทรีย์วัตถุในดินภายใต้ระบบการปลูกพืชแซมสามารถสลายตัวได้เร็วกว่าภายใต้การปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยว และทำให้ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น 2 และ 8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าพืชหลายชนิดที่มีความสามารถในการเปลี่ยนความเป็นกรด-เบส (pH) ในบริเวณราก ส่งผลให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชบางชนิด ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช (Nasar et al., 2019) พืชตระกูลถั่วหลายชนิด เช่น ถั่วอัลฟัลฟา ถั่วพุ่ม ถั่วลูพิน ถั่วลูกไก่ สามารถหลั่งสารอินทรีย์ที่มีประจุลบออกสู่บริเวณรอบ ๆ ราก ส่งผลให้ pH ของดินลดลง ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินและจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Giller, 1991) Wang et al. (2015) ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบการปลูกพืชแซม ได้แก่ ข้าวสาลี/ข้าวโพด ข้าวสาลี/ถั่วปากอ้า และข้าวโพด/ถั่วปากอ้า จากการศึกษาพบว่าในปีที่ 9 และ 10 หลังจากการปลูกพืชแซม ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกพืชเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่าในระบบการปลูกข้าวสาลี/ข้าวโพด และถั่วปากอ้า/ข้าวโพด มีการลดลงของ pH ในดินที่ 3.2 และ 1.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีผลในการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น Erhabor and Filson (1999) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์

ของดินภายใต้การปลูกถั่วเหลือง (*Glycine max*) ข้าวโพด (*Zea mays*) และเมื่อกร่วมกับปาล์มน้ำมันในช่วงเริ่มปลูกถึงอายุ 3 ปี จากการศึกษาพบว่า การปลูกพืชแซมทั้งสามชนิดกับปาล์มน้ำมันไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง และปลูกถั่วเหลืองร่วมกับปาล์มน้ำมันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 71 เปอร์เซ็นต์ Gawankar et al. (2018) ศึกษาการปลูกกล้วย สับปะรด และบุก (elephant foot yam) ร่วมกับปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี จากการบันทึกข้อมูลเป็นเวลา 3 ปี (ค.ศ. 2014-2017) พบว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกร่วมกับพืชแซมชนิดต่าง ๆ มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 10.53 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่ปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้มีการปลูกพืชแซมมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 7.64 ตัน/เฮกตาร์ นอกจากนี้ยังพบว่าภายใต้การปลูกพืชแซมส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น 26.7, 64.9 และ 36.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. การเพิ่มรายได้ การปลูกพืชแซมทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเกษตรกรจะได้รับรายได้เพิ่มทางตรงจากปริมาณผลผลิตที่มีปริมาณและความหลากหลายเพิ่มขึ้นจากการปลูกพืชชนิดเดียว และทางอ้อมจากการลดต้นทุนปุ๋ยและการจัดการ เนื่องจากการปลูกพืชแซมบางชนิดช่วยลดปริมาณศัตรูพืชและวัชพืช และยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย นัตดา รัชมีแพทย์ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ (2560) รายงานว่า เกษตรกรมีแนวโน้มในการใช้พื้นที่เท่าเดิมในการปลูกพืชเสริมมากขึ้น เนื่องจากมีประโยชน์ในการเพิ่มรายได้จากพืชหลักและพืชแซม ปาล์มน้ำมันสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่อายุประมาณ 3 ปี เกษตรกรจึงนิยมปลูกพืชอายุสั้น ในช่วงดังกล่าวเพื่อมีรายได้ระหว่างรอเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาของ Gawankar et al. (2018) พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการปลูกแซมด้วยกล้วย สับปะรด และบุก ในช่วงแรกของการให้ผลผลิต ทำให้เกษตรกรมีรายได้ต่อปีสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชิงเดี่ยว 31.9 เปอร์เซ็นต์

ข้อพิจารณาในการปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมัน

การเลือกปลูกพืชแซมปาล์มน้ำมันจะต้องมีการพิจารณาตามความเหมาะสมในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และความต้องการในตลาด ซึ่งมีปัจจัยที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความต้องการแสงของพืชแซม แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชจะต้องได้รับแสงที่เหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ (Hopkins and Huner, 2009) จากการวัดความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน ในสถานีวิจัยคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต. คลองหอยโข่ง อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา โดยทำการบันทึกในปาล์มน้ำมัน 6 ช่วงอายุ คือ ปาล์มน้ำมันอายุ 1, 5, 6, 10, 18 และ 20 ปี แต่ละช่วงอายุมีการสุ่มเก็บข้อมูล 5 ต้น แต่ละต้นจะมีการบันทึกข้อมูลความเข้มแสงที่ระยะ 1, 2, 3 และ 4 เมตร จากต้น โดยแต่ละระยะทำการบันทึก 4 ชั่วโมง การบันทึกข้อมูลแสงโดยใช้เครื่อง PAR meter จากการบันทึกข้อมูลพบว่า ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันมีค่าอยู่ในช่วง 95.15-1,845.00 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในช่วงปาล์มน้ำมันอายุ 1-10 ปี ความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของอายุปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในปาล์มอายุ 1-5 ปี ความเข้มแสงจะลดลงมากกว่าปาล์มอายุ 5-10 ปี เนื่องจากการพัฒนาของทางใบที่มากขึ้นจนกระทั่งเต็มพื้นที่ปลูกจึงทำให้แสงส่องมาภายใต้ทรงพุ่มได้น้อยลง ในช่วงอายุ 10-20 ปี ปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มความเข้มแสงภายใต้ทรงพุ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Figure 1) เนื่องมาจากการตัดแต่งทางใบที่มากขึ้นเมื่อปาล์มน้ำมันมีลำต้นสูงขึ้นเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลาย หรืออาจเกิดจากความสมบูรณ์ของทางใบจะน้อยลงเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากขึ้น ทำให้มีช่องว่างให้แสงส่องลงมาภายใต้ทรงพุ่มได้มากขึ้น ดังนั้นจึงอาจแบ่งพืชที่ปลูกร่วมกับปาล์มน้ำมันได้ตามอายุของปาล์มน้ำมัน คือ

1) ปาล์มน้ำมันอายุแรกปลูกถึงประมาณ 3-5 ปี ทางใบปาล์มน้ำมันยังไม่เจริญเติบโตจนแผ่ปกคลุมเต็มพื้นที่ ดังนั้นในช่วงนี้จึงอาจมีการเลือกปลูกพืชแซมที่ต้องการแสงมาก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนที่ปาล์มน้ำมันจะมีการเจริญเติบโตของทางใบเต็มพื้นที่ปลูก และเป็นพืชที่ไม่มีความสูงมาก หรือทรงพุ่มมีขนาดเล็ก เพราะอาจบังแสงของปาล์มน้ำมัน

2) ปาล์มน้ำมันอายุ 5-10 ปี ในระยะนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะมีการแผ่กระจายเต็มพื้นที่ปลูก แสงที่ผ่านมาบริเวณภายใต้ทรงพุ่มจะน้อย เนื่องจากเกษตรกรมักจะเก็บทางใบที่รองทะลายไว้ประมาณ 2 ทางใบ รวมถึงในระยะนี้ต้นปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่มากนัก ภายใต้ทรงพุ่มจึงมีลักษณะค่อนข้างแน่นทึบ ดังนั้นการปลูกพืชแซมในระยะนี้ควรเป็นพืชที่เติบโตและให้ผลผลิตได้ดีภายใต้สภาพร่มเงา ควรเป็นพืชพุ่มเตี้ยที่มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปาล์มน้ำมันเพราะจะได้ไม่บังแสงปาล์มน้ำมัน

3) ปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 10 ปี ในระยะนี้ปริมาณแสงภายใต้ทรงพุ่มปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นจากช่วง 5-10 ปี เกษตรกรมักมีการเก็บทางใบที่รองทะลายไว้ประมาณ 1 ทางใบ และมีการตัดทางใบออกเมื่อเก็บเกี่ยวทะลาย เนื่องมาจากความสะดวกในการเก็บเกี่ยวทะลายซึ่งใช้เคียวด้ามยาวเป็นอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว การเลือกพืชแซมในระยะนี้จะคล้ายกับในช่วงก่อนหน้า แต่พืชแซมที่นำมาปลูกอาจมีความสูงของทรงพุ่มได้มากกว่าในช่วงก่อนหน้า

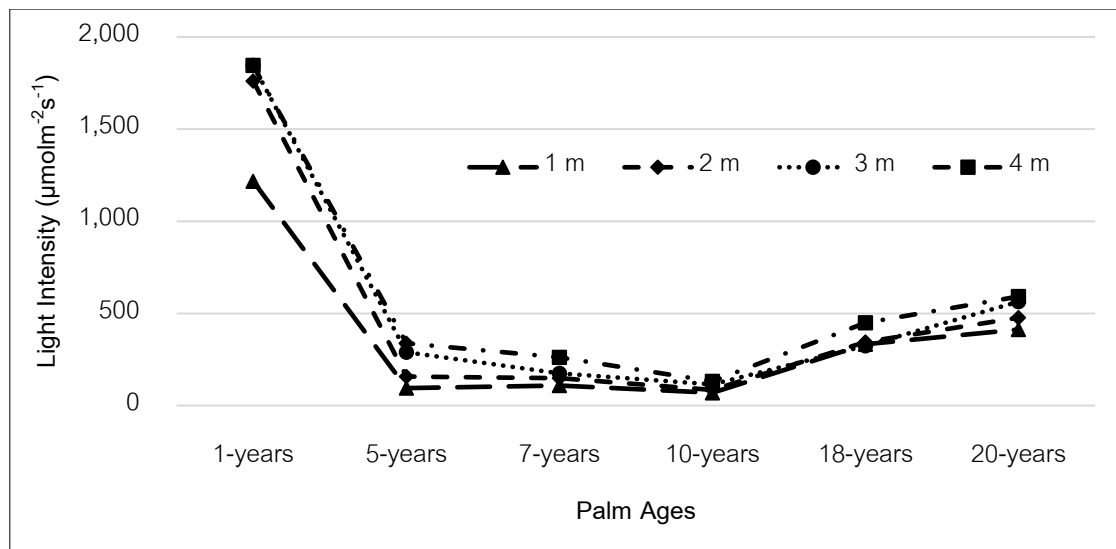


Figure 1 Light intensity under oil palm canopy at 1, 2, 3 and 4 meters from oil palm tree. (The data was recorded in March 2020 at Khlong Hoy Kong Research Station, Khlong Hoy Kong district, Songkhla province).

2. การเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันและพืชแซม รากเป็นส่วนที่ซ่อนอยู่ใต้ดิน (hidden half) ของพืช (Böhm, 1979) การเจริญของรากพืชจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลักคือ 1) ปัจจัยภายในหรือพันธุกรรม เป็นปัจจัยถูกควบคุมโดยยีนที่ทำให้พืชมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างผ่านการสร้างฮอร์โมนพืช โดยฮอร์โมนจะมีบทบาทให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาของราก เช่น ในสภาวะขาดน้ำ จะมีการหลั่งฮอร์โมนที่กระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตเพื่อหาน้ำ หรือมีการสะสมของสารภายในเซลล์ของรากเพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์รากมีความเข้มข้นมากขึ้นส่งผลให้มีการดูดได้มากขึ้น เป็นต้น (Hopkins and Huner, 2009) 2) ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ส่งผลในการยับยั้งหรือส่งเสริมในการเจริญเติบโตของราก เช่น รากพืชจะเจริญได้ดีในดินที่มีลักษณะไม่แน่นทึบเนื่องจากมีช่องว่างซึ่งเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศมากกว่าดินที่มีลักษณะแน่นทึบ (Passioura, 1991) รากของพืชส่วนใหญ่จะชะงักการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะน้ำขัง เนื่องจากพืชขาดออกซิเจน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของพืช (Weber, 2014) ในขณะที่พืชบางชนิด เช่น ปาล์มน้ำมัน จะมีการเจริญเติบโตของรากพิเศษที่เรียกว่า pneumatophore ขึ้นมาเหนือระดับน้ำเพื่อรับเอาออกซิเจนเข้าไปใช้ในการหายใจ (Rivera-Mendes et al., 2016) เป็นต้น ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีระบบรากเป็นระบบรากฝอย โดยรากจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับตามการแตกแขนง คือ รากระดับที่ 1 (primary root) รากระดับที่ 2 (secondary root) รากระดับที่ 3 (tertiary root) และรากระดับที่ 4 (quaternary root) โดยรากชุดที่ 1 มีจุดกำเนิดมาจากรากฐานของต้นที่อยู่ใต้ดินและมีการเจริญออกไปในแนวระดับและแนวดิ่ง ในปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่รากชุดนี้มีความยาวได้ถึง 6 เมตรในแนวดิ่ง และ 25 เมตรในแนวระดับ ส่วนรากระดับที่ 2, 3 และ 4 เป็นรากที่มีจุดกำเนิดมารากระดับที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (Jourdan and Rey, 1997) อย่างไรก็ตาม มักมีการเข้าใจผิดว่ารากของปาล์มน้ำมันจะมีการเจริญออกทางด้านข้างเท่ากับทรงพุ่มเท่านั้น แต่จากการขุดสำรวจพบว่ารากปาล์มน้ำมันอาจมีการเจริญเติบโตไปไกลกว่าทรงพุ่ม จากการศึกษารากของรากปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า อายุ 8 เดือน และ 2 ปี ภายในแปลงปลูกทดลองของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ พบว่ารากปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างในแนวระดับโดยวัดความยาวรากได้ประมาณ 2 เมตร ในขณะที่ทรงพุ่มมีรัศมีไม่เกิน 1 เมตร ส่วนปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี มีความยาวรากประมาณ 3-4 เมตร ในขณะที่ทรงพุ่มมีรัศมีประมาณ 2 เมตร (Figure 2) ดังนั้นการเลือกปลูกพืชแซมในช่วงแรกปลูกถึง 3-5 ปี จึงต้องมีการเว้นระยะห่างจากปาล์มน้ำมันให้เหมาะสม หากมีการปลูกพืชแซมใกล้กับต้นปาล์มน้ำมันมากเกินไป รากของปาล์มน้ำมันอาจได้รับความเสียหายจากการขุดหรือการไถพรวน ซึ่งส่งผลกระทบให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ส่วนในปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 4 ปีขึ้นไป รากปาล์มน้ำมันจะมีการกระจายตัวเต็มพื้นที่ปลูก อย่างไรก็ตาม รากปาล์มน้ำมันจะมีความหนาแน่นลดลงเมื่อมีระยะห่างจากต้นเพิ่มขึ้น โดยบริเวณใกล้กับลำต้นจะพบรากขนาดใหญ่มากกว่ารากขนาดเล็ก ส่วนรากขนาดเล็กซึ่งเป็นรากที่ทำหน้าที่หลักในการดูดน้ำและธาตุอาหารจะมีความแตกต่างกันตามระยะห่างจากต้น (Putri, 2015) ดังนั้นการปลูกพืชแซมในปาล์มอายุมากกว่า 4 ปีขึ้นไปจึงควรทำการปลูกให้ห่างจากลำต้นปาล์มมากที่สุด และควรใช้การขุดหลุมปลูกแทนการไถพรวนเนื่องจากจะทำให้รากเสียหายน้อยกว่า



Figure 2 Root distribution of oil palm at horizontal direction (a) eight-month-old palm and (b) two-year-old palm. (Palm roots were observed in January 2019 and March 2020 at oil palm field of Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai district, Songkhla province).

3. ปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่พืชได้รับ น้ำและธาตุอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (Hopkins and Huner, 2009) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการน้ำสูงและไม่ชอบที่น้ำท่วมขัง พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 2,000 มม. ต่อปี (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2554) ธาตุอาหารหลักที่ปาล์มน้ำมันต้องการมี 5 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอน (ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระพงศ์ จันทนิยม, 2558) ปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อปาล์มน้ำมันในช่วงให้ผลผลิต คือ ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) 0.12-0.15% ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) 250-350 $\mu\text{g.g}^{-1}$ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) 25-40 $\mu\text{g.g}^{-1}$ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) 0.20-0.25 cmol.kg^{-1} และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) 0.20-0.05 cmol.kg^{-1} (Goh, 2004) นอกจากนี้การเติมปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมียังมีความสำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน (Haron et al., 2015) เมื่อทำการปลูกพืชแซมในสวนปาล์มน้ำมันความต้องการน้ำและธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำและธาตุอาหารแตกต่างกัน จึงต้องมีการจัดการน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการทั้งปาล์มน้ำมันและพืชแซม Figure 3a แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันอายุประมาณ 10 ปี ร่วมกับเตยหอม และ Figure 3b แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปี ร่วมกับกระต๊อนปุยฝ้าย มะนาว กัลย และบอน ทั้งสองแปลงเป็นของเกษตรกรใน ต. คลองน้อย อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี จากภาพเห็นได้ว่าแปลงทั้งสองได้มีการขุดร่องสวนเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงแล้ง ทำให้มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของปาล์มน้ำมันและพืชแซม จากการสอบถามยังพบว่าเกษตรกรเจ้าของสวนมีการจัดการปุ๋ยตามปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการโดยเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และมีการเพิ่มเติมปุ๋ยบางส่วนตามความต้องการของพืชแซมปาล์มน้ำมัน



Figure 3 Oil palm intercropped with (a) pandanus and (b) santol, lemon, banana, and elephant ear. (The photos were taken in September 2019 at the farmer farm in Muang district, Surat Thani province).

4. ความสะดวกในการดูแลรักษา พืชแต่ละชนิดจะมีการดูแลรักษาและการจัดการที่ต่างกัน ในการเลือกพืชแซมปาล์มน้ำมันจึงควรเลือกพืชที่ง่ายต่อการดูแลรักษาและการจัดการ เช่น ในบางพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย และอยู่ไกลจากแหล่งน้ำ ดังนั้นการเลือกพืชแซมจะต้องเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิต และอยู่รอดได้โดยไม่ต้องมีการติดตั้งระบบน้ำ ซึ่งทำให้

ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น หรือไม่ควรเลือกปลูกพืชแซมที่ต้องใช้แรงงานในการดูแลมากในพื้นที่ที่ขาดแคลนแรงงาน หรือแรงงานมีราคาสูง เป็นต้น Figure 4 แสดงการปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับไม้ยืนต้นของเกษตรกรใน ต. ลำสินธุ์ อ. ศรีนครินทร์ จ. พัทลุง โดยหนึ่งเหตุผลในการเลือกปลูกไม้ยืนต้นของเกษตรกรรายนี้คือความสะดวกในการดูแลรักษา โดยไม้ยืนต้นที่เลือกปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ปลูกดังกล่าว เนื่องจากมีสภาพอากาศที่เหมาะสม มีความทนทานต่อโรคและแมลง ใช้แรงงานในการดูแลรักษาน้อย และสามารถให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้เกษตรกรรายนี้ยังอยู่ในพื้นที่ใกล้กับแหล่งกล้าพันธุ์ไม้ของหน่วยงานทางภาครัฐ



Figure 4 Oil palm intercropped with perennial plants (a) iron wood and (b) Indian walnut. (The photos were taken in December 2019 at the farmer farm in Srinagarindra district, Phatthalung province).

5. ราคาผลผลิตพืชแซม ราคาผลผลิตพืชมีการปรับเปลี่ยนในรอบปีอยู่เสมอ (Figure 5) ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค หรือตามปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาด ในช่วงเทศกาลซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตทางการเกษตรเป็นที่ต้องการมาก หรือในช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดน้อยมักเป็นช่วงที่ราคาผลผลิตจะเพิ่มขึ้นสูง ส่วนในช่วงที่ผลผลิตมีการออกสู่ตลาดมาก ราคา มักจะลดต่ำลง ดังนั้นผู้ปลูกพืชแซมจึงควรมีการวางแผนการปลูกและการจัดการให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงที่ตลาดมีความต้องการสูงจึงจะได้ราคาสูงจะส่งผลให้ได้กำไรมากขึ้น ผู้ปลูกพืชแซมจะต้องมีความเข้าใจในวงจรชีวิตพืชแซมเพื่อที่จะวางแผนการปลูกพืชให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงที่ต้องการ อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรไม่ต้องการแบกรับความเสี่ยงเรื่องราคาของผลผลิตพืชแซม ควรเลือกปลูกพืชที่ราคาไม่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และควรเลือกพืชที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

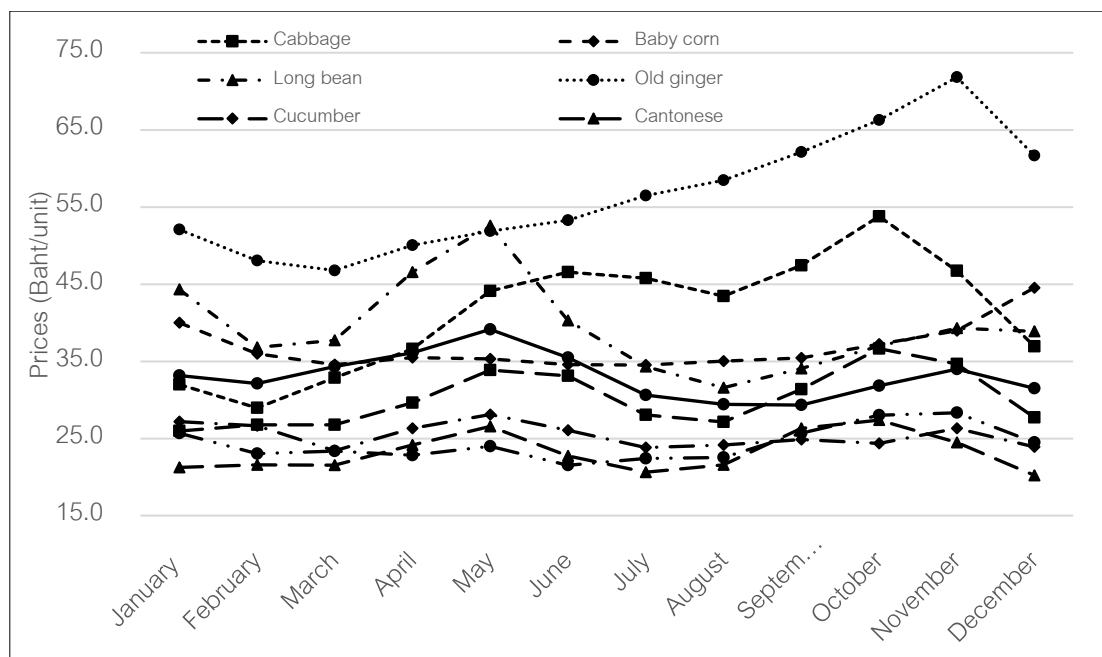


Figure 5 Annually average prices of some vegetables.

Source: Modified from Office of Agricultural Economics (2020)

สรุป

การปลูกพืชแซมสามารถปฏิบัติได้ตลอดช่วงอายุของการปลูกปาล์มน้ำมัน ในการปลูกพืชแซมจะต้องมีการคัดเลือกพืชแซมที่เหมาะสมในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน โดยพิจารณาจากสภาพร่มเงาภายใต้ทรงพุ่มซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของปาล์มน้ำมัน การเจริญเติบโตของรากปาล์มน้ำมันและพืชแซมซึ่งจะต้องมีการเว้นระยะการปลูกให้เหมาะสมและทำให้รากปาล์มน้ำมันเกิดความเสียหายน้อยที่สุด ปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันและพืชแซมได้รับจะต้องมีปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสม พืชแซมที่เลือกควรเป็นพืชที่สามารถดูแลรักษาได้ง่ายเพื่อประหยัดแรงงานและต้นทุน และต้องมีความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาผลผลิตพืชแซมในรอบปีเพื่อวางแผนการปลูกได้อย่างแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. *เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 07-48-104 ปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. *การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน*. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระพงศ์ จันทนิยม. 2558. *คู่มือปาล์มน้ำมัน*. สงขลา: ห้างหุ้นส่วนสามัญ หาดใหญ่ ดิจิตอล พรินท์.
- นิตดา รัชมีแพทย์ และสุพิศรา ศรีสุวรรณ. 2560. การปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอพนมปีน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 35: 117-124.
- ระวี เจริญวิภา. 2562. พืชร่วมในสวนยางพาราทางภาคใต้ของประเทศไทย: ผลกระทบและรูปแบบการปลูกแบบยั่งยืน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 37: 179-189.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. <http://www.oae.go.th/view/1/ราคาสินค้าเกษตร/TH-TH> (2 มิถุนายน 2563).
- Afrin, S., Latif, A., Banu, N. M. A., Kabir, M. M. M., Haque, S. S., Ahmed, M. M. E., Tonu, N. N., and Ali, M. P. 2017. Intercropping empower reduces insect pests and increases biodiversity in agro-ecosystem. *International Journal of Agricultural Science* 8: 1120-1134.
- Böhm, W. 1979. *Method of studying root system*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Cong, W., Hoffland, E., Li, L., Janssen, B. H., and van der Werf, W. 2015a. Intercropping affects the rate of decomposition of soil organic matter and root litter. *Plant and Soil* 391: 399-411.
- Cong, W., Hoffland, E., Li, L., Six, J., Sun, J., Bao, Z., Shang, F., and Werf, W. V. D. 2015b. Intercropping enhances soil carbon and nitrogen. *Global Change Biology* 21: 1715-1726.
- Dariah, A., Marwanto, S., and Agus, F. 2014. Root- and peat-based CO₂ emissions from oil palm plantations. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 19: 831-843.
- Emmanuel, A., Hitler, L., Udochukwu, A. O., Ayoola, A. O., Tizhe, T. F., Isa, A. P., Danjuma, B. H., and Dzarma, I. 2018. Assessment of organic carbon and available nitrogen in the soil of some selected farmlands located at Modibbo Adama University of Technology, Adamawa State, Nigeria. *Journal of Environmental Analytical Chemistry* 5: 1-4.
- Erhabor, J. O., and Filson, G. C. 1999. Soil fertility changes under an oil palm-based intercropping system. *Journal of Sustainable Agriculture* 14: 45-61.
- Famaye, A. O., Adeosun, S. A., Ayegboyin, K. O., Adejobi, K. B., Akanbi, O. S. O., and Okunade, A. F. 2020. Evaluation of weed incidence and biomass in coffee intercropped with oil palm in avenue and hollow square arrangement in Nigeria. *American Journal of Plant Sciences* 11: 276-284.
- Gao, Y., Duan, A., Qiu, X., Liu, Z., Sun, J., Zhang, J., and Wang, H. 2010a. Distribution and use efficiency of photosynthetically active radiation in strip intercropping of maize and soybean. *Agronomy journal* 102: 1149-1157.
- Gao, Y., Duan, A., Qiu, X., Liu, Z., Sun, J., Zhang, J., and Wang, H. 2010b. Distribution of roots and root length density in maize/soybean strip intercropping system. *Agricultural Water Management* 98: 199-212.
- Gawankar, M. S., Haldankar, P. M., Salvi, B. R., Haldavaneekar, P. C., Malshe, K. V., and Maheswarappa, H. P. 2018. Intercropping in young oil palm plantation under Konkan region of Maharashtra, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7: 2752-2761.
- Giller, K. E. 1991. Nitrogen transfer from Phaseolus bean to intercropped maize measured using ¹⁵N-enrichment and ¹⁵N-isotope dilution methods. *Soil Biology and Biochemistry* 23: 339-346.
- Goh, K. J. 2004. Fertilizer recommendation systems for oil palm: estimating the fertilizer rates. In *Proceeding of MOSTA Best Practices Workshops*. pp. 1-37. Petaling Jaya: Malaysian Oil Scientists' and Technologists' Association.
- Hamdani, J. S., and Suradinata, Y. R. 2015. Effects of row intercropping system of corn and potato and row spacing of corn on the growth and yields of Atlantic potato cultivar planted in medium altitude. *Asian Journal of Agricultural Research* 9(3): 104-112.
- Haron, K., Hashim, Z., and Kamarudin, N. 2015. Efficient use of inorganic and organic fertilizers for oil palm. *Oil Palm Bulletin* 71: 8-13.
- Hopkins, W. G., and Huner, N. P. A. 2009. *Introduction to Plant Physiology*. 4th edition. Ontario: John Wiley & Sons, Inc.

- Jourdan, C., and Rey, H. 1997. Architecture and development of the oil-palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) root system. *Plant and Soil* 189: 33-48.
- Li, C., Li, Y., Yu, C., Sun, J., Christie, P., An, M., Zhang, F., and Li, L. 2011. Crop nitrogen use and soil mineral nitrogen accumulation under different crop combinations and patterns of strip intercropping in northwest China. *Plant and Soil* 342: 221-231.
- Liebman, M., and Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3: 92-122.
- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., and Vlachostergios, D. N. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* 5(4):396-410.
- Mohammadi, K., Sohrabi, Y., Heidari, G., Khalesro, S., and Majidi, M. 2012. Effective factors on biological nitrogen fixation. *African Journal of Agricultural Research* 7: 1782-1788.
- Mousa, M. A. A., Mohamed, M. F., Dokashi, M. H., and Elnobi, E. F. E. 2007. Intra-row intercropping of cowpea and cucumber with okra as influenced by planting date of secondary crops. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches* 10: 13-33.
- Mousavi, S. R., and Eskandari, H. 2011. A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 1(11): 482-486.
- Nasar, J., Alam, A., Nasar, A., and Khan, M. Z. 2019. Intercropping induce changes in above and below ground plant compartments in mixed cropping system. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research* 17: 13043-13050.
- Ndarubu, A. A., Busari, L. D., and Misari, S. M. 2000. Weed management in sugarcane intercropped with arable crops in Nigeria. *Sugar Tech* 2: 34-41.
- Office of Agricultural Economics. 2020. Agricultural economic information. <http://www.oae.go.th/view/1/Information/EN-US> (2 July 2020)
- Okyere, S. A., Danso, F. Larbi, E., and Danso, I. 2014. Residual effect of intercropping on the yield and productivity of oil palm. *International Journal of Physical and Social Sciences* 3: 854-862.
- Passioura, J. B. 1991. Soil structure and plant growth. *Australian Journal of Soil Research* 29: 717-728.
- Putra, E. T. S., Simatupang, A. F., Supriyanta, A., Waluyo, S., and Indradewa, D. 2012. The growth of one-year-old oil palms intercropped with soybean and groundnut. *The Journal of Agricultural Science* 4: 169-180.
- Putri, V. 2015. Oil palm (*Elaeis guineensis*) root growth in response to different fertilization practices. Jambi: MSc Thesis Plant Production Systems.
- Rao, M. S., Rao, C. A. R., Srinivas, K., Pratibha, G., Sekhar, S. M. V., Vani, G. S., and Venkateswarlu, B. 2012. Intercropping for management of insect pests of castor, *Ricinus communis*, in the semi-arid tropics of India. *Journal of Insect Science* 12: 1-10.
- Rivera-Mendes, Y. D., Cuenca, J. C., and Romero, H. M. 2016. Physiological responses of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings under different water soil conditions. *Agronomía Colombiana* 34(2): 163-171.
- Sánchez, D. G. R., Silva, J. T. E., Gil, A. P., Corona, J. S. S., Wong, J. A. C., and Mascorro, A. G. 2010. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(3): 713-721.
- Senbayram, M., Wenthe, C., Lingner, A., Isselstein, J., Steinmann, H., Kaya, C., and Köbke, S. 2016. Legume-based mixed intercropping systems may lower agricultural born N₂O emissions. *Energy, Sustainability and Society* 6(2): 1-9.
- Seni, A. 2018. Role of intercropping practices in farming system for insect pest management. *Acta Scientific Agriculture* 2: 8-11.
- Silva, P. S. L., Silva, J. C. V., Carvalho, L. P., Silva, K. M. B., and Freitas, F. C. L. 2009. Weed control via intercropping with gliricidia. I. cotton crop. *Planta Daninha* 27: 97-104.
- Smith, H. A., and Liburd, O. E. 2018. Intercropping, crop diversity and pest management. *IFAS Extension* : 1-7.
- Wang, Z., Bao, X., Li, X., Jin, X., Zhao, J., Sun, J., Christie, P., and Li, L. 2015. Intercropping maintains soil fertility in terms of chemical properties and enzyme activities on a timescale of one decade. *Plant and Soil* 391: 265-282.
- Weber, A. P. M. 2014. Plant responses to flooding. *Frontiers in Plant Science* 5: 1-2.
- Yang, F., Huang, S., Gao, R., Liu, W., Yong, T., Wang, X., Wu, X., and Yang, W. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red:far-red ratio. *Field Crops Research* 155: 245-253.
- Yildirim, E., and Ekinici, M. 2017. Intercropping systems in sustainable agriculture. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture* 12: 100-110.
- Zhang, L., van der Werf, W., Zhang, S., Li, B., and Spiertz, J. H. J. 2008. Productivity and resource use in cotton and wheat relay intercropping systems. In *The 5th International Crop Science Congress*. pp. 1-4. Wageningen: Wageningen University.

วันรับบทความ (Received date) : 13 ก.ย. 63

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 26 ก.ค. 64

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 6 ต.ค. 64

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

Research Articles:

Page

❑	Effects of Nutrient Solution Concentrations on Growth and Yield of Butternut Squash in Soilless Culture	Napaporn Jitsattaa and Phikun Nuchnuanrata	257
❑	Phytochemical Contents and Antioxidants Activity of Extracts from French Marigold Flowers (<i>Tagetes patula</i> L.)	Jamnian Chompoo, Sunisa U-yatung, Tanapong Kaiput and Ratri Boonruangrod	264
❑	Development of DNA Marker for Genetic Purity Testing of Marigold Hybrid Seeds	Rueankaew Praphruet and Artit Jongdang	274
❑	Effect of Selenium Biofortification in Cultivation Material on Selenium Content of White and Grey Oyster Mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacquin Fries) P. Kummer)	Tanapak Inyod, Khanok-on Amprayn, Thanapat Termarom, Chatree Konee, Pawaris Tangborvonthamma and Rodsukon Puknin	282
❑	Buying Behaviors and Attitudes toward Organic Rice of Government Officers in Mueang Khon Kaen District, Khon Kaen Province	Sukanlaya Choenkwan and Arunee Promkambut	292
❑	The Estimated Ratio of Target Species and Bycatch by Fishing Gears in the Andaman Coastal Area	Thanyaporn Pongsuwan and Ananya Jarempornnipat	301
❑	Farmers' Opinion towards the Promotion of Collaborative Farming: A Case Study of Rambutan Collaborative Farm in Phoem Phun Sap Sub-district, Ban Na San District, Surat Thani Province	Sopita Supandit, Kanungrat Kummanee, Jirattinart Thungngern and Panchit Seeniang	313
❑	The Exposure and Satisfaction on Agricultural Information Format through Social Media of Undergraduate Students in Kasetsart University, Bangkok	Seksan Klad-hlim, Preeda Samngamya, Supaporn Lertsiri and Supattra Srisuwan	321

Academic Articles:

❑	The Impacts of Health and Environmental from Agricultural Chemicals of Thai Farmers	Wanpiti Thammasri	329
❑	Consideration for Oil Palm Intercropping	Thanet Khomphet and Theera Eksomtramage	337