



SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

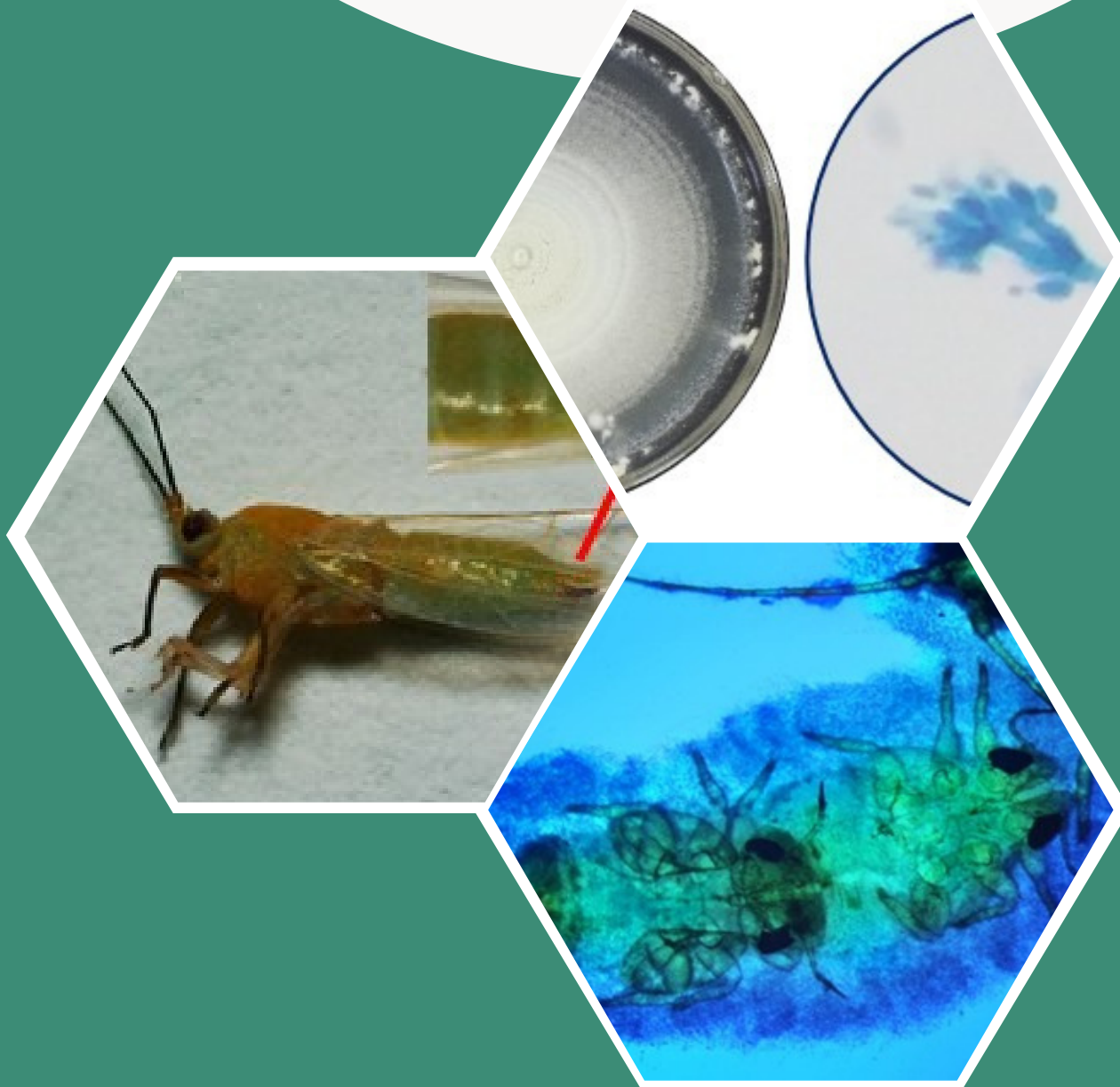
วารสาร เกษตรพระจอมเกล้า

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 41 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2566
VOLUME 41 NUMBER 3 SEPTEMBER-DECEMBER 2023



Approved by TCI during 2022-2024



บรรณาธิการแถลง

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ 41 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนกันยายน-ธันวาคม 2566 ในฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัย จำนวน 11 เรื่อง ประกอบด้วยสาขาพืชสวน 3 เรื่อง กล้วยไม้ 1 เรื่อง โรคพืช 1 เรื่อง สัตวศาสตร์ 1 เรื่อง ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร 2 เรื่อง นิเทศศาสตร์เกษตร 2 เรื่อง และเศรษฐศาสตร์เกษตร 1 เรื่อง

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ได้นำเสนอผลงานทางวิชาการที่มีคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสาขาที่เกี่ยวข้องของคณาจารย์ นิสิตนักศึกษา นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไปอย่างต่อเนื่อง โดยทุกบทความได้ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้อง (peer review) ทั้งที่มาจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 3 ท่าน จึงกล่าวได้ว่าบทความที่เผยแพร่ไปนั้น ได้รับการกลั่นกรองและผ่านกระบวนการที่เข้มข้นทุกรายละเอียด เพื่อยกระดับคุณภาพของงานวิจัยและมีมาตรฐานทางวิชาการ โดยได้ผลิตและเผยแพร่แบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือที่เรียกว่า E-journal เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้อ่านสามารถเข้าถึง สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลออนไลน์และดาวน์โหลดมาอ่านได้ตลอดเวลาและยังเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยได้อย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

กองบรรณาธิการ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ช่วยกลั่นกรองและให้ข้อเสนอแนะเพื่อความสมบูรณ์ของบทความ ขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ามาขอรับการตีพิมพ์ในวารสารเกษตรพระจอมเกล้า และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความในวารสารฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์และสร้างความเข้มแข็งในแวดวงวิชาการต่อไป สำหรับผู้ที่สนใจจะส่งบทความเพื่อตีพิมพ์สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์วารสาร <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal> หรือติดต่อมายังกองบรรณาธิการได้ที่อีเมล ajournal@kmitl.ac.th

รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา หมั่นเก็บ

บรรณาธิการวารสารเกษตรพระจอมเกล้า

ผลของสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลชนิดผงและชนิดสารสกัดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า

Effect of Brown Seaweed in Powder and Extract Forms on Growth and Yield of Chinese Kale

สุติศา ชัยกุล^{1*} หยาตรุ้ง สุวรรณรัตน์¹ และจันทนิภา มะณีมา¹Sutisa Chaikul^{1*}, Yardrung Suwannarat¹, and Chanthanipa Maneema¹

บทคัดย่อ

สาหร่ายทะเลสีน้ำตาลที่พบบนชายหาดใน จ.จันทบุรี หากสามารถนำมาผลิตเป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตสำหรับพืชได้น่าจะทำให้เกษตรกรสามารถนำสิ่งนี้มาใช้ลดต้นทุนในการใช้ทำการเกษตรได้ วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า โดยทำการทดลองในกระถางวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย (1) ฉีดพ่นน้ำกลั่น (2) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 1% (3) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% (4) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 3% (5) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 1% (6) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 2% และ (7) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 3% กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดและความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในสาหร่ายทะเลชนิดผงก่อนทำการทดลอง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต 3 ช่วงเวลาได้แก่ 18, 25 และ 32 วัน หลังจากการย้ายปลูก เก็บข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง และความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักของคะน้าเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 32 วัน หลังจากการย้ายปลูก จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลสามารถนำมาใช้ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยอัตราที่เหมาะสมคือ การใช้สาหร่ายทะเลในอัตรา 2% โดยทั้งรูปแบบผงหรือสารสกัดก็สามารถใช้เป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล สาหร่ายทะเลผง สารสกัดสาหร่ายทะเล คะน้า

Abstract

Brown seaweed is generally found on the beach in Chanthaburi province. Brown seaweed can be used as a bio-stimulant for plant growth enabling the reduction cost of crop production. This experiment aimed to study the effect of seaweed in the forms of powder and extract on the growth and yield of Chinese Kale. Each experiment was conducted in three replicates and designed by CRD with 7 treatments, consisting of control, spraying of seaweed powder at 1%, 2%, and 3%, respectively, and spraying of seaweed extract at 1%, 2%, 3%, respectively. Total amino acid and plant nutrients (N, P, and K) of seaweed powder were analyzed prior to the experiment. Plant growth parameters were recorded at three intervals: 18, 25, and 32 days after transplanting (DAT). Fresh and dry weights of Chinese kale were measured after harvesting at 32 DAT. The results showed that brown seaweed at 2% either in powder or extract forms can be used as a bio-stimulant for Chinese kale production without any significant difference.

Keywords: Brown seaweed, seaweed powder, seaweed extract, Chinese kale

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

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

* Corresponding author, Email: sutisa.p@rbru.ac.th

คำนำ

สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ที่สามารถพบบนพื้นที่อ่าวต่าง อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี มีหลายชนิด โดย Kunsook et al. (2020) ได้ศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่บริเวณอ่าวต่าง จังหวัดจันทบุรี พบสาหร่ายทะเลทั้งสิ้น 22 ชนิด โดยพบสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล *Sargassum crassifolium* ซึ่งจัดเป็นสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลชนิดหนึ่ง ที่อาศัยอยู่ในน้ำตลอดเวลาเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลเหล่านี้ตายลงจะถูกพัดพามาอยู่บนหาด ซึ่งทำให้ลดทัศนียภาพที่สวยงามลงไปได้ อีกทั้งยังพบบางงานวิจัยจากต่างประเทศที่ได้รวบรวมผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ และพบว่าช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี (Halpern et al., 2015) เนื่องจากสารสกัดสาหร่ายทะเลถูกจัดให้อยู่ในสารส่งเสริมการเจริญเติบโตหรือสารเร่งเชิงชีวภาพ โดย Osotsapa (2014) ได้ให้คำนิยามของสารเร่งเชิงชีวภาพว่าเป็นสารใด ๆ ก็ตาม (ยกเว้นสารที่ให้ธาตุอาหารหรือสารปรับปรุงดิน หรือสารฆ่าศัตรูพืช) ที่ใส่ให้พืชทางดิน ฉีดพ่นทางใบ คลุกเมล็ดพืชก่อนปลูก ใส่ในวัสดุปลูกหรือสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืช แล้วสารนั้นช่วยปรับกระบวนการทางสรีรวิทยาให้พืชมีศักยภาพในการเจริญเติบโตหรือพัฒนามากขึ้น หรือทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีมากขึ้น และมีผู้ศึกษาวิจัยทดลองนำสาหร่ายทะเลมาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ มีทั้งที่ใช้สาหร่ายทะเลเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดสอบหลายชนิด โดยมีอัตราการใช้และวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาผลของสารสกัดจากสาหร่ายทะเลต่อการส่งเสริมการดูดใช้ธาตุอาหาร เช่น Rathore et al. (2008) ที่ศึกษาผลของสารสกัดจากสาหร่ายทะเล (*Kappaphycus alvarezii*) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของถั่วเหลือง (*Glycine max*) พบว่า การใช้สารสกัดสาหร่ายทะเล ฉีดพ่นทางใบที่ความเข้มข้น 15% ช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Sutharsan et al. (2014) ที่พบว่าอัตราสารสกัดสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (*Sargassum crassifolium*) ที่เหมาะสมสำหรับมะเขือเทศ คือ สารสกัดสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลอัตรา 20% ทั้งนี้ น่าจะมาจากงานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นนี้ ศึกษาสารสกัดจากสาหร่ายทะเลคนละชนิด ซึ่งอาจมีปริมาณกรดอะมิโน ฮอโมนรวมถึงการให้ธาตุอาหารที่แตกต่างกัน อีกทั้งใช้พืชทดสอบคนละชนิดด้วย นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาผลของสาหร่ายทะเลในรูปแบบสารสกัดในด้านการเป็นฮอโมนพืช ยกตัวอย่างเช่น Patel et al. (2019) ศึกษาผลของสารสกัดจากสาหร่ายทะเลสีเขียว *Ulva lactuca* ต่อผักชี ลูกชืด และปวยเล้ง โดยการนำเมล็ดพืชมาแช่ด้วยสารสกัดจากสาหร่ายทะเลเข้มข้น 2%, 4%, 6%, 8%, 10% และควบคุม (ไม่ได้รับการแช่สารสกัด) พบว่า ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความยาวเมล็ด ความสูง ความยาวของยอด และความยาวของรากมากที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากสาหร่ายทะเล 6% และ 8% นอกจากนี้ ยังมีผู้วิจัยที่ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายทะเลที่ใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของพืช ยกตัวอย่างเช่น Niyamanon et al. (2002) ได้ศึกษาการใช้สาหร่ายทะเล (*Sargassum polycystum*, *C. Agardh* และ *Padina australis* Hauck) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 เพื่อเพิ่มผลผลิตกะหล่ำดอก ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีผสมสาหร่ายทะเลในสัดส่วน 1:1 จำนวน 20 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ทำให้กะหล่ำดอกมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง จากผลการทดลองที่พบประสิทธิภาพของสาหร่ายทะเลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทำให้ในปัจจุบันได้มีผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายทะเลออกมาจำหน่ายอย่างแพร่หลายในวงกว้าง โดยผลิตภัณฑ์เหล่านั้นได้ถูกระบุให้ใช้เป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่พืชหลาย ๆ ชนิด รวมถึงได้แนะนำให้ใช้สำหรับพืชผักด้วยเนื่องจากผักหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น คะน้า ที่จัดเป็นพืชกินใบที่ผู้บริโภคนิยมรับประทาน สามารถหาซื้อบริโภคได้ตลอดทั้งปี ดังนั้น เกษตรกรผู้ผลิตจึงนิยมใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารส่งเสริมการเจริญเติบโตในระหว่างการปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด ผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตจากสาหร่ายนั้นมีจำหน่ายทั้งในชนิดผงและชนิดสารสกัด ส่วนมากไม่ได้รับขบวนการของสาหร่ายและไม่ได้ระบุวิธีนำสาหร่ายทะเลนั้นมาใช้งานที่ชัดเจน การศึกษาครั้งนี้เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการนำสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลที่พบใน อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตคะน้า โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้สาหร่ายทะเลสีน้ำตาลชนิดผงและชนิดสารสกัดต่อการเจริญเติบโตของคะน้า ในกระถางทดลอง

วิธีการศึกษา

แผนการทดลองและกรรมวิธีทดลอง

การทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาการนำสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (ชนิดผงและชนิดสารสกัด) มาใช้ในอัตราที่แตกต่างกัน (1%, 2% และ 3%) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 7 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) การไม่ใช้สาหร่ายทะเลโดยการฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control) 2) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 1% (สาหร่ายทะเลผง 1 กรัมต่อน้ำ 99 มิลลิลิตร) 3) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% (สาหร่ายทะเลผง 2 กรัมต่อน้ำ 98 มิลลิลิตร) 4) ฉีดพ่นสาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 3% (สาหร่ายทะเลผง 3 กรัมต่อน้ำ 97 มิลลิลิตร) 5) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 1% (สารสกัดสาหร่ายทะเล 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 99 มิลลิลิตร) 6) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 2% (สารสกัดสาหร่ายทะเล 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 98 มิลลิลิตร) 7) ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 3% (สารสกัดสาหร่ายทะเล 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 97 มิลลิลิตร) ทดสอบโดยใช้วิธีการฉีดพ่นลงบนใบและต้นคะน้าที่ปลูกในกระถางทดลอง ทดลองโดยใช้ดินที่มีสมบัติทางเคมีดัง Table 1 ทำการทดลองภายในโรงเรือนแบบเปิด ต.ตรอกนอง อ.มะขาม จ.จันทบุรี

Table 1 Soil properties before trial.

Items	Value
pH ^{1/}	5.41
Organic matter ^{2/} (OM) (%)	0.55
Available Phosphorus ^{3/} (mg/kg)	< 1
Exchangeable Potassium ^{4/} (mg/kg)	45.8

^{1/} 1:1, soil:water (Attananda & Chancharoensuk, 1999) ^{2/} Walkley & Black (Attananda & Chancharoensuk, 1999) ^{3/} Bray II method (Attananda & Chancharoensuk, 1999) ^{4/} Extraction by 1 N NH₄OAc (Attananda & Chancharoensuk, 1999) and Inductive Couple Plasma analysis (AOAC, 1990).

การเตรียมสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

เก็บสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (*Sargassum sp.*) จากบริเวณหาดอ่าวยาง ต.บางกะไชย อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จากนั้นล้างสาหร่ายทะเลที่เก็บได้นี้ด้วยน้ำจืดเพื่อนำเศษต่าง ๆ ที่ติดมากับสาหร่ายทะเลออก เก็บสาหร่ายทะเลที่เปียกใส่ถุงพลาสติกที่สะอาด จากนั้น นำมาผึ่งให้แห้งแล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาบดให้เป็นผงละเอียด เก็บสาหร่ายทะเลผงบดละเอียดที่ได้นี้ในอุณหภูมิ 2-3°C นำส่วนหนึ่งของสาหร่ายทะเลไปสกัดในขั้นตอนถัดไป

การสกัดสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

นำสาหร่ายทะเลผงบดละเอียดที่ได้จากการเตรียมในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาแช่ในน้ำ (สาหร่ายผงต่อน้ำอัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้วนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ในอุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Sasikala et al., 2016) นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และนำสิ่งที่กรองได้บรรจุลงในขวดสีชาและเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2-3°C ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลอง

การวิเคราะห์สมบัติของสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

นำสาหร่ายทะเลผงไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด (Total Amino acid) ซึ่งตรวจพบชนิดของกรดอะมิโน ที่รายงานค่าได้แน่นอนจำนวน 12 ชนิด (Table 2) และความเข้มข้นของธาตุอาหารในสาหร่ายทะเล (Table 3) ผลการวิเคราะห์ไม่พบปริมาณกรดอะมิโนอิสระ (Free Amino acid) จึงไม่ได้แสดงข้อมูลในส่วนนี้

Table 2 Total amino acid of *Sargassum* sp.

Items ¹	Value (mg/100g)
Aspartic acid	533.03
Threonine	258.74
Serine	263.30
Glutamic acid	694.01
Glycine	298.10
Alanine	336.29
Valine	308.85
Isoleucine	218.63
Leucine	391.43
Phenylalanine	265.89
Lysine	238.38
Proline	226.12
Total	4,032.00

¹In-house method TE-CH-372 based on Official Journal of the European Journal of communities, L257/16 by Amino Acid Analyzer Technique.

Table 3 Concentrations of nutrients of Seaweed powder.

Items	Value
Total N ^{1/} (%)	0.91
Total P ^{2/} (%)	0.11
Total K ^{3/} (%)	7.82

^{1/} Kjeldhal method (Bremner & Mulvaney, 1982) ^{2/} Mixed acid digestion and determined by the yellow molybdate method (Attananda & Chanchaornsuk, 1999) ^{3/} Mixed acid digestion and determined by atomic absorption spectrophotometer (Jackson & Mahmood, 1994)

การปลูกพืชทดลองในกระถาง

เตรียมเมล็ดค่น้ำโดยการแช่เมล็ดค่น้ำในน้ำกลั่นนาน 12 ชั่วโมง จากนั้นหยอดเมล็ดลงในกระถางเพาะที่มีมูลวัวผสมกับดิน วางทับผิวหน้าวัสดุเพาะด้วยฟางข้าว และรดน้ำจนชุ่ม รดน้ำเปล่าทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ถอนต้นกล้าเพื่อนำไปปลูกหลังจากเพาะเมล็ดได้ 20 วัน โดยปลูกในกระถางทดลองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกได้แก่ดิน มูลวัว และขุยมะพร้าว ใช้ดินจำนวน 7.5 กิโลกรัม/กระถาง มูลวัวจำนวน 50 กรัม/กระถาง และขุยมะพร้าวจำนวน 2.5 กิโลกรัม/กระถาง โดยใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตราที่แนะนำโดยกรมวิชาการเกษตรทุกกระถางทดลอง ปลูกค่น้ำจำนวน 2 ต้น/กระถาง เริ่มฉีดพ่นสารหยาบหรือชนิดผงหรือชนิดสารสกัดหลังจากที่ย้ายปลูกแล้วเป็นเวลา 5 วัน (เมื่อต้นค่น้ำมีอายุ 25 วันหลังจากปลูก) ด้วยกระบอกฉีดน้ำแบบสเปรย์ (foggy) ตามอัตราที่ระบุในแผนการทดลอง ฉีดพ่นทั่วบริเวณใบและลำต้นค่น้ำเฉพาะตอนเช้าของวัน โดยทำการฉีดพ่นกรรมวิธีแบบวันเว้นวันร่วมกับสารจับใบที่ความเข้มข้น 0.01% ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง รวมทั้งหมด 500 มิลลิลิตรต่อกระถางต่อวัน พร้อมทั้งกำจัดวัชพืชด้วยการถอน และทำลายหนอนที่พบบนต้นค่น้ำด้วยมือ และใช้สารอะบาเมกติน (1.8%EC) อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรเพื่อป้องกันกำจัดหนอนคืบกินใบเมื่อพบการระบาด

ของหนอนคืบกินใบหลังจากปลูก 15 วัน และใส่ปุ๋ยทางดินสูตร 12-8-8 ในอัตราและระยะเวลาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรทุกกระถางทดลอง

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ และเส้นรอบวงลำต้นที่อายุ 18, 25 และ 32 วัน หลังจากย้ายปลูก บันทึกน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของต้นคะน้า ในวันที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 32 วันหลังจากย้ายปลูก วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของกรรมวิธีเป็นคู่โดยวิธี Duncan Multiple Range's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดทั้ง 3 อัตราไม่ทำให้ต้นคะน้ามีความสูง และจำนวนใบทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) (Table 4) และการใช้สาหร่ายทะเลไม่ทำให้ต้นคะน้ามีความสูงและจำนวนใบแตกต่างจากการไม่ใช้สาหร่ายทะเล ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อต้นคะน้ามีอายุ 25 วัน พบว่า การใช้สาหร่ายทะเลทั้งชนิดผงและชนิดสารสกัดอัตรา 2% (กรรมวิธีที่ 3 และ 6 ตามลำดับ) ทำให้จำนวนใบของต้นคะน้ามีแนวโน้มมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลในอัตราอื่น ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดลองในด้านเส้นรอบวงของต้นคะน้า พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในวันที่ 18 หลังจากย้ายปลูก การใช้สาหร่ายทะเลชนิดสารสกัดอัตรา 2% (กรรมวิธีที่ 6) ทำให้ต้นคะน้ามีเส้นรอบวงลำต้นมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลสกัดในอัตราอื่น ๆ (กรรมวิธีที่ 5 และ 7) การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 1% (กรรมวิธีที่ 2) และการไม่ใช้สาหร่ายทะเล (กรรมวิธีที่ 1) ($p < 0.05$) (Table 5) ในขณะที่เมื่อต้นคะน้าอายุ 25 วัน ก็พบว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดอัตรา 2% (กรรมวิธีที่ 3 และ 6 ตามลำดับ) ทำให้ต้นคะน้ามีเส้นรอบวงลำต้นมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 1% (กรรมวิธีที่ 2) และการไม่ใช้สาหร่ายทะเล (กรรมวิธีที่ 1) ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อต้นคะน้าอายุ 32 วัน พบว่า การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผง และชนิดสารสกัดทั้ง 3 อัตรา ไม่ทำให้ต้นคะน้าเส้นรอบวงลำต้นแตกต่างกันและไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สาหร่ายทะเล ($p \geq 0.05$)

ผลผลิต

การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดทั้ง 3 อัตรา ไม่ทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งแตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สาหร่ายทะเล ($p \geq 0.05$) (Table 5) เป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% ทำให้น้ำหนักสดของต้นคะน้ามีแนวโน้มมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดและอัตราอื่น ๆ ในขณะที่ การใช้สารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 2% ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นคะน้ามีแนวโน้มมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลในชนิดและอัตราอื่น ๆ

Table 4 Plant height and leaf number at 18, 25 and 32 days after transplanting (DAT).

Treatments	Plant height (cm)			Leaf number		
	18 DAT	25 DAT	32 DAT	18 DAT	25 DAT	32 DAT
1. Control	9.42	11.50	14.8	5.33	7.83	9.8
2. Seaweed powder 1%	8.58	10.50	14.0	5.50	7.17	9.3
3. Seaweed powder 2%	9.33	11.58	14.6	6.00	8.67	11.0
4. Seaweed powder 3%	9.50	11.25	15.1	6.33	8.17	11.0
5. Seaweed extract 1%	10.00	12.50	15.4	6.33	8.33	11.0
6. Seaweed extract 2%	9.50	11.75	14.5	6.50	8.75	11.0
7. Seaweed extract 3%	9.33	11.08	15.0	5.67	8.50	10.5

F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.63	8.23	8.31	7.99	8.28	6.87

ns : non - significant difference, * significant difference at 0.05 probability levels.

ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในต้นคะน้า

การใช้สาหร่ายทะเลชนิดสารสกัดอัตรา 3% (กรรมวิธีที่ 7) ทำให้ต้นคะน้ามีความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 1% (กรรมวิธีที่ 2) และการไม่ใช้สาหร่ายทะเล (กรรมวิธีที่ 1) ($p < 0.05$) ทั้งนี้ พบว่า การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% (กรรมวิธีที่ 3) และการใช้สาหร่ายทะเลชนิดสารสกัดอัตรา 3% (กรรมวิธีที่ 7) ไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในต้นคะน้าแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในขณะที่การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดทั้ง 3 อัตรา ไม่ทำให้ต้นคะน้ามีโพแทสเซียมแตกต่างกันและไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สาหร่ายทะเล ($p \geq 0.05$) แต่เป็นที่น่าสนใจว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% (กรรมวิธีที่ 3) ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นคะน้ามีแนวโน้มมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดและอัตราอื่น ๆ

Table 5 Plant circumference at 18, 25 and 32 days after transplanting (DAT), fresh weight and dry weight at harvest.

Treatments	Plant circumference (cm)			Fresh weight (g/pot)	Dry weight (g/pot)
	18 DAT	25 DAT	32 DAT		
1. Control	1.13 b	1.57 b	2.22	29.1	2.94
2. Seaweed powder 1%	1.15 b	1.62 b	2.37	30.1	2.77
3. Seaweed powder 2%	1.27 ab	2.20 a	2.93	52.7	4.63
4. Seaweed powder 3%	1.27 ab	1.82 ab	3.02	48.4	4.70
5. Seaweed extract 1%	1.25 b	1.92 ab	2.80	36.9	3.68
6. Seaweed extract 2%	1.38 a	2.18 a	2.88	49.8	5.09
7. Seaweed extract 3%	1.17 b	1.85 ab	2.62	34.7	3.30
F-test	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	5.67	12.2	12.5	27.4	25.5

ns : non - significant difference, * significant difference at 0.05 probability levels.

Table 6 Nutrient concentration of Chinese kale.

Treatments	Nutrient concentration (%)		
	N	P	K
1. Control	2.76 c	0.41 cd	4.77
2. Seaweed powder 1%	2.97 bc	0.37 d	4.66
3. Seaweed powder 2%	3.31 ab	0.50 ab	5.78
4. Seaweed powder 3%	3.45 ab	0.42 bcd	5.64
5. Seaweed extract 1%	3.32 ab	0.43 bcd	4.75
6. Seaweed extract 2%	3.28 abc	0.49 abc	4.89
7. Seaweed extract 3%	3.63 a	0.54 a	5.31

F-test	*	*	ns
CV (%)	8.96	10.39	10.81

ns : non - significant difference, * significant difference at 0.05 probability levels.

ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดของสาหร่ายทะเลผงในการทดลองนี้เท่ากับ 4,032 มิลลิกรัม/100 กรัม หรือประมาณ 4% เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดของสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*Hapalosiphon* sp.) จากผลงานวิจัยของ Thongra-ar et al. (2017) ที่มี 1,002 มิลลิกรัม/ลิตร หรือประมาณ 0.1% อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดอะมิโนที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณที่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากเป็นสาหร่ายคนละชนิด มีรูปแบบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ซึ่งหน้าที่ของกรดอะมิโนอย่างหนึ่งคือ การช่วยเพิ่มการดูดธาตุอาหารพืชและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารที่พืชดูดได้ทั้งธาตุอาหารหลักและจุลธาตุ (Osotsapa, 2014) แม้ว่าดินที่ใช้ในการทดลองนี้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ (Department of Agriculture, 2005) เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (0.55%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ (45.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่ด้วยการทดลองนี้ให้ปุ๋ยเคมีแก่ต้นค่น้ำทุกต้นเท่ากันตามอัตราที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินแล้ว ผลการทดสอบพบว่า การฉีดพ่นสาหร่ายทะเลบนต้นค่น้ำในระหว่างการเจริญเติบโตจึงทำให้ต้นค่น้ำแสดงการตอบสนองด้านจำนวนใบและความยาวเส้นรอบวงที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม กล่าวคือ การใช้สาหร่ายทะเลทั้งชนิดผงและชนิดสารสกัดอัตรา 2% มีแนวโน้มทำให้จำนวนใบของต้นค่น้ำมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลในอัตราอื่น ๆ เมื่อต้นค่น้ำมีอายุ 25 วัน นับจากย้ายปลูก นอกจากนี้ ยังพบว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงและชนิดสารสกัดในอัตรา 2% ทำให้เส้นรอบวงของต้นค่น้ำที่อายุ 25 วัน มากกว่าการไม่ใช้สาหร่ายทะเล ในทำนองเดียวกับการณีของผลผลิตที่พบว่า การใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% มีแนวโน้มทำให้ต้นค่น้ำมีน้ำหนักสดสูงที่สุดในขณะที่การใช้สารสกัดสาหร่ายทะเลอัตรา 2% มีแนวโน้มทำให้ต้นค่น้ำมีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาในด้านความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก็พบว่า การใช้สาหร่ายทะเลผงอัตรา 2% ทำให้ต้นค่น้ำมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าการไม่ได้ใช้สาหร่ายทะเลเช่นกัน ในกรณีของความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในต้นค่น้ำที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่พบแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักสด และความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของต้นค่น้ำ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลอง ของ Halpern et al. (2015) ที่พบว่าการใช้สารสกัดสาหร่ายทะเลหลาย ๆ ชนิดช่วยให้พืชไร่และผักบางชนิดที่ศึกษาดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีมากกว่าการไม่ใช้สารสกัดสาหร่ายทะเล โดยได้สรุปไว้ว่า ผลเชิงบวกของการฉีดพ่นสาหร่ายทะเลนี้จะเกิดเฉพาะในกรณีที่ดินพืชได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เพียงพออยู่แล้ว

เป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้สาหร่ายทะเลชนิดผงอัตรา 2% มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม (5.78% K) ในต้นค่น้ำมากกว่าการใช้สาหร่ายทะเลในชนิดและอัตราอื่น ทั้งนี้ น่าจะมาจากสาหร่ายทะเลที่นำมาศึกษานี้มีปริมาณโพแทสเซียมในระดับสูงมาก (7.82%) ซึ่งตรงกับที่ Osotsapa (2014) กล่าวว่าสาหร่ายทะเลมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมมากกว่าธาตุอื่น โดยความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่พบในสาหร่ายทะเลในการทดลองนี้จัดว่าสูงกว่าวัสดุอินทรีย์หลาย ๆ ชนิดที่นำมาทำเป็นปุ๋ยหมักเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Youngmanee et al. (2019) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการฉีดพ่นสาหร่ายทะเลในการทดลองนี้แล้วทำให้ค่น้ำมีปริมาณโพแทสเซียมในต้นมากขึ้นอาจเป็นผลมาจากปริมาณโพแทสเซียมที่มีในสาหร่ายทะเลโดยตรงที่ทำหน้าที่เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมแก่พืชหรืออาจจะมาจากผลของสาหร่ายทะเลที่ช่วยส่งเสริมการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชตามเหตุผลที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังจะเห็นได้จากการที่ดินค่น้ำมีปริมาณโพแทสเซียม (อยู่ในช่วง 4.66 – 5.78%) ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในต้นค่น้ำในระดับนี้ จัดว่ามีปริมาณสูงกว่าปริมาณโพแทสเซียมในการทดลองอื่น ๆ เช่น Rop et al. (2019) ที่ศึกษาผลของปุ๋ยละลายช้า NPK ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ค่น้ำและพริก โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-20-20 กิโลกรัม N- P₂O₅- K₂O/ไร่ ซึ่งอัตราปุ๋ยเคมีในการทดลองดังกล่าวให้ปริมาณปุ๋ยเคมี

ต่อต้านค่าน้ำมากกว่าการทดลองนี้หลายเท่า โดยผลการทดลองของ Rop et al. (2019) พบว่า ปริมาณการสะสมของโพแทสเซียมในต้นค่าน้ำเท่ากับ 2.23% ซึ่งมีค่าโพแทสเซียมที่ต่ำกว่าการทดลองนี้ที่มีอยู่ในช่วง 4.66-5.78%

สรุปผลการศึกษา

ในการทดลองนี้ สามารถสรุปได้ว่าสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลชนิดนี้สามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยอัตราที่เหมาะสมคือ การใช้สาหร่ายทะเลในอัตรา 2% โดยทั้งรูปแบบผงหรือสารสกัดก็สามารถใช้เป็นสารส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การใช้สาหร่ายทะเลสีน้ำตาลถือเป็นตัวเลือกสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใช้สารส่งเสริมการเจริญเติบโตสำหรับค่าน้ำโดยมีวิธีการเตรียมสาหร่ายทะเลที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists**. Washington DC: Benjamin Franklin Station.
- Attananda, T. & Chancharoensuk, C. (1999). **Exercises and Laboratory Manual for Soil and Plant Analysis**. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai).
- Bremner, J. M. & C. S. Keeney. (1982). Nitrogen-Total. In Pages, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds). **Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical Methods**. (pp. 595-624). 2nd ed. Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Department of Agriculture. (2005). **Fertilizers recommendations for Economic crops**. Bangkok: Department of Agriculture. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T. & Yermiyahu, U. (2015). The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. (pp. 141-174). In D. L. Sparks (Ed.). **Advances in Agronomy**. Amsterdam: Academic Press.
- Jackson, K. W. & Mahmood, T. M. (1994). Atomic absorption, atomic emission and flame emission spectrometry. **Analytical Chemistry**. 66, 252-279.
- Kunsook, C., P. Sangpaiboon, T. Pitakpol, Maneema, C. & Mitcherd, P. (2020). Species Diversity and Distribution of Macroalgae at Ao Yang Bay, Chanthaburi Province. **Rajabhat Rambhai Barni Research Journal**. 14(2), 113-124. (in Thai).
- Niyamanon, S. & Saknimitr, M. (2002). **Utilization of seaweed as increase Cauliflower yields in Pa Payom District in Pattalung Province**. Song Kla: Taksin University. (in Thai).
- Osotsapa, Y. (2014). Bio accelerators as plant growth promoting. **Thai Journal of Soils and Fertilizers**. 36(1-4), 27-54. (in Thai).
- Patel, H. D., Brahmbhatt, N., Patel, J., Patel, R., Thaker, P. & Brahmbhatt, N. (2019). Effect of Seaweed Extract on different Vegetables as a Bio Fertilizer in Farming. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology**. 7(3), 2062-2067.
- Rathore, S. S., Chaudhary, D. R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T. & Patolia, J. S. (2008). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. **South African Journal of Botany**. 75, 351-355.
- Rop, K., Karuku, G. N., Mbui, D., Njomo, N. & Michira, I. (2019). Evaluating the effects of formulated nano-NPK slow release fertilizer composite on the performance and yield of maize, kale and capsicum. **Annals of Agricultural Sciences**. 64(1), 9-19.
- Sasikala, M., Indumathi, E., Radhika, S. & Sasireka, R. (2016). Effect of seaweed extract (*Sargassum tenerrimum*) on seed germination and growth of tomato plant (*Solanum lycopersicum*). **International Journal of ChemTech Research**. 9(9), 285-293.

- Sutharsan, S., Nishanthi, S. & Srikrishnah, S. (2014). Effect of foliar application of seaweed (*Sargassum crassifolium*) liquid extract on the performance of *Lycopersicon esculentum* mill. in sandy regosal of Batticaloa district Sri Lanka. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**. 14(12), 1386-1396.
- Thongra-ar, P., Kaewsuralikhit, S., Chatchaisiri, K., Suvittawat, K., Penchang, P., Thaweenut, N. & Saradhulhat, P. (2017). The combination of Blue-green Algae extract and foliar fertilizer accelerates growth in Micro-propagated Banana 'Namwa Pakchong 50'. **Songklanakarin Journal of Plant Science**. 4(4), 16-21. (in Thai).
- Youngmanee, K., Teamkao, P. & Nuthong, O. (2019). Combination Uses of Boiler Ash and Palm Oil Sludge with Animal Manures in Compost Production. **King Mongkut's Agricultural Journal**. 37(4), 604-611. (in Thai).

วันรับบทความ (Received date) : 1 ก.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 17 ก.พ. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 2 มี.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.001>

การรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ในกรุงเทพมหานคร Perception of UHT Ready-to-Drink Coconut Water in Bangkok via Online Media

ทรงธรรม มกนันท์^{1*} และ พัชรา เอี่ยมกิจการ สบายใจ¹
Songtham Mokanan^{1*} and Phatchara Eamkijkarn Sabaijai¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ในกรุงเทพมหานคร โดยการใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชาชนที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร มีอายุระหว่าง 18 - 40 ปี สามารถเข้าถึงสื่อออนไลน์และเคยบริโภคน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ด้วยแบบสอบถาม จำนวน 404 คน จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62.10) มีอายุระหว่าง 24 - 29 ปี (ร้อยละ 48.00) ระดับการศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 76.00) มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 49.80) และมีรายได้ระหว่าง 20,001 - 30,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 30.90) ในภาพรวมมีการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.84$) โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) ($\bar{X} = 4.01$) ด้านการสื่อสาร (Communication) ($\bar{X} = 3.92$) ด้านความต้องการของผู้บริโภค (Consumer's Want) ($\bar{X} = 3.75$) และด้านความคุ้มค่าของผู้บริโภค (Cost of Consumer) ($\bar{X} = 3.69$) ซึ่งจากผลการศึกษาด้านการรับรู้ในครั้งนี้พบว่าด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) ผู้บริโภครับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับช่องทางการสั่งซื้อสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านช่องทางออนไลน์ มีความสะดวกที่สุด

คำสำคัญ: น้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT สื่อออนไลน์ การรับรู้

Abstract

The objective of this research was to study the awareness of UHT coconut water in Bangkok via an online channel. Survey responses were collected from 404 participants (age range of 18 to 40 years old) who were exposed to online media and consumed UHT ready-to-drink coconut water. The data collected were then analyzed by descriptive statistical analysis for frequency, relative frequency, and standard deviation. The results showed that the group that has the highest awareness of online media is female (62.10%) at the age between 24 to 29 years old (48.00%), having bachelor's degrees (76.00%), and being employed in private companies (49.80%) with a salary range of 20,001-30,000 baht per month (30.90%). For the overall perception of UHT ready-to-drink coconut water, there is a high awareness from online media exposure of ($\bar{X} = 3.84$) and factors rank from high to low, i.e. Convenience ($\bar{X} = 4.01$), Communication ($\bar{X} = 3.92$), and worthiness ($\bar{X} = 3.75$), and consumers (Cost of Consumer) ($\bar{X} = 3.69$). respectively. It can be concluded that consumers order UHT ready-to-drink coconut water online due to its convenience.

Keywords: coconut water ready to drink UHT, online media, perception

¹ ภาควิชาวนวัตกรรมสื่อสารและการพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Communication Innovation and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

* Corresponding author: Songtham.nine@gmail.com

คำนำ

ในปัจจุบันความนิยมบริโภคน้ำมะพร้าวมีเพิ่มมากขึ้น เพราะนอกจากจะเป็นเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มความสดชื่นแล้วยังให้ประโยชน์ต่อร่างกายอีกด้วย แต่ด้วยลักษณะทางสังคมที่มีความเร่งรีบ อีกทั้งการบริโภคน้ำมะพร้าวที่คุ้นเคยกันในประเทศไทยคือการดื่มน้ำมะพร้าวสด ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือ การดื่มน้ำมะพร้าวจากลูกก็ไม่ค่อยสะดวก พกพาลำบาก และเก็บรักษาไม่ได้นาน จึงไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน ดังนั้นเครื่องดื่มที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคจึงควรสะดวกมากที่สุด ทั้งในการหาซื้อ การพกพา และการเก็บรักษาได้ยาวนาน ด้วยเหตุนี้ผู้ผลิตและจัดจำหน่ายจึงได้ออกผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ที่บรรจุภาชนะแบบขวดและแบบกล่อง (Teangpook, 2015)

ในขณะเดียวกัน สื่อออนไลน์กำลังมีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของผู้ประกอบการและผู้บริโภค ดังนั้นการปรับตัวให้เข้ากับสภาพสังคมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว นั้น ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการทำธุรกิจ โดยสถิติจากเว็บไซต์ thumbsup ได้เผยว่าพฤติกรรมการใช้จ่ายผ่านช่องทางออนไลน์ของผู้บริโภคมีเพิ่มมากขึ้นถึง 40 % (Ladybee, 2022) ทำให้รูปแบบการสื่อสารต้องสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนไป ทำให้การนำเสนอตัวตนมีส่วนสำคัญมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคจะมีบทบาทเป็นผู้เลือกเปิดรับข้อมูลต่างๆ ด้วยตนเอง ไม่ว่าจะข้อมูลดังกล่าวจะมาจากเครือข่ายคนรู้จัก ผู้ประกอบการหรือแหล่งอ้างอิงอื่นๆ ที่ผู้บริโภคสนใจก็ตาม โดยการโฆษณาในสื่อออนไลน์นั้น บางกลยุทธ์ใช้การสื่อสารที่กลมกลืนไปกับเนื้อหา มีลักษณะตรงไปยังกลุ่มเป้าหมายที่แคบลงหรือเฉพาะกลุ่มมากขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภครู้สึกทราบว่าเนื้อหาดังกล่าวถูกสร้างขึ้นจากผู้บริโภคด้วยตนเอง ไม่ได้ถูกสร้างขึ้นจากผู้ประกอบการของสินค้าอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ในยุคดิจิทัลที่มีรูปแบบการนำเสนอข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ว่าสามารถสื่อสารข้อมูลข่าวสารที่นำไปสู่การรับรู้ของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้บริโภคได้อย่างไรบ้าง โดยผลการศึกษาในครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาปรับปรุง และต่อยอดกลยุทธ์การตลาดออนไลน์สำหรับผู้ประกอบการในกลุ่มน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT เพื่อสร้างรูปแบบหรือแนวทางการนำเสนอสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ให้มีความชัดเจน เพื่อเป็นประโยชน์และการนำไปปรับใช้สำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับการตลาดและการโฆษณาสินค้าในธุรกิจออนไลน์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative research) ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลและการศึกษาเฉพาะช่วงเวลาหนึ่ง (Crossed - sectional study) และใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยใช้วิธีการให้ผู้ตอบกรอกแบบสอบถามเอง (Self-administered questionnaire) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครทั้ง 18 เขต (เขตดินแดง เขตราชเทวี เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตคลองเตย เขตพระโขนง เขตสาทร เขตสามไหม เขตลาดพร้าว เขตหลักสี่ เขตลาดกระบัง เขตบางกะปิ เขตมีนบุรี เขตจอมทอง เขตตลิ่งชัน เขตคลองสาน เขตบางแค เขตภาษีเจริญ และเขตบางบอน) โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ในการแบ่งเขต 2) ผู้มีอายุระหว่าง 18 - 40 ปี และ 3) สามารถเข้าถึงสื่อออนไลน์และเคยบริโภคน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ในเขตกรุงเทพมหานครตามที่เคยเปิดรับข้อมูลผ่านสื่อออนไลน์ช่องทางต่างๆ จำนวน 404 คน โดยคำนวณจากสูตรแบบไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนตามแนวคิดของ Roscoe (1969)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบมีตัวเลือก แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. Consumer (ความต้องการของผู้บริโภค) คือ การเลือกผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ โดยสินค้าที่ผลิตออกมานั้นควรเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคจะซื้อใช้เพื่อแก้ปัญหาการอยู่รอด (Consumer solution) และเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิต

2. Cost (ความคุ้มค่าของผู้บริโภค) คือ ต้นทุนของผู้บริโภคที่ต้องจ่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าชิ้นนั้นๆ ซึ่งการตั้งราคานั้นต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ผู้บริโภคต้องเสียก่อนที่จะจ่ายเงินซื้อสินค้า เช่น ค่าใช้จ่ายในเรื่องการเดินทาง ค่าจอดรถ ค่าเสียเวลา เป็นต้น

3. Convenient (ความสะดวกในการซื้อ) คือ ช่องทางการจัดจำหน่ายจะเพิ่มความสะดวกในการซื้อสินค้าและบริการให้กับผู้บริโภค เนื่องจากพฤติกรรมของผู้บริโภคมีความเปลี่ยนแปลง เพราะความรีบเร่งและระบบการจราจรที่ติดขัดทำให้ผู้บริโภคปรับความคิดมาเป็นความสะดวกในการหาซื้อ ในปัจจุบันมีช่องทางการจัดจำหน่ายเกิดขึ้นมากมาย ผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ สามารถถูกนำส่งถึงผู้บริโภคได้หลากหลายช่องทาง เช่น ช่องทางการจำหน่ายแบบดั้งเดิม ช่องทางจำหน่ายผ่านโมเดิร์นเทรด ช่องทางด้านขายตรง และช่องทางออนไลน์ เป็นต้น

4. Communication (การสื่อสาร) คือ การมองถึงทั้งสื่อและสารที่ผู้บริโภคจะรับฟังที่ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคในปัจจุบันที่เลือกจะฟังหรือไม่ฟัง เลือกที่จะเชื่อหรือไม่เชื่อ ซึ่งทำให้การส่งเสริมการตลาดจึงควรหันมาให้ความสำคัญในการสร้างเรื่องราว สร้างความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์ผ่านสื่อที่ผู้บริโภครับฟัง ซึ่งในยุคปัจจุบันการนำเสนอภาพหรือการโฆษณาผ่านสื่อออนไลน์นั้นเป็นสิ่งที่ใกล้ชิดและผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลาผ่านเครื่องมือการสื่อสารชนิดต่างๆ การกระทำในลักษณะนี้จึงถือเป็นการสื่อสารระหว่างผู้ผลิตหรือผู้ค้าและผู้บริโภคได้แบบเสรี (Kotler, 1997)

โดยกำหนดการรับรู้ด้านต่างๆ เป็น 5 ระดับ ที่เรียงลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ด้วยวิธี Likert Scale และแบบสอบถามได้ผ่านกระบวนการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: index of item objective congruence) แล้วนำไปทดลองใช้ (Tryout) กับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน 30 ชุด เพื่อตรวจสอบว่าคำถามสามารถสื่อความหมายตรงตามความต้องการและมีความเหมาะสมหรือไม่ จากนั้นจึงนำมาทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.848

และการวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และวิเคราะห์เชิงพรรณนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้ค่าสถิติอธิบายผลการวิจัย ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ มีความเชื่อมโยงกับการสื่อสารการตลาดที่สำคัญ คือการที่จะต้องเข้าใจผู้บริโภคก่อนถึงจะเข้าไปอยู่ในใจได้ จากแนวคิดของ Lauterborn (1990) เรื่องการตลาดแบบ 4C ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับการต่อยอดมาจากแนวคิดส่วนประสมทางการตลาดแบบ 4P ของ Kotler (1997) เพื่อให้สามารถก้าวทันการแข่งขันที่มีความรุนแรงและรูปแบบการทำธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เครื่องมือสื่อสารยุคใหม่เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างสื่อออนไลน์ โดย Lauterborn มองว่าการทำธุรกิจในยุคสื่อออนไลน์นี้ ผู้ประกอบการและนักการตลาดสมัยใหม่ต้องหันมาให้ความสำคัญกับมุมมองของผู้บริโภคด้วยแนวคิดส่วนประสมทางการตลาดแบบ 4C ได้แก่ ด้านความต้องการของผู้บริโภค (Consumer's want or need) ด้านความคุ้มค่าของผู้บริโภค (Cost of consumer) ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient to buy) และด้านการสื่อสาร (Communication) ซึ่งเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก เน้นการสื่อสารกับผู้บริโภคให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นแนวคิดที่คำนึงถึงหนทางที่จะทำให้สินค้าเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตผู้บริโภค ซึ่งกลไกสำคัญที่จะทำให้แนวคิดนี้เกิดประสิทธิภาพอย่างแท้จริง นักการตลาดจึงจำเป็นต้องรู้จักผู้บริโภคของตนเองเป็นอย่างดีเสียก่อน เช่น ใช้สินค้าไปเพื่ออะไร มีพฤติกรรมในการนำไปใช้อย่างไร บ่อยครั้งแค่ไหน มีอะไรเป็นแรงจูงใจ และสื่อที่เข้าถึงมีอะไรบ้าง ตลอดจนผู้บริโภควิถีชีวิตเช่นไร เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้วางแผนกลยุทธ์ให้เกิดความสัมพันธ์กันต่อไป

การรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์

การศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ โดยเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามจากกลุ่มประชากรจำนวน 404 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62.10) มีอายุระหว่าง 24 - 29 ปี (ร้อยละ 48.00) ระดับการศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 76.00) มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 49.80) และมีรายได้ระหว่าง 20,001 - 30,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 30.90)

ผลการศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ ทั้ง 4 ด้าน พบว่าในภาพรวมมีการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.84$, S.D. = 0.58) โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านความสะดวกในการซื้อ ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.67) ด้านการสื่อสาร ($\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.56) ด้านความต้องการของผู้บริโภค ($\bar{X} = 3.75$, S.D. = 0.56) และด้านความรู้สึกรักคุณค่าของผู้บริโภค ($\bar{X} = 3.69$, S.D. = 0.54)

Table 1 The mean and the standard deviation of the perception of UHT ready-to-drink coconut water data via online media in various fields.

Ranking	Items	Statistical value		Meaning
		$\bar{X}$	S.D.	
1	Convenient	4.01	0.67	Aware
2	Communication	3.92	0.56	Aware
3	Consumer's Want	3.75	0.56	Aware
4	Cost of Consumer	3.69	0.54	Aware
Total Average		3.84	0.58	Aware

Note: 4.21-5.00 = strongly aware; 3.41-4.20 = aware; 2.61-3.40 = moderately aware; 1.81-2.60 = slightly aware; 1.00-1.80 = not aware.

จากผลการศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ในภาพรวม สามารถแบ่งข้อมูลในแต่ละด้านออกได้ดังต่อไปนี้

ด้านความต้องการของผู้บริโภค (Consumer's Want) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 3.74$, S.D. = 0.71) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ รูปแบบและลักษณะการนำเสนอข้อมูล ($\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.79) ข้อมูลที่นำเสนออธิบายได้ตรงกับความต้องการ ($\bar{X} = 3.77$, S.D. = 0.69) ข้อมูลที่น่าเสนอทันสมัยและตอบโจทย์กระแสใหม่ๆ ($\bar{X} = 3.75$, S.D. = 0.70) ข้อมูลที่น่าเสนอมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการซื้อสินค้า ($\bar{X} = 3.70$, S.D. = 0.68) และข้อมูลช่องทางการเข้าถึงสินค้ามีความหลากหลาย ($\bar{X} = 3.69$, S.D. = 0.72)

Table 2 The mean and the standard deviation of the perception of UHT ready-to-drink coconut water information via online media in terms of consumer demand.

Ranking	Consumer's Want	Statistical value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	Format and manner of presenting information.	3.83	0.79	Aware
2	The information presented explains exactly what needs to be done.	3.77	0.69	Aware
3	The information presented is up-to-date and responds to new trends.	3.75	0.70	Aware
4	The information presented has a shopping facility.	3.70	0.68	Aware
5	There is a wide variety of product access channels.	3.69	0.72	Aware
Total Average		3.74	0.71	Aware

Note: 4.21-5.00 = strongly aware; 3.41-4.20 = aware; 2.61-3.40 = moderately aware; 1.81-2.60 = slightly aware; 1.00-1.80 = not aware.

ด้านความคุ้มค่าของผู้บริโภค (Cost of Consumer) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 3.69 , S.D. = 0.70) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ ราคาของสินค้ามีความสมเหตุสมผล ($\bar{x}$ = 3.76 , S.D. = 0.68) ราคาของสินค้ามีแจ้งรายละเอียดอย่างชัดเจน ($\bar{x}$ = 3.72 , S.D. = 0.68) ราคาของสินค้ามีความเหมาะสมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องคำนึง ($\bar{x}$ = 3.70 , S.D. = 0.72) และราคาสินค้ามีหลายระดับให้เลือกตามความคุ้มค่า ($\bar{x}$ = 3.58 , S.D. = 0.75)

Table 3 The mean and the standard deviation of the perception of UHT ready-to-drink coconut water information via online media in terms of consumer's feelings of worthiness.

Ranking	Cost of Consumer	Statistical value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	The price of the product is reasonable.	3.76	0.68	Aware
2	The price of the product is clearly stated.	3.72	0.68	Aware
3	The price of the product is appropriate for other expenses to be taken into account.	3.70	0.72	Aware
4	There are several levels of product prices to choose from according to their value.	3.58	0.75	Aware
Total Average		3.69	0.70	Aware

Note: 4.21-5.00 = strongly aware; 3.41-4.20 = aware; 2.61-3.40 = moderately aware; 1.81-2.60 = slightly aware; 1.00-1.80 = not aware.

ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.78) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ การเข้าถึงข้อมูลมีความสะดวกและไม่ยุ่งยาก ($\bar{X} = 4.11$, S.D. = 0.80) ช่องทางการสั่งซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์มีความสะดวก ไม่ซับซ้อน ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.78) สามารถอธิบายการจัดจำหน่ายสินค้าได้อย่างชัดเจน ($\bar{X} = 3.96$, S.D. = 0.75) และมีบริการจัดส่งสินค้า ติดตามสถานะการจัดส่งอย่างชัดเจน ($\bar{X} = 3.93$, S.D. = 0.82)

Table 4 The mean and the standard deviation of UHT ready-to-drink coconut water data perception through online media in terms of purchasing convenience.

Ranking	Convenient	Statistical value		Meaning
		$\bar{X}$	S.D.	
1	Accessing information is convenient and hassle-free.	4.11	0.80	Aware
2	The way to order products via online is convenient and uncomplicated.	4.04	0.78	Aware
3	Able to explain product distribution clearly.	3.96	0.75	Aware
4	delivery service available Clearly track delivery status.	3.93	0.82	Aware
Total Average		4.01	0.78	Aware

Note: 4.21-5.00 = strongly aware; 3.41-4.20 = aware; 2.61-3.40 = moderately aware; 1.81-2.60 = slightly aware; 1.00-1.80 = not aware.

ด้านการสื่อสาร (Communication) โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.72) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์อยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ การนำเสนอรูปแบบสินค้าดูน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการซื้อ ($\bar{X} = 3.98$, S.D. = 0.74) การนำเสนอโดยใช้ผู้มีชื่อเสียงเพื่อให้ดูน่าสนใจ ($\bar{X} = 3.94$, S.D. = 0.74) กิจกรรมส่งเสริมการตลาดบนสื่อออนไลน์ ($\bar{X} = 3.94$, S.D. = 0.70) สื่อโฆษณามีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ ($\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.67) รูปแบบการโฆษณามีความทันสมัย เข้าถึงง่าย ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.72) นำเสนอให้เห็นถึงกระบวนการการผลิตสินค้า ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.72) และนำเสนอให้เห็นรูปแบบการจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.78)

Table 5 The mean and the standard deviation of the perception of UHT ready-to-drink coconut water data via online media in communication.

Ranking	Communication	Statistical value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	The presentation of the product looks attractive. encourage purchase.	3.98	0.74	Aware
2	Presentation using celebrity to make it look interesting.	3.94	0.74	Aware
3	Marketing promotion activities on online media.	3.94	0.70	Aware
4	Advertising media is suitable attract attention.	3.92	0.67	Aware
5	The advertising format is modern and easy to access.	3.90	0.72	Aware
6	Presenting the product manufacturing process.	3.90	0.72	Aware
7	presenting an imaginary model novelty creativity.	3.90	0.78	Aware
Total Average		3.92	0.72	Aware

Note: 4.21-5.00 = strongly aware; 3.41-4.20 = aware; 2.61-3.40 = moderately aware; 1.81-2.60 = slightly aware; 1.00-1.80 = not aware.

จากผลการศึกษาทำให้เห็นว่าในปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านการสื่อสารและการขนส่งต่างเอื้อให้เกิดการซื้อขายผ่านช่องทางออนไลน์มากขึ้น ธุรกิจต่างๆ เริ่มหันมาใช้ช่องทางนี้เป็นหน้าร้านในการขายสินค้า ธุรกิจออนไลน์ของประเทศไทยจึงกำลังเติบโตและเป็นไปในทิศทางที่ดี แต่จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ยังไม่เป็นที่นิยมในการสั่งซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ โดยส่วนใหญ่มักใช้ช่องทางออนไลน์เพียงเพื่อติดตามข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานศึกษาของลักขณพันธ์ภักดี (Lakphanphakdee, 2017) เรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการสั่งอาหารแบบเดลิเวอรี่ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่กล่าวว่า ช่องทางการจัดจำหน่ายของทั้งเว็บไซต์และแอปพลิเคชันที่ต้องอาศัยข้อมูลส่วนตัวของผู้บริโภคในการสั่งซื้อที่มากเกินไปจนผู้บริโภครู้สึกยุ่งยากและไม่ปลอดภัย หรือการให้ข้อมูลของรายการอาหารหรือร้านอาหารที่เยอะจนเกินไปอาจส่งผลให้การดาวน์โหลดข้อมูลเป็นไปได้ช้าและทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่พอใจจนอาจทำให้ตัดสินใจไม่ใช้บริการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค ดังนั้นจึงควรสร้างการรับรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการซื้อน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านออนไลน์ เพื่อกลุ่มผู้ประกอบการจะสามารถนำประสิทธิภาพของสื่อประเภทนี้มาทำให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาด้านการรับรู้ในครั้งนี้พบว่า

1.ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) ผู้บริโภครับรู้ว่าข้อมูลเกี่ยวกับช่องทางการสั่งซื้อสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านช่องทางออนไลน์มีความสะดวก แต่กลับไม่เกิดการสั่งซื้อในช่องทางนี้เท่าไรนัก สาเหตุประการหนึ่ง อาจเนื่องด้วยผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังไม่มีความไว้วางใจในการสั่งซื้อสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ เพราะความล่าช้าและสินค้าเกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงควรเพิ่มความเชื่อมั่นในระบบขนส่ง เพื่อให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตที่เร่งรีบของผู้บริโภคในปัจจุบัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวิวิศน์ ใจตาบ (Jaitab, 2014) เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่ของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร ที่กล่าวว่า คุณภาพการบริการส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้ามากที่สุด

2.ด้านสื่อสาร(Communication) ประเด็นสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT บนสื่อออนไลน์ที่มีรูปแบบการนำเสนอให้เห็นรูปลักษณ์ที่สวยงามของสินค้าเป็นหลัก (Product as a hero) ให้ดูน่าสนใจ สามารถกระตุ้นให้เกิดการซื้อได้ โดยการที่กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้เช่นนี้ก็สอดคล้องกับแนวคิดของเสรี วงศ์มณฑา (Wongmontha, 2000) ในเรื่องเทคนิคการนำเสนอ (Presentation Technique) การนำเสนอให้เห็นรูปลักษณ์ที่สวยงามของสินค้าเป็นหลัก (Product as a hero) ประเด็นนี้เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับสินค้าประเภทสวยงาม ดูดี น่าสนใจและมีจุดเด่นในตัว ซึ่งเป็นคุณสมบัติของสินค้าเพื่อใช้ในการนำเสนอ

3.ด้านความต้องการของผู้บริโภค (Consumer's Want) ข้อมูลที่นำเสนออธิบายได้ตรงกับความต้องการ ข้อมูลที่นำเสนอทันสมัยและตอบใจത്യกระแสใหม่ ๆ ข้อมูลที่นำเสนอมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการซื้อสินค้า และข้อมูลช่องทางการเข้าถึงสินค้ามีความหลากหลาย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการเปิดรับสื่อและความพึงพอใจสื่อประชาสัมพันธ์ภายในของพนักงานบริษัทโทรคมนาคมของอังกฤษ คัมไทย (Khumthai, 2010) ที่พบว่าความสนใจเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในสื่อดิจิทัล โดยเนื้อหาต่างๆ ของสื่อจะต้องมีความน่าสนใจ จึงจะก่อให้เกิดการเปิดรับข้อมูลข่าวสารต่างๆ

4.ความคุ้มค่าของผู้บริโภค (Cost of Consumer) ราคาของสินค้าที่นำเสนอผ่านสื่อออนไลน์มีความเหมาะสมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องคำนึงถึง เช่น ค่าเดินทาง ค่าเสียเวลา มาเป็นตัวคำนวณในการเลือกซื้อสินค้า ราคาของสินค้ามีความเหมาะสมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องคำนึง และราคาสินค้ามีหลายระดับให้เลือกตามความคุ้มค่า ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องส่วนประสมทางการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มกาแฟสด ร้าน Café Amazon ของผู้บริโภค ณ สถานีจำหน่ายน้ำมันในเขตกรุงเทพมหานครของศราวิชญ์ ธนะไพรินทร์ (Thanaphairin, 2015) ที่พบว่าต้นทุนของผู้บริโภคมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าเป็นอย่างมาก

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านสื่อออนไลน์ ในภาพรวมมีการรับรู้ข้อมูลน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT อยู่ในระดับมาก โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) ประกอบด้วย การเข้าถึงข้อมูลมีความสะดวกและไม่ยุ่งยาก ช่องทางการสั่งซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์มีความสะดวก ไม่ซับซ้อน สามารถอธิบายการจัดจำหน่ายสินค้าได้อย่างชัดเจน และมีบริการจัดส่งสินค้า ติดตามสถานะการจัดส่งอย่างชัดเจน 2) ด้านการสื่อสาร (Communication) ประกอบด้วย การนำเสนอรูปลักษณ์สินค้าดูน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการซื้อ การนำเสนอโดยใช้ผู้มีชื่อเสียงเพื่อให้ดูน่าสนใจ กิจกรรมส่งเสริมการตลาดบนสื่อออนไลน์ สื่อโฆษณามีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ รูปแบบการโฆษณามีความทันสมัย เข้าถึงง่าย นำเสนอให้เห็นถึงกระบวนการการผลิตสินค้า และนำเสนอให้เห็นรูปแบบการจิตนาการ ความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ 3) ด้านความต้องการของผู้บริโภค (Consumer's Want) ประกอบด้วย รูปแบบและลักษณะการนำเสนอข้อมูล ข้อมูลที่นำเสนออธิบายได้ตรงกับความต้องการ ข้อมูลที่นำเสนอทันสมัยและตอบใจത്യกระแสใหม่ ๆ ข้อมูลที่นำเสนอมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการซื้อสินค้า และข้อมูลช่องทางการเข้าถึงสินค้ามีความหลากหลาย และ 4) ด้านต้นทุนของผู้บริโภค (Cost of Consumer) ประกอบด้วย ราคาของสินค้ามีความสมเหตุสมผล ราคาของสินค้ามีแจ้งรายละเอียดอย่างชัดเจน ราคาของสินค้ามีความเหมาะสมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องคำนึง และราคาสินค้ามีหลายระดับให้เลือกตามความคุ้มค่า ซึ่งจากผลการศึกษาด้านการรับรู้ในครั้งนี้พบว่า ด้านความสะดวกในการซื้อ (Convenient) ผู้บริโภครับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับช่องทางการสั่งซื้อสินค้าน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม UHT ผ่านช่องทางออนไลน์มีความสะดวกที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Jaitab, W. (2014). **Factors Affecting Consumer's Buying Decisions of Bakery Products in Bangkok**. Master's thesis. Bangkok University. (in Thai).
- Khumthai, A. (2010). **Media Exposure and Satisfaction with Internal Public Relations Media of Telecommunication Company Employees**. Master's thesis. Ramkhamhaeng University. (in Thai).
- Kotler, P. (1997). **Marketing management: analysis, planning, implementation, and control**. 9th ed. New Jersey: A Simon & Schuster company.
- Lakphanphakdee, C. (2017). **Factors Affecting Purchase Decisions for Food Ordered Online in The Bangkok Metropolitan Area**. Master's thesis. Thammasat University. (in Thai).
- Lauterborn, B. (1990). New marketing litany: four Ps Passé: C-words take over. **Advertising Age**. 61(41), 26.
- LadyBee. (2022). **Branding, business, digital advertising, e-commerce, editor's picks, highlight, survey**. Retrieved from: <https://www.thumbsup.in.th/e-commerce-trend-worldwide-2022>.
- Roscoe, J. (1969). **Fundamental Research Statistics for the Behavioral Sciences**. Now York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Teangpook, L. (2015). Ready to Eat Eoconut Juice. **Food Journal**. 45(2), 51-52.
- Thanaphairin, S. (2015). **Factors Affecting Café Amazon Coffee Purchases At Ptt Gas Stations in The Bangkok Metropolitan Area, Thailand**. Master's thesis. Thammasat University. (in Thai).
- Wongmontha, S. (2000). **Marketing Strategy : Marketing Planning**. Bangkok: Thirafilm and Sotex. (in Thai).

วันรับบทความ (Received date) : 10 พ.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 25 ม.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 2 มี.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.002>

ความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร

Satisfaction of Bangkok Residents on Exposure of Agro-Tourism Review Media on Facebook

วรกร บุญเจริญ^{1*} และ พัทธรา เอี่ยมกิจการ สบายใจ¹

Waraporn Boonjaroen^{1*} and Phatchara Eamkijjarn Sabaijai¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร โดยการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) ที่ใช้แบบสอบถามออนไลน์ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 429 คน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ยประมาณ 37 ปี 7 เดือน มีรายได้เฉลี่ย 27,904.98 บาทต่อเดือน การศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพพนักงานบริษัท และมีความสนใจรับชมเนื้อหา รีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในด้านของสถานที่พัก เช่น โฮมสเตย์ ฟาร์มสเตย์ อีกทั้งในด้านความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรพบว่า ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก และด้านการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวกมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.49 (S.D. = 0.413) และ 3.47 (S.D. = 0.402) ตามลำดับ และด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊กมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 3.32 (S.D. = 0.380)

คำสำคัญ: รีวิว เฟซบุ๊ก การท่องเที่ยวเชิงเกษตร การเปิดรับสื่อ

Abstract

The purpose of this research was to study the level of satisfaction with the exposure of agritourism review media among Bangkok residents. Through quantitative research, data were collected from 429 Bangkok residents using online questionnaires. The data were then analyzed by descriptive statistical analysis for frequency, percentage, and standard deviation (S.D.). The results showed that most respondents are women with an average age of 37 years old 7 months, an average income of 27,904.98 baht per month, and having a bachelor's degree, being employed in companies. Furthermore, they are interested in watching agritourism reviews in terms of accommodations such as homestays and farm stays. In addition, the result of satisfaction on the exposure of agritourism review media showed that the high levels of satisfaction are information accessibility and convenience on Facebook with averages of 3.49 (S.D. = 0.413) and 3.47 (S.D. = 0.402), respectively. The presentation and format on Facebook are at a moderate level of satisfaction with an average of 3.32 (S.D. = 0.380).

Keywords: reviews, facebook, agricultural tourism, media exposure

¹ ภาควิชาวิศวกรรมสื่อสารและการพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Communication Innovation and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

* Corresponding author: 63604042@kmitl.ac.th

คำนำ

การท่องเที่ยวถือเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่ช่วยในการกระตุ้นเศรษฐกิจ ช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนและประเทศชาติ โดยการท่องเที่ยวในอีกหนึ่งรูปแบบที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันนี้คือการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตร (Department of Agricultural Extension [DOAE], 2019) ได้ตระหนักถึงความสำคัญจึงได้จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อเตรียมความพร้อมและยกระดับงานท่องเที่ยววิถีเกษตรเน้นการพัฒนาศักยภาพของเจ้าหน้าที่ให้มีองค์ความรู้รอบด้านในการบริหารจัดการ สร้างรายได้สู่ชุมชนและเกษตรกร และพัฒนากิจกรรมท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อให้มีสอดคล้องและตอบรับยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ในด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันสร้างความหลากหลายด้านการท่องเที่ยว รวมไปถึงการพัฒนากิจกรรมและบริการรูปแบบใหม่ ๆ ให้กับนักท่องเที่ยว เช่น การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้สามารถแข่งขันได้เพื่อช่วยยกระดับการท่องเที่ยวไทยให้ดียิ่งขึ้น

การคาดการณ์ถึงมูลค่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย โดยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Transactions Development Agency [ETDA], 2020) ได้คาดการณ์ไว้ว่า อุตสาหกรรมที่จะมีมูลค่าสูงสุดเป็นอันดับ 2 คือ อุตสาหกรรมให้บริการที่พัก ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญในการเพิ่มมูลค่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้ง ETDA (2021) ยังพบว่าผู้ประกอบการให้ความสนใจกับการตลาดออนไลน์มากยิ่งขึ้น โดยเริ่มใช้สื่อออนไลน์เข้ามาเป็นเครื่องมือในการรื้อฟื้นคำที่เป็นกลยุทธ์สำหรับการเพิ่มยอดขายให้กับธุรกิจของตน โดยจะเห็นว่าในปัจจุบันการรื้อฟื้นการท่องเที่ยวบนสื่อออนไลน์เป็นหนึ่งในช่องทางการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก เพราะในปัจจุบันโลกออนไลน์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างต่อเนื่องในการดำเนินชีวิต ผู้คนมักใช้อินเทอร์เน็ตในการเสฟสื่อและคอนเทนต์ หากความบันเทิง เป็นช่องทางสำหรับติดต่อสื่อสาร รวมถึงเป็นช่องทางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น ๆ หรือการรีวิวต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบการตัดสินใจให้กับบุคคลอื่น นอกจากนี้ยังมีข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยวออนไลน์ซึ่งได้ทำการสำรวจข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการใช้จ่ายในการท่องเที่ยวของคนไทย พบว่า แพคเกจเกี่ยวกับเที่ยววันหยุดเติบโตขึ้นจากปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 48 รวมไปถึงโรงแรม รถไฟ ล่องเรือ เข้าบ้านพัก และรถโดยสารก็เติบโตเพิ่มขึ้นเช่นกัน รวมถึงเฟซบุ๊กที่เป็นแพลตฟอร์มบนโลกออนไลน์ที่คนไทยนิยมใช้มากที่สุดเพื่อการค้นหาข้อมูลหรือติดตามข่าวสาร และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักท่องเที่ยวเชิงเกษตรของเบญญาพร คงชนะ (Kongchana, 2018) พบว่า นักท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีพฤติกรรมการค้นหาเส้นทางและวางแผนการเดินทางซึ่งจะเลือกใช้งานผ่านช่องทางเฟซบุ๊กของแหล่งท่องเที่ยวมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีรายงานของ We are social โดยรัฐพล ม่วงท่า (Muangtum, 2022) ได้ทำการรายงานในทุกปี พบว่าในปี 2565 คนไทยนิยมใช้เฟซบุ๊กมากที่สุดถึงร้อยละ 40.8 มีจำนวนการเข้าเยี่ยมชมในเว็บไซต์มากเป็นอันดับหนึ่งถึงร้อยละ 61.2 รวมถึงใช้ค้นหาเส้นทางและวางแผนการเดินทางซึ่งใช้งานผ่านช่องทางเฟซบุ๊กของแหล่งท่องเที่ยวมากที่สุด โดยมีข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (National Statistical Office [NSO], 2022) ซึ่งได้เปิดเผยถึงผลการสำรวจการใช้อินเทอร์เน็ตของคนไทยใน 4 ไตรมาส พบว่า ไตรมาสที่ 1 ประชาชนในกรุงเทพมหานครใช้อินเทอร์เน็ต ร้อยละ 95.1 ไตรมาสที่ 2 ประชาชนในกรุงเทพมหานครใช้อินเทอร์เน็ต ร้อยละ 94.5 ไตรมาสที่ 3 ประชาชนในกรุงเทพมหานครใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 95.5 และในไตรมาสที่ 4 ประชาชนในกรุงเทพมหานครมีการใช้อินเทอร์เน็ตร้อยละ 94.5 เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 ไตรมาส พบว่า ประชาชนในกรุงเทพมหานครมีการใช้อินเทอร์เน็ตสูงกว่าในภาคอื่น ๆ ตลอดทั้งปี

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาถึงประเด็นเรื่อง “ความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรื้อฟื้นการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของนักท่องเที่ยวที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรื้อฟื้นการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งบทความนี้จะเป็แนวทางให้กับผู้ประกอบการเจ้าของธุรกิจ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจการท่องเที่ยว สามารถศึกษาความต้องการของผู้บริโภคและนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจของตนเองต่อไปได้

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) โดยเป็นการใช้แบบสอบถามออนไลน์ในการเก็บข้อมูล เรื่อง “ความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรวิวทิวทัศน์เชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร” โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาและทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลากหลายแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการกำหนดแนวทางดำเนินงาน ได้แก่ แนวคิดด้านประชากรศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปิดรับสื่อ แนวคิดเกี่ยวกับเฟซบุ๊ก แนวคิดเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และแนวคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงเกษตร รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยของแพรวไพลิน มณีขัติย์ (Maneeekhut, 2019) ซึ่งได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวกลุ่มเงินเนรชั่นวัย และบุญยาพร วุฒิธรรมคุณ (Vutidhammakhun, 2016) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการรวิวร้านอาหารผ่านสื่อสังคมออนไลน์กับการตัดสินใจเลือกร้านอาหารสำหรับการรับประทานนอกบ้านของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นต้น

2. กำหนดขนาดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง โดยประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร เพราะข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (National Statistical Office [NSO], 2022) ระบุว่า คนที่อาศัยในกรุงเทพมหานครมีสถิติการใช้อินเทอร์เน็ตมากที่สุดตลอดปี 2565 และศึกษาประชากรที่มีการใช้เฟซบุ๊กเพื่อเปิดรับการรวิวทิวทัศน์เชิงเกษตร ซึ่งจากกลุ่มประชากรที่ไม่สามารถทราบจำนวนประชากรทั้งหมดที่แน่นอนได้นั้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ (Roscoe, 1969) ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 429 ตัวอย่าง โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการแบ่งเขตในกรุงเทพมหานครจำนวน 50 เขต เป็น 6 กลุ่ม ตามการแบ่งกลุ่มปฏิบัติงานของเขต (Office of the Permanent Secretary for the Bangkok Metropolitan Administration [BMA], 2009) โดยการแบ่งเน้นให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ เศรษฐกิจ สังคม และวิถีการดำรงชีวิตของประชาชน โดยกลุ่มกรุงเทพมหานครกลาง จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 72 ตัวอย่าง กลุ่มกรุงเทพใต้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 72 ตัวอย่าง กลุ่มกรุงเทพเหนือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 66 ตัวอย่าง กลุ่มกรุงเทพตะวันออก จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 75 ตัวอย่าง กลุ่มกรุงเทพมหานครเหนือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 74 ตัวอย่าง และกลุ่มกรุงเทพมหานครใต้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ 70 ตัวอย่าง

3. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความตรงของแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงโดยใช้แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากนั้นจึงได้นำไปทดสอบความเที่ยงของแบบสอบถามโดยการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรจำนวน 30 คน ได้ค่า Cronbach's Alpha = 0.724

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่ยาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและมีการใช้เฟซบุ๊กเพื่อเปิดรับการรวิวทิวทัศน์เชิงเกษตร ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 429 ตัวอย่าง ผ่านการกระจายแบบสอบถามออนไลน์ไปบนเฟซบุ๊ก

5. การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยจากแบบสอบถามด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) จำนวน และค่าร้อยละ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม จากผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร 429 คน มีเพศหญิงตอบแบบสอบถามมากที่สุด จำนวน 203 คน (ร้อยละ 47.3) มีค่าเฉลี่ยของอายุอยู่ที่ 37 ปี 7 เดือน มีรายได้เฉลี่ย 27,904.98 บาทต่อเดือน และมีระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุด จำนวน 327 คน (ร้อยละ 76.2) โดยส่วนใหญ่ประกอบ

อาชีพพนักงานบริษัท จำนวน 225 คน (ร้อยละ 52.4) ซึ่งให้ความสนใจรับชมเนื้อหาการรีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในด้านของสถานที่พัก เช่น โฮมสเตย์ ฟาร์มสเตย์ จำนวน 347 คน (ร้อยละ 80.9)

ความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊ก ผลจากการศึกษาพบข้อมูลในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊ก

ในด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊ก ได้มีลักษณะของการนำเสนอทั้งสิ้น 5 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการนำเสนอด้วยรูปภาพประกอบข้อความ วิดีโอประกอบข้อความ ข้อความเท่านั้น รูปภาพเท่านั้น และวิดีโอเท่านั้น

Table 1 Satisfaction with presentation and format on Facebook.

Ranking	Items	Statistical Value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	Present with Pictures Accompanying Text	3.74	0.573	high
2	Present with Video Accompanying Text	3.54	0.649	high
3	Presented with Text Only	2.63	0.824	moderate
4	Presented with Pictures Only	3.21	0.561	moderate
5	Presented with Video Only	3.49	0.602	high
Total Average		3.32	0.380	moderate

Note: 4.21-5.00 = highest; 3.41-4.20 = high; 2.61-3.40 = moderate; 1.81-2.60 = low; 1.00-1.80 = lowest.

จากตารางที่ 1 ความพึงพอใจด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊ก พบว่า ผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีความพึงพอใจในการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊กโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย 3.32 (S.D. = 0.380) เมื่อนำมากระจายในแต่ละประเด็นจะสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

ความพึงพอใจด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊กที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ รูปแบบการนำเสนอด้วยรูปภาพประกอบข้อความ มีค่าเฉลี่ย 3.74 (S.D. = 0.573) รูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอประกอบข้อความ มีค่าเฉลี่ย 3.54 (S.D. = 0.649) และรูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอเท่านั้น มีค่าเฉลี่ย 3.49 (S.D. = 0.602)

และความพึงพอใจด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊กที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ รูปแบบการนำเสนอด้วยรูปภาพเท่านั้น มีค่าเฉลี่ย 3.21 (S.D. = 0.561) และรูปแบบการนำเสนอด้วยข้อความเท่านั้น มีค่าเฉลี่ย 2.63 (S.D. = 0.824)

2. ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก

ในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก มีการศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ด้านความชัดเจนของข้อมูล ด้านปริมาณเนื้อหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว และการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว โดยมีการให้ข้อมูลของสถานที่อย่างครบถ้วน

Table 2 Satisfaction with content information on Facebook.

Ranking	Items	Statistical Value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	Accuracy, Clarity of Information	3.67	0.566	high
2	Amount of Tourist Information Content	3.28	0.566	moderate
3	Attraction Reviews with Complete information	3.52	0.613	high
Total Average		3.49	0.413	high

Note: 4.21-5.00 = highest; 3.41-4.20 = high; 2.61-3.40 = moderate; 1.81-2.60 = low; 1.00-1.80 = lowest.

จากตารางที่ 2 ความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก พบว่า ผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊กโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.49 (S.D. = 0.413) เมื่อนำมากระจายในแต่ละประเด็นจะสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

ความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก ที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ชัดเจนของข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 3.67 (S.D. = 0.566) และการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว โดยให้ข้อมูลครบถ้วน มีค่าเฉลี่ย 3.52 (S.D. = 0.613)

และความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก ที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ปริมาณเนื้อหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว มีค่าเฉลี่ย 3.28 (S.D. = 0.566)

3. การเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก

ในด้านการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก มีการศึกษาความพึงพอใจใน 3 ลักษณะด้วยกัน คือ ความรวดเร็วและทันเหตุการณ์ของการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว ความสะดวกและง่ายต่อการเปิดรับสื่อรีวิว และความรวดเร็วของการดาวน์โหลดข้อมูลการรีวิว

Table 3 Satisfaction with access to information and convenience.

Ranking	Items	Statistical Value		Meaning
		$\bar{x}$	S.D.	
1	The Speed of Attraction Reviews	3.56	0.571	high
2	Ease of Exposure to Reviews	3.32	0.558	moderate
3	How Fast You Can Download Review Data	3.54	0.601	high
Total Average		3.47	0.402	high

Note: 4.21-5.00 = highest; 3.41-4.20 = high; 2.61-3.40 = moderate; 1.81-2.60 = low; 1.00-1.80 = lowest.

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก พบว่า ผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊กโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.47 (S.D. = 0.402) เมื่อนำมากระจายในแต่ละประเด็นจะสามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

ความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก ที่อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ความรวดเร็วและทันเหตุการณ์ของการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว มีค่าเฉลี่ย 3.56 (S.D. = 0.571) และความรวดเร็วของการดาวน์โหลดข้อมูลการรีวิว มีค่าเฉลี่ย 3.54 (S.D. = 0.601)

และความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก ที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ความสะดวกและง่ายต่อการเปิดรับสื่อรวิว มีค่าเฉลี่ย 3.32 (S.D. = 0.566)

จากผลการศึกษาความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานครมีความพึงพอใจระดับมากทั้งในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก และความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก มีความสอดคล้องกับ บุญยาพร วุฒิธรรมคุณ (Vutidhammakhun, 2016) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องความพึงพอใจด้านเนื้อหาข้อมูล ในประเด็นด้านความถูกต้อง ชัดเจนของข้อมูล และปริมาณเนื้อหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ส่วนความพึงพอใจด้านการเข้าถึงข้อมูลในสื่อสังคมออนไลน์ มีความสอดคล้องกันในประเด็นความรวดเร็วและทันเหตุการณ์ของการรวิวสถานที่ท่องเที่ยว และความรวดเร็วของการดาวน์โหลดข้อมูลการรวิว ในทางตรงกันข้ามไม่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ แพรวไพลิน มณีขัติย์ (Maneechut, 2019) ซึ่งพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาข้อมูลและความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลในระดับมากที่สุด ส่วนความพึงพอใจด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊กของงานวิจัยนี้มีระดับปานกลางนั้น พบว่าผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับทั้งสองงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น หากนำมาพิจารณาในรายด้านจะพบประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

ความพึงพอใจด้านการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊ก จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมอยู่ที่ระดับปานกลาง ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับงานวิจัย แพรวไพลิน มณีขัติย์ (Maneechut, 2019) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องอิทธิพลของสื่อรวิวออนไลน์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกสถานที่ท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทยกลุ่มเงินเอนเออร์ชนวัย ที่พบว่า ความพึงพอใจในด้านรูปแบบการนำเสนอในสื่อสังคมออนไลน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งประเด็นย่อยในด้านการรวิวด้วยรูปภาพ การรวิวด้วยตัวอักษร การรวิวด้วยคลิป/วิดีโอ และการรวิวโดยระบุรายละเอียดในด้านต่างๆ เช่น ราคา ความเหมาะสมของสถานที่ ความประทับใจ และงานวิจัยของบุญยาพร วุฒิธรรมคุณ (Vutidhammakhun, 2016) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการรวิวร้านอาหารผ่านสื่อสังคมออนไลน์กับการตัดสินใจเลือกร้านอาหารสำหรับการรับประทานนอกบ้านของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร ในด้านความพึงพอใจรูปแบบการนำเสนอในสื่อสังคมออนไลน์ โดยมีภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีประเด็นย่อยที่มีระดับมากที่สุด ได้แก่ การรวิวด้วยตัวอักษร การรวิวด้วยคลิป / วิดีโอ ความสวยงามของข้อมูลการรวิว และการรวิวที่มีการระบุระดับความพึงพอใจต่าง ๆ ส่วนในประเด็นการรวิวด้วยรูปภาพอยู่ในระดับมากที่สุด อีกทั้งประเด็นที่น่าสนใจ คือ การรวิวด้านการท่องเที่ยวไม่ควรนำเสนอภาพหรือคลิปวิดีโอเท่านั้น แต่ควรมีการนำเสนอในลักษณะของรูปภาพหรือคลิปวิดีโอประกอบข้อความมากที่สุด ดังผลการวิจัยนี้ที่พบว่าการนำเสนอด้วยรูปภาพประกอบข้อความมีผู้ให้ความสนใจมากเป็นอันดับแรก มีค่าเฉลี่ย 3.74 (S.D. = 0.573) และวิดีโอประกอบข้อความ มีค่าเฉลี่ย 3.54 (S.D. = 0.649) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแพรวไพลิน มณีขัติย์ (Maneechut, 2019) ที่ระบุว่ากลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อการรวิวด้วยรูปภาพ การรวิวด้วยตัวอักษร การรวิวด้วยคลิป/วิดีโอ และการรวิวโดยระบุรายละเอียดในด้านต่างๆ เช่นเดียวกับบทความบนเว็บไซต์ MarketingOp โดยณัฐพัชญ์ วงษ์เหรียญทอง (Wongreanthong, 2012) ที่ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับอิทธิพลที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าบนออนไลน์ว่า ผู้บริโภคมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาจากแบรนด์มากขึ้นเมื่ออยู่ในรูปแบบของภาพ ร้อยละ 44 และมีปฏิสัมพันธ์กับแบรนด์มากขึ้นเมื่ออยู่ในรูปแบบของวิดีโอ ร้อยละ 37 อีกด้วย ดังนั้นจึงทำให้เห็นว่าการนำเสนอด้วยรูปภาพหรือคลิปวิดีโอประกอบข้อความมีประสิทธิภาพให้มีผู้สนใจมากที่สุด

ความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าผลการวิเคราะห์ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊กมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจเรื่องความถูกต้อง ชัดเจนของข้อมูลมากที่สุดเป็นอันดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับ บุญยาพร วุฒิธรรมคุณ (Vutidhammakhun, 2016) จากการศึกษาพบว่าความถูกต้อง ชัดเจนในข้อมูลของร้านอาหารมีผลต่อความพึงพอใจในระดับมากเช่นกัน ทั้งในประเด็นด้านความถูกต้อง ชัดเจนของข้อมูล และปริมาณเนื้อหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ แพรวไพลิน มณีขัติย์ (Maneechut, 2019) และ ปริณดา แก้วทอง (Kaewthong, 2014) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การรับรู้ความมีประโยชน์และการยอมรับข้อมูลจากบทวิจารณ์แบบมีผู้สนับสนุน (Sponsored Review) ของธุรกิจโรงแรมในท้องถิ่นบนแพลตฟอร์มเน็ต เว็บไซต์พันทิปดอทคอม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อปริมาณของข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยวในการประเมินทางเลือกมากที่สุด และพึงพอใจในด้านความเกี่ยวข้องความเข้าใจง่าย

ความครอบคลุม และความทันสมัยของข้อมูลมีความสัมพันธ์กับความมีประโยชน์ของข้อมูลจากบทวิจารณ์แบบมีผู้สนับสนุนมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากหลากหลายงานวิจัยจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในด้านเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊กนั้นมีความใกล้เคียงกันอย่างมากทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่าในด้านของเนื้อหาจำเป็นจะต้องมีความชัดเจน ถูกต้อง มีข้อมูลครบถ้วน และมีปริมาณที่เหมาะสม

และในส่วนความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก จากงานวิจัยชิ้นนี้ซึ่งได้ทำการศึกษาจากผู้ใช้งานเฟซบุ๊กในการเข้าถึงข้อมูล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวกในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งในด้านความรวดเร็วและทันเหตุการณ์ของการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว รวมถึงความรวดเร็วของการดาวน์โหลดข้อมูลการรีวิว จะเห็นได้ว่าเฟซบุ๊กยังคงเป็นแพลตฟอร์มที่ผู้อาศัยในกรุงเทพมหานครนิยมใช้ในระดับมาก สอดคล้องกับผลรายงานของ We are social โดยณัฐพล ม่วงท่า (Muangtum, 2022) ที่ได้ทำการรายงานในทุกปี พบว่าในปี 2565 คนไทยนิยมใช้เฟซบุ๊กมากที่สุดถึงร้อยละ 40.8 และยังคงสอดคล้องกับการศึกษาของ ทรงศักดิ์ ศรีสุย (Srisuay, 2017) ที่ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์ที่มีผลต่อการตอบสนองของผู้บริโภค ซึ่งทำการวิจัยและพบว่า การตอบสนองของผู้บริโภคนั้นนิยมใช้งานบนเฟซบุ๊กบ้อยที่สุด และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สிพนัสชา คงมัน (Khongman, 2016) ซึ่งได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมการรับชมรีวิวร้านอาหารทางออนไลน์และความตั้งใจใช้บริการหลังการชมรีวิวทางออนไลน์ของผู้บริโภค พบว่า ช่องทางที่ผู้บริโภคจะรับชมรีวิวมากที่สุด คือ เฟซบุ๊กเช่นกัน ทั้งจากการแชร์หรือการบอกเล่าของเพื่อน ในประเด็นนี้ชี้ให้เห็นว่าเฟซบุ๊กยังคงเป็นช่องทางที่ช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและมีความสะดวกมากที่สุดในยุคปัจจุบัน

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร จากผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร 429 คน มีเพศหญิงตอบแบบสอบถามมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยของอายุอยู่ที่ 37 ปี 7 เดือน มีรายได้เฉลี่ย 27,904.98 บาทต่อเดือนเป็นผู้ที่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุด โดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท ซึ่งให้ความสนใจรับชมเนื้อหาการรีวิวการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในด้านของสถานที่พัก เช่น โฮมสเตย์ ฟาร์มสเตย์

การศึกษาความพึงพอใจในการเปิดรับสื่อรีวิวท่องเที่ยวเชิงเกษตรบนเฟซบุ๊กของผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร จากผู้ตอบแบบสอบถามด้านความพึงพอใจในการนำเสนอและรูปแบบบนเฟซบุ๊ก พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ที่มีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ รูปแบบการนำเสนอด้วยรูปภาพประกอบข้อความ รูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอประกอบข้อความ และรูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอเท่านั้น และความพึงพอใจในระดับปานกลาง 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการนำเสนอด้วยรูปภาพเท่านั้น และรูปแบบการนำเสนอด้วยข้อความเท่านั้น

ด้านความพึงพอใจในเนื้อหาเกี่ยวกับข้อมูลบนเฟซบุ๊ก พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ด้าน ที่มีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ ด้านความถูกต้อง ชัดเจนของข้อมูล และการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยวโดยให้ข้อมูลครบถ้วน และความพึงพอใจในระดับปานกลาง 1 ด้าน ได้แก่ ปริมาณเนื้อหาข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

และด้านความพึงพอใจในการเข้าถึงข้อมูลและความสะดวก พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ด้าน ที่มีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ ความรวดเร็วและทันเหตุการณ์ของการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยว และความรวดเร็วของการดาวน์โหลดข้อมูลการรีวิว และความพึงพอใจในระดับปานกลาง ได้แก่ ความสะดวกและง่ายต่อการเปิดรับสื่อรีวิว

ฉะนั้นในปัจจุบันการทำรีวิวบนเฟซบุ๊กยังคงเป็นช่องทางที่นิยม เพราะยังมีผู้ใช้เฟซบุ๊กเป็นจำนวนมากอยู่ โดยในการรีวิวอาจเลือกรูปแบบการนำเสนอโดยใช้รูปภาพประกอบข้อความ รูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอประกอบข้อความ และรูปแบบการนำเสนอด้วยวิดีโอเพียงเท่านั้น ที่สำคัญในเนื้อหาจะต้องมีความถูกต้อง มีความชัดเจนของข้อมูล และมีการรีวิวสถานที่ท่องเที่ยวโดยให้ข้อมูลครบถ้วน ประกอบกับการรีวิวนั้นจะต้องมีความใหม่ รวดเร็ว และมีความทันสมัยทันต่อเหตุการณ์ จะเห็นได้ว่าปัจจุบันเฟซบุ๊กสามารถสร้างเนื้อหาที่ผู้รับชมต้องการได้อย่างครบถ้วน ทั้งการนำเสนอโพสต์แบบรูปภาพ วิดีโอ และข้อความที่สามารถทำได้พร้อม ๆ กัน และยังมีวิธีการใหม่ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้รับชมได้มากขึ้นอย่าง Reels ซึ่งเป็นวิดีโอสั้น ๆ โดย

ในวิดีโอจะมีเพลง เสียง เอฟเฟกต์ ข้อความ และลูกเล่นอื่น ๆ อีกมากมาย พร้อมกับปัจจุบันมีนักท่องเที่ยวหรือนักรีวิวเพิ่มมากขึ้นที่ได้มาร่วมแชร์ประสบการณ์การท่องเที่ยวและแบ่งปันข้อมูลบนเฟซบุ๊กต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Department of Agricultural Extension. (2019). **The Department of Agricultural Extension promotes agricultural tourism in response to government policies to create jobs and income for farmers.** Retrieved from: <https://www.thailandplus.tv/archives/106941>. (in Thai).
- Electronic Transactions Development Agency. (2020). **Retail value- Wholesale other industries.** Retrieved from: <https://www.etda.or.th/th/https://www-etda-or-th/th/newsevents/pr/Value-of-e-Commerce-Survey-in-Thailand-2019.aspx>. (in Thai).
- Electronic Transactions Development Agency. (2021). **E-commerce value survey from a sample of e-commerce entrepreneurs across the country.** Retrieved from: <https://www.etda.or.th/th/pr-news/ETDA-Reveals-the-Value-of-e-Commerce-in-2021.aspx>. (in Thai).
- Kaewthong, P. (2014). **Perceived Usefulness and Information Adoption of Sponsored Reviews on Hotel Business in Blue Planet Webboard, www.pantip.com.** Master's thesis. Chulalongkorn University. (in Thai).
- Khongman, S. (2016). **Online restaurant review viewing habits and intentions to use After-watching consumer online reviews.** Retrieved from: <https://shorturl.asia/sMyn0>. (in Thai).
- Kongchana, B. (2018). **Agricultural Tourists' use of information technology for tourism: Case study Suan Sala Arthit, Surat Thani Province.** Retrieved from: <https://shorturl.asia/TZCn6>. (in Thai).
- Wongreanthong, N. (2012). **What influences a purchase decision?.** Retrieved from: <https://www.marketingoops.com/reports/behaviors/purchase-influence/>. (in Thai).
- Maneeekhut, P. (2019). **The Influence of Online Reviews on Tourism Decide Behavior of Thai Generation Tourist.** Master's thesis. Dusit Thani College. (in Thai).
- Muangtum, N. (2022). **Summary of 52 Key Insights from Thailand Digital Stat 2022 of We Are Social.** Retrieved from: <https://www.everydaymarketing.co/trend-insight/insight-thailand-digital-stat-2022-we-are-social/>. (in Thai).
- National Statistical Office. (2022). **The 2022 Household Survey on The Use of Information and Communication Technology.** Retrieved from: <https://shorturl.asia/CBktK>. (in Thai).
- Office of the Permanent Secretary for the Bangkok Metropolitan Administration. (2009). **Division of administrative areas of Bangkok.** Retrieved from: https://office2.bangkok.go.th/ard/?page_id=4048. (in Thai).
- Roscoe, John T. (1969). **Fundamental Research Statistics for the Behavioral Sciences.** Retrieved from: <https://shorturl.asia/WesPM>. (in Thai).
- Srisuay, S. (2017). **The Influence of Restaurant Advertising on Online Social Network to Consumer Response Process.** Master's thesis. Siam University. (in Thai).
- Vutidhammakhun, B. (2016). **The Social Media Restaurant Reviews and the Decision Making in Choosing Restaurant in Bangkok.** Master's thesis. Bangkok University. (in Thai).

วันรับบทความ (Received date) : 5 พ.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 25 ม.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มี.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.003>

ผลของการใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* ท้องถิ่นต่อการควบคุมเพลี้ยไก่อั่ว *Allocaridala maleyensis* (Crawford) ในพื้นที่ปลูกทุเรียนภาคตะวันออก

· Effect of Indigenous *Beauveria bassiana* on the Control of *Allocaridala maleyensis* (Crawford) in durian plantation areas in eastern region

สุกฤตา อนุตรกชชัย¹ เท็ดพอง สุทธิภาพงศ์² ประเวศ จันทศิริ³ และติติ ทองคำงาม^{1*}

Sukritta Anutrakunchai¹, Therdpong Sutthiapong², Pravej Chansiri³, and Titi Thongkamngam^{1*}

บทคัดย่อ

ปัญหาการแพร่ระบาดของเพลี้ยไก่อั่วในแปลงปลูกทุเรียนสร้างผลกระทบอย่างมากต่อเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน เพราะเพลี้ยไก่อั่วสามารถเข้าทำลายทุเรียนได้แทบทุกระยะตั้งแต่เริ่มสร้างใบอ่อนจนกระทั่งเก็บผลผลิต จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการคัดเลือกเชื้อราถิ่นแมลงท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการช่วยควบคุมเพลี้ยไก่อั่วในแปลงปลูกทุเรียน ของเกษตรกร โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ท้องถิ่น ต่อการควบคุมเพลี้ยไก่อั่วในพื้นที่ปลูกทุเรียนภาคตะวันออก เริ่มจากการเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชในสวนทุเรียน จำนวน 3 จังหวัด คือ จันทบุรี ตราด และ ระยอง จากนั้นนำแมลงศัตรูพืชที่เก็บได้มาแยกเชื้อราถิ่นแมลงและจัดจำแนกทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา พบว่าเกิดจากเชื้อรา *B. bassiana* จึงนำเชื้อราที่แยกได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไก่อั่ว โดยประเมินจาก เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่อั่ว ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ระยะตัวอ่อนทดสอบกับใบ และระยะตัวเต็มวัย ทดสอบกับยอดอ่อนของทุเรียน ผลการทดลองพบว่า เชื้อรา *B. bassiana* ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น 10^4 , 10^6 และ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเพลี้ยไก่อั่วได้ทั้งหมด โดยระดับความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่อั่วระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 100 และ 88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยสรุปจากการใช้เชื้อรา *B. bassiana* ท้องถิ่นควรต้องฉีดพ่นกับเพลี้ยไก่อั่วในระยะตัวอ่อนดีกว่าฉีดพ่นในระยะตัวเต็มวัย เพราะยังอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อราถิ่นแมลง

คำสำคัญ: เชื้อท้องถิ่น ทุเรียน *Beauveria bassiana*, *Allocaridala maleyensis* (Crawford)

Abstract

The spread of *Allocaridala maleyensis* (Crawford) in durian fields has a great economic impact on durian farmers. *Allocaridala maleyensis* can invade durian at every stage from the beginning of young leaves until harvesting. Thus, it is necessary to select indigenous entomopathogenic fungi that have the potential to control *A. maleyensis* in durian fields. The objective of this research was to select indigenous *Beauveria bassiana* with the ability to control *A. maleyensis* in durian plantation areas in the eastern region. The insect pest samples were collected from durian orchards in 3 provinces: Chanthaburi, Trat, and Rayong provinces. Fungi isolated from the collected insect pests were then identified and classified by fungi morphology. The isolated fungi were classified as *Beauveria bassiana* and used as tested fungi to control *A. maleyensis*. The results showed that *B.*

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 22210

¹ Department of Plant production and Landscape, Faculty of Agro Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok.

² สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 จันทบุรี กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

² Agricultural Research and Development Office, 6th District, Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre

³ กรมป่าไม้, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

³ Forestry, Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre

* Corresponding author, Email: Titi_th@rmutto.ac.th

bassiana at 10^4 , 10^6 , and 10^8 spore/ml were able to inhibit the growth of *A. maleyensis*. *Beauveria bassiana* at 10^8 spore/ml completely inhibit mortality nymph (100%) and inhibited adult *A. maleyensis* (88%). It can be concluded that indigenous *B. bassiana* should be sprayed on rooster aphids at the nymph stage rather than at the adult stage because the nymph is susceptible to the infestation of entomopathogenic fungi.

Keyword: Indigenous, Durian, *Beauveria bassiana*, *Allocaridala maleyensis* (Crawford)

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนประสบปัญหาการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืชที่เข้ามาทำลายผลผลิตทุเรียนตั้งแต่เริ่มต้นของการสร้างใบอ่อนจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยแมลงศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายอย่างมากมีหลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไก่แจ้ มอดเจาะลำต้น ตัวหนอนยาว และหนอนเจาะเมล็ด Hodkinson (2009) ซึ่งเมื่อสังเกตในพื้นที่ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบการเข้าทำลายของเพลี้ยไก่แจ้ (*Psyllidae*) เป็นหลัก ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allocaridala maleyensis* (Crawford) โดยพบระยะการเข้าทำลายของเพลี้ยไก่แจ้ตลอดทั้งปี เริ่มจากทุเรียนระยะเริ่มสร้างใบอ่อนทำให้ใบอ่อนเกิดจุดแผลสีเหลือง (Burckhardt et al., 2014; Butler & Trumble, 2012) ไม่เจริญเติบโต และใบบิดเบี้ยวเล็กผิดปกติ ถ้าระบาดหนักใบจะหงิกงอ แห้งและร่วงหล่นลงสู่พื้นดิน ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถลุกลามไปยังส่วนของยอดทำให้เกิดยอดแห้งเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่ามูลหوانซึ่งเพลี้ยขับถ่ายออกมาในขณะที่ลงทำลายจนกลายเป็นแหล่งอาหารให้กับเชื้อราดำให้ขึ้นปกคลุมใบทุเรียนและส่งผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงได้ (Fabrice et al., 2020)

ด้วยเหตุนี้เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนจึงต้องหาวิธีการป้องกันกำจัดที่สามารถช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของเพลี้ยไก่แจ้ โดยการพ่นสารเคมี ป้องกันกำจัดแมลง แต่การฉีดพ่นสารเคมีมีข้อจำกัดกับการฉีดพ่นเพลี้ยไก่แจ้ เพราะถ้าหากฉีดพ่นไปถูกลำตัวของเพลี้ยไก่แจ้ สารก็อาจจะไม่สามารถเข้าถึงลำตัวของเพลี้ยได้ เนื่องจากเพลี้ยมีการสร้างไข (Wax) ปกคลุมตัวโดยรอบทำให้สารฆ่าแมลงเข้าสู่ร่างกายของเพลี้ยได้ยาก ประกอบกับเพลี้ยมีขนาดเล็กการเคลื่อนที่หลบหลีกการสัมผัสสารเคมีได้ง่าย (Hodkinson & Brid, 2006) ดังนั้นการฉีดพ่นสารเคมีฆ่าแมลงจึงได้ผลการควบคุมในระดับต่ำหรือไม่ได้ผลเท่าที่ควร ด้วยข้อจำกัดนี้คณะผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางและวิธีการใช้เชื้อรากินแมลง (Entomopathogenic fungi) เช่น การใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* *Metarhizium anisopliae* และ *Paecilomyces lilacinus* (Zapata et al., 2020; Ullah et al., 2018; Mascarin & Jaronski, 2016) ซึ่งปัจจุบันการใช้เชื้อรากินแมลงได้รับความนิยมอย่างมากเพราะมีคุณสมบัติในการเข้าทำลายแมลงได้หลากหลายชนิด โดยเชื้อรากินแมลงสามารถติดไปกับตัวแมลงและเข้าไปในเนื้อเยื่อภายในตัวของแมลง (Mascarin et al., 2019) จากนั้นก็จะออกส่วนขยายพันธุ์ภายในลำตัวแมลงทำให้แมลงเคลื่อนไหวช้าลง หยุดกินอาหาร และตายในที่สุด โดยลักษณะของซากแมลงที่ตายมักถูกปกคลุมด้วยเส้นใยและโคนิเดียของเชื้อรา *B. bassiana* เมื่อระยะเวลาผ่านไปก็จะแพร่ขยายพันธุ์ไปยังแมลงอื่นๆ ต่อไป (Erler & Ates, 2015) อย่างไรก็ตามการที่จะเลือกใช้เชื้อรากินแมลงจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาหาเชื้อราชนิดใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพหรือเพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมแมลง โดยข้อดีของการใช้เชื้อราต้องถิ่นสามารถอาศัยอยู่ร่วมกันในธรรมชาติได้โดยไม่จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ และที่สำคัญคือไม่ส่งผลเสียต่อพืชปลูกทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตแข็งแรงและลดการเข้าทำลายของศัตรูพืชได้อีกด้วย (Anutrakunchai et al., 2019)

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรากินแมลงท้องถิ่นในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ในพื้นที่ปลูกทุเรียนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ทุเรียนในพื้นที่ปลูกทุเรียนภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยต่อไป

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชและแยกเชื้อรากินแมลง

เก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชทุกชนิดที่พบในแปลงปลูกทุเรียน บริเวณส่วนต่างๆ ของต้นทุเรียน เช่น ใบ กิ่ง ยอด ดอก ผล และบนพื้นดิน เป็นต้น โดยในส่วนของแมลงกลุ่มหนอนใช้คีมจับแมลง (Forceps) และแมลงกลุ่มด้วงหรือเพลี้ยที่เคลื่อนไหวเร็วจะใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดส่วนของต้นพืชที่แมลงเกาะตัวและอาศัยอยู่ (ไม่ใช่มือเปล่าจับสัมผัสกับแมลงโดยตรง เพื่อป้องกันแมลงได้รับการกระทบกระเทือนและเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อทั่วไปในอากาศที่ติดตรงส่วนของมือผู้ปฏิบัติ) จากนั้นจับแมลงใส่ลงในกล่องพลาสติกสีเหลี่ยมสี่แบบมีฝาปิด ขนาด $18 \times 27.8 \times 8.8$ เซนติเมตร (ตรงส่วนด้านบน ฝากล่องเจาะรูติดมุ้งตาข่ายสแตนเลสเพื่อปิดกั้นไม่ให้แมลงออกได้) เก็บแมลงจำนวนทั้งหมด 10 ส่วนในภาคตะวันออก (Table 1) ตัวอย่างแมลงที่เก็บประกอบด้วย หนอนผีเสื้อ แมลงค่อมทอง แมลงกินนูน เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยแป้ง หนอนด้วงหนวดยาว และหนอนบ่งกินใบ เป็นต้น ซึ่งหลังจากการเก็บตัวอย่างของแมลงมาแล้ว นำแมลงมาเลี้ยงแยกใส่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยใช้ใบทุเรียนอ่อนเป็นอาหารให้กับแมลงที่จับมาศึกษาพฤติกรรมซึ่งสังเกตลักษณะพฤติกรรมของแมลงจากการกิน การเคลื่อนไหว ถ้าหากพบว่าแมลงชนิดใดมีเส้นใยของเชื้อราเจริญขึ้นบริเวณส่วนของข้อต่อหรือลำตัวก็จะแยกออกมาเพื่อให้ความชื้น เพื่อให้ส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา เช่น เส้นใยหรือสปอร์ได้มีการเพิ่มจำนวนและขนาดให้มากขึ้น ซึ่งลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนตัวแมลงนั้นจะเน้นเก็บและคัดเลือกเฉพาะเชื้อราที่เจริญบนตัวแมลงได้ที่เจริญเติบโตเร็วเพื่อลดกระบวนการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่เจริญมาทีหลัง เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในขั้นตอนการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ต่อไป

วิธีการแยกเชื้อราที่กินแมลงจะใช้วิธี Single spore และ Tissue transplanting technique (Lee et al., 2019) โดยเขี่ยส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราที่เจริญบนตัวของแมลง โดยการใช้เข็มเขี่ยสะกิดสปอร์หรือเส้นใยของเชื้อรานำมาเลี้ยงลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Water agar (WA) เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นเมื่อเส้นใยของเชื้อราเจริญออกมาประมาณ 1-2 เซนติเมตร จะย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน นำไปจัดจำแนกโดยการส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของเชื้อตามวิธีการมาตรฐานของ Samson et al. (1988) และ Humber (1997) เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงต่อไป

Table 1 Sources of insect sample on durian orchard in this study.

Insect sample	Place (durian orchard)
<i>Curculionidae</i> , <i>Scarabaeidae</i> , <i>Cerambycidae</i> , <i>Psyllidae</i> , mealybugs, thrips, shot hole borer, durian seed borer, fruit borer	100 rai orchard, Kung Krabaen Bay, Chanthaburi
shot hole borer, long horned beetles, durian seed borer, fruit borer	Suan nam sap, Na Yai Am, Chanthaburi
	Suan luang chan, Takhianthong, Chanthaburi
<i>Psyllidae</i> , shot hole borer	Suan chantha khem, Chanthaburi
	Suan nong o, Chanthaburi
	Suan khao saming, Trat
<i>Cerambycidae</i> , <i>Psyllidae</i> , mealybugs, shot hole borer	Suan bo rai, Trat
	Suan bo waru, Trat
	Suan bo phloi, Trat
	Suan somboon, Rayong

การศึกษาวงจรชีวิตเพลี้ยไค้

เก็บเพลี้ยไค้ในวัย 3-5 และตัวเต็มวัย (ที่ผ่านการเพาะเลี้ยงกับต้นกล้าทุเรียนในแปลงอนุบาล) มาเลี้ยงลงบนต้นกล้าของต้นทุเรียนป่าที่เพาะจากเมล็ดอายุ 1 ปี (Figure 1a) โดยแบ่งใส่ในโรงเรือนตาข่ายสีขาวขนาด 69 x 49 x 160 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อ 1 โรงเรือน รวมทั้งหมด 5 โรงเรือน (Figure 1b) หลังจากนั้นปล่อยเพลี้ยไค้ลงบนต้นกล้าทุเรียน จำนวน 15-20 ตัว โดยสังเกตการเจริญเติบโตของเพลี้ยไค้แต่ละระยะ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนวันของเพลี้ยไค้ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย หลังจากนั้นถ่ายภาพช่วงวัยต่างๆ ของเพลี้ยไค้เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดช่วงระยะเวลาของวงจรชีวิตของเพลี้ยไค้และสามารถใช้ในการป้องกันกำจัดต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยไค้

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยไค้ โดยการทดสอบจะแบ่งเพลี้ยไค้ใส่ลงในจานเพาะเชื้อขนาด 9 เซนติเมตร และปล่อยเพลี้ยไค้ลงไปจำนวน 10 ตัวต่อจานเพาะเชื้อ ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน โดยใช้ส่วนของใบและยอดอ่อนของต้นทุเรียนมาทดสอบกับเพลี้ยไค้ในระยะที่แตกต่างกันคือ ส่วนที่ 1 ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* กับตัวอ่อนเพลี้ยไค้วัย 3 หรือ 4 บนใบทุเรียน และส่วนที่ 2 ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* กับตัวเต็มวัยเพลี้ยไค้บนยอดอ่อนของต้นทุเรียน การฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ใช้ขวดสเปรย์แก้ว ขนาดบรรจุ 2 มิลลิลิตร ก่อนฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ให้เปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ให้กว้างพอประมาณที่ละอองของเชื้อราที่สเปรย์สามารถฟุ้งกระจายไปโดนบริเวณส่วนกึ่งกลางของจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีเพลี้ยไค้जूอยู่ โดยกำหนดระดับความเข้มข้นไว้ 3 ความเข้มข้น คือ 10^4 10^6 และ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ปริมาณ 2 มิลลิลิตรต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อ) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (Healthy control)

กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* (10^4 spore/ml)

กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* (10^6 spore/ml)

กรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* (10^8 spore/ml)

บันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนเพลี้ยไค้ที่ตายในแต่ละกรรมวิธี หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไค้และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าทางสถิติ จากนั้นสังเกตการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *B. bassiana* บนตัวของเพลี้ยไค้ที่เกิดขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งถ่ายภาพ



Figure 1 Seeding durian in 1 year (a) and Sample seeding durian in green house (b).

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของการเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชและการแยกเชื้อรากินแมลง

จากการเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายต้นทุเรียนในภาคตะวันออก 3 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี ตราด และระยอง ในพื้นที่ปลูกทุเรียน 10 แหล่ง (Table. 1) โดยสามารถเก็บแมลงศัตรูพืชได้ จำนวน 9 ชนิด คือ แมลงค่อมทอง แมลงกินหนูนมอดเจาะลำต้น ตัวหนอนหวาย เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนเจาะเมล็ด และหนอนเจาะผลทุเรียน เป็นต้น หลังจากนั้นนำแมลงศัตรูพืชที่ได้มาแยกเชื้อรากินแมลง พบว่ามีแมลงเพียง 3 ชนิด ที่พบเชื้อรากินแมลงเจริญขึ้นปกคลุมลำตัว คือ แมลงค่อมทอง มอดเจาะลำต้น และเพลี้ยไก่แจ้ (Figure 2a-c) ตามลำดับ เมื่อทำการแยกเชื้อราที่เกิดขึ้นบนตัวแมลงทั้ง 3 ชนิด พบว่าเป็นเชื้อรา *Beauveria bassiana* (KMB1) โดยลักษณะของเส้นใยเชื้อรามีสีขาวผิวเรียบคล้ายผงฝุ่นแบ่งอยู่บริเวณผิวหน้าของอาหาร ซึ่งการเจริญเติบโตของเส้นใยจะค่อยๆ เจริญเฉลี่ยประมาณวันละ 1.5 เซนติเมตร รวมใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเต็มจากอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นระยะเวลา 14 วัน หลังจากนั้นเมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราคือ โคนิเดีย (Conidia) มีรูปร่างกลมสีใสแยกกันเดี่ยวๆ อยู่บริเวณส่วนบนของก้านชูโคนิเดีย (Conidiophore) (Figure 3a-b) ซึ่งสอดคล้องกับทดลองของ (Dowd & Vega 2003; Muerrle et al., 2006; Mascarín & Jaronski 2016) ที่ได้เก็บตัวอย่างแมลงศัตรูพืชมาแยกเชื้อรากินแมลง พบว่าเชื้อรา *B. bassiana* สามารถเข้าทำลายแมลงได้หลากหลายชนิด เช่น ตัวงวง ตัวผลไม้ ตัวกินหนูนมอดวันทอง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และยุง เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบเชื้อรา *B. bassiana* เข้าทำลาย มอดเจาะลำต้นทุเรียนได้อีกด้วย (Anutrakunchai et al., 2019)



Figure 2 Sample of infected insect pests by *Beauveria bassiana* in *Hypomeces squamosus* (a), *Xyleborus fornicates* (b) and *Allocaridala maleyensis* (Crawford) (c).

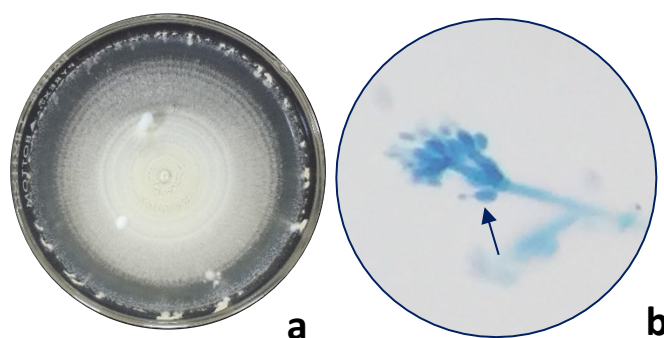


Figure 3 *Beauveria bassiana* (KMB1): Colony on PDA after 14 day (a), and Conidia and conidiophores (b).

ผลของการศึกษาวงจรชีวิตของเพลี้ยไก่แจ้

จากการศึกษาวงจรชีวิตของเพลี้ยไก่แจ้ที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงปลูกทุเรียน หลังจากนำมาเลี้ยงในโรงเรือนตาข่ายสีขาว พบว่าเพลี้ยไก่แจ้ตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่โดยใช้ส่วนของอวัยวะวางไข่ Ovipositor (Figure 4a) แทะเข้าไปวางไข่ในเนื้อเยื่อของยอดอ่อนใบทุเรียนที่ยังไม่คลี่ออก ซึ่งวางเพียง 1 ฟองต่อจุด (Figure 5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Butler & Trumble (2012) ที่พบการเข้าทำลายและวางไข่ของเพลี้ยไก่แจ้บนยอดอ่อนของต้นมันฝรั่งเช่นกัน หลังจากนั้นระยะไข่จะพัฒนาเป็นระยะตัวอ่อนวัย 1 ใช้เวลา 4-5 วัน ซึ่งระยะตัวอ่อน (Nymphal stages) มีทั้งหมด 5 วัย โดยใช้ระยะเวลาในการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปร่างประมาณ 15-20 วัน (Figure 5) ก่อนที่จะพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัย โดยตั้งแต่วัยที่ 3 เป็นต้นไป พบว่าเพลี้ยไก่แจ้จะสร้างส่วนของไข (Wax) สีขาวขึ้นมาปกคลุมลำตัวโดยจะมีลักษณะคล้ายกับหางของไก่แจ้ที่ส่วนด้านปลายของลำตัว นอกจากนั้นในวัย 1 ถึง 4 จะมีการลอกคราบและพัฒนาเปลี่ยนแปลงขนาดของลำตัว โดยใช้ระยะเวลาใกล้เคียงกัน คือ 1 ถึง 3 วัน ในขณะที่วัย 5 และตัวเต็มวัยใช้เวลาที่เพิ่มขึ้นเป็น 4 ถึง 5 วัน ในการพัฒนาจนครบวงจรชีวิต หลังจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงเพศของเพลี้ยไก่แจ้ พบว่า สามารถแยกได้โดยการจับตัวเพลี้ยไก่แจ้ พลิกหงายท้องเพื่อดูส่วนของท้องส่วนปลาย ถ้าพบอวัยวะวางไข่ที่เรียกว่า Ovipositor (Figure 4a) ก็จะเป็นเพศเมีย แต่ถ้าไม่พบ ก็จะเป็นเพศผู้ (Figure 4b) และลักษณะสำคัญอื่นๆ เช่น เพศเมียจะมีลำตัวที่มีขนาดใหญ่และสีของลำตัวเข้มสดกว่าเพศผู้ ส่วนลักษณะภายนอกส่วนอื่นๆ มีลักษณะไม่แตกต่างกัน

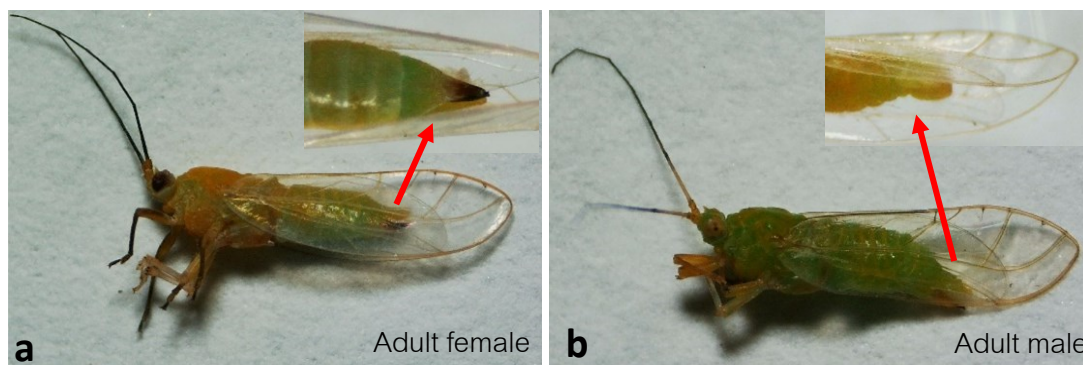


Figure 4 Sex separation of *Allocarsidara maleyensis* (Crawford). Ovipositor in adult female (a) and no ovipositor in adult male (b).

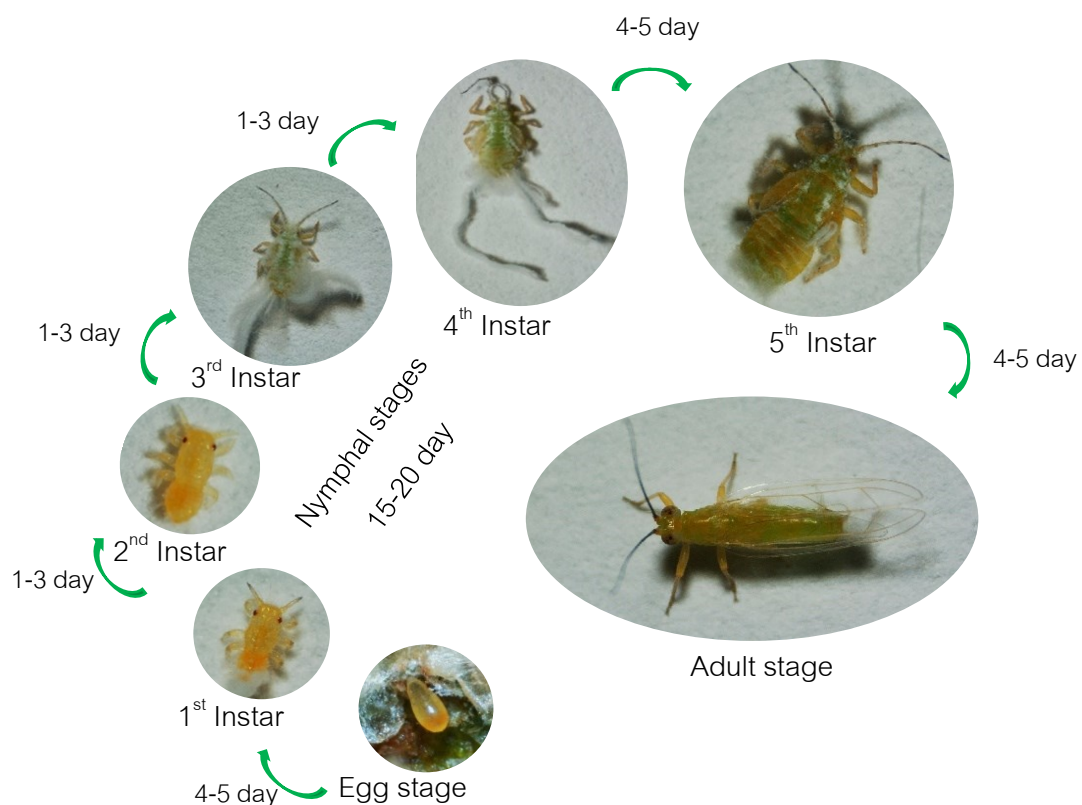


Figure 5 Life-cycle of a hemimetabolous insect, based on a psyllid (*Allocarsidara maleyensis* (Crawford)).

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวอ่อนเพลี้ยไก่แจ้ทดสอบกับใบทุเรียน และตัวเต็มวัยเพลี้ยไก่แจ้ทดสอบกับยอดอ่อนทุเรียน พบว่าการใช้เชื้อรา *B. bassiana* ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น (10^4 10^6 และ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร) สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเพลี้ยไก่แจ้ได้ทั้ง 2 ระยะ (ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย) โดยเห็นผลชัดเจนที่สุดในระยะตัวอ่อนมากที่สุด เมื่อสังเกตบนตัวแมลงด้วยตาเปล่า พบส่วนของเส้นใยสีขาวของเชื้อรา *B. bassiana* ขึ้นเจริญปกคลุมทับบนตัวอ่อนเพลี้ยไก่แจ้ (Figure 6 a-b) เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่แจ้ พบว่าตั้งแต่ช่วงแรกของการทดลอง (1-3 วันหลังการฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana*) เปอร์เซ็นต์การตายอยู่ระหว่าง 28-80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระยะตัวเต็มวัย มีเปอร์เซ็นต์การตาย เท่ากับ 14-72 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าระยะตัวอ่อนของเพลี้ยไก่แจ้เป็นระยะที่เหมาะสมต่อการป้องกันกำจัดมากกว่าระยะตัวเต็มวัย และเมื่อระยะเวลาผ่านไปจนสิ้นสุดการทดลอง (7 วันหลังการฉีดพ่นเชื้อรา) ผลการทดลองก็เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองในช่วงแรก กล่าวคือระยะตัวอ่อน มีเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่แจ้เพิ่มสูงขึ้นถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในกรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยเชื้อรา *B. bassiana* ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ ความเข้มข้น 10^6 และ 10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตรตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์การตาย เท่ากับ 92 และ 84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ในขณะเดียวกันผลการทดลองในส่วนของระยะตัวเต็มวัย (Figure 6 c-d) ก็ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับช่วงแรกของการทดลอง โดยจะเห็นว่าหลังจากการฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่แจ้สูงกว่าในกรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 88, 80 และ 68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองของ Boston et al. (2020) ที่ทดสอบเชื้อรา *B. bassiana* กับด้วงผลไม้ *Carpophilus* spp. พบเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงกลุ่มดังกล่าวในระยะตัวอ่อนประมาณ 73-80 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่แจ้แต่ละวันและระดับความเข้มข้นของเชื้อรา *B. bassiana* ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพบว่ายิ่งระดับความเข้มข้นของเชื้อราเพิ่มสูงขึ้นก็ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไก่แจ้ในแต่ละวันเพิ่มสูงขึ้นรวมไปถึงระยะของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยไก่แจ้ก็มีผลต่อการทดลองเพราะถ้าหากเพลี้ยฉีดพ่นเชื้อราไปไม่สัมผัสตัวแมลงก็อาจจะไม่สามารถควบคุมได้ (Table 2) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mascarín & Jaronski (2016) ที่ทดสอบเชื้อรา *B. bassiana* ความเข้มข้น 10^3 - 10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงได้หลากหลายชนิด เช่น แมลงกินนูน ด้วงงวง เพลี้ยกระโดด และแมลงวันทอง เป็นต้น นอกจากนั้นก็ยังมีการใช้เชื้อรา *B. bassiana* แมลงชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นศัตรูพืช เช่น ยุง (Zapata et al., 2020; Fabrice et al., 2020; Ullah et al., 2018; Bukhari et al., 2011)

หลังจากนั้นเมื่อนำตัวอ่อนของเพลี้ยไก่แจ้ที่มีเชื้อรา *B. bassiana* เจริญขึ้นปกคลุมลำตัวมาส่งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าเชื้อราดังกล่าวสามารถเจริญเข้าไปภายในลำตัวของเพลี้ยไก่แจ้ โดยการงอกส่วนขยายพันธุ์ที่เป็นเส้นใยแทงผ่านเข้าไปในลำตัวของแมลง หลังจากนั้นก็จะสร้างสปอร์ภายในตัวของแมลงและแพร่กระจายตัวออกมาภายนอกลำตัวแมลงเพื่อการแพร่ระบาดไปยังแมลงตัวใหม่ต่อไป (Figure 7)



Figure 6 Hypha of *B. bassiana* covering by *Allocarsidara malayensis* nymphal (a-b) and adult (c-d).

Table 2 Percentage of mortality of nymph and adult of *Allocarsidara malayensis* infected by *Beauveria bassiana*.

Treatment	Percentage of mortality (%) ¹				
<i>Nymph of Psyllidae on durian leaves</i>	1 DAI ²	3 DAI	5 DAI	7 DAI	C.V.
Tr1 Healthy control	0c	0c	0c	0c	-
Tr2 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁴ spore/ml)	28Cb ³	52Bb	68Bb	84Ab	13.08
Tr3 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁶ spore/ml)	36Cb	54Bb	76Bb	92Aa	12.07
Tr4 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁸ spore/ml)	66BCa	80Ba	94Aa	100Aa	8.75
C.V. (%)	25.8	14.6	8.51	7.85	-
F-value	*	*	*	*	-
<i>Adult of Psyllidae on durian plumules</i>	1 DAI	3 DAI	5 DAI	7 DAI	C.V.
Tr1 Healthy control	0c	0d	0c	0c	-
Tr2 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁴ spore/ml)	14Cbc	30Bc	56Ab	68Ab	15.3
Tr3 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁶ spore/ml)	26Cb	50Bb	68Aa	80Aa	14.2
Tr4 Spray of <i>B. bassiana</i> (10 ⁸ spore/ml)	58Ba	72ABa	80Aa	88Aa	14.1
C.V. (%)	30.9	22.8	13.9	9.61	-
F-value	*	*	*	*	-

¹ Percent of Mortality = (total number of insects – number of insect dead) x 100

² DAI = Day after inoculation

³ Average followed by lowercase English letters in the same row and uppercase English letters in column rows have no significant statistical differences P= 0.05 by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).



Figure 7 Nymph of *Allocarsidara malayensis* infected by *Beauveria bassiana* (blue area around nymph body).

สรุปผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างแมลงศัตรูทุเรียนในภาคตะวันออก 3 จังหวัด คือ จันทบุรี ตราด และ ระยอง พบแมลงศัตรูทุเรียนหลากหลายชนิด เช่น แมลงค่อมทอง แมลงกินนูน มอดเจาะลำต้น ตัวหนวดยาว เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนเจาะเมล็ด และหนอนเจาะผลทุเรียน หลังจากนั้นนำมาแยกเชื้อรากินแมลงและจัดจำแนกทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา พบว่าเกิดจากเชื้อรา *B. bassiana* เมื่อมาประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไก่แจ้ ในระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัย พบว่า ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเพลี้ยไก่แจ้ได้ 100 และ 88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยสรุป อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองครั้งนี้เป็นการทดสอบเพียงเบื้องต้นในสภาพห้องปฏิบัติการซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และอื่นๆ ทั้งนี้ถ้าหากจะให้ได้ผลการทดสอบอย่างแน่ชัดจำเป็นที่จะต้องศึกษาในครั้งต่อไปในสภาพแปลงปลูก เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเชื้อรา *B. bassiana* และการมีชีวิตรอดในธรรมชาติ รวมไปถึงการเพิ่มจำนวนของเชื้อให้มีปริมาณมากพอต่อการใช้ฉีดพ่นแปลงทุเรียนในพื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้ใช้เผยแพร่ให้กับเกษตรกรผู้สนใจได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการช่วยแก้ปัญหาการเข้าทำลายของเพลี้ยไก่แจ้ในแปลงทุเรียนต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี ที่ให้ใช้พื้นที่ในการทำงานวิจัย และห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา ของสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ที่สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Anutrakunchai, S., Tongla, T. & Thongkamngam, T. (2019). A Survey of Shot-Hole Borer (*Xyleborus fornicates* Eichoff) *Scolytidae*: Coleoptera-an Insect pest on durian in chanthaburi province. In **Proceedings of 3rd International Symposium on Agricultural Technology and 17th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.** (pp. 118-123). Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- Boston, W., Leemon, D. & Cunningham, J. P. (2020). Virulence screen of *Beauveria bassiana* isolates for Australian *Carpophilus* (Coleoptera: Nitidulidae) beetle biocontrol. **Agronomy.** 10, 1207.
- Bukhari, T., Takken, W. & Koenraadt, C. J. M. (2011). Development of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* formulations for control of malaria mosquito larvae. **Parasites & Vectors.** 4(1), 23-37.

- Burckhardt, D., Ouvrard, D., Queiroz, D. & Percy, D. (2014). Psyllid host-plants (Hemiptera: *Psylloidea*): Resolving a semantic problem. **Florida Entomologist**. 97(1), 242-246.
- Butler, C. D. & Trumble, J. T. (2012). The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: *Triozidae*): Life history, relationship to plant diseases, and management strategies. **Terrestrial Arthropod Reviews**. 5(2), 87-111.
- Dowd, P. E. & Vega, F. E. (2003). Autodissemination of *Beauveria bassiana* by Sap Beetle (Coleoptera: *Nitidulidae*) to overwintering sites. **Biocontrol Science and Technology**. 13, 65-75.
- Erler, F. & Ates, A. O. (2015). Potential of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Coleoptera: *Scarabaeidae*), as biological control agents against the June beetle. **Journal of Insect science**. 15(1), 44-62.
- Fabrice, D. H., Elie, D. A., Kobi, D. O., Valerien, Z. A., Thomas, H. A., Joelle, T., Maurille, E. I. A. T., Denis, O. B. & Manuele, T. (2020). Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. **Journal of Cotton Research**. 3, 24-45.
- Hodkinson, I. D. & Bird, J. M. (2006). Facultative parthenogenesis in *Cacopsylla myrtilli* (Wagner) (Hemiptera: *Psylloidea*) in northern Sweden. **Entomologisk Tidskrift**. 127, 157-160.
- Hodkinson, I. D. (2009). Life cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta:Hemiptera: *Psylloidea*): a global synthesis. **Journal of Natural History**. 43(1-2), 65-179.
- Humber, R. (1997). Fungi: identification. In Lacey, L. A., **Manual of Technique in Insect pathology**. (pp. 153-163). San Diego: Academic Press.
- Lee, T. J., Zobayed, S., Firmani, F. & Park, E. (2019). A novel automated transplanting system for plant tissue culture. **Biosystems Engineering**. 181, 63-72.
- Mascarin, G. M. & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. 32, 177-203.
- Mascarin, G. M., Lopes, R. B., Delalibera, I. D., Fernandes, E. K. K, Luz, C. & Faria, M. (2019). Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**. 165, 46-53.
- Muerrle, T. M., Neumann, P., Dames, J. F., Hepburn, H. P. & Hill, H. P. (2006). Susceptibility of adult *Aethina tumida* (Coleoptera: *Nitidulidae*) to entomopathogenic fungi. **Journal of Economic Entomology**. 99, 1-6.
- Samson, R., Evans, H. & Latge, J. P. (1988). **Atlas of Entomopathogenic fungi**. Berlin: Springer Verlag.
- Ullah, M. I., Arshad, M., Abdullah, A., Khalid, S., Iftikhar, Y. & Zahid, A. M. (2018). Use of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: *Moniliales*) and *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: *Cordycipitaceae*) to control *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: *Liviidae*) under laboratory and semi-field conditions. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**. 28, 75-80.
- Zapata, Q. I., Gonzalez, F. M. S., Santillana, L. E. J., Gonzalez, N. A. & Pacheco, G. F. L. (2020). Late effects of *Beauveria bassiana* on larval stages of *Aedes aegypti* Linneo, 1762 (Diptera: *Culicidae*). **Brazilian Journal of Biology**. 82, 1-8.

วันรับบทความ (Received date) : 27 พ.ค. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 11 มี.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 20 เม.ย. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.004>

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์พริกหลังการไพรมิ่ง ด้วยความเร็วในการลดความชื้นต่างกัน

Quality Changes during Storage of Hot-chili Seeds Primed with Different Drying Speeds

วิริยา กิตติวัชชะ^{1,2} เสริมศิริ จันทร์เปรม^{1,2,3} วชิรญา อิมสabay^{1,2} และธรรมศักดิ์ ทองเกต^{1,2,3*}

Wiriya Kittiwachana^{1,2}, Sermsiri Chanprame^{1,2,3}, Wachiraya Imsabai^{1,2} and Thammasak Thongket^{1,2,3*}

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งและลดความชื้นด้วยความเร็วต่างกัน นำเมล็ดพันธุ์พริกชี้ฟ้าพันธุ์แม่งปิง ที่มีความงอก 98% มาทำฮาโล-ไพรมิ่งในสารละลาย KNO_3 2% นาน 3 วัน ก่อนนำไปลดความชื้น 2 วิธี คือ 1) แบบเร็ว (fast drying; FD) โดยบ่มในตู้ควบคุมความชื้นที่ 35% RH 3 วัน และ 2) แบบช้า (slow drying; SD) โดยบ่มในตู้ควบคุมความชื้นที่ 75% RH 2 วัน ตามด้วย 50% RH 2 วัน และ 35% RH อีก 3 วันตามลำดับจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการไพรมิ่ง (กรรมวิธีควบคุม) และผ่านการไพรมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ FD และ SD ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5°C) นาน 12 เดือน และอุณหภูมิสูง (40°C) นาน 6 เดือน พบว่า ก่อนเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติจากกรรมวิธีควบคุม แต่การไพรมิ่งและลดความชื้นแบบ SD ให้ความเร็วในการงอกมากกว่าแบบ FD และกรรมวิธีควบคุม และในระหว่างเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ พบว่า เมล็ดพันธุ์กรรมวิธีควบคุมมีความงอกสูงที่สุดทั้ง 2 สภาพอุณหภูมิตลอดอายุเก็บรักษา การไพรมิ่งเมล็ดพันธุ์พริกและลดความชื้นแบบ SD ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก และกิจกรรมของเอนไซม์แคตาเลสในเมล็ดพันธุ์พริกลดลง มีการรั่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์และการสะสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นมากกว่าการลดความชื้นแบบ FD และกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแตกต่างทางสถิติดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงได้เร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

คำสำคัญ: การรั่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ การงอกของเมล็ด ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อุณหภูมิ

Abstract

Changes of quality during storage of primed hot-chili seeds with different drying speeds were studied. Hot-chili seeds (*Capsicum annuum* L. cv. Mae-ping) with initial germination of 98% were halo-primed in 2% KNO_3 solution for 3 days. After soaking, seeds were subjected to two drying rates: fast drying (FD) by incubating in 35% RH for 3 days and slow drying (SD) by incubating in 75% RH 2 days, then 50% RH for 2 days and 35% RH for 3 days. Non-primed seed (control) and primed seeds were stored at 5°C for 12 months and at 40°C for 6 months. The results revealed that before storage, germination percentage of primed hot-chili seeds were not significantly different from that of control seed. However, primed seed with SD had faster germination speed than primed seed with FD and control. During storage at both temperatures, the controlled seed had significantly highest germination percentage throughout the storage period. The germination percentage and catalase enzyme activity of SD primed hot chili seed were significantly lower and their electrolyte leakage and H_2O_2 content were significantly higher than that of FD primed seed and control. These significant differences occurred more rapidly in high temperature storing than that of low temperature condition.

Keywords: electrolyte leakage, germination, hydrogen peroxide, temperature

¹ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140 และ

² ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10900

³ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม

¹ Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140

² Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/MHESI), Bangkok 10900

³ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140

* Corresponding author, Email: thammasak.t@ku.th

คำนำ

พริกเป็นผักสำคัญของประเทศและมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดถึง 167,443 ไร่ (Horticulture Research Institute, 2020) ในทศวรรษที่ผ่านมา เกษตรกรนิยมเปลี่ยนมาซื้อต้นกล้าพริกแล้วย้ายปลูกลงแปลงแทนการหยอดเมล็ดพันธุ์โดยตรง เพราะให้ความสะดวก รวดเร็วและมีความสม่ำเสมอของแปลงปลูกมากขึ้น ดังนั้นเมล็ดพันธุ์พริกที่จะนำมาผลิตเพื่อใช้ในการเพาะต้นกล้าต้องมีคุณภาพสูงกว่าในอดีต นอกจากเมล็ดพันธุ์ต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูงแล้ว จำเป็นต้องงอกได้รวดเร็วและสม่ำเสมอด้วย ซึ่งเมล็ดพันธุ์พริกมักงอกช้า (มากกว่า 7 วัน) ดังจะเห็นได้ว่าในกฎของการทดสอบความงอกของ International Seed Testing Association (ISTA) กำหนดอายุนับความงอกครั้งสุดท้ายถึง 14 วัน มากกว่าพืชอีกหลายชนิด (ISTA, 2018) แต่ปัจจุบันการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการเก็บเกี่ยวให้งอกได้รวดเร็วและสม่ำเสมอมากขึ้นสามารถทำได้โดยอาศัยเทคโนโลยีไพรมิ่งเมล็ดพันธุ์ (Seed priming) ซึ่งเป็นการควบคุมให้เมล็ดพันธุ์ดูดความชื้นในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางชีวเคมีของกระบวนการงอกของเมล็ดเกิดขึ้น และลดความชื้นในเมล็ดลงก่อนที่จะเกิดการงอกของรากเพื่อให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นชั่วคราว เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำไพรมิ่งมาปลูกจะได้อัตราการงอกสูง สม่ำเสมอ และรวดเร็วขึ้นกว่าเดิม (Heydecker and Coolbear, 1977; Girolamo and Barbanti, 2012) วิธีการทำไพรมิ่งมีอยู่หลายเทคนิค สำหรับการทำให้ไพรมิ่งเมล็ดพืชผักที่มีขนาดเล็ก เช่น เมล็ดพันธุ์พริก นิยมใช้เทคนิคฮาโลไพรมิ่ง (Halo-priming) ซึ่งใช้เป็นการไพรมิ่งเมล็ดในสารละลายเกลือชนิดต่าง ๆ ที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงแรงดันออสโมติกของน้ำ อาทิเช่น KNO_3 (Mal et al., 2019)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาหนึ่งที่ทำให้การทำไพรมิ่งยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางคือ ผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้นที่อาจลดลง (Powell et al., 2000; Demir, 2003; Lin et al., 2005) โดยมีรายงานว่าผลกระทบของการทำไพรมิ่งต่ออายุเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์นั้น เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการลดความชื้นหลังการแช่เมล็ดพันธุ์ โดย Schwember and Bradford (2005) รายงานว่าการลดความชื้นแบบช้าช่วยให้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ฝักกดหอมที่ผ่านการทำไพรมิ่งได้นานกว่าการลดความชื้นแบบเร็ว ในทางตรงกันข้าม Lin et al. (2005) พบว่าการลดความชื้นแบบเร็วช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะระหลังไพรมิ่งได้ดีกว่าแบบช้า ดังนั้น การลดความชื้นหลังการทำไพรมิ่งที่ไม่เหมาะสมกับชนิดพืช อาจส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพได้เร็วขึ้น โดยการลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์เป็นการกำจัดน้ำปริมาณมากออกจากเมล็ดในเวลาอันสั้น จึงอาจมีผลต่อการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane degradation) กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความคงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane integrity) และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของเซลล์ (Welbuam et al., 1998) นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศที่ใช้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่ออายุเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไป (Copeland and McDonald, 2001) จึงอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งมาแล้วด้วย ซึ่งข้อมูลอิทธิพลของการลดความชื้นในกระบวนการไพรมิ่งเมล็ดพันธุ์พริกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษายังมีอยู่จำกัด โดยเฉพาะกับเมล็ดพันธุ์พริกในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการลดความชื้นให้กับเมล็ดพันธุ์พริกในกระบวนการทำไพรมิ่ง ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาในอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงวิธีการทำไพรมิ่งให้กับเมล็ดพันธุ์พริกในประเทศไทยและวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมของเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งมาแล้ว

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 ซ้ำ 3 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (Non-priming) กรรมวิธีที่ 2 และ 3 เป็นการไพรมิ่งแล้วตามด้วยการลดความชื้นแบบรวดเร็วและแบบช้า ตามลำดับ โดยใช้เมล็ดพริกชี้ฟ้าลูกผสมพันธุ์แม่เปิงจากบริษัทเพื่อนเกษตรกร จำกัด ร่อนผ่านตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร ให้มีขนาดสม่ำเสมอ จากนั้นฆ่าเชื้อโรคที่ผิวเมล็ดโดยการแช่เมล็ดในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 0.6% เป็นเวลา 10 นาที ก่อนล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลา 5 นาที แล้วลดความชื้นภายในเมล็ดลงเหลือประมาณ 7% ในตู้ลดความชื้น (Desiccator) ก่อนบรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ระหว่างรอการทำไพรมิ่ง

วิธีทดลอง

โพรมีลิตพันธุ์ด้วยวิธีการฮาโลโพรมี้ง โดยแช่เมล็ดพริกในสารละลายเกลือ KNO_3 เข้มข้น 2% (ศักย์ของสารละลายเท่ากับ -0.8 MPa) ใช้อัตราส่วนเมล็ด 10 กรัมต่อสารละลาย 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 3 วัน ก่อนล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 5 นาที แล้วผึ่งเมล็ดในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แบ่งเมล็ดเป็น 2 กลุ่ม เพื่อนำไปผ่านการลดความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์ด้วยความเร็ว 2 ระดับ ดังนี้ 1) แบบเร็ว (Fast drying; FD) โดยบ่มเมล็ดพันธุ์ในตู้ desiccator ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 15°C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 35% ด้วยการใช้สารละลายเกลือ CaCl_2 อิ่มตัว เป็นเวลา 9 วัน 2) แบบช้า (Slow drying; SD) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน เริ่มจากบ่มเมล็ดพันธุ์ในตู้ desiccator ควบคุมอุณหภูมิที่ 15°C และความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% ด้วยการใช้สารละลายเกลือ NaCl อิ่มตัว นาน 2 วัน จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 15°C และความชื้นสัมพัทธ์ 50% ด้วยการใช้สารละลายเกลือ MgCl_2 อิ่มตัว นาน 2 วัน และสุดท้ายบ่มเมล็ดพริกในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 15°C และความชื้นสัมพัทธ์ 35% ด้วยการใช้สารละลายเกลือ CaCl_2 อิ่มตัว นาน 3 วัน

หลังการลดความชื้น นำเมล็ดพันธุ์พริกควบคุม ที่ไม่ได้ผ่านการทำโพรมี้ง และที่ผ่านการโพรมี้งแล้วตามด้วยการลดความชื้นแบบ FD และแบบ SD บรรจุลงในซองอลูมิเนียมฟอยด์ แยกไปเก็บรักษาไว้ใน 2 สภาพได้แก่ สภาพอุณหภูมิต่ำในตู้แช่ที่ 5°C และสภาพอุณหภูมิสูง ณ ห้องเก็บของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม ซึ่งวัดอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองได้ที่ $40 \pm 1^\circ\text{C}$

การจัดเก็บข้อมูล

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พริกที่เก็บรักษาทั้ง 2 สภาพๆ ละ 6 ครั้ง สภาพอุณหภูมิต่ำ ในเดือนที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 และสภาพอุณหภูมิสูง ที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 หลังการเก็บรักษา มาวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดังนี้

1. การทดสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์ ด้วยวิธีการของ ISTA (2014) สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พริกจำนวน 2 กรัม ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์อีกครั้งหลังอบ จากนั้นคำนวณหาความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์ที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยสมการ ข้างล่างนี้

$$\text{ความชื้นภายในเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเมล็ดหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ}}$$

2. การงอกของเมล็ดพันธุ์ ทดสอบความงอกในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการทดสอบความงอกแบบมาตรฐาน (ISTA, 2014) วิธี Top of paper จำนวน 100 เมล็ด ต่อซ้ำ 4 ซ้ำ โดยวางกล่องเพาะที่อุณหภูมิ 25°C และไม่มีแสงสว่าง ทำการบันทึกการงอกของต้นปกติกทุกวันเป็นระยะเวลา 14 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก (Germination) และระยะเวลาเฉลี่ยที่เมล็ดใช้ในการงอก (Mean germination time; MGT) โดยใช้โปรแกรม Seed germinator (Joosen et al., 2010)

3. ปริมาณการรั่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ (Electrolyte leakage) ด้วยวิธีการของ Amooaghaie et al. (2010) โดยแช่เมล็ดพันธุ์พริก 30 เมล็ด ในน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาทำการวัดค่าการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

4. กิจกรรมของเอนไซม์แคตาเลส (Catalase, CAT) ด้วยวิธีของ Pukacka and Ratajczak (2005) บดเมล็ดพริก 0.5 กรัม ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 50 mM pH 8.0 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บดหยาบด้วยความเร็ว 15,000 g เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำส่วนใสปริมาตร 1 มิลลิลิตรผสมกับผสมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 7) ความเข้มข้น 0.1 M สารละลาย H_2O_2 ความเข้มข้น 24 mM วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 240 นาโนเมตร กิจกรรมของเอนไซม์ CAT หนึ่งหน่วย เท่ากับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 240 นาโนเมตร ที่ลดลงต่อเวลา 1 นาที ต่อมิลลิกรัมโปรตีน

5. ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ด้วยวิธีการของ Velikova et al. (2000) เติมน้ำ Trichloroacetic acid (TCA) ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 5 ml ลงในเมล็ดพันธุ์พริกจำนวน 0.5 กรัม บดตัวอย่างให้ละเอียด นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ

15,000 g เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4 °C ดูดสารละลายส่วนใสที่ได้จากขั้นตอนการสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ที่มีสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 50 mM pH 7.0 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย KI ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 0.1 ml วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 390 nm เทียบค่าที่อ่านได้กับกราฟมาตรฐานของ H_2O_2 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแยกกันระหว่าง 2 สภาพอุณหภูมิเก็บรักษา โดยใช้โปรแกรม Statistical package for the social science for windows (SPSS) และแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก ด้วยวิธีการ arcsine ก่อนการวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในเมล็ดพันธุ์

ผลของการเปลี่ยนแปลงความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกระหว่างการไพร่หมิง โดยแช่เมล็ดในสารละลายเกลือ KNO_3 และระหว่างการลดความชื้นแบบ FD และแบบ SD (Figure 1 A และ B) แสดงให้เห็นว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกเข้าสู่ระยะ Phase II ของการดูดน้ำภายใน 24 ชั่วโมง หลังการแช่เมล็ด และระหว่างชั่วโมงที่ 24-72 เป็นช่วงที่เมล็ดมีกิจกรรมทางชีวเคมีในกระบวนการงอกที่เกิดขึ้นก่อนความชื้นลดลงจนยับยั้งการแตกรากของต้นอ่อน (Copeland and McDonald, 2001) ระยะเวลาการเกิดกิจกรรมทางชีวเคมีในเมล็ดพริกที่ถูกไพร่หมิงนี้ จึงขึ้นกับความเร็วของการลดความชื้นที่ใช้ ในที่นี้การลดความชื้นแบบ SD ที่ลดความชื้นอย่างช้า (ลดลงเหลือไม่เกิน 7% น้ำหนักแห้งภายใน 144 ชั่วโมง) จึงมีระยะเวลาการเกิดกิจกรรมทางชีวเคมีที่นานกว่าการลดความชื้นแบบ FD ซึ่งใช้เวลาเพียง 72 ชั่วโมง ก่อนที่ความชื้นในเมล็ดจะลดลงไม่เกิน 7% น้ำหนักแห้ง (Figure 1)

คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการทำไพร่หมิง

การวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหลังการทำไพร่หมิงก่อนเก็บรักษา พบว่า เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร่หมิงแล้ว ตามด้วยการลดความชื้นในแบบเร็ว (FD) และแบบช้า (SD) มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติจากเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุม โดยทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 98-99% แต่เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร่หมิงมีความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร่หมิงและลดความชื้นแบบ SD งอกได้เร็วที่สุด โดยมีค่า MGT ต่ำสุดที่ 7.1 วัน ตามด้วยการไพร่หมิงและลดความชื้นแบบ FD ที่มีค่า 9.1 วัน ส่วนของเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมมีค่าสูงสุดที่ 10.1 วัน ตามลำดับ (Table 1) ดังนั้น การไพร่หมิงเมล็ดพันธุ์พริกในการทดลองนี้ พบว่าสามารถเพิ่มความเร็วของการงอกแต่ไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกได้ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพริกพันธุ์แม่ปิ้งลือที่นำไปใช้ในการทดลองนี้อยู่ในระดับที่สูง (98%) ใกล้กับความมีชีวิต (Viability) ของตัวเองแล้ว ส่วนความเร็วของการงอกที่เพิ่มขึ้นของเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร่หมิงยังสัมพันธ์กับความเร็วของการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์พริก การลดความชื้นแบบช้า (SD) ให้ความเร็วในการงอกมากกว่าแบบเร็ว (FD) ในกระบวนการไพร่หมิง เมื่อการดูดน้ำของเมล็ดเข้าสู่ระยะที่สอง (Phase II of water uptake) กระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ดจะถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้น เกิดการสร้างและจำลอง DNA และ RNA นำไปสู่การสร้างโปรตีน ไมโทคอนเดรีย และการซ่อมแซมเซลล์ (Chen and Arora, 2013) ยิ่งกระบวนการทางชีวเคมีเกิดขึ้นนานเท่าใด กระบวนการงอกของเมล็ดที่ถูกไพร่หมิงก็ยิ่งก้าวหน้ามากขึ้นเท่านั้น (Welbaum et al., 1998) จาก Figure 1 เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร่หมิงตามด้วยการลดความชื้นแบบ SD จึงมีความก้าวหน้าในกระบวนการงอกมากกว่าแบบ FD และแบบกรรมวิธีควบคุม ส่งผลให้เมื่อนำมาทดสอบความงอกในภายหลังจึงงอกได้รวดเร็วที่สุด รองลงมาคือแบบ FD ส่วนเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมมีความเร็วในการงอกน้อยสุด เพราะไม่มีกระบวนการทางชีวเคมีของการงอกเกิดขึ้นล่วงหน้ามาก่อน ประโยชน์ของการไพร่หมิงในการเพิ่มความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่พบในการทดลองนี้ สอดคล้องกับรายงานการทำไพร่หมิงเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ (Afzal et al., 2011) และมะเขือยาว (Gomes et al., 2012)

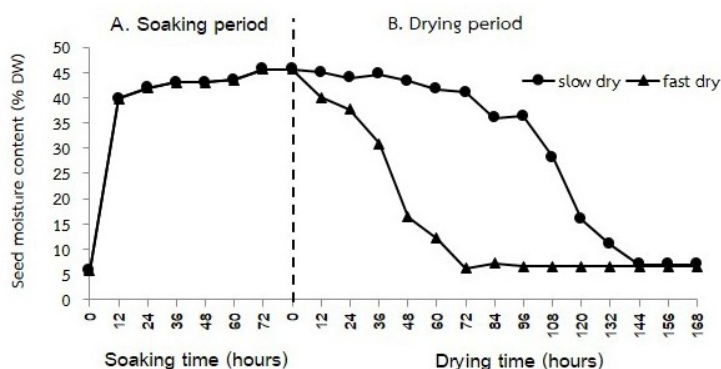


Figure 1 Changes of seed moisture contents during (A) soaking period and (B) drying period of hot-chili cv. Maeping primed in 2% KNO₃ solution with different drying rates.

Table 1 Germination percentage and mean germination time (MGT) of hot-chili seed cv. Maeping after priming in 2% KNO₃ solution followed by drying with different drying rates.

Treatments	Germination (%)	MGT (days)
Non-priming	98	10.1 a
Priming with fast drying	99	9.1 b
Priming with slow drying	98	7.1 c
Mean	98	8.7
F-test	ns	**
C.V. (%)	2.28	3.04

** Significant at 0.01 probability level.

Mean in the same column followed by the same latter are not significantly different by DMRT at P =0.05.

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษาพบว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากความชื้นก่อนเก็บรักษาที่ 7% (ข้อมูลไม่ได้นำเสนอ) ในการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอกระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำไพร้มมิ่ง พบว่าการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความงอกขึ้นกับอุณหภูมิในการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ (5°C) เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร้มมิ่งแล้วลดความชื้นทั้งแบบ FD และ SD มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างจากของเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุม ยกเว้นเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษา (เดือนที่ 12) เมื่อพบว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร้มมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ SD มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของลดลงและต่ำกว่าแบบ FD และกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2a) ส่วนการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูง เมล็ดพันธุ์พริกทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ลดลงและพบความแตกต่างกันทางสถิติได้รวดเร็วว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยพบว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพร้มมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ SD มีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงและต่ำกว่าแบบ FD และกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่เดือนที่ 3 และสูญเสียความมีชีวิตอย่างสมบูรณ์ในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่แบบ FD ยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 2b)

ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane leakage) เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ได้ เมล็ดพันธุ์ที่เริ่มเสื่อมจะมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเยื่อหุ้มเซลล์มากกว่าที่ยังแข็งแรงอยู่ (Bewley et al., 2013) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเมล็ดพันธุ์พริกทั้งหมดมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้นตามอายุการ

เก็บรักษา โดยเมล็ดพันธุ์พริกที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูง มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ที่รวดเร็วและมากกว่าที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีทำไพรมิ่งตามด้วยการลดความชื้นแบบต่าง ๆ เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ SD มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเยื่อหุ้มเซลล์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ แบบ FD ส่วนเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมมีค่าการรั่วไหลของเซลล์น้อยที่สุด (Figure 2c และ 2d) ผลการศึกษาจึงชี้ว่าเมล็ดพันธุ์พริกมีการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้นตามอายุเก็บรักษา การเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ การทำไพรมิ่งทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมสภาพเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยการลดความชื้นแบบ SD ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์มากกว่าแบบ FD

CAT เป็นเอนไซม์หลักที่ทำหน้าที่ในการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ให้เป็นน้ำ (H_2O) และออกซิเจน (O_2) (Bailey et al, 2008) การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ CAT ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระภายในเซลล์ของการทดลองนี้พบว่า ในช่วงแรกของการเก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิ เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำไพรมิ่งมีกิจกรรมของ CAT สูงกว่าเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนลดลงในช่วงหลังจนมีค่าต่ำกว่าของเมล็ดพันธุ์ควบคุมในเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ และในเดือนที่ 5 และ 6 สำหรับการเก็บรักษาที่ในสภาพอุณหภูมิสูง โดยเมล็ดพันธุ์พริกที่ถูกไพรมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ SD มีกิจกรรม CAT ต่ำกว่าแบบ FD และเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3a และ b) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในระหว่างการเก็บรักษา ที่พบว่าในช่วงแรก เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่งแล้วลดความชื้นทั้งแบบ SD และ FD มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้อยกว่าของเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุม และปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุเก็บรักษาจนมีค่าสูงกว่าของเมล็ดพันธุ์พริกควบคุมในช่วงหลังของการเก็บรักษา ผลการศึกษาที่ได้จึงชี้ว่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการไพรมิ่ง โดยเฉพาะเมื่อมีการลดความชื้นแบบ SD มีประสิทธิภาพลดลงเมื่ออายุเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จนเกิดการสะสมอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นและมากกว่าของเมล็ดพันธุ์พริกกรรมวิธีควบคุมในช่วงหลังของการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ โดยที่เก็บรักษาในอุณหภูมิสูงจะเกิดขึ้นในระดับที่รุนแรงกว่า (Figure 3c และ 3d)

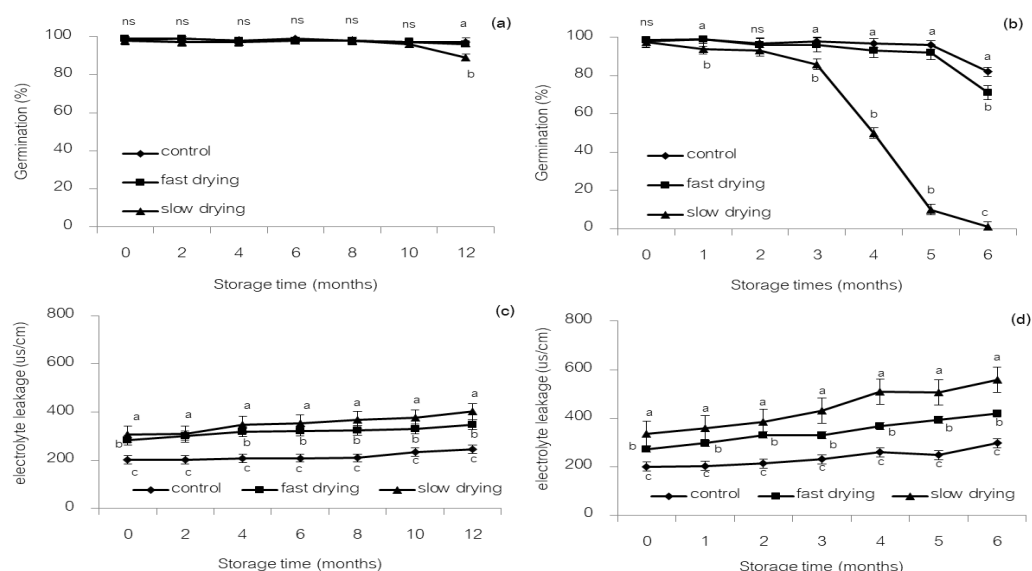


Figure 2 Changes of germination percentage and electrolyte leakage of unprimed (control) hot-chili seed and primed hot-chili seeds cv. Maeping with fast and slow drying rates during storing at 5°C (a and c) and storing at 40 °C (b and d); error bars indicate $\pm$ SD.

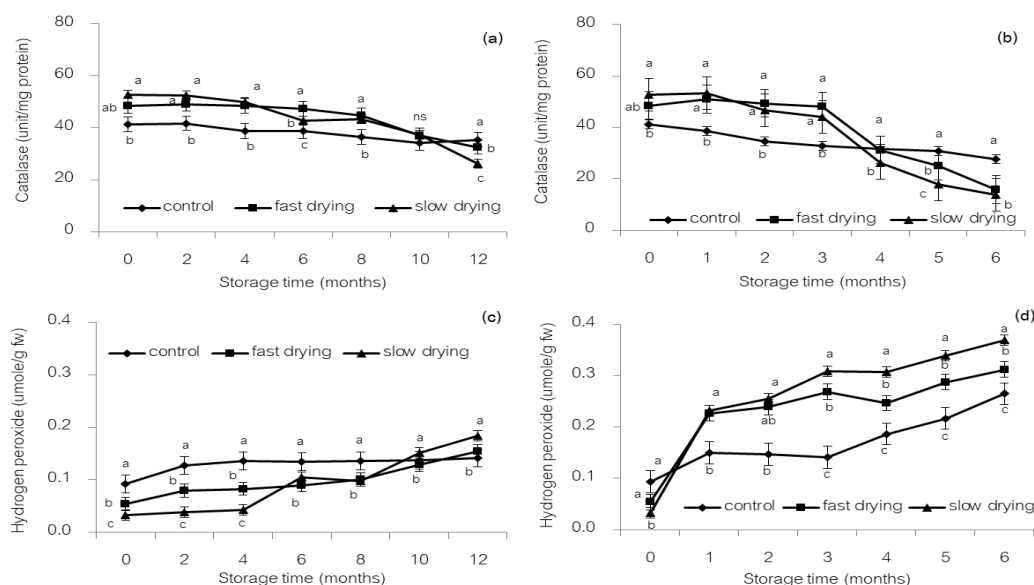


Figure 3 Changes in catalase activity and H₂O₂ content of unprimed (control) hot-chili seed and primed hot-chili seeds with fast and slow drying rates during storing at 5°C (a and c) and storing at 40 °C (b and d); error bars indicate $\pm$ SD.

ผลการทดลองทั้งหมดจึงชี้ว่าการทำฮาโล-ไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์พริกแล้วตามด้วยการลดความชื้นด้วยความเร็วต่างกัน มีผลให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกระหว่างการเก็บรักษาลดลงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ผ่านการทำไพรมมิ่ง กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์กรรมวิธีควบคุมที่ไม่ผ่านการทำไพรมมิ่ง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าที่ผ่านการทำไพรมมิ่งตลอดอายุการเก็บรักษาในทั้งสองอุณหภูมิเก็บรักษา ส่วนเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำไพรมมิ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกลดลง มีการรั่วไหลของของสารอิเล็กโทรไลต์ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น กิจกรรมเอนไซม์แคตาเลสลดลงและมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพิ่มขึ้น โดยการลดความชื้นแบบ SD หลังการทำไพรมมิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมากกว่าแบบ FD และการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูงกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้รวดเร็วและรุนแรงกว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำ ซึ่งผลกระทบของการทำฮาโล-ไพรมมิ่งต่อการลดลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกในระหว่างการเก็บรักษานี้ น่าจะเกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพเยื่อหุ้มเซลล์จากการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันโดยอนุมูลอิสระที่สะสมมากขึ้นเพราะการเสื่อมของระบบขจัดอนุมูลอิสระภายในเซลล์ของเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการไพรมมิ่ง (Goel et al., 2003) โดยความรุนแรงของความเสียหายขึ้นกับความเร็วในการลดความชื้น ในการทดลองนี้พบว่า การลดความชื้นแบบ SD ทำให้เกิดเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์มากกว่าแบบ FD โดย Buitink et al. (2003) รายงานว่าระหว่างการดูดน้ำในกระบวนการงอก เมล็ดพันธุ์จะเสียสมบัติด้าน Desiccation tolerance ชั่วคราว และสมบัตินี้จะกลับคืนมาได้เมื่อเมล็ดถูกทำให้แห้งลงอีกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเมล็ดประเภท Orthodox อย่างไรก็ตาม Dekker et al. (2015) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์สามารถเสียสมบัติด้าน Desiccation tolerance อย่างถาวรได้หากกระบวนการงอกนั้นก้าวหน้ามากเกินไป เพราะภายหลังที่เมล็ดดูดน้ำและมีกระบวนการทางชีวเคมีของการงอกเกิดขึ้น จะมีการนำโมเลกุลน้ำตาลในรูปต่าง ๆ ที่สะสมไว้ในเซลล์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานขับเคลื่อนกิจกรรมทางชีวเคมีดังกล่าว ดังนั้น ถ้ากระบวนการงอกก้าวหน้าเกินไป น้ำตาลที่เก็บไว้ในเซลล์ซึ่งมีบทบาทต่อการคงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์ก็จะลดลงมากไปด้วย จนทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการคงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์เมื่อเมล็ดพันธุ์ถูกลดความชื้นลง (Bryant et al., 2001) ผลการศึกษาความเร็วในการงอกหลังการทำไพรมมิ่ง ในการทดลองนี้ชี้ว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ถูกไพรมมิ่งและลดความชื้นแบบ SD มีความก้าวหน้าในกระบวนการงอกมากกว่าแบบ FD ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำไพรมมิ่งแล้วลดความชื้นแบบ

SD นี้ได้เสียสมบัติด้าน Desiccation tolerance ไปมากกว่าแบบ FD ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับเยื่อหุ้มเซลล์ได้มากกว่า ส่งผลให้เกิดการสูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่าและรวดเร็วกว่าในระหว่างการเก็บรักษา ผลกระทบของการลดความชื้นแบบ SD ในการทำไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์พริกที่พบในการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับ Bruggink et al. (1999) ซึ่งทดลองกับเมล็ดเทียน (Impatient seed) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Gurusinge and Bradford (2001) ซึ่งทดลองกับเมล็ดผักกาดหอม ความแตกต่างของผลการทดลองนี้อาจเกิดความแตกต่างของชนิดพืชและอัตราการลดความชื้นที่ใช้ในการศึกษา ดังนั้น การนำผลการทดลองนี้ไปปรับใช้กับพืชชนิดอื่นจึงต้องคำนึงถึงประเด็นดังกล่าวด้วย

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำฮาโล-ไพรมมิ่ง แล้วตามด้วยวิธีลดความชื้นแบบรวดเร็ว (FD) และแบบช้า (SD) เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการไพรมมิ่ง เก็บรักษาใน 2 สภาพอุณหภูมิ คือ อุณหภูมิต่ำ 5°C เป็นเวลา 12 เดือน และอุณหภูมิสูง 40°C เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าก่อนเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน (98-99%) แต่เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการไพรมมิ่งงอกได้เร็วกว่า แต่ระหว่างการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำไพรมมิ่งตามด้วยการลดความชื้นแบบช้า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงมากกว่าการลดความชื้นแบบรวดเร็ว และที่ไม่ได้ผ่านการไพรมมิ่งอย่างมีนัยสำคัญในเดือนที่ 12 ของเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5°C) และในเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง (40°C) ซึ่งน่าจะเกิดจากการลดความชื้นแบบช้า ทำให้เมล็ดพันธุ์พริกเกิดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ภายในเมล็ด และเกิดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในเยื่อหุ้มเซลล์ที่มากกว่า มีการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์แคทาเลสที่เกี่ยวข้องกับการขจัดอนุมูลอิสระ และมีการสะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มากกว่าการลดความชื้นแบบเร็ว และมากกว่าของเมล็ดพันธุ์พริกที่ไม่ได้ผ่านการทำไพรมมิ่ง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ยังเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิสูงได้รวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้น ในการทำฮาโล-ไพรมมิ่งเมล็ดพันธุ์พริกที่ต้องการเก็บรักษาชั่วคราวก่อนการจำหน่าย ควรใช้วิธีการลดความชื้นแบบเร็ว (ลดลงต่ำกว่า 7% ภายใน 72 ชั่วโมง) และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (5°C) ก่อนนำไปจำหน่าย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เอกสารอ้างอิง

- Afzal, I., Hussain, B., Basra, S. M. A. & Ullah, S. H. (2011). Halopriming triggers higher germination potential and early seedling growth of tomato. *Journal of Agriculture & Social Science*. 7, 105-108.
- Amooaghaie, R., Nikzad, K. & Shareghi, B. (2010). The effect of priming on emergence and biochemical changes of tomato seeds under suboptimal temperatures. *Seed Science and Technology*. 38 (2), 508-512.
- Bailly, C., El-Maarouf-Bouteau, H. & Corbineau, F. (2008). From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. *C.R. Biologies*. 311, 806-814.
- Bewley J. D., Bradford, K., Hilhorst, H. & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. New York: Springer.
- Bryant, G., Koste, K. L. & Wolfe, J. (2001). Membrane behaviour in seed and other systems at low water content: the various effects of solutes. *Seed Science Research*. 11, 17-25.
- Buitink, J., Benoit, L. V., Satour, P. & Leprince, O. (2003). The re-establishment of desiccation tolerance in germinated radicles of *Medicago truncatula* gaertn seeds. *Seed Science Research*. 13, 273-286.
- Bruggink G. T., Ooms, J. J. & Toorn, P. van der. (1999). Induction of longevity in primed seeds. *Seed Science Research*. 9, 49-53.
- Chen, K. & Arora, R. (2013). Priming memory invokes seed stress-tolerance. *Environmental and Experimental Botany*. 94, 33-45.

- Copeland, L. O. & McDonald, M. B. (2001). **Principle of Seed Science and Technology 4th edition**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Dekkers, B. J. W., Costa, M. C. D., Maia, J., Bentsink, L., Ligterink, W. & Hijkhorst, H. W. M. (2015). Acquisition and loss of desiccation tolerance in seeds: from experimental model to biological relevance. **Planta**. 241, 563-577.
- Demir, I. (2003). Effect of controlled hydration treatment on quality of aubergine seeds following storage. **Phyton**. 43, 307-317.
- Girolamo, G. D. & Barbanti, L. (2012). Treatment conditions and biochemical process influencing seed priming effectiveness. **Italian Journal of Agronomy**. 7(2), 178-188.
- Goel, A., Goel, A. K. & Sheoran, I. S. (2003). Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**. 160, 1093-1100.
- Gomes, D. P., Silva, A. F., Dias, D. C. F. S., Alvarenga, E. M., Silva, L. J. & Panozzo, L. E. (2012). Priming and drying on the physiological quality of eggplant seeds. **Horticultural Brasileira**. 30, 484-488.
- Gurusinghe, S. & Bradford, K. J. (2001). Galactosyl-sucrose oligosaccharides and potential longevity of primed seeds. **Seed Science Research**. 11, 121-133.
- Heydecker, W. & Coolbear, P. (1977). Seed treatments for improve performance-survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**. 5, 353-425.
- Horticulture Research Institute. (2020). **Hot-chili production situation**. Retrieved from: [https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/10/hot-chili production situation](https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/10/hot-chili-production-situation). October 2020.pdf
- International Seed Testing Association (ISTA). (2014). **Seed Vigour Testing: International Rules for Seed Testing**. Zurich: International Seed Testing Association.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2018). **ISTA Handbook on Seedling Evaluation**. 4th ed. Zurich: International Seed Testing Association.
- Joosen, R. V. L., Kodde, J., Willems, L. A. J., Ligterink, W., Van der Plas, L. H. W. & Hilhorst, H. W. M. (2010). Germinator: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of arabidopsis seed germination. **The Plant Journal**. 62(1), 148-159.
- Lin, R. H., Chen, K. Y., Chen, C. L., Chen, J. J. & Sung, J. M. (2005). Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter melon seed. **Scientia Horticulturae**. 106, 114-124.
- Mal, D., Verma, J., Levan, A., Reddy, M. R., Avinash, A. V. & Velga, P. K. (2019). Seed priming in vegetable crops: a review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 8(6), 868-874.
- Powell, A. A., Yule, L. J., Jung, H., Groot, S., Bino, R. J. & Pritchard, H. W. (2000). The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. **Journal of Experimental Botany**. 51, 2031-2043.
- Pukacka, S. & Ratajczak, E. (2005). Production and scavenging of reactive oxygen species in *Fagus sylvatica* seeds during storage at varied temperature and humidity. **Journal of Plant Physiology**. 162(8), 873-85.
- Schwember, A. R. & Bradford, K. J. (2005). Drying rates following priming affect temperature sensitivity of germination and longevity of lettuce seeds. **HortScience**. 40(3), 778-781.
- Velikova, V., Yordanov, I. & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. **Plant Science**. 151(1), 59-66.
- Welbaum, G., Shen, Z., Oluoch, M. O. & Jett, L. W. (1998). The evolution and effects of priming vegetable seeds. **Seed Technology**. 20(2), 209-237.

วันรับบทความ (Received date) : 21 ม.ค. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 29 มี.ย. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 30 มี.ย. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.005>

การคัดเลือกและศึกษาลักษณะของแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุม

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งของข้าวดำSelection and Characterization of Antagonistic Bacteria as a High Potential Control Agent for *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Causing Bacterial Leaf Blight Disease in Purple Riceชยามร ถาวร¹ และ อังสนา อัครพิศาล^{1*}Chayamorn Thaworn¹ and Angsana Akarapisan^{1*}

บทคัดย่อ

โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight disease) เป็นโรคที่สำคัญของข้าว มีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ซึ่งข้าวดำเป็นข้าวอีกชนิดหนึ่งที่พบการเข้าทำลายของแบคทีเรียภายในสภาพแปลงปลูก การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรจึงมีความสำคัญในการนำไปใช้ควบคุมโรคเพื่อลดการระบาดของ ความเสียหายของผลผลิต โดยคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากข้าว ซึ่งสามารถแยกได้ทั้งหมดจำนวน 48 ไอโซเลท และคัดเลือกด้วยวิธี dual culture พบว่า ไอโซเลท KY16 และ KY17 มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* โดยมีรัศมีรอบวงบริเวณที่แสดงการยับยั้งของแบคทีเรีย (inhibition growth zone) เท่ากับ 12.70 mm และ 11.95 mm ตามลำดับ เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการพบว่า เป็นแบคทีเรียแกรมบวก และจัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus* sp. เมื่อจัดจำแนกและระบุชนิดของแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากยีนทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ 16S rRNA *gyrA* และ *rpoB* พบว่า จัดจำแนกเป็น *Bacillus siamensis* และจากการศึกษาอื่นที่เกี่ยวข้องในการผลิตสารต้านจุลินทรีย์พบว่าแบคทีเรียทั้งสองไอโซเลทมียีนที่ผลิตสารต้านจุลินทรีย์ในกลุ่ม iturin A และ surfactin ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถนำแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่คัดเลือกได้ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคขอบใบแห้งของข้าวดำในระดับแปลงปลูกต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวดำ แบคทีเรียบริเวณรอบรากพืช โรคขอบใบแห้งของข้าว *Bacillus siamensis*

Abstract

Bacterial leaf blight disease is one of the most serious diseases in rice, caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Purple rice is one of the rice varieties that has been infected by this pathogen. Thus, screening and selecting highly efficient antagonistic bacteria for controlling the pathogen is necessary for disease control to reduce epidemics and crop loss. Forty-eight isolates of antagonistic bacteria were isolated from rice rhizosphere soil. The highly effective antagonistic bacteria were selected by using the dual culture method. The results showed the bacteria KY16 and KY17 were the most effective antagonists that inhibited *X. oryzae* pv. *oryzae*. The inhibition growth zone of antagonists were approximately 12.70 mm and 11.95 mm, respectively. The morphological and some biochemical characteristics of antagonistic bacteria belong to *Bacillus* sp. group. Additionally, the antagonists KY16 and KY17 were identified as *Bacillus siamensis* based on 16S rRNA, *gyrA*, and *rpoB* gene sequences. Antimicrobial biosynthesis genes of the antagonistic bacteria were also examined. The results revealed that iturin A and surfactin biosynthesis genes were detectable. Following this study, the most effective antagonistic bacteria can be applied to control the bacterial leaf blight disease of purple rice in rice paddy fields.

Keywords: purple rice, rhizobacteria, bacterial leaf blight disease, *Bacillus siamensis*

¹ สาขาวิชาโรคพืช ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹ Division of Plant Pathology, Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

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

คำนำ

ข้าวกล้า เป็นหนึ่งในพันธุ์ข้าวที่เพาะปลูกในทวีปเอเชียเป็นหลัก เช่น อินเดีย ศรีลังกา บังกลาเทศ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ลาว จีน เกาหลี ญี่ปุ่น และไทย โดยในประเทศไทยมักพบมีการเพาะปลูกในบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ข้าวกล้าจะมีลักษณะสีม่วงถึงสีดำปรากฏตามส่วน pericarp ขึ้นอยู่กับปริมาณการสะสมของสารประเภท phenolic acids flavonoids และ anthocyanin (Pusadee et al., 2019; Senakun et al., 2018) ข้าวกล้ามีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลายชนิด แต่สารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ anthocyanin ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ มะเร็ง เนื้ออก และอื่น ๆ ได้ (Fongfon et al., 2021) นอกจากข้าวกล้าจะเป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งด้านการบริโภค การดำรงชีวิต และคุณค่าทางเศรษฐกิจแล้วยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งดีต่อสุขภาพผู้บริโภคอีกด้วย ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตข้าวกล้ามักได้รับผลกระทบจากหลากหลายปัจจัยทั้งความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต และสิ่งมีชีวิต เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และแมลง เป็นต้น โรคพืชเหล่านี้ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเป็นอย่างมาก และส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารในระดับโลก (Azizi et al., 2016; Talbot, 2003)

โรคขอบใบแห้ง (bacterial leaf blight disease) เป็นโรคหลักที่สำคัญของข้าว มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* แบคทีเรียชนิดสีแกรมลบ โรคขอบใบแห้งจะพบในระยะแตกกอของข้าว อาการบนใบจะมีจุดดำน้ำเล็ก ๆ บริเวณปลายและขอบใบที่โตเต็มที่แล้ว ลักษณะจุดดำน้ำจะขยายไปตามเส้นใบจนเกิดแผลลักษณะขีดขาวจนถึงสีเทา และเนื้อเยื่อตายในที่สุด โดยทั่วไปแผลจะลุกลามจากบริเวณปลายใบลงไปตามขอบใบและเส้นใบ แบคทีเรียสามารถแพร่กระจายผ่านน้ำ ฝน ลม แมลง และอื่น ๆ ได้ (Nino et al., 2006) หากมีการแพร่ระบาดรุนแรงจะส่งผลให้ผลผลิตของข้าวลดลง 10-20% หรืออาจมากกว่า 50% เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุ (Sombunjit et al., 2017)

การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปัจจุบันต้องตระหนักถึงความเป็นพิษและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งยังส่งผลกระทบต่อความต้านทานสารเคมีของเชื้อสาเหตุโรค สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดจึงมีแนวโน้มที่จะถูกห้ามนำไปใช้ในการป้องกันกำจัด และการขึ้นทะเบียนสารเคมีชนิดใหม่ก็มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นการควบคุมโรคโดยชีววิธีจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีศักยภาพสูงและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สำคัญสำหรับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Raymaekers et al., 2020) อีกทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพต่อระบบนิเวศเกษตร (Syed Ab Rahman et al., 2018) โดยบริเวณ rhizosphere soil มักพบ plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชและเป็นส่วนสำคัญในด้านการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช ในต้นข้าวมักพบแบคทีเรียหลากหลายกลุ่ม เช่น *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Klebsiella*, *Rhizobium* และ *Serratia* แบคทีเรียเหล่านี้มีความสามารถในการกระตุ้นการเจริญเติบโตพืชที่เกี่ยวข้องกับกลไกที่หลากหลายทั้งทางตรงและทางอ้อม (Ngalmat et al., 2021) โดยได้มีการศึกษาการนำแบคทีเรียไปใช้ในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค ดังเช่น Xie et al. (2018) ได้คัดเลือกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. จากดินในพื้นที่มาเลเซียและอินโดนีเซีย พบว่า *Bacillus* สายพันธุ์ D13 สามารถสร้างสารระเหย alcohol และ 3,5,5-trimethylhexanol ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ นอกจากนี้ Jin et al. (2020) ได้นำแบคทีเรีย *Bacillus velezensis* ไอโซเลท HN-2 มาใช้ในการควบคุม *X. oryzae* pv. *oryzae* โดยพบว่าแบคทีเรียสามารถสร้าง surfactin ที่มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายเซลล์แบคทีเรีย รวมถึงกระตุ้นกระบวนการผลิต phenylalanine ammonia-lyase (Pal) และ H_2O_2 ในใบข้าวได้ตั้งแต่วัย 0-72 ชั่วโมง หลังจากการฉีดพ่นสาร C15 surfactin ที่สกัดได้จากแบคทีเรีย ลงบนใบข้าวก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุโรค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกแบคทีเรียจากดินบริเวณรอบรากของข้าวที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งของข้าวกล้า และศึกษาลักษณะของแบคทีเรียไปใช้ รวมทั้งตรวจสอบยืนยันที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียไปใช้เพื่อเป็นแนวทางป้องกันกำจัดโรคโดยชีววิธี

วิธีการศึกษา

เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค

เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* ไอโซเลท UN12 แยกจากอาการขอบใบแห้งของข้าวกล้า พันธุ์เจ้าแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การแยกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบรากข้าว

เก็บตัวอย่างรากข้าว จากนั้นนำดินส่วนเกินออกจากรากให้เหลือเฉพาะส่วนที่ติดกับรากข้าว ชั่งรากข้าวและดินที่ติดอยู่บริเวณรอบ ๆ ราก (adhering soil) ปริมาณ 10 g ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ที่มีน้ำอยู่ปริมาตร 90 ml และนำไปเขย่าบน shaker ที่ความเร็ว 180 rpm นาน 30 นาที แยกแบคทีเรียด้วยวิธี dilution plating method ดูดส่วนใสบริเวณด้านบน (supernatant) ปริมาตร 1 ml ลงในน้ำปริมาตร 9 ml นำไปเจือจางที่ระดับความเข้มข้น 10^{-1} - 10^{-5} หยดสารแขวนลอยปริมาตร 20 μ l ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (NA) และ King's medium B (KB) จากนั้นใช้เทคนิค spread plate โดยใช้แท่งแก้วที่ฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยให้ทั่วทั้งจานอาหาร บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 72 ชั่วโมง แยกแบคทีเรียให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค single colony isolation บนอาหาร NA 3-4 ครั้งก่อนเก็บเป็น stock ในน้ำที่มี 0.85% NaCl และ 20% glycerol

การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคข้าวกล้า

คัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากข้าวด้วยวิธี dual culture โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* ไอโซเลท UN12 นาน 48-76 ชั่วโมง และแบคทีเรียปฏิปักษ์ นาน 24-48 ชั่วโมง บนอาหาร NA จากนั้นเตรียมสารแขวนลอยแบคทีเรีย (bacterial suspension) ในน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ ปรับค่าความขุ่น (optical density, O.D.) ด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 nm ให้มีค่าประมาณ 0.2 นำสารแขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคมารวมกับอาหาร NA เขย่าให้เข้ากัน และเทลงบนจานอาหารที่มีอาหาร NA เทรองพื้นไว้แล้ว (basal layer) ปริมาตร 5 ml ต่อ 1 จานอาหาร หยดสารแขวนลอยแบคทีเรียปฏิปักษ์ลงบนกระดาษกรองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 mm ปริมาตร 10 μ l จากนั้นนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA ที่ผสมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค และมีน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อเป็นชุดควบคุม บ่มที่อุณหภูมิ 28°C นาน 5 วัน (ดัดแปลงจาก Jin et al., 2020) สังเกตรัศมีรอบวงบริเวณที่แสดงการยับยั้งของแบคทีเรีย (inhibition growth zone) จากนั้นนำมาคำนวณด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Inhibition growth zone} = \frac{(\text{เส้นผ่านศูนย์กลางรวมบริเวณวงใส} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาษกรอง})}{2}$$

วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) ด้วยโปรแกรม Statistix 8.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียปฏิปักษ์

ศึกษาลักษณะของโคโลนีแบคทีเรีย ได้แก่ สี ขนาด รูปร่างโคโลนี ขอบโคโลนี การยกตัวของโคโลนี ผิวหน้าโคโลนี ความโปร่งแสง การย้อมติดสีแบบแกรม ลักษณะแฟลกเจลลา และเอนโดสปอร์ บนอาหาร NA ที่อุณหภูมิ 28°C นาน 48-72 ชั่วโมง ทดสอบปฏิกิริยา oxidase activity ด้วยวิธีของ Kovacs (1956) ทดสอบ citrate utilization ด้วยวิธีของ Simmons (1926) ทดสอบปฏิกิริยา catalase activity urea utilization carbohydrate utilization starch hydrolysis และ lipase hydrolysis ด้วยวิธีของ Barrow & Feltham (1993) และทดสอบ protease hydrolysis ด้วยวิธีของ Velho et al. (2018)

การจัดจำแนกและระบุชนิดของแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

สกัด DNA จากเซลล์ของแบคทีเรียด้วยการดัดแปลงจากวิธีของ Cheng & Jiang (2006) และ Kumvinit & Akarapisan (2019) จัดจำแนกและระบุชนิดของแบคทีเรียจากการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่บริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA (16S ribosomal RNA) ยีน *gyrA* (DNA gyrase subunit A) และยีน *rpoB* (RNA polymerase beta subunit) เพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) ใช้ Quick Taq HS DyeMix (TOYOBO CO., LTD.) ไพรมเมอร์ และ DNA ต้นแบบ ปริมาตรรวมทั้งหมด 50 µl ในบริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA ใช้ไพรมเมอร์ 16SF (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') และ 16SR (5'-AAGGAGGTGATCCAGCCGCA-3') (Song et al., 2011) จากนั้นเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมตามขั้นตอนดังนี้ initial denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 5 นาที denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 30 วินาที annealing อุณหภูมิ 64°C นาน 30 วินาที extension อุณหภูมิ 72°C นาน 1 นาที 30 วินาที ปฏิบัติทั้งหมด 35 รอบ และ final extension อุณหภูมิ 72°C นาน 10 นาที ได้ผลผลิต PCR ขนาด 1,500 bp ส่วนบริเวณตำแหน่งยีน *gyrA* ใช้ไพรมเมอร์ *gyrAF* (5'-CAGTCAGGAAATGCGTACGTCCTT-3') และ *gyrAR* (5'-CAAGGTAATGCTCCAGGCATTGCT-3') (Chun & Bae, 2000) เพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมโดย initial denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 5 นาที denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 45 วินาที annealing อุณหภูมิ 50°C นาน 45 วินาที extension อุณหภูมิ 72°C นาน 1 นาที ปฏิบัติทั้งหมด 35 รอบ และ final extension อุณหภูมิ 72°C นาน 10 นาที ได้ผลผลิต PCR ขนาด 970 bp และบริเวณตำแหน่งยีน *rpoB* ใช้ไพรมเมอร์ *rpoBF* (5'-AGGTCAACTAGTTTCAGTATGGACG-3') *rpoBRO* (5'-GTCCTACATTGGCAAGATCGTATC-3') (Huynh et al., 2022) เพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมตามขั้นตอนดังนี้ initial denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 2 นาที denaturation อุณหภูมิ 94°C นาน 30 วินาที annealing อุณหภูมิ 57°C นาน 30 วินาที extension อุณหภูมิ 72°C นาน 50 วินาที ปฏิบัติทั้งหมด 35 รอบ และ final extension อุณหภูมิ 72°C นาน 5 นาที ได้ผลผลิต PCR ขนาด 835 bp จากนั้นส่งวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่บริษัท MacroGen, Inc. สาธารณรัฐเกาหลี ด้วยเทคนิค sanger sequencing นำผลข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแบคทีเรียจากฐานข้อมูล GenBank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) ด้วยโปรแกรม blastn และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจาก phylogenetic tree โดยใช้โมเดล maximum likelihood (ML) ที่ค่า bootstrap 1,000 ครั้ง ด้วยโปรแกรม MEGA 11

การตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียปฏิปักษ์

ตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคขอบใบแห้งข้าวกล้า ได้แก่ ยีนที่ควบคุมการผลิตสารในกลุ่ม iturin และ surfactin เพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ Quick Taq HS DyeMix (TOYOBO CO., LTD.) ไพรมเมอร์ และ DNA ต้นแบบ ปริมาตรรวมทั้งหมด 50 µl ตรวจสอบยีน iturin A (*ituA*) ที่มีผลผลิต PCR ขนาด 647 bp ใช้ไพรมเมอร์ ITUD1F (5'-GATGCGATCTCCTTGGATGT-3') และ ITUD1R (5'-ATCGTCATGTGCTGCTTGAG-3') (Narendra Kumar et al., 2017) และตรวจสอบยีน surfactin (*SrfAA*) ที่มีผลผลิต PCR ขนาด 201 bp ใช้ไพรมเมอร์ SRFA-F (5'-ATGAAGATTTACGGAATTTA-3') และ SRFA-R (5'-CCACTCAAACGGATAATCCTGA-3') (Joshi & McSpadden-Gardener, 2006) เพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมตามขั้นตอนดังนี้ initial denaturation อุณหภูมิ 95°C นาน 5 นาที denaturation อุณหภูมิ 95°C นาน 45 วินาที annealing ของแต่ละยีนใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนี้ ยีน iturin A

(*ituA*) อุณหภูมิ 58 °C และยีน surfactin (*SrfAA*) อุณหภูมิ 52°C นาน 45 วินาที extension อุณหภูมิ 72°C นาน 1 นาที ปฏิกริยาทั้งหมด 35 รอบ และ final extension อุณหภูมิ 72°C นาน 10 นาที จากนั้นตรวจสอบผลผลิต PCR ด้วยเทคนิค gel electrophoresis ใช้ 1% agarose ที่กำลังไฟฟ้า 100 V นาน 30 นาที

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การแยกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบรากข้าว

แยกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบรากข้าวจากข้าวพันธุ์สันป่าตอง และข้าวพันธุ์กำแพงเมืองยอง ซึ่งเก็บตัวอย่างมา จากบ้านรวงใต้ ต.เชิงดอย อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ด้วยวิธี dilution plating method สามารถแยกจากข้าวพันธุ์สันป่าตองได้จำนวน 28 ไอโซเลท และแยกจากข้าวพันธุ์กำแพงเมืองยองได้จำนวน 20 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 48 ไอโซเลท

การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *X. oryzae* pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งของข้าว

จากการคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบรากข้าวทั้งหมด 48 ไอโซเลท ด้วยวิธี dual culture พบว่ามี แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท KY16 และ KY17 ที่แยกได้จากดินบริเวณรอบรากของข้าว พันธุ์กำแพงเมืองยอง ซึ่งมีลักษณะสีของโคโลนีที่ต่างกัน เมื่อบ่มในอุณหภูมิ 28°C นาน 5 วัน พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลท KY16 และ KY17 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *X. oryzae* pv. *oryzae* มากที่สุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่มีประสิทธิภาพ ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคได้ใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น $P=0.05$ รัศมี บริเวณที่แสดงการยับยั้งของแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลท KY16 และ KY17 กับเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* มี ค่าประมาณ 12.70 mm และ 11.95 mm ตามลำดับ (Table 1) (Figure 1)

Table 1 Inhibition growth zone of the most effective antagonistic bacteria to inhibit *X. oryzae* pv. *oryzae* causal agent of bacterial leaf blight disease in purple rice by using the dual culture method on NA medium under 28°C for 5 days.

Antagonistic bacteria	Inhibition growth zone (mm) ¹
KY16	12.70 a ²
KY17	11.95 a
CV (%)	7.90
LSD	0.92

Note: ¹ The average data was calculated by using ten replications.

² Common latter within the same column indicated not significant differences by LSD at $P=0.05$.



Figure 1 Screening of the most effective antagonistic bacteria inhibited *X. oryzae* pv. *oryzae* causal agent of bacterial leaf blight disease in purple rice on NA medium by using dual culture method under 28°C for 5 days.

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียปฏิปักษ์

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคข้าวกล้าจำนวน 2 ไอโซเลท บนอาหาร NA นาน 48 ชั่วโมง พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลท KY16 และ KY17 เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นท่อน (bacilli) ลักษณะแฟลกเจลลาเป็นแบบ peritrichous เอนโดสปอร์มีลักษณะกลมรี (elliptical) และบวมพอง (bulging) อยู่บริเวณกึ่งกลางเซลล์ (central endospore) มีลักษณะโคโลนีมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) แบนราบติดผิวหน้าอาหาร (flat) ขอบโค้งเว้าเพียงเล็กน้อย (undulate) ผิวหน้าเป็นรอยย่น (rugose) ทึบแสง (opaque) เช่นเดียวกัน แต่แบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้งสองไอโซเลทมีลักษณะของสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน โดยแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลท KY16 โคโลนีมีสีเหลืองครีม และ ไอโซเลท KY17 โคโลนีมีสีขาวขุ่น (Figure 2) จากการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียปฏิปักษ์พบว่ามีความสมบัติเหมือนกัน คือ สามารถเคลื่อนที่ได้ ให้ผลบวกกับปฏิกิริยา oxidase activity catalase activity urea utilization และ hydrolytic activities ได้แก่ starch hydrolysis lipase hydrolysis และ protease hydrolysis แต่ให้ผลลบกับปฏิกิริยา citrate utilization อีกทั้งมีความสามารถในการใช้น้ำตาล D-glucose แต่ไม่สามารถใช้น้ำตาล D-galactose และ D-trehalose สอดคล้องกับการศึกษาของ Shen et al. (2022) ที่แยกแบคทีเรีย *B. siamensis* ไอโซเลท Gxun-6 จากดินบริเวณรอบรากกล้วย พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างเอนโดสปอร์ สามารถเคลื่อนที่ได้ สามารถย่อย Tween 80 ซึ่งให้ผลบวกกับปฏิกิริยา lipase hydrolysis และใช้น้ำตาล glucose ได้ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Feng et al. (2022) ที่แยกแบคทีเรีย *B. siamensis* ไอโซเลท WB1 จากรากของวอลนัท พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างเอนโดสปอร์ โคโลนีมีสีขาว รูปร่างไม่แน่นอน และขอบโคโลนีมีลักษณะย่น ให้ผลบวกกับปฏิกิริยา oxidase activity catalase activity และ urea utilization ผลิตเอนไซม์ protease สามารถย่อยโปรตีนได้ ซึ่งให้ผลบวกกับปฏิกิริยา protease hydrolysis และสามารถย่อยแป้งได้ซึ่งให้ผลบวกกับปฏิกิริยา starch hydrolysis

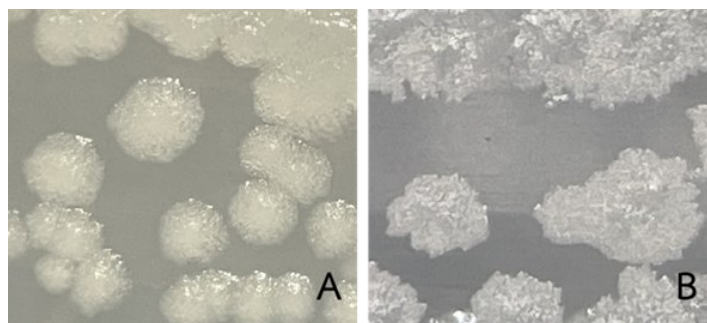


Figure 2 Antagonistic bacterial colonies on NA medium under 28°C for 48 hours.

(A) Isolate KY16. (B) Isolate KY17.

การจัดจำแนกและระบุชนิดของแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยยีนทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ยีน 16S rRNA *gyrA* และ *rpoB* จากฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม blastn และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแบคทีเรียปฏิปักษ์จาก phylogenetic tree ด้วยวิธี maximum likelihood (ML) ที่ค่า bootstrap ทั้งหมด 1,000 ครั้ง ในบริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA เปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์กับ *Bacillus* spp. ทั้งหมด 1,413 ตำแหน่ง บริเวณตำแหน่งยีน *gyrA* เปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 919 ตำแหน่ง และบริเวณตำแหน่งยีน *rpoB* เปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 709 ตำแหน่ง พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้งสองไอโซเลทจัดจำแนกเป็น *Bacillus siamensis* โดยไอโซเลท KY16 มีความใกล้เคียงกับ *B. siamensis* ไอโซเลท YB-1631 (CP110268.1) และไอโซเลท KY17 มีความใกล้เคียงกับ *B. siamensis* ไอโซเลท B28 (CP066219.1) (Figure 3) ซึ่งแบคทีเรีย *B. siamensis* มีรายงานว่าสามารถแยกได้จากดินบริเวณรอบรากพืช (Shen et al., 2022) รากพืช (Feng et al., 2022) และเนื้อเยื่อของพืช (Gorai et al., 2021) อีกทั้งมีการนำไปใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคของพืช เช่น การศึกษาของ Xie et al. (2021) ได้นำ *B. siamensis* ไอโซเลท LZ8 ที่แยกจากดินมาใช้ควบคุมเชื้อรา *Alternaria alternata* สาเหตุโรคจุดสีน้ำตาลในยาสูบ และ Hussain & Khan (2022) ได้นำ *B. siamensis* ไอโซเลท AMU03 แยกจากดินที่ปนเปื้อนน้ำมันมาใช้ควบคุมเชื้อรา *Rhizoctonia solani* และ *Fusarium oxysporum* ซึ่งเป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดิน (soil borne) และเป็นสาเหตุโรคที่สำคัญในหัวมันฝรั่ง

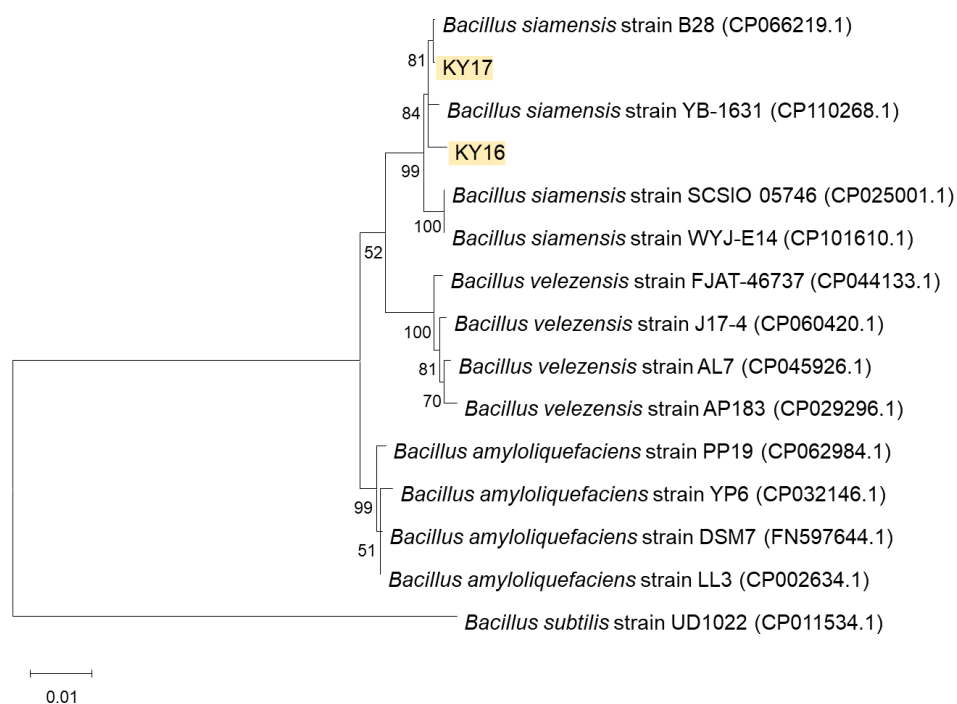


Figure 3 Phylogenetic analysis of antagonistic bacteria based on 16S rRNA, *gyrA* and *rpoB* gene sequences by using maximum likelihood (ML) method with bootstraps 1,000 replications and *Bacillus subtilis* strain UD1022 was used an out group.

การตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียปฏิปักษ์

จากการตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ในแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. siamensis* ไอโซเลท KY16 และ KY17 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคมะเร็งมากที่สุด โดยใช้เทคนิค PCR และ specific primer ตรวจสอบยีน *iturin A (ituA)* และ *surfactin (SrfAA)* ด้วยเทคนิค gel electrophoresis พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 2 ไอโซเลท มียีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ ได้แก่ *iturin A* และ *surfactin* โดย *iturin A* จะปรากฏแถบผลผลิต PCR ที่ตำแหน่งประมาณ 647 bp และ *surfactin* จะปรากฏแถบผลผลิต PCR ที่ตำแหน่งประมาณ 201 bp แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรีย *B. siamensis* ทั้ง 2 ไอโซเลท มียีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ในกลุ่มสาร *iturin* และ *surfactin* สอดคล้องกับการศึกษาแบคทีเรีย *B. siamensis* ไอโซเลท JFL15 พบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสาร เช่น กลุ่ม *surfactin (srf)*, *bacillibactin (dnh)* และ *fengycin (fen)* เมื่อวิเคราะห์ชนิดของสารด้วยกระบวนการ LC-MS/MS analysis พบว่าแบคทีเรียสามารถผลิตสารในกลุ่ม *iturin A* และ *bacillomycin F* (Xu et al., 2018a) อีกทั้งการตรวจสอบการผลิตสารต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรีย *B. siamensis* ไอโซเลท JFL15 ในการผลิตสารกลุ่ม *surfactin* *fengycin* *iturin* และ *bacillomycin* จากยีน *sfp* *srfD* *fenB* *ituA* *ituC* และ *bamD* ด้วยเทคนิค PCR พบว่า *B. siamensis* ไอโซเลท JFL15 มียีนที่ผลิตสามารถผลิตสารต้านจุลินทรีย์ในกลุ่มดังกล่าว โดยปรากฏแถบ DNA ของยีนเป้าหมาย จากการตรวจสอบด้วย gel electrophoresis (Xu et al., 2018b)

สรุปผลการศึกษา

คัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดินบริเวณรอบรากข้าวทั้งหมด 48 ไอโซเลท ด้วยวิธี dual culture พบว่ามีแบคทีเรีย 2 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท KY16 และ KY17 ที่แยกได้จากดินบริเวณรอบรากของข้าวพันธุ์กำแพงเมืองทอง มีประสิทธิภาพมากที่สุดใน การควบคุมเชื้อแบคทีเรีย *X. oryzae* pv. *oryzae* สาเหตุโรคขอบใบแห้งของข้าวกล้า เมื่อตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีพบว่าแบคทีเรียแกรมบวกในกลุ่มของ *Bacillus* sp. เมื่อจัดจำแนกและระบุชนิดของแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล เปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากยีนทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ยีน 16S rRNA, *gyrA* และ *rpoB* พบว่าจัดจำแนกเป็น *Bacillus siamensis* และตรวจสอบยีนที่มีความเกี่ยวข้องในการผลิตสารต้านจุลินทรีย์พบว่าแบคทีเรียทั้งสองไอโซเลทมียีนผลิตสารในกลุ่มของ *iturinA* และ *surfactin* ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค และเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการนำไปใช้ป้องกันกำจัดโรคขอบใบแห้งของข้าวกล้าในแปลงปลูกได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนนักศึกษาช่วยสอนและช่วยวิจัย (Teaching Assistant and Research Assistant Scholarship) จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การอนุเคราะห์และสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Azizi, P., Rafil, M. Y., Abdullah, S. N. A., Nejat, N., Maziah, M., Hanafi, M. M., Latif, M. A., & Sahebi, M. (2016). Toward understanding of rice innate immunity against *Magnaporthe oryzae*. *Critical Reviews in Biotechnology*. 36(1), 165-174. <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.946883>
- Barrow, G., & Feltham, R. (1993). *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria*. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cheng, H. R., & Jiang, N. (2006). Extremely rapid extraction of DNA from bacteria and yeasts. *Biotechnology Letters*. 28(1), 55-59. <https://doi.org/10.1007/s10529-005-4688-z>

- Chun, J., & Bae, K. S. (2000). Phylogenetic analysis of *Bacillus subtilis* and related taxa based on partial *gyrA* gene sequences. **Antonie van Leeuwenhoek**. 78(2), 123-127. <https://doi.org/10.1023/A:1026555830014>
- Feng, X., Xu, R., Zhao, N., Wang, D., Cun, M., & Yang B. (2022). Isolation, identification, and characterization of endophytic *Bacillus* from walnut (*Juglans sigillata*) root and its biocontrol effects on walnut anthracnose. **Agriculture**. 12(12), 1-18. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122102>
- Fongfon, S., Pusadee, T., Prom-u-thai, C., & Rerkasem, B. (2021). Diversity of purple rice (*Oryza sativa* L.) landraces in Northern Thailand. **Agronomy**. 11(10), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102029>
- Gorai, P. S., Ghosh, R., Mandal, S., Ghosh, S., Chatterjee, S., Gond, S. K., & Mandal, N. C. (2021). *Bacillus siamensis* CNE6- a multifaceted plant growth promoting endophyte of *Cicer arietinum* L. having broad spectrum antifungal activities and host colonizing potential. **Microbiological Research**. 252, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126859>
- Hussain, T., & Khan, A. A. (2022). Biocontrol prospective of *Bacillus siamensis*-AMU03 against soil-borne fungal pathogens of potato tubers. **Indian Phytopathology**. 75(1), 179-189. <https://doi.org/10.1007/s42360-021-00447-8>
- Huynh, T., Voros, M., Kedves, O., Turbat, A., Sipos, G., Leitgeb, B., Kredics, L., Vagvolgyi, C., & Szekeres A. (2022). Discrimination between the two closely related species of the operational group *B. amyloliquefaciens* based on whole-cell fatty acid profiling. **Microorganisms**. 10(2), 1-13. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020418>
- Jin, P., Wang, Y., Tan, Z., Liu, W., & Miao, W. (2020). Antibacterial activity and rice-induced resistance, mediated by C15surfactin A, in controlling rice disease caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 169, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104669>
- Joshi, R., & McSpadden Gardener, B. B. (2006). Identification and characterization of novel genetic markers associated with biological control activities in *Bacillus subtilis*. **Phytopathology**. 96(2), 145-154. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0145>
- Kovacs, N. (1956). Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction. **Nature**. 178, 703. <https://doi.org/10.1038/178703a0>
- Kumvinit, A., & Akarapisan, A. (2019). Characterization of blackleg and soft rot from potato in northern Thailand. **Journal of Phytopathology**. 167(11-12), 655-666. <https://doi.org/10.1111/jph.12859>
- Narendra Kumar, P., Swapna, T. H., Khan, M. Y., Reddy, G., & Hameeda B. (2017). Statistical optimization of antifungal iturin A production from *Bacillus amyloliquefaciens* RHNK22 using agro-industrial wastes. **Saudi Journal Biological Sciences**. 24(7), 1722-1740. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.014>
- Ngalimat, M. S., Mohd Hata, E., Zulperi, D., Ismail, S. I., Ismail, M. R., Mohd Zainudin, N. A. I., Saidi, N. B., & Yusof, M. T. (2021). Plant growth-promoting bacteria as an emerging tool to manage bacterial rice pathogens. **Microorganisms**. 9(4), 1-23. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040682>
- Nino-Liu, D. O., Ronald, P. C., & Bogdanove, A. J. (2006). *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. **Molecular Plant Pathology**. 7(5), 303-324. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2006.00344.x>
- Pusadee, T., Wongtamee, A., Rerkasem, B., Olsen, K. M., & Jamjod, S. (2019). Farmers drive genetic diversity of Thai purple rice (*Oryza sativa* L.) landraces. **Economic Botany**. 73(1), 76-85. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102029>
- Raymaekers, K., Ponet, L., Holtappels, D., Berckmans, B., & Cammue, B. P. A. (2020). Screening for novel biocontrol agents applicable in plant disease management – A review. **Biological Control**. 144, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104240>
- Senakun, C., Chunta, S., Somboonwattanakul, I., Yodsiri, S., Kurukodt, J., & Senakun, A. (2018). Diversity, utilization and cultural significance of purple rice in northeastern Thailand. **International Journal of Agricultural Technology**. 14(7), 1893-1904.
- Shen, N., Li, S., Li, S. Y., Zhang, H., & Jiang, M. (2022). The siderophore-producing bacterium, *Bacillus siamensis* Gxun-6, has an antifungal activity against *Fusarium oxysporum* and promotes the growth of banana. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**. 32(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00533-7>
- Simmons, J. S. (1926). A culture medium for differentiating organisms of typhoid-colon aerogenes groups and for isolation of certain fungi: with colored plate. **The Journal of Infectious Diseases**. 39(3), 209-214. <https://doi.org/10.1093/infdis/39.3.209>

- Sombunjitt, S., Sriwongchai, T., Kuleung, C., & Hongtrakul, V. (2017). Searching for and analysis of bacterial blight resistance genes from Thailand rice germplasm. **Agriculture and Natural Resources**. 51(5), 365-375. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.11.001>
- Song, Z., Liu, K., Lu, C., Yu, J., Ju, R., & Liu, X. (2011). Isolation and characterization of a potential biocontrol *Brevibacillus laterosporus*. **African Journal of Microbiology Research**. 5(18), 2675-2681. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.335>
- Syed Ab Rahman, S. F., Singh, E., Pieterse, C. M. J., & Schenk, P. M. (2018). Emerging microbial biocontrol strategies for plant pathogens. **Plant Science**. 267, 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.11.012>
- Talbot, N. J. (2003). On the trial of a cereal killer: exploring the biology of *Magnaprothe grisea*. **Annual Review of Microbiology**. 57, 177-202. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.57.030502.090957>
- Velho, A. C., Mondino, P., & Stadnik, M. J. (2018). Extracellular enzymes of *Colletotrichum fructicola* isolates associated to apple bitter rot and Glomerella leaf spot. **Mycology**. 9(2), 145-154. <https://doi.org/10.1080/21501203.2018.1464525>
- Xie, S., Zang H., Wu, H., Uddin Rajer, F., & Gao, X. (2018). Antibacterial effects of volatiles produced by *Bacillus* strain D13 against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. **Molecular Plant Pathology**. 19(1), 49-58. <https://doi.org/10.1111/mpp.12494>
- Xie, Z., Li, M., Wang, D., Wang, F., Shen, H., Sun, G., Feng, C., Wang X., Chen, D., & Sun X. (2021). Biocontrol efficacy of *Bacillus siamensis* LZ8 against brown spot disease of tobacco caused by *Alternaria alternata*. **Biological Control**. 154, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104508>
- Xu, B. H., Lu, Y. Q., Ye, Z. W., Zheng, Q. W., Wei, T., Lin, J. F., & Guo, L. Q. (2018a). Genomics-guided discovery and structure identification of cyclic lipopeptides from the *Bacillus siamensis* JFL15. **Plos One**. 13(8), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202893>
- Xu, B. H., Ye, Z. W., Zheng, Q. W., Wei, T., Lin, J. F., & Guo, L. Q. (2018b). Isolation and characterization of cyclic lipopeptides with broad-spectrum antimicrobial activity from *Bacillus siamensis* JFL15. **3 Biotech**. 8(444), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1443-4>

วันรับบทความ (Received date) : 18 พ.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 19 เม.ย. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 4 พ.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.006>

องค์ประกอบทางเคมี จลศาสตร์การผลิตแก๊สโดยวิธี *In vitro* และการสลายโดยกระเพาะรูเมน โดยวิธี *In Sacco* ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก

Chemical Composition, *In vitro* Gas Production and *In Sacco* Degradation of Oil Palm Tree Pith Silages

สุภิญญา ชูใจ^{1,2} ภูมิพงศ์ บุญแสน¹ อัญชลี คงประดิษฐ์¹ และสุริยะ สะวานนท์^{1*}

Supinya Chuchai^{1,2}, Phompong Bunsan¹, Anchalee Khongpradit¹, and Suriya Sawanon^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จลศาสตร์การผลิตแก๊ส และการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนด้วยวิธี *In sacco* ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักและกากต้นสับประรดหมัก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 6 ทรีตเมนต์ประกอบด้วย T1 = เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน T2 = เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก T3 = เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรีย 5% T4 = เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยกากน้ำตาล 3% T5 = เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรีย 5% ร่วมกับกากน้ำตาล 3% และ T6 = กากต้นสับประรดหมัก เก็บตัวอย่างอาหารหมักที่ระยะหมัก 21 วัน โดยศึกษาในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อเจาะกระเพาะ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของ (T1) มีวัตถุดิบแห้ง 42.40%DM ปริมาณโปรตีนรวม 1.48% ปริมาณผนังเซลล์ 50.71% และปริมาณลิกโนเซลลูโลส 30.35% T2-T5 มีปริมาณโปรตีนรวม 2.09, 12.78, 3.74 และ 14.53% ตามลำดับ ผนังเซลล์อยู่ในช่วง 48.15-52.07% และลิกโนเซลลูโลส อยู่ในช่วง 29.05-31.25%DM ขณะที่กากต้นสับประรดหมักมีปริมาณโปรตีน 4.60%DM ผนังเซลล์ 52.60%DM และลิกโนเซลลูโลส 18.4%DM จลศาสตร์การผลิตแก๊ส พบว่า (T6) มีปริมาณการผลิตแก๊สสูงสุดในขณะที่สูตรทดลอง T5 มีค่าการผลิตแก๊สสูงกว่าเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันสูตรทดลองอื่นๆ ค่าการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก พบว่า T5 มีอัตราการย่อยสลายสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักสูตรทดลองอื่น โดยอัตราการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักในกระเพาะรูเมนที่ยาวนานมากขึ้น ดังนั้นสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่าเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียและกากน้ำตาลจะช่วยทำให้การหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้ดีขึ้นและน่าจะนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

คำสำคัญ : จลศาสตร์การผลิตแก๊ส การสลายในกระเพาะรูเมน เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน กากสับประรดหมัก

Abstract

The objective of this research was to study the chemical composition, gas production kinetics and *in sacco* ruminal degradation of oil palm tree pith. The experiment design was conducted by complete randomized design (CRD). The treatments consisted of T1 = oil palm tree pith, T2 = oil palm tree pith silage, T3 = 5% urea + oil palm tree pith silage, T4 = 3% molasses + oil palm tree pith silage, T5 = 5% urea with 3% molasses + oil palm tree pith silage, and T6 = by-product of pineapple stem silage. Silage samples were collected at 21 days and their chemical composition, gas production techniques and the rate of degradation of dry matter were examined. The chemical compositions of oil palm tree pith (T1) comprise dry matter 42.4%, crude protein 1.48 %DM, neutral detergent fiber 50.71 %DM and acid detergent fiber 30.35 %DM. Oil palm tree pith silages, T2- T5, consisted of crude protein 2.09, 12.78, 3.74 and 14.53 %DM, respectively, NDF between

¹ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

² คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช 80240

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

² Faculty of Veterinary Science Rajamangala University of Technology Srivijaya Thungyai sub-district Thungyai district, Nakhon Si Thammarat province 80240

* corresponding author, E-mail: agrsusa@ku.ac.th

48.15-52.07 %DM and ADF between 29.05-31.25 %DM. By-product of pineapple stem silage (T6) produced the highest gas production. T5 had the highest gas production value compared to other oil palm tree pith. Rumen degradation values of T5 had the highest degradation rate when compared to other oil palm tree pith silages. The rate of rumen degradation increased with higher rumen fermentation time. Therefore, it can be concluded that the oil palm tree pith fermented with urea and molasses improves rumen fermentation and can be used as a roughage source for ruminants.

Key world: gas production, Rumen digestion, oil palm tree pith, by product of pineapple stem

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 6,102,852 ไร่ (Office of Agricultural Economics, 2021) และมีแนวโน้มขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความต้องการใช้น้ำมัน และพลังงานในประเทศที่สูงขึ้น การปลูกปาล์มน้ำมัน 1 ไร่ จะใช้ต้นกล้าปาล์ม 22 ถึง 25 ต้น อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตปาล์มน้ำมันประมาณ 25 ปี หลังจากนั้นแล้ว ต้นปาล์มน้ำมันไม่ได้สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร แต่กลับเป็นปัญหาในการเตรียมพื้นที่เพื่อปลูกปาล์มใหม่ทดแทน ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีใส่เข้าไปในลำต้น เพื่อให้ลำต้นปาล์มน้ำมันยืนต้นตายและเน่าเปื่อยอยู่ในสวน อย่างไรก็ตามเมื่อนำเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าองค์ประกอบของเซลลูโลสร้อยละ 47.5 ลิกนินร้อยละ 18.4 คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ร้อยละ 55.5 และเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันมีน้ำตาลละลายในเอทานอลเพิ่มขึ้นตามความสูงของลำต้น มีปริมาณแป้งสูงถึง 77 กรัม/กิโลกรัม ที่ระดับความสูง 2.26 เมตร (Choowang, 2012) อย่างไรก็ตามการนำเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องยังไม่มีการศึกษาวิจัยมาก่อน ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และการย่อยได้ของโภชนาในเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่นำไปหมักร่วมกับกากน้ำตาลและ/หรือยูเรีย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการนำเยื่อในลำต้นปาล์มไปเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในอนาคต

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลองและการเลี้ยงการจัดการ

ใช้โคเนื้อลูกผสมบราห์มันเพศผู้ตอนที่ได้รับการเจาะกระเพาะรูเมน น้ำหนักเฉลี่ย 500 กิโลกรัม จำนวน 2 ตัว โคถูกเลี้ยงภายในคอกขังเดี่ยวบนพื้นคอนกรีต (ขนาดคอก 2.5 x 5.0 ตารางเมตร) ที่มีระบบระบายอากาศตามธรรมชาติ ในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ทดลอง หน่วยทดลองสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในระหว่างการปรับตัวของสัตว์ทดลองใช้เวลา 7 วัน โดยให้โคได้รับหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารข้นในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยให้อาหาร 2 ครั้ง/วัน เวลา 07.30 น. และ 16.00 น. และมีน้ำสะอาดให้โคกินตลอดเวลาการเลี้ยงและการจัดการสัตว์ทดลองได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ACKU65-AGK-017)

อาหารทดลองและการเตรียมตัวอย่าง

ใช้ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 25 ปี โดยทำการตัดโคนนำเอาส่วนบนของลำต้นที่สูงจากพื้นดินประมาณ 3 เมตร เอาเปลือกหุ้มด้านนอกออกประมาณ 2 เซนติเมตร นำเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันบดให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตรไปตากให้แห้งแล้วนำมาหมัก 21 วัน แบ่งออกเป็น 6 สูตรทดลองที่แตกต่างกัน คือ สูตรทดลองที่ 1 (T1) : เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันไม่หมัก สูตรทดลองที่ 2 (T2) : เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก (เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันแห้ง 1,000 กรัม/น้ำเปล่า 2,300 ml.) สูตรทดลองที่ 3 (T3) : เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียที่ระดับ 5% (อัตราส่วน เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันแห้ง 1,000 กรัม : ยูเรีย 50 กรัม : น้ำเปล่า 2,300 ml.) สูตรทดลองที่ 4 (T4) : เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยกากน้ำตาลที่ระดับ 3% (อัตราส่วน เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันแห้ง 1,000 กรัม :

กากน้ำตาล 30 ml. : น้ำเปล่า 2,300 ml.) สูตรทดลองที่ 5 (T5) : เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียที่ระดับ 5% ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 3% (อัตราส่วน เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันแห้ง 1,000 กรัม : ยูเรีย 50 กรัม : กากน้ำตาล 30 ml. : น้ำเปล่า 2,300 ml.) และสูตรทดลองที่ 6 (T6) : ใช้กากลำต้นสำประรดที่ได้จากโรงงานสกัดไบโอบีเลน ทำการหมักนาน 21 วัน หลังจากนั้นตัวอย่างทั้งหมดนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง บดผ่านตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตรเก็บไว้ที่ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำการศึกษาต่อไป

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

ทำการศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีการของ (AOAC, 1995) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) เยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van Soest et. al. (1991)

การศึกษาจุลศาสตร์การผลิตแก๊สโดยวิธี *In vitro*

ทำการศึกษาในหลอดทดลองตามวิธีการของ (Menke et al., 1979) โดยการชั่งตัวอย่าง 0.4 กรัม บรรจุลงในขวดวัดขึ้นขนาด 50 มิลลิลิตร ตัวอย่างละ 8 ขวด จากนั้นเตรียมของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) โคพินธุ์บราห์มัน จำนวน 2 ตัว โดยกรองผ่านผ้าฝ้ายและผสมกับสารละลายผสมของน้ำลายเทียม ในอัตราส่วน 1:1 ใส่ในขวดวัดขึ้นที่บรรจุตัวอย่างเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และนำเข้าบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวัดปริมาณการผลิตแก๊ส โดยใน 12 ชั่วโมงแรกของการบ่ม บันทึกผลผลิตแก๊สทุกๆ 1 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกผลทุกๆ 3 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 24 หลังจากนั้นทำการบันทึกผลทุกๆ 6 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 72 และทำการบันทึกผลครั้งสุดท้ายที่ชั่วโมงที่ 96 นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve เพื่ออธิบายจุลศาสตร์ของการผลิตแก๊ส ตามแบบจำลองสมการของ Ørskov and McDonald (1979) ดังนี้

$$y = a + b [(1 - \text{Exp}^{-ct})]$$

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t

a = จุดตัดแกน y

b = ค่าปริมาตรแก๊ส ณ จุดที่เส้นกราฟราบเรียบ

c = อัตราการเกิดแก๊ส

Exp = exponential

หลังจากนั้นนำค่า a และ b ที่ได้จากสมการนี้ไปประเมินค่าศักยภาพในการผลิต แก๊ส (d) จากสมการ $d = |a| + b$ ซึ่งค่า a เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ ยังจำเป็นต้องใช้ค่า $|a|$ เพื่อบ่งบอกว่าวัตถุดิบตัวใดมีส่วนที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (Menke and Steingass, 1988) ค่า b เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหารหากวัตถุดิบมีค่า b สูง แสดงว่ามีส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายได้สูง เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับการย่อยสลายได้ของวัตถุดิบ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร Menke et al.(1979); Menke and Steingass (1988) ค่า c หมายถึงอัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง

การศึกษาการสลายในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *In sacco*

ทำการศึกษการสลายในกระเพาะรูเมนโดยวิธี *In sacco* ตามวิธีการของ Cherney et al. (1990) ทำการชั่งเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่ผ่านการหมัก 21 วัน และบดผ่านตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร ปริมาณ 5 กรัม ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (2 ถัง ต่อหนึ่งช่วงเวลา) ใส่ในถุงไนลอน (dagon polyester bag) ขนาดถุง 7x14 ซม. ขนาด 50 ไมครอน แห้งในกระเพาะรูเมนของโคทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ครั้งละ 2 ซ้ำ นำถุงตัวอย่างที่ผ่านการแช่ในกระเพาะรูเมนในแต่ละช่วงเวลานำมาล้างที่กอกน้ำที่ไหลผ่าน นำถุงไนลอนที่ล้างสะอาดแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ นำค่าที่ได้เข้าสมการ $P = a + b(1 - e^{-ct})$

โดยที่

P = ปริมาณที่ถูกย่อยสลาย เมื่อเวลา t , a = ส่วนที่สลายได้อย่างรวดเร็ว หรืออัตราค่าชะล้างโดยน้ำ,

b = ส่วนที่ไม่ละลาย แต่สามารถย่อยได้,

C = ค่าคงที่ของอัตราการย่อยสลาย t = ช่วงเวลาที่แช่ในกระเพาะรูเมน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลองค์ประกอบทางเคมี จลศาสตร์การผลิตแก๊ส และการสลายในกระเพาะรูเมน ที่ใช้เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก แต่ละสูตรทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรม R version 4.1

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน

ค่า pH ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก 21 วัน ดังแสดงใน Table 1 พบว่าสูตรทดลองที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 5.10 และ 5.11 เพราะมียูเรียเป็นส่วนประกอบในการหมัก โดยยูเรียมีฤทธิ์เป็นด่างทำให้ค่า pH สูงขึ้นกว่าสูตรทดลองที่ 2 และ 4 สอดคล้องกับ Pongchompu et al. (2018) ที่การใช้ยูเรียเป็นส่วนผสมในการหมักเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันเมื่อเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ให้ผลผลิตเป็นแอมโมเนีย และแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างจึงทำให้ pH จึงสูงกว่ากลุ่มที่หมักด้วยน้ำเปล่าและกากน้ำตาล

องค์ประกอบทางเคมีของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน สูตรทดลอง T1 และเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักสูตรทดลอง T2-T5 และกากสับประดหมัก (T6) ดังแสดงใน Table 1 พบว่า ค่าวัตถุแห้งเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก และกากสับประดหมัก เพราะเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันในขั้นตอนกระบวนการเตรียมการหมักมีการเติมน้ำเปล่าจึงทำให้มีค่าวัตถุแห้งต่ำ โปรตีนรวมของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่ผ่านการหมักมีค่าโปรตีน 1.48 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณโปรตีนมีค่าใกล้เคียงกับเยื่อในลำต้นสาकुและฟางข้าวแต่มีค่าน้อยกว่ากากสับประดหมัก จากการรายงานของ Bunseelarp (2012) พบว่าเยื่อในลำต้นสาकुมีโปรตีนรวม 1.36 เปอร์เซ็นต์ และ Bourapa & Kullama (2018) รายงานว่าฟางข้าวมีโปรตีนรวม 1.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อศึกษาผนังเซลล์ (%NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (%ADF) ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน (T1) มีค่าเท่ากับ 50.71 และ 30.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Bunseelarp (2012) รายงานเยื่อในลำต้นสาकुมีผนังเซลล์ 80 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส 56.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดย Kraiprom et al. (2017) และ Laorodphan et al. (2019) รายงานว่าฟางข้าวมีผนังเซลล์ 73.43, 67.59 และ 66.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักมีโปรตีนต่ำ แต่เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่ผ่านการหมักมีค่าโปรตีนสูงขึ้น ซึ่งเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันที่หมักด้วยยูเรียและกากน้ำตาล (T5) มีค่าสูงสุดเนื่องจากมียูเรียเป็นส่วนผสม จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้น และไนโตรเจนส่วนหนึ่งถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ในการสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของเซลล์ส่งผลให้ค่าโปรตีนขยายเพิ่มสูงขึ้น (Pongchompu et al., 2018) ในส่วนของค่าผนังเซลล์ (NDF) และค่าลิกโนเซลลูโลส (ADF) มีค่าลดลงเมื่อผ่านการหมัก ทั้งนี้เนื่องมาจากการแตกตัวของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างมีผลทำให้เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันอ่อนนุ่มจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่ายรวมถึงผลที่ได้จากการลดเนื่องจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ที่ทำให้เยื่อสามารถย่อยสลายได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Pongchompu et al. (2018) ได้ทำการศึกษาลักษณะของการหมักฟางข้าวด้วยยูเรียร่วมกับฝักจามจุรีบดหมักต่อการเพิ่มคุณภาพของฟางข้าวและลดระดับอัลฟาที่ออกซิน พบว่า ฟางหมักด้วยยูเรียและฝักจามจุรีบด มีปริมาณผนังเซลล์ (NDF) และค่าลิกโนเซลลูโลส (ADF) ลดลงตามวันหมักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาในกลุ่มของฝักจามจุรีบดหมักพบว่ามีความต่ำกว่าฟางที่หมักด้วยยูเรียและฝักจามจุรีหมักที่ระยะเวลา 0, 3 และ 5 วัน ($P > 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับฟางที่หมักด้วยยูเรียและฝักจามจุรีหมักที่ระยะเวลา 7 วัน ($P > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของการแตกตัวของยูเรียได้เป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างมีผลทำให้เยื่อของฝักจามจุรีมีความอ่อนนุ่มจุลินทรีย์สามารถเข้าย่อยสลายได้ง่ายรวมถึงผล เนื่องจากรดที่ได้จากการหมักของจุลินทรีย์ที่ทำให้เยื่อสามารถถูกย่อยสลายมากขึ้น

Table 1 pH and Chemical composition of oil palm tree pith fermentation 21 days and pineapple silage 21 days.

Item	Treatments					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	-	4.61	5.10	4.00	5.11	3.40
Chemical composition						
Dry mater (%)	42.40	19.28	20.52	21.32	19.25	28.30
Crude protein (%DM)	1.48	2.09	12.78	3.74	14.53	4.60
Neutral detergent fiber (%DM)	50.71	49.17	49.07	49.15	48.12	52.60
Acid detergent fiber (%DM)	30.35	30.25	31.25	29.85	29.05	18.40

T1 = Oil palm tree pith, T2 = Oil palm tree pith silages, T3=Oil palm tree pith +urea 5% silages

T4 = oil palm tree pith+ Molasses 3% silage, T5=Oil palm tree pith + urea 5% +Molasses 3% silage and T6 = by product of pineapple stem.

Table 2 แสดงค่าจุลศาสตร์การผลิตแก๊สของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน (T1) เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก (T2-T5) และกากต้นสับประรดหมัก (T6) พบว่ากากต้นสับประรดหมักมีค่าการผลิตแก๊สที่ระยะเวลาการหมัก 12-96 ชั่วโมงสูงกว่าสูตรทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน (T1) และเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก (T2-T5) ที่ระยะการหมัก 48-96 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) โดยเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก (T5) ผลิตแก๊สเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น เป็นเพราะเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักยังมีสารอาหารที่จุลินทรีย์ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้จึงทำให้ค่าแก๊สเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก ส่วนค่า a (ส่วนที่ละลายได้ทันที) พบว่ากากต้นสับประรดหมักมีค่าสูงที่สุด ($P < 0.05$) แต่เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น ค่า b เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร หากวัตถุดิบมีค่า b สูง แสดงว่ามีส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายได้สูง เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับการย่อยสลายได้ของวัตถุดิบ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (Menke et al., 1979; Menke and Steingass, 1988) กากต้นสับประรดมีค่า b แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น แต่มีค่า a+b (ขอบเขตที่มีศักยภาพของการผลิตแก๊ส) และค่า C (อัตราการเกิดแก๊ส) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rattanagason (2010) ที่ได้ทำการประเมินการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคผลิตแก๊ส โดยใช้ระดับกากน้ำตาลที่ต่างกัน 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้สูงที่สุด จุลศาสตร์การผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของศักยภาพในการย่อยสลายและศักยภาพในการผลิตแก๊สสูงที่สุด สอดคล้องกับ Sallam et al (2007) ผนังเซลล์มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ตลอดระยะเวลาของการบ่มและผนังเซลล์อาจจะลบกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่อการย่อยของอาหาร and T6 = by product of pineapple stem

Table 2 Gas productions and kinetic gas productions of oil palm tree pith with various additives and pineapple stream starch.

Incubation	Treatments						SEM	P-value
hour	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
12 hr.	18.38 ^b	24.34 ^b	22.90 ^b	18.79 ^b	24.63 ^b	143.63 ^a	9.51	**
24 hr.	53.70 ^c	61.34 ^{bc}	64.90 ^{bc}	54.69 ^c	69.33 ^b	189.92 ^a	10.38	**
36 hr.	41.47 ^c	49.95 ^{bc}	53.30 ^{bc}	43.43 ^{bc}	55.79 ^b	181.08 ^a	10.15	**
48 hr.	60.59 ^b	66.64 ^b	72.50 ^b	62.53 ^b	76.22 ^b	202.43 ^a	10.61	*
72 hr.	60.09 ^b	73.00 ^b	79.25 ^b	70.64 ^b	83.12 ^b	210.96 ^a	10.71	*
96 hr.	71.92 ^b	76.31 ^b	82.69 ^b	75.03 ^b	86.91 ^b	213.41 ^a	10.61	**
kinetics								
a	-18.39 ^b	-20.40 ^b	-31.15 ^b	-17.95 ^b	-31.37 ^b	83.77 ^a	8.76	*
b	90.98 ^b	96.17 ^{ab}	113.36 ^{ab}	93.78 ^b	117.61 ^{ab}	129.88 ^a	4.12	**
a+b	72.58 ^b	75.77 ^b	82.21 ^b	75.83 ^b	86.23 ^b	213.65 ^a	4.12	**
c	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.001	NS

^{ab} Means within the same row with difference superscripts differ ** P<0.01 and * P<0.05

T1 = Oil palm tree pith, T2 = Oil palm tree pith silages, T3=Oil palm tree pith +urea 5% silages

T4 = oil palm tree pith+ Molasses 3% silage, T5=Oil palm tree pith + urea 5% +Molasses 3% silage.

Table 3 การสลายของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมัน (T1) และเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก (T2-T5) ในกระเพาะรูเมนที่บ่มนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าส่วนที่สลายได้ทันที (a) ส่วนที่ไม่ละลายและย่อยได้โดยจุลินทรีย์ (b) และค่าศักยภาพการย่อยสลาย (a+b) ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมัก สูตรทดลองที่ T5 มีค่าสูงที่สุด 16.76, 23.95 และ 40.71 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และอัตราการย่อยสลาย (c) ของกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องสอดคล้อง Yammuen-art et al. (2012) รายงานว่าการเสริมกากน้ำตาลในพืชหมักในระดับสูงขึ้นทำให้การผลิตกรดเร็วขึ้น ค่า pH จึงลดลงมีผลทำให้จุลินทรีย์ย่อยเยื่อไยลดลง ไม่สามารถนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ได้ทัน โดยการเติมยูเรียที่ระดับ 3% การเสริมกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าเยื่อไยลดลง แสดงว่ายูเรียเพิ่มขึ้นจะมีการแตกตัวเป็นแอมโมเนีย ซึ่งทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น จึงทำให้จุลินทรีย์ย่อยเยื่อไยได้ดีขึ้น เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจึงมีปริมาณเยื่อไยลดลง นั้นแสดงให้เห็นว่าเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียที่ระดับ 5% ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 3% (T5) เป็นสูตรทดลองที่มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Table 3 *In sacco* dry matter degradability and kinetics of oil palm tree pith silages.

Incubation		Treatments					P-value
hour	T1	T2	T3	T4	T5	SEM	
24	21.63	18.29	22.07	22.97	20.33	2.38	NS
48	22.57	18.95	27.28	24.99	23.99	1.78	NS
72	25.82	27.02	23.28	25.19	29.67	2.58	NS
Kinetics 21 days							
a	10.12 ^a	12.82 ^{ab}	16.54 ^a	14.44 ^{ab}	16.76 ^a	0.88	**
b	18.62 ^{ab}	8.28 ^{bc}	6.10 ^c	13.21 ^{bc}	23.95 ^a	2.27	**
a+b	28.74 ^b	21.11 ^b	22.65 ^b	27.65 ^b	40.71 ^a	2.39	**
c	0.05	0.03	0.06	0.03	0.01	0.01	NS

^{abc} Means within the same row with difference superscripts differ ** P<0.01, *P<0.05 and NS = non-significant.

T1 = Oil palm tree pith, T2 = Oil palm tree pith silages, T3=Oil palm tree pith silages + urea 5%

T4 = oil palm tree pith silage + Molasses 3%, T5=Oil palm tree pith silage + urea 5% +Molasses 3%.

สรุปผลการศึกษา

เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันมีปริมาณโปรตีนต่ำ เมื่อผ่านการหมักโดยการเติมยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนา เช่น ปริมาณโปรตีน และลดค่าเยื่อใยลง นอกจากนี้ยังส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตแก๊สและการย่อยสลายของวัตถุดิบในสูตรทดลองที่ใช้เยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ที่มีแนวโน้มดีกว่าเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันหมักสูตรทดลองอื่น ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าการใช้ยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ หมักเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของเยื่อในลำต้นปาล์มน้ำมันได้

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (1995). **Official Methods of Analysis**, 16th ed. Animal Feeds. Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Bourapa, R. & Kullama, P. (2018). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on nutritive values and fermentation characteristics of rice straw. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 46(5), 947-954. (in Thai).
- Bunseelarp, W. (2012). **Effects of Different Levels of Soybean Meal Supplementation with Sago Palm Pith on Nutrient Utilization and Rumen Ecology of Thai Indigenous Cattle**. Master's thesis. Songkhla Nakarin University. (in Thai).
- Choowang, R. (2012). Utilization Role of Oil Palm Trunk. *Science and Technology Journal Mahasarakham University*. 31(4), 456-462. (in Thai).
- Cherney, D. J. R., Patterson, J. A. & Lemenager, R. P. (1990). Influence of in situ bag rinsing technique on determination of dry matter disappearance. *Journal Dairy Science*. 73(2), 391-397.
- Kraiprom, T., Hama, M. & Srijarun, T. (2017). The Survey on Situation and Nutritive Value of Forage for Raising Buffalo in Pattani Farmer Province. *Princess of Naradhiwas University Journal*. 9(2), 104-112. (in Thai).
- Laorodphan, N., Hantai, P., Chueaphudi, C. & Incharoen, T. (2019). Improve the Quality of Corn Husk on Chemical Composition and *In Vitro* Digestibility. *Naresuan Agriculture Journal*. 16(2), 63-69. (in Thai).
- Menke, K. H., Raab, L. & Steingass, H. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*. 93(1), 217-222.

- Menke, K. H. & Steingass, H. (1988). Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. **Journal Animal Research Development**. 28, 7-55.
- Office of Agricultural Economics. (2021). **Area of oil palm tree**. Retrieved from: <https://www.oae.go.th/view>.
- Ørskov, E. R. & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal. Agricultural. Science**. 92, 499-503.
- Poungchompu, O., Mansatith, J., Unsumrong, M., Sririmoh, S., Kaowthong, C. & Panprasert, P. (2018). Effect of Urea Treated Rice Straw in Combination with Fermented Ground Samanea Saman Pods on Quality of Rice Straw and a Reduction of Aflatoxin B1 (AFB1) Level Using In vitro Gas Production Technique. **RMUTI Journal Science and Technology**. 12(1), 97-120. (in Thai).
- Rattanaoson, N. (2010). **Utilization of Oil Palm Frond Silage Mixed with Molasses as Roughage Source for Goats**. Master's thesis. Songkla Nakarin University. (in Thai).
- Yammuen-art, S., Peangtina, N., Sanyong, P., Chuptong, N., Arjin, N. & Laorodpun, N. (2012). Effect of urea and molasses supplementation on field corn cob haylage quality and ruminal degradation characteristic in Thai northern native cattle. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 2(Suppl.40), 187-192. (in Thai).
- Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. (1980). **Principle and Procedures of Statistics : A Biometric Approach**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc.
- Sallam, S. M. A., Nasser, M. E. A., El-Waziry, A. M., Bueno, I. C. S. & Abdalla, A. L. (2007). Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs. **Journal of Applied Sciences Research**. 3(1), 34-41.
- Van Soest, P. J., Robertson J. B. & Lewis B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch bp polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. 74(10), 3583-3597.

วันรับบทความ (Received date) : 22 มิ.ย. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 27 เม.ย. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 3 พ.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.007>

ศักยภาพและแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น

ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา

The Potentials and Guidelines for the Development of Agricultural Tourism Attraction in Khlong Khwaeng Klan Community, Bang Toei Subdistrict, Mueang District, Chachoengsao Province

อภิญา แสงสงวน^{1*} ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์¹ และสมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช¹

Apinya Saengsanguan^{1*}, Duangkamol Panrostip Thunmatiwat¹, and Somsak Kuhasawonvetch¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทชุมชน ศักยภาพ และแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น โดยใช้การวิจัยแบบมีส่วนร่วมของคนในชุมชน มีผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้นำชุมชน ผู้ดูแลจุดท่องเที่ยว ผู้แทนประชาชนในชุมชนคลองแขวงกลั่น และผู้แทนพัฒนาชุมชน อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การจัดเวทีชุมชน การสนทนากลุ่ม การทำ Swot Analysis และ Tows Metrix ผลการวิจัยพบว่า ชุมชนคลองแขวงกลั่นมีศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่มีความเป็นธรรมชาติ และวิถีชีวิตที่ชัดเจน สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ มีกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถได้มาสัมผัสจริงผ่านประสบการณ์โดยการลงมือปฏิบัติพร้อมทั้งมีการให้ความรู้ควบคู่ไปด้วย การเดินทางสะดวกเนื่องจากอยู่ใกล้เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีที่พักรองรับนักท่องเที่ยว มีศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารในการแนะนำนักท่องเที่ยว และดูแลรักษาความปลอดภัยเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว ประชาชนในพื้นที่ที่มีความตื่นตัว มีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชน สำหรับกลยุทธ์ที่ชุมชนนำมาเป็นแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรในช่วงเริ่มต้น กลยุทธ์เชิงรุก ได้แก่ จัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น กลยุทธ์เชิงแก้ไข ออกไปศึกษาดูงานแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ประสบความสำเร็จ เพื่อนำความรู้มาปรับใช้ กลยุทธ์เชิงป้องกัน พัฒนาแบรนด์ท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น และกลยุทธ์ที่ดำเนินการควบคู่คือกลยุทธ์เชิงรับ ร่วมมือกับหน่วยงานในพื้นที่ส่งเสริมการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข้อมูลที่น่าสนใจของแหล่งท่องเที่ยวในชุมชนสู่สายตานักท่องเที่ยวได้อย่างมีคุณภาพ

คำสำคัญ: การท่องเที่ยวเชิงเกษตร แนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ศักยภาพชุมชน ชุมชนเข้มแข็ง กลยุทธ์การพัฒนา

Abstract

The purpose of this study was to investigate the context, potential, and possibilities for the development of Agro-tourism in Klong Kwaeng Klan community, Chachoengsao province. A participatory research approach involved community leaders, tourist attraction caretakers, and community representatives as participants. The data was collected through the community platform, focus group discussions, and strategic management techniques such as Swot and Tows analyses. The results revealed that the Klong Kwaeng Klan community has a potential for Agro-tourism because of its natural beauty, distinctive communal lifestyle, varieties of practical activities in which the tourist can participate and gain knowledge whilst enjoying the nature. It is also convenient for traveling because the place is very close to Bangkok and its perimeter. Security and the enthusiasm of the community's people are the strengths that attract tourists. The community applied the following strategies as

¹ ภาควิชานวัตกรรมพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Communication Innovation and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

* Corresponding author: Email: 62604039@kmitl.ac.th

guidance for the early stages of agro-tourism development. The strategies include SO strategy by developing tourism routes connecting with other locations, WO strategy by learning from successful agricultural tourism and applying the knowledge for the community, and ST strategy by developing and making its own brands to be more widely recognized, in tandem with WT strategy. In addition, collaboration with local agencies to boost public relations in spreading interesting information about community attractions to tourists is also promoted.

Keywords: agro-Tourism, development guidelines for agrotourism, potential of community, strength community, strategy development

คำนำ

การท่องเที่ยวมีบทบาทสำคัญในการช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ และมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ปีพ.ศ. 2560 – 2564 ได้ให้ความสำคัญกับการวางรากฐานและแก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศ เพื่อการสร้างรายได้และการกระจายรายได้สู่ชุมชน (National Tourism Policy Committee [NTPC], 2017) กระแสการท่องเที่ยวในปัจจุบันได้มีรูปแบบ และแนวคิดปรับเปลี่ยนไปจากเดิม นักท่องเที่ยวเริ่มหันมาสนใจการท่องเที่ยวในแหล่งธรรมชาติ เรียนรู้วิถีชีวิตของชุมชน โดยสามารถนำความรู้กลับไปประยุกต์ใช้หรือประกอบอาชีพได้ ทำให้การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเข้ามามีบทบาทสำคัญในการท่องเที่ยว ซึ่งจะช่วยให้นักท่องเที่ยวได้มีโอกาสเรียนรู้วิถีชีวิตของเกษตรกร และเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้มีโอกาสสัมผัสประสบการณ์แปลกใหม่ การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการท่องเที่ยวให้ยั่งยืน และดึงดูดใจนักท่องเที่ยวได้ แต่ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ชุมชนยังขาดการมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการ ทั้งด้านการมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหา การตัดสินใจ การดำเนินกิจกรรม การร่วมรับผลประโยชน์ และการประเมินผล หากการท่องเที่ยวเชิงเกษตรสามารถเชื่อมโยงแต่ละหน่วยงานเข้าด้วยกันได้ จะช่วยทำให้การจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีศักยภาพ สร้างความพึงพอใจให้นักท่องเที่ยวเกิดการมาเที่ยวซ้ำ และสร้างรายได้เพิ่มขึ้นอย่างยั่งยืนในอนาคต (Khernkhan, 2018) ซึ่งการพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวไม่ได้เป็นเพียงการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเท่านั้น แต่เป็นการพัฒนาโดยคำนึงถึงโอกาสและอุปสรรคในด้านต่าง ๆ ของการจัดการการท่องเที่ยว สอดคล้องกับ Pradit & Pampasit (2014) กล่าวว่า การพัฒนาศักยภาพและโอกาสทางการจัดการ และส่งเสริมการท่องเที่ยวต้องอาศัยการสนับสนุนและการร่วมมือจากทุกฝ่าย ทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และท้องถิ่นในการเพิ่มศักยภาพและมาตรฐานในการให้บริการในด้านต่าง ๆ ของการท่องเที่ยว

จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นจังหวัดที่มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยว มีทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีความโดดเด่น เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยว ผู้เดินทางมาท่องเที่ยวส่วนใหญ่ เป็นนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเย็นกลับ เนื่องจากตั้งอยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานคร ชุมชนคลองแขวงกลั่น ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นหมู่บ้านเกษตรกรรม ทำการเกษตรแบบผสมผสาน และเป็นสถานที่สำหรับศึกษาดูงานตามรอยศาสตร์พระราชาในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียง ชุมชนอยู่ใกล้กับสถานีรถไฟบ้านคลองแขวงกลั่น จึงทำให้การเดินทางไปมาสะดวก แต่เนื่องจากขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงขาดองค์ความรู้ในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชน จึงทำให้ไม่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวในชุมชนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวไม่สามารถแสดงออกมาสู่สายตานักท่องเที่ยวได้เท่าที่ควร อย่างไรก็ตามการจะผลักดันให้บุคคลภายนอกได้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชน ต้องเริ่มจากคนในชุมชนมองเห็นถึงศักยภาพชุมชนของตนเอง เพราะคนในชุมชนจะเป็นพลังผลักดัน และเสริมสร้างความเข้มแข็งในการจัดการท่องเที่ยว ดังนั้นการศึกษาศักยภาพของชุมชน ใน 7 ด้าน ตามที่ Choibamroong (2012) กล่าวไว้ คือ 1) ด้านความดึงดูดของแหล่งท่องเที่ยว 2) ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว 3) ด้านที่พัก 4) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก 5) ด้านความหลากหลายของกิจกรรม 6) ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 7) ด้านประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว จึงเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในชุมชน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปสู่กระบวนการวางแผนหรือแนวทางในการพัฒนาการท่องเที่ยวของแต่ละชุมชน

ชุมชนคลองแขวงกลั่นเป็นชุมชน อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานครที่มีความเป็นธรรมชาติ สะท้อนความเป็นชุมชนเกษตรกรรมร่วมสมัย บนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่ผู้นำและคนในชุมชนมีความต้องการที่จะพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เป็นแหล่งเรียนรู้ และสถานที่พักผ่อนของนักท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และนำมาซึ่งรายได้ของชุมชน ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของชุมชนในการเป็นแหล่งท่องเที่ยว และใช้กระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วมในการหาแนวทางในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้สอดคล้องกับบริบทชุมชน และสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามายังชุมชน อันจะนำไปสู่การสร้างเศรษฐกิจชุมชน และกระจายรายได้ให้กับชุมชนจากการท่องเที่ยว อย่างยั่งยืนและเป็นรูปธรรมต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวิจัยแบบมีส่วนร่วม เพื่อศึกษาบริบทชุมชน ศักยภาพ และแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการวิจัย

เตรียมด้านเนื้อหาวิชาการจากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ทบทวนตำรา ศึกษาปัญหาและสำรวจพื้นที่เบื้องต้นของชุมชนคลองแขวงกลั่น ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ออกแบบวิธีการและเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล โดยใช้กิจกรรมเพื่อสร้างการมีส่วนร่วมกับผู้นำชุมชน ผู้ดูแลจุดท่องเที่ยว ผู้แทนประชาชนในชุมชนคลองแขวงกลั่น และผู้แทนพัฒนาชุมชน อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. การชี้แจงโครงการวิจัย โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อทำความเข้าใจในเรื่องการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น เป้าหมายของงานวิจัย และประโยชน์จากงานวิจัย
2. วางแผนงานกำหนดเป้าหมาย กำหนดประเด็นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนัดหมายการลงพื้นที่
3. การดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการใน 3 กิจกรรมย่อย
 - 1) จัดประชุมสนทนากลุ่มกับผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ผู้นำชุมชน ผู้ดูแลจุดท่องเที่ยวที่ดำเนินการอยู่ในชุมชน ตัวแทนพัฒนาชุมชนอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา และตัวแทนประชาชนในชุมชนคลองแขวงกลั่น จำนวน 15 คน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้รับทราบถึงบริบทชุมชน สถานการณ์การท่องเที่ยว กิจกรรมการท่องเที่ยวที่มีอยู่ในชุมชน และความต้องการในการพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร
 - 2) กิจกรรมการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ในการค้นหาศักยภาพ 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความดึงดูดของแหล่งท่องเที่ยว 2) ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว 3) ด้านที่พัก 4) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก 5) ด้านความหลากหลายของกิจกรรม 6) ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 7) ด้านประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว
 - 3) กิจกรรมการจัดเวทีชุมชน เพื่อคืนข้อมูล ระดมความคิดเห็น และ วิเคราะห์สภาพแวดล้อม SWOT Analysis (จุดแข็ง จุดอ่อน อุปสรรค โอกาส) ของชุมชนในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร
- 4) ผู้วิจัยนำข้อมูลบริบทชุมชน การค้นหาศักยภาพ และจากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม SWOT Analysis มาวิเคราะห์หาข้อสรุป และจัดทำการวิเคราะห์เมทริกซ์ (TOWS Matrix) เพื่อหากลยุทธ์ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชน
- 5) จัดกิจกรรมนำเสนอกลยุทธ์กับเวทีชุมชน เพื่อถกเถียงหาแนวทางพัฒนาที่สามารถดำเนินการได้ด้วยตัวชุมชนเอง ด้วยการลงคะแนน เลือกลยุทธ์มาเป็นแนวทางในการพัฒนาการท่องเที่ยวในระยะเริ่มต้น (Figure 1)



Figure 1 SWOT Analysis of tourism development.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. บริบทของชุมชนคลองแขวงกลั่น

ชุมชนคลองแขวงกลั่น ตั้งอยู่หมู่ที่ 7 ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถเดินทางได้ทางถนนรถยนต์ ออกเส้นทางถนนเกษมราษฎร์ เส้นบ้านใหญ่ – คลองสวน (ออกแยกเส้นฉะเชิงเทรา – บางปะกง) ออกทางทิศเหนือเข้าเส้น สุวินทวงศ์ (ฉะเชิงเทรา - มินบุรี) และเส้นทางรถไฟสายตะวันออก ลงยังสถานีรถไฟบ้านคลองแขวงกลั่น เดินทางไปมาสะดวก สภาพเศรษฐกิจของชุมชนคลองแขวงกลั่นมีลักษณะเป็นชุมชนที่มีรูปแบบการดำรงชีพ มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำนา ทำสวน เลี้ยงกุ้ง เลี้ยงปลา รับจ้าง และทำโรงงานอุตสาหกรรม

สถานการณ์การท่องเที่ยว ชุมชนคลองแขวงกลั่นเป็นสถานที่ศึกษาตามศาสตร์พระราชา และเป็นส่วนหนึ่งของ เส้นทางศึกษาริชาตท่องเที่ยวของจังหวัดฉะเชิงเทรา จากการสัมภาษณ์ปราชญ์ชุมชน ได้กล่าวว่า “ชุมชนคลองแขวงกลั่นเป็นสถานที่ สำหรับศึกษาตามศาสตร์พระราชา เกี่ยวกับเรื่องของหมู่บ้านเศรษฐกิจพอเพียง ในแต่ละเดือนจะมีกลุ่มต่าง ๆ เข้ามาศึกษา ดูงานในชุมชนคลองแขวงกลั่น 5-10 ครั้งต่อเดือน” (Kasemsuk, Interview, 14 June 2022)

อย่างไรก็ตาม จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ทำให้การจัดการท่องเที่ยวหยุดชะงัก ซึ่งการเข้ามาพัฒนา และส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่จึงขาดความต่อเนื่องไม่ยั่งยืน เนื่องจากขาดการประชาสัมพันธ์ และขาดการมีส่วนร่วมของชุมชน ซึ่ง สาเหตุสำคัญการจัดการท่องเที่ยวของชุมชนที่ผ่านมาอยู่ในลักษณะชาวบ้านในชุมชนเป็นเพียงผู้ร่วมกิจกรรมเท่านั้น จากการ สัมภาษณ์ผู้ใหญ่บ้าน กล่าวว่า “ในระหว่างสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ผมกับชาวบ้านได้ร่วมกันพัฒนาการ ท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชน และร่วมมือกันสร้างอาชีพในชุมชน เพื่อเพิ่มโอกาสสร้างรายได้ให้ทุกครัวเรือน เพิ่มแหล่งที่พักผ่อน หย่อนใจให้กับนักท่องเที่ยว เน้นสิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ มีการทำสะพานทางเดินรอบบ่อเลี้ยงปลาเพื่อให้นักท่องเที่ยวมาถ่ายรูป เช็กอิน ก่อตั้งศูนย์รวมสินค้าชุมชน เพื่อจำหน่ายสินค้าจากชุมชน ทำให้ชาวบ้านมีสถานที่ในการนำสินค้าจากผลผลิตทางการเกษตร มาขาย และชาวบ้านมีแนวทางประกอบอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย และเพิ่มขีดความสามารถทางการเกษตรสร้างรายได้ให้แก่ ชาวบ้าน” (Rattanakunchorn, Interview, 14 June 2022)

กิจกรรมการท่องเที่ยวในชุมชนจากการสนทนาในเวทีพบว่า ชุมชนมีหลายกิจกรรม ได้แก่ ฐานการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ พอเพียง ฐานจ๊อบลา ฐานการเรียนรู้ฟาร์มต้นแบบและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ฐานการเรียนรู้การทำขนมไทย ที่เปิดโอกาสให้ นักท่องเที่ยวเข้าไปเยี่ยมชมและศึกษาดูงาน ซึ่งแต่ละฐานอยู่ไม่ไกลกันมากนัก (Figure 2)

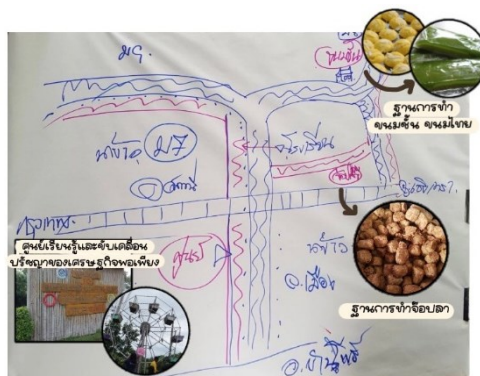


Figure 2 Map of community tourism activities in the past.

ซึ่งในการดำเนินการปัจจุบันหัวหน้าฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ นอกจากการเป็นผู้ดำเนินการบรรยาย สาธิต ภายในฐานการเรียนรู้ของตนเองแล้ว ยังได้รับเชิญไปเป็นวิทยากรให้ความรู้นอกสถานที่อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถและศักยภาพของผู้นำชุมชนและหัวหน้าฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังที่ Kasemsuk (Interview, 14 June 2022) ได้กล่าวไว้ว่า “พวกหัวหน้าฐานตอนนี้ก็ได้รับเชิญไปสอนแก่ผู้สนใจในการทำเกษตรตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง หรือ ผู้สนใจทำอาชีพเสริมต่าง ๆ นอกชุมชน เช่น กศน. ละครเชิงเทรา ก็ไปกันประจำ และหน่วยราชการอื่นก็มีบ้าง”

จุดเด่นของชุมชนคลองแขวงกลั่น คือ ความเป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีความเป็นธรรมชาติ เป็นพื้นที่มีการผสมผสานวัฒนธรรมร่วมสมัย ตลอดจนมีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในชุมชน ซึ่งน่าจะสามารถพัฒนาเป็นสินค้าขายให้กับนักท่องเที่ยวได้

“การนำความเป็นธรรมชาติที่มีอยู่มาพัฒนาร่วมสมัยและย้อนยุคไปด้วยกัน เนื่องจากจะเห็นว่าในสมัยนี้คนส่วนใหญ่มักจะชอบธรรมชาติมากกว่าชุมชนเมือง โดยใช้แหล่งน้ำ ฟื้นฟูความเป็นธรรมชาติที่มีอยู่มาผสมผสานกันให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว” (Kasemsuk, Interview, 14 June 2022)

“เป็นชุมชนต้นแบบตำบลบางเตย ที่ใช้ชีวิตร่วมกับธรรมชาติ ทำมาหากินบนพื้นฐานแห่งความพอเพียง สินค้าขึ้นชื่อของชุมชน คือ หอยจ๊อปลา และขนมชั้น ซึ่งเป็นขนมขึ้นชื่อของชาวตำบลบางเตย สามารถซื้อเป็นของฝากติดไม้ติดมือกลับไป ที่ผู้รับจะต้องติดใจ” (Thinthawon, Interview, 14 June 2022)

2. ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น

ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่นโดยการสนทนากลุ่ม พบว่าชุมชนมีศักยภาพ 7 ด้าน ดังนี้

1) ด้านความดึงดูดใจ มีปัจจัยด้านความดึงดูดใจเป็นอย่างมาก ทั้งสถานที่ที่สามารถเป็นจุดถ่ายรูป เช่น ทิวทุ่งนา วิถีชีวิตเกษตรกร และทิวทัศน์บริเวณโดยรอบ นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถได้มาสัมผัสจริงผ่านประสบการณ์การลงมือปฏิบัติพร้อมทั้งมีการให้ความรู้ควบคู่ไปด้วย (Figure 3) เช่น ศูนย์การเรียนรู้และขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบ้านคลองแขวงกลั่นโดยผู้ใหญ่นันท์ เกษมสุข ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางด้านการเกษตร เศรษฐกิจพอเพียงจนได้รับการยอมรับว่าเป็นปราชญ์ของชุมชนคลองแขวงกลั่น มีกลุ่มนักท่องเที่ยวและผู้สนใจเข้ามาศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ



Figure 3 Experience activities of the Khlong Khwaeng Klan community.

2) ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว อยู่ใกล้กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล มีถนน และทางรถไฟผ่านชุมชน ทำให้สามารถเดินทางมาได้หลากหลาย ทั้งรถส่วนตัว รถประจำทาง และรถไฟ การเดินทางภายในชุมชนค่อนข้างสะดวก ระหว่างเส้นทางในการเข้าชมในแต่ละจุดกิจกรรมมีบรรยากาศที่สวยงาม อย่างไรก็ตามบางเส้นทางยังไม่เป็นถนนลาดยาง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ง่าย ถนนสำหรับการเข้าชมแต่ละกิจกรรมในบางเส้นทางที่ขรุขระและคับแคบ รวมถึงยังไม่มีป้ายบอกทาง หรือจุดกิจกรรมให้เป็นที่น่าสังเกต

3) ด้านที่พัก มีบ้านเรือนของคนในชุมชนที่สามารถพัฒนาเป็นที่พักให้บริการแก่นักท่องเที่ยวด้วยกัน 3 หลัง สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้หลายประเภททั้งแบบส่วนตัว และกลุ่มคณะ ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในบริเวณแหล่งท่องเที่ยว แต่ที่พักยังไม่ได้มีการรับรองมาตรฐาน เนื่องจากยังไม่มีหน่วยงานเข้าไปวางมาตรฐานการควบคุมด้านการให้บริการของที่พัก ปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกด้านความสะอาด และความปลอดภัยของที่พักให้ดีขึ้น

4) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ชุมชนคลองแขวงกลั่นมีความพร้อมในการให้บริการ มีการจัดอาหารว่าง และเครื่องดื่มให้กับนักท่องเที่ยวในระหว่างวัน มีศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารในการแนะนำนักท่องเที่ยวก่อนเริ่มกิจกรรม มียานพาหนะรองรับและบริการนักท่องเที่ยวภายในชุมชน เช่น รถสองแถว จักรยาน การอำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยภายในแหล่งท่องเที่ยว เนื่องจากชุมชนคลองแขวงกลั่นจะมีเส้นทางรถไฟผ่าน ทำให้ต้องระมัดระวังการดูแลรักษาความปลอดภัยเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว ซึ่งได้รับความร่วมมือจากกลุ่มอาสาป้องกันภัยในการรักษาความปลอดภัย บริการแก่นักท่องเที่ยว ภายในชุมชนยังขาดป้ายบอกทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวในแต่ละจุด พร้อมทั้งยังขาดเอกสารแนะนำรายละเอียดเนื้อหาการท่องเที่ยวในชุมชน

5) ด้านความหลากหลายของกิจกรรม นักท่องเที่ยวสามารถร่วมกิจกรรมระยะสั้นเพื่อเข้าชมสวนเกษตร เช่น การเก็บผลผลิตในสวน การซื้อผลผลิต หรือการเที่ยวชมสวนแล้วเลือกเก็บผลผลิตได้เอง ชมขั้นตอนวิธีการทำขนมชั้น ขนมเปียกปูน และนักท่องเที่ยวยังสามารถซื้อผลิตภัณฑ์กลับไปเป็นของฝากได้ นอกจากนี้ยังมีอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับขับเคลื่อนปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อีกทั้งนักท่องเที่ยวยังสามารถเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการทำจ๊อบปลา สินค้าแปรรูปฮอยจ๊อบปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงอัตลักษณ์ของชุมชนคลองแขวงกลั่นได้เป็นอย่างดี (Figure 4)



Figure 4 Community products, namely kanom piakpoon, khanom chan and hoi cho fish rolls.

6) ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน เป็นชุมชนที่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาชุมชนตั้งแต่กระบวนการวางแผน การดำเนินงาน การตัดสินใจ การประเมิน ร่วมรับผลประโยชน์ และตรวจสอบ ผู้นำของชุมชนมีวิสัยทัศน์ และเป็นบุคคลที่มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อการประสานงานเพื่อสร้างเครือข่ายในการพัฒนา ประชาชนในพื้นที่มีความตื่นตัวเข้าร่วมกิจกรรมด้านการท่องเที่ยว แต่ยังคงขาดความรู้ด้านการจัดการการท่องเที่ยว การต้อนรับนักท่องเที่ยว รวมถึงการเป็นเจ้าบ้านที่ดี

7) ด้านประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว การใช้สื่อออนไลน์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว ส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยได้รับความสนใจจากภาคเอกชน และชุมชน ในการใช้สื่อออนไลน์เผยแพร่ข้อมูลทางด้านการท่องเที่ยว รวมถึงการส่งต่อข้อมูลที่น่าสนใจของแหล่งท่องเที่ยว เช่น Facebook, Website และ Application ทางด้านการท่องเที่ยว ปัจจุบันชุมชนมี Facebook Fanpage ชุมชนท่องเที่ยวบ้านคลองแขวงกลั่น แต่ไม่มีการอัปเดตข้อมูลข่าวสารอย่างต่อเนื่อง

3. แนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น

เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่นที่มีคุณภาพ ผู้วิจัยได้จัดเวทีชุมชน เพื่อร่วมกันวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจาก SWOT Analysis มาตรวจสอบ วิเคราะห์หาข้อสรุป และทำการวิเคราะห์เมทริกซ์ (TOWS Matrix) เพื่อสร้างกลยุทธ์ในการเพิ่มศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตร (Table 1)

จุดแข็ง คือ 1) ความสามัคคีของผู้นำชุมชนและชาวบ้านในชุมชนช่วยกันพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น 2) สภาพภูมิอากาศที่ดีและธรรมชาติที่สวยงาม 3) มีกิจกรรมที่ให้นักท่องเที่ยวได้เห็น สัมผัส และลงมือปฏิบัติของจริงในสถานที่จริง 4) บุคลากรมีความรู้ ความสามารถเฉพาะด้าน และ 5) มีผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบในท้องถิ่นที่โดดเด่น

จุดอ่อน คือ 1) ขาดการประชาสัมพันธ์เชิงรุกอย่างต่อเนื่อง 2) ขาดผู้รับผิดชอบด้านการตลาดโดยตรง 3) บุคลากรขาดความรู้และทักษะทางการบริการ 4) ขาดการเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยว 5) ขาดแผนการตลาดดิจิทัลและสื่อออนไลน์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว และ 6) แหล่งท่องเที่ยวขาดการฟื้นฟูดูแลอย่างยั่งยืน

โอกาส คือ 1) พื้นที่ใกล้เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 2) การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านช่องทางออนไลน์ 3) มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งอำนวยความสะดวก 4) พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่ต้องการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อรับประสบการณ์ตรงจากการท่องเที่ยว และ 5) มีแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียงที่หลากหลายที่สามารถเชื่อมโยงให้เกิดเครือข่ายได้

อุปสรรค คือ 1) ปัญหาเศรษฐกิจโลกส่งผลกระทบต่อภาคการท่องเที่ยวและบริการ 2) หน่วยงานสนับสนุนให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่องและขาดงบประมาณพัฒนาจนครบทุกส่วน 3) หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการท่องเที่ยวแต่ละหน่วยงานยังขาดการประสานงานร่วมกันที่ดี และ 4) ขาดการศึกษาและวิจัยด้านการจัดการท่องเที่ยว เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการ และส่งเสริม

Table 1 TOWS matrix agritourism development strategy of Khlong Khwaeng Klan community.

	Strength (S) 1. The unity of the community leaders and villagers in the community helped to develop to become more well-known. 2. Good climate and abundant nature. 3. There are activities for tourists to see, touch and do it in real places. 4. Knowledgeable personnel specialty. 5. It has outstanding local produce.	Weakness (W) 1. Lack of ongoing proactive public relations. 2. Lack of direct marketing responsibilities. 3. Personnel lacking knowledge and skills in service. 4. Lack of links to tourist attractions. 5. Lack of digital marketing plans and online media to promote tourism. 6. Tourist attractions lack sustainable rehabilitation.
Opportunities (O) 1. Areas near Bangkok and its vicinities. 2. Changes in communication technology through online channels. 3. Infrastructure readiness and facilities. 4. Behavior of tourists who want to learn and participate in activities to gain a first-hand experience of tourism.	Strength/Opportunities (SO) -Establish a community agricultural tourism route linking other tourist attractions. - Develop community products to create points of sale. and income for the community. - Develop infrastructure and facilities to meet tourism standards.	Weakness/ Opportunities (WO) - Promote linking tourist attractions to be an agro-tourism route. - Let people involved in tourism development attend training and study visits to increase knowledge and bring it back to the community. - Promote tourism to be known through Facebook Fan Page.

5. There are varieties of nearby tourist attractions that can be linked to form another community.	- Build an internal tourism network outside the province on the Internet for online marketing.	
Threat (T) 1. The global economic problems affect the tourism and service sectors. 2. Support agencies provide intermittent support and lack of budget to develop all parts. 3. Each agency responsible for tourism still lacks good coordination. 4. Lack of education and research on tourism management to be used as a database for management and promotion.	Strength/Threat (ST) - Organize training to develop personnel in agricultural tourist attractions. - Organize a one-day trip program or stay overnight. - Build a community agritourism brand to gain more recognition.	Weakness/Threat (WT) - Prepare a project to present to relevant agencies to support the budget. - Public relations for tourist attractions Integration with local authorities. - Research and follow up on the development of agro-tourism in the Khlong Khwaeng Klan community.

หลังจากจัดทำ TOWS Matrix และได้กลยุทธ์ ผู้วิจัยได้จัดเวทีคืนข้อมูลกลยุทธ์การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร และให้ชุมชนได้คัดเลือก กลยุทธ์ที่ชุมชนสามารถดำเนินการได้มาเป็นแนวทางการพัฒนาในช่วงเริ่มต้น ซึ่งชุมชนได้ร่วมกันเลือกกลยุทธ์ดังนี้

- 1) กลยุทธ์เชิงรุก จะเร่งดำเนินการโดยชุมชนเป็นหลัก คือการจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ
- 2) กลยุทธ์เชิงแก้ไข ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการท่องเที่ยวเข้าอบรม และศึกษาดูงานเพื่อเพิ่มพูนความรู้ นำกลับมาปรับใช้กับชุมชนได้
- 3) กลยุทธ์เชิงป้องกัน สร้างแบรนด์การท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนเพื่อเป็นที่รู้จักมากขึ้น และ
- 4) กลยุทธ์เชิงรับ ประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวโดยบูรณาการทำงานร่วมกับหน่วยงานในพื้นที่

จากการศึกษาศักยภาพและแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปรายผลดังนี้

ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลั่น พบว่า ในชุมชนคลองแขวงกลั่นเป็นชุมชนที่มีศักยภาพ และสามารถพัฒนาให้มีศักยภาพในการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนได้ โดยหากพิจารณาจากองค์ประกอบของศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวใน 7 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความดึงดูดทางการท่องเที่ยว ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว ด้านที่พัก ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านความหลากหลายของกิจกรรม ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน และด้านประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว ในด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน พัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ดี นักท่องเที่ยวต้องการความเป็นมิตรและอัธยาศัยของคนในพื้นที่ในการให้ข้อมูลและการบริการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Klinmuenwa (2016) พบว่า เน้นให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจ หรือการกำหนดทิศทางการท่องเที่ยว มีการรวมตัวเพื่อจัดตั้งองค์การท่องเที่ยวขึ้นในชุมชน และเปิดโอกาสให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผน และจัดกิจกรรมทางการท่องเที่ยว อีกทั้งการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว เมื่อสิ้นสุดโครงการ OTOP นวัตกรรม ชุมชนคลองแขวงกลั่นไม่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประชาสัมพันธ์ แต่เนื่องด้วยชุมชนคลองแขวงกลั่นมักมีกลุ่มผู้ศึกษาดูงาน และนักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมวิถีชีวิต เศรษฐกิจพอเพียง และการสัมผัสธรรมชาติ ดังนั้นการใช้สื่อใหม่ เช่น เฟซบุ๊ก จึงเป็นสื่อที่มีความสำคัญในการประชาสัมพันธ์ โดยต้องมีการนำเสนอข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวที่ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อเป็นการดึงดูด และการตัดสินใจท่องเที่ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nattapongpruet (2015) พบว่า ความน่าเชื่อถือของข้อมูลการท่องเที่ยวจากสื่อออนไลน์ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อพฤติกรรมตัดสินใจของนักท่องเที่ยว และสามารถขยายเครือข่ายเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียงได้

จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรคด้านการท่องเที่ยวของชุมชน พบว่า 1) ด้านจุดแข็ง คือ สถานที่ท่องเที่ยวมีสภาพภูมิอากาศที่ดีและธรรมชาติที่สมบูรณ์ มีการต้อนรับเป็นอย่างดี ทุกคนในชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยว มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน เปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เห็นและสัมผัสของจริงในสถานที่จริง และได้ลงมือปฏิบัติจริง สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Seangchatkaew & Udomkitt (2019) พบว่า นักท่องเที่ยวมุ่งสัมผัสกับประสบการณ์จริง มองหาสินค้าทางการท่องเที่ยวที่มีความแปลกใหม่ และมีความหลากหลาย และประสงค์จะมีส่วนร่วมในการท่องเที่ยวเพื่อให้ได้ประสบการณ์ที่แท้จริงมากขึ้น 2) ด้านจุดอ่อน พบว่า ยังไม่มีคนรุ่นใหม่เข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ บอกเล่าเรื่องราว ประวัติความเป็นมา การให้ความรู้ แก่นักท่องเที่ยว ขาดการฟื้นฟูดูแลอย่างยั่งยืน อีกทั้งสาเหตุของแหล่งท่องเที่ยวยังไม่เป็นที่รู้จัก นักท่องเที่ยวยังไม่สนใจที่จะเลือกท่องเที่ยว คือ ขาดการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเชิงรุกอย่างต่อเนื่อง การใช้ช่องทางอินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น เพื่อดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chomborisut (2020) พบว่า การเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวเป็นหนึ่งในแนวทางส่งเสริมให้เกิดการกระจายตัวของนักท่องเที่ยว ส่งผลให้เกิดการกระจายรายได้ ขยายพื้นที่การท่องเที่ยวไปยังแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ และยังช่วยลดปัญหาทรัพยากรเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่องจากการท่องเที่ยวได้ 3) ด้านโอกาส พบว่า ความนิยมของนักท่องเที่ยวปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นที่มีความต้องการพักผ่อนแบบสัมผัสวัฒนธรรมชนบท วิถีชุมชน ร่วมกิจกรรมที่เป็นวิถีชีวิตชุมชนผ่านการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ได้ผลิตภัณฑ์กลับไป เช่น ขนมขึ้น และฮ้อยจ้อปลา เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ของชุมชนคลองแขวงกลัน มีการสื่อสารโดยผ่านช่องทางออนไลน์ ทำให้เข้าถึงกลุ่มนักท่องเที่ยวเป้าหมายได้ง่ายขึ้น และ 4) ด้านอุปสรรค พบว่า หน่วยงานสนับสนุนให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่องและขาดงบประมาณพัฒนาจนครบทุกส่วน ขาดการประสานงานร่วมกันที่ดี และยังขาดการศึกษาและวิจัยด้านการจัดการท่องเที่ยว เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการ และส่งเสริมการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลัน

สรุปผลการศึกษา

ศักยภาพและแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนคลองแขวงกลัน ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้การวิจัยแบบมีส่วนร่วมที่ให้ความสำคัญกับชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่ขั้นตอนค้นหาปัญหา กำหนดเป้าหมาย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และการสะท้อนความคิดเห็นอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Reflection) โดยนักวิจัยเป็นผู้กระตุ้น ประสาน (Facilitator) ให้เกิดการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน ซึ่งชุมชนได้มองเห็นศักยภาพของการท่องเที่ยว มีความพร้อมทางด้านกิจกรรม เป็นกิจกรรมที่สามารถให้นักท่องเที่ยวเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง สามารถเดินทางมาได้ทั้งรถยนต์ส่วนตัว และรถไฟ มีที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการจะพักผ่อน มีสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน เปิดโอกาสให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการเพื่อพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่มีศักยภาพ สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ แต่ยังขาดการประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางสื่อออนไลน์เพื่อให้การท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น จากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค และจัดทำ TOWS Matrix โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ได้กลยุทธ์ที่ชุมชนนำมาเป็นแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ในช่วงเริ่มต้น กลยุทธ์เชิงรุก ได้แก่ จัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น กลยุทธ์เชิงแก้ไข ออกไปศึกษาดูงานแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ประสบความสำเร็จ เพื่อนำความรู้มาปรับใช้ กลยุทธ์เชิงป้องกัน พัฒนาแบรนด์ท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น และกลยุทธ์เชิงรับ ร่วมมือทางหน่วยงานในพื้นที่ส่งเสริมการประชาสัมพันธ์ในเรื่องการเผยแพร่ข้อมูลที่น่าสนใจของแหล่งท่องเที่ยวในชุมชนสู่สายตานักท่องเที่ยวได้อย่างมีคุณภาพ

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดเส้นทางจักรยานท่องเที่ยวเชิงเกษตรขึ้นจริงตามกลยุทธ์ที่ชุมชนร่วมกันกำหนด ควรมีการจัดตั้งคณะทำงานในชุมชน เพื่อเป็นพลังหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาเส้นทางจักรยาน และเริ่มดำเนินการสำรวจฐานการเรียนรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันว่ามีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นจุดท่องเที่ยวภายในเส้นทางจักรยาน พร้อมทั้งทำความเข้าใจกับผู้รับผิดชอบฐานการเรียนรู้ บุคคลที่เกี่ยวข้อง และประชาชนในชุมชน ถึงประโยชน์ที่จะเกิดจากการเป็นชุมชนท่องเที่ยว จากนั้นร่วมกันกำหนดเส้นทาง และกิจกรรมฐานการเรียนรู้ในเส้นทาง เพื่อเป็นการสร้างเส้นทางจักรยานนาร่อง และดำเนินการทดลองเส้นทางจักรยาน โดยเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เข้ามาทดลองท่องเที่ยวจริง มีการประเมินผล รับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาพัฒนาเส้นทางจักรยานให้สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้อย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว เช่น การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยของจังหวัดฉะเชิงเทรา (ททท.) องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวยั่งยืน (อพท.) และหน่วยในพื้นที่ควรเข้ามาให้การสนับสนุนงบประมาณ ดำเนินการดูแลความปลอดภัยทางการท่องเที่ยว และการประชาสัมพันธ์ เพื่อให้แหล่งท่องเที่ยวของชุมชนคลองแขวงกลั่น สามารถเชื่อมโยงเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัด และภูมิภาคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายสันต์ เกษมสุข ชาวบ้านชุมชนคลองแขวงกลั่น และสำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ในการให้ข้อมูล การมีส่วนร่วมและร่วมมือในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของชุมชนของคลองแขวงกลั่นในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Choibamroong, T. (2012). **Handout of travel planning course**. Bangkok: The National Institute of Development Administration. (in Thai).
- Chomborisut, B. (2020). **Road connectivity of tourist destinations and activities of Chondaen district to promote sustainable tourism in Petchabun**. Master's thesis. Logistics and Supply Chain, Naresuan University. (in Thai).
- Kasemsuk, S. (2022). **Community tourism situation of Khlong Khwaeng Klan community**. Interview, 14 June. (in Thai).
- Khermkhan, J. (2018). The perspective of agro tourism development in Thailand. **King Mongkut's Agricultural Journal**. 36(2), 162-167. (in Thai).
- Klinmuenwa, K. (2016). Potential and community-based tourism management guideline of Lampang Luang community, Koh Kha district, Lampang province. **Journal of Social Academic**. 9(2), 109-207. (in Thai).
- National Tourism Policy Committee. (2017). **The second national tourism development plan**. Bangkok: Permanent Secretary of Ministry of Tourism and Sports. (in Thai).
- Nattapongpruet, A. (2015). **Lifestyle, perception online travel information, credibility and behavior of decision making for travel aboard**. Master's thesis. Communication Arts and Innovation, National Institute of Development Administration. (in Thai).
- Pradit, R. & Pampasit, R. (2014). Potentials and opportunities in tourism development of Khao Kho sub-district, Phetchabun province. **Journal of Social Sciences**. 10(2), 127-149. (in Thai).
- Rattanakunchorn, Y. (2022). **Community tourism situation of Khlong Khwaeng Klan community**. Interview, 14 June. (in Thai).
- Thinakunchorn, Y. (2022). **Community tourism situation of Khlong Khwaeng Klan community**. Interview, 14 June. (in Thai).
- Seangchatkaew, S. & Udomkitt, P. (2019). **Study on behavior of foreign tourists in the target group under The LINK project**. Bangkok: Silpakorn University. (in Thai).
- Thinthawon, K. (2022). **Community highlights (Khlong Khwaeng Klan Community)**. Interview, 14 June. (in Thai).

วันรับบทความ (Received date) : 6 ม.ค. 66

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 2 พ.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 9 พ.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.008>

การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อพัฒนากลุ่มและเครือข่าย เกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา

Technology Transfer in Production and Using Wood Vinegar for Development of Groups and Networks of Farmers Planted Mangoes for Export in Chachoengsao Province

สมศักดิ์ คุหาสวรรค์เวช^{1*} ลือพงษ์ ลือนาม¹ และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์¹

Somsak Kuhaswonvetch^{1*}, Luepong Luenam¹, and Duangkamol Panrostip Thanmatiwat¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการ ความรู้ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ 2) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ 3) ประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อพัฒนาเกษตรกรและเครือข่าย และ 4) ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะ กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเพื่อส่งออกในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 ราย ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test มีผลการศึกษาดังนี้

1) เกษตรกรมีความต้องการเทคนิคการถ่ายทอดเทคโนโลยี 3 วิธีร่วมกันมากที่สุด คือ การบรรยาย การฝึกปฏิบัติ และการสาธิต สื่อที่เกษตรกรต้องการใช้ประกอบการเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากที่สุด คือ คู่มือ จำนวนผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกษตรกรคิดเห็นว่ามีเหมาะสมที่สุด คือ 20 - 30 คนต่อครั้ง ช่วงเวลาที่เกษตรกรต้องการเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากที่สุด คือ เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2) การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ใช้การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้วยวิธีการเชิงระบบ (System Approach) คือ ขึ้นประเมินความจำเป็น (Assessment Phase) ขึ้นพัฒนาและถ่ายทอด (Transfer and Development Phase) ขึ้นประเมินผล (Evaluation Phase) 3) การประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ผลการเปรียบเทียบความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ หลังการถ่ายทอดเกษตรกรมีความรู้แตกต่างกับก่อนการถ่ายทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยหลังการถ่ายทอดเกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ย 13.10 คะแนน สูงกว่าก่อนการถ่ายทอดที่มีคะแนนเฉลี่ย 7.37 คะแนน และผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า เกษตรกรที่เข้ารับการถ่ายทอดมีความคิดเห็นต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยรวม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.15 เมื่อพิจารณาารายด้าน พบว่า ด้านวิทยากร อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.44 รองลงมา คือ ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.24 และด้านกระบวนการถ่ายทอด อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.19 4) ข้อเสนอแนะในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ควรจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: การถ่ายทอดเทคโนโลยี การปลูกมะม่วงเพื่อส่งออก น้ำส้มควันไม้

¹ ภาควิชานวัตกรรมการสื่อสารและการพัฒนาการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Communication Innovation and Agricultural Development, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520

* Corresponding author: Email: klluepon@kmitl.ac.th.

Abstract

The objectives of this study were to identify the need to transfer knowledge of production and utilization of wood vinegar among farmer groups and networks. The studied samples were from a farmers' group in Chachoengsao province who planted mangoes for export. The purposive sampling method was used for sample size of 30 people. Percentage, average, standard deviation, and t-test score were statistically analyzed in this study. The results were found as follows. 1) On the perspective of identifying the need of production and using wood vinegar, farmers agreed that three methods should be integrated, i.e., lecture, workshop and demonstrations. Manuals should be the primary medium for transferring technology. The group of farmers should consist of 20-30 people. The best time for training should be a one-day training during October to December. 2) The transfer of technology for production and utilization of wood vinegar should be a system approach, such as assessment phase, transfer and development phase, and evaluation phase. 3) The evaluation of technology transfer showed that the knowledge before and after transferring technology is significantly different ($p < 0.05$). The average scores that farmers gained after the training was 13.10 compared to 7.37 before the training. The attitude of farmer on over training activity score was 4.15, which is in the level of "good". When considering the trainers' ability, the score was 4.44 (very good). The average score regarding the media and facilities used, the score was 4.24 (very good). The average score on the transfer process was 4.19 (good). Finally, the farmers suggested that the technology transfer program could be sustainable if budgets for training were to be allocated continuously.

Keywords: technology transfer, mango plantation for export, wood vinegar

คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้เมืองร้อนที่มีการบริโภคเป็นอันดับหนึ่งของโลก และให้ผลผลิตเกือบตลอดทั้งปี เนื่องจากมะม่วงสามารถเจริญเติบโตได้ดีทุกภูมิภาคทั่วไทย จึงกลายเป็นไม้ผลที่คนไทยนิยมปลูกเพื่อบริโภค สามารถปลูกรอบบ้าน ปลูกตามหัวไร่ปลายนา และปลูกในรูปแบบของสวนมะม่วงเชิงพาณิชย์และส่งออกกันอย่างแพร่หลาย สร้างเงิน สร้างงาน กระจายรายได้สู่ชุมชนท้องถิ่น เป็นมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี ในปี 2565 ไทยครองตำแหน่งเป็นผู้ส่งออกมะม่วงอันดับที่ 2 ในอาเซียน และเป็นอันดับที่ 7 ของโลก สำหรับในปี 2564 ไทยส่งออกมะม่วงสดสู่ตลาดโลก มูลค่า 95 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ขยายตัว 52% จากปี 2563 โดยในช่วง 2 เดือนแรกของปี 2565 ไทยส่งออกมะม่วงสดมูลค่า 11 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ขยายตัว 13% จากช่วงเดียวกันของปี 2564 ตลาดส่งออกสำคัญ ได้แก่ มาเลเซีย เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น เมียนมา และเวียดนาม (Thansettakij, 2022) ปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงได้มีการรวมตัวกันมากถึง 76 กลุ่ม ใน 26 จังหวัดทั่วทุกภูมิภาคของไทย ก่อตั้งขึ้นเป็น "สมาคมชาวสวนมะม่วงไทย" สมาชิกส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชาวสวน ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ชาวสวนสามารถส่งออกและนำรายได้เข้าประเทศรวมกันเป็นมูลค่ากว่า 2 หมื่นล้านบาท (Mgr Online A, 2022)

หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงเสร็จเรียบร้อยแล้ว เกษตรกรจะทำการตัดแต่งกิ่งมะม่วงเพราะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง จะทำให้ไม่มีโรคหรือแมลงศัตรูพืชมารบกวน และส่งผลให้ในฤดูต่อไปจะมีผลผลิตที่มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น การตัดแต่งกิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น กิ่งที่เป็นโรคและแมลงทำลาย กิ่งกระโคง กิ่งไขว้ กิ่งไม่สมบูรณ์ กิ่งที่ผลบริเวณปลายกิ่งที่แน่นมากเกินไปออก หากมีกิ่งที่ตัดออกมากเกษตรกรนำมาผลิตน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ป้องกันโรคแมลงต่าง ๆ และยังได้ถ่าน เป็นการประหยัดอีกด้วย นอกจากนี้ควันที่เกิดจากการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่เกิดจากเตาสามารถช่วยในการทำไหม้มะม่วงเกิดช่อดอกมากขึ้น เนื่องจากน้ำส้มควันไม้เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไฟ ที่ได้มาจากการควบแน่นควัน เกิดมาจากการเผาถ่านไม้ในช่วงที่ไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่าน ที่อุณหภูมิ 300-400 องศาเซลเซียส โดยสารประกอบต่าง ๆ ในไม้พืชมจะถูกความร้อนทำให้สลายตัวเกิดเป็นสารประกอบใหม่ 200

ชนิด มีความเป็นกรดอ่อน ๆ ซึ่งมีสารประกอบมากมาย สามารถใช้น้ำส้มคว้นไม้ปรับปรุงบำรุงดิน ใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชบริเวณราก ลำต้น หัว ใบ ดอก และผล (TechnologyChaoban, 2021)

จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นจังหวัดที่มีการรวมกลุ่มเกษตรกรที่เข้มแข็งและมีการพัฒนาเทคนิคการผลิตและปรับปรุงคุณภาพมะม่วงให้ตรงกับความต้องการของตลาด เพื่อการส่งออกอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหนึ่งในข้อจำกัดของการส่งออกมะม่วงไปต่างประเทศคือ เรื่องของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ดังนั้นหากมีการสนับสนุนให้มีการผลิตน้ำส้มคว้นไม้เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับสวนมะม่วงของเกษตรกร ก็จะเป็นการลดปัญหาการใช้สารเคมี และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมี ซึ่งถือเป็นหนึ่งในต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้อีกทางหนึ่งด้วย ประกอบกับในสวนมะม่วงมีกิ่งมะม่วงที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งเป็นจำนวนมาก สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มคว้นไม้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้นอกจากได้น้ำส้มคว้นไม้ไว้ใช้ในสวนของตนเองแล้วเกษตรกรยังได้ถ่านไม้ไว้ใช้และจำหน่ายได้อีกด้วยหากเข้าใจและทราบถึงวิธีการเก็บน้ำส้มคว้นไม้ในช่วงเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมอีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้เพื่อพัฒนากลุ่มและเครือข่ายเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้ เพื่อประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้เพื่อพัฒนากลุ่มเกษตรกรและเครือข่าย และศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากลุ่มและเครือข่ายความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้ที่เหมาะสมและได้มาตรฐานให้กับเกษตรกร เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาการปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกและถ่ายทอดความรู้ไปยังเกษตรกรกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อส่งออกในจังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงส่งออก มีจำนวนสมาชิก 50 ราย (Mgr Online B, 2022) และ สหกรณ์ชมรมชาวสวนมะม่วงจังหวัดฉะเชิงเทรา จำกัด ซึ่งมีจำนวนสมาชิก 133 ราย (Spring News, 2022) รวมทั้งสิ้น 183 ราย ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกมะม่วงส่งออก หรือสหกรณ์ชมรมชาวสวนมะม่วงจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่มีประสบการณ์ในปลูกมะม่วงเพื่อส่งออก 3 ปีขึ้นไป มีศักยภาพและต้องการมีความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้ และสามารถนำความรู้และทักษะเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้ไปพัฒนากลุ่มและเครือข่ายต่าง ๆ ได้ ระยะเวลาที่ใช้ในการประสานงานกับเกษตรกรและการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างเดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2561

การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตและการใช้น้ำส้มคว้นไม้เพื่อพัฒนากลุ่มและเครือข่ายเกษตรกร มีแบบแผนการวิจัย ดัง Table 1

Table 1 Pattern of Research in Technology Transfer.

	T1(1)	X1(1)	T2(1)	T3(2)	X2 (2)	T4(2)	T5(2)	T6(2)
The experimental group	Input	Assess ment	Out put	Pre- test	Technology Transfer	Post- test	Evaluation Project	Evaluation Application
Farmers in Chachoengsao Province (1)								
Farmers During the Transfer (2)								

Requiring

T1(1) Means Planning Before Technology Transfer

T2(1) Means Results to Plan for Technology Transfer

T3(2) Means Pre-test

T4(2) Means Post-test

T5(2) Means Evaluation of the Project

T6(2) Means Evaluation of the Application

X1(1) Means Educational Needs Assessment of Technology Transfer

X2(2) Means Technology Transfer Systems Approach

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการถ่ายทอด นำไปทดสอบกับเกษตรกรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย โดยหาความยากง่าย (Difficulty) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยถือเกณฑ์ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงถือว่าแบบทดสอบมีคุณภาพ จากการทดสอบได้ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.35 - 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.25 - 0.53 แล้วนำแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการถ่ายทอดไปหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้ KR-20 ของ Kuder-Richardson (Kuder and Richardson, 1937) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.81 ส่วนแบบประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยีนำไปหาความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้วิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่า (Alpha Coefficient) ของ Cronbach (Cronbach, 1970) ได้ค่าความเชื่อมั่นอัลฟ่า 0.79

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ใช้ในการอธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ในการเปรียบเทียบความรู้ โดยการใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงส่งออก จังหวัดฉะเชิงเทรา มีผลการศึกษาดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ส่วนใหญ่เป็นชาย ร้อยละ 60.00 เป็นหญิง 40.00 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 80.00 มีอายุ 51 ปีขึ้นไปร้อยละ 70.00 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 73.33 มีรายได้ 5,000-10,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 40.00 เป็นสมาชิกกลุ่ม ร้อยละ 100.00 และไม่เคยเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 93.33

ผลการประเมินความต้องการ ความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการศึกษาความต้องการ ความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกร พบว่า มีความต้องการให้ใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้ง 3 วิธีร่วมกัน คือ การบรรยาย การฝึกปฏิบัติและการสาธิต มากที่สุด ร้อยละ 90.00 สื่อที่เกษตรกรต้องการใช้ในการถ่ายทอด คือ คู่มือ ร้อยละ 100 จำนวนผู้เข้ารับการถ่ายทอด 20-30 คนต่อครั้ง ร้อยละ 80.00 ช่วงเวลาที่ถ่ายทอด คือ เดือนตุลาคม - เดือนธันวาคม ร้อยละ 83.33 ระยะเวลาในการถ่ายทอดแต่ละครั้ง จำนวน 1 วัน ร้อยละ 93.33 ตามลำดับ

หัวข้อที่เกษตรกรต้องการได้รับการถ่ายทอดมากที่สุด คือ วิธีการสร้างเตาผลิตน้ำส้มควันไม้ 200 ลิตร, เทคนิคการเผาของเตาผลิตน้ำส้มควันไม้ 200 ลิตร, ประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 100 รองลงมา คือ การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการผลิตน้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 96.67 เตาผลิตน้ำส้มควันไม้ 200 ลิตร, องค์ประกอบทางเคมีในน้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 90.00 การทำน้ำส้มควันไม้ให้

บริสุทธิ์ ร้อยละ 86.67 มาตรฐานน้ำส้มควันไม้, คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 83.33 การตรวจสอบน้ำส้มควันไม้, การเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ ร้อยละ 80.00 ตามลำดับ

กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้

การดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ใช้วิธีการเชิงระบบ (Systems Approach) โดยมีขั้นตอน คือ ขั้นตอนประเมินความต้องการจำเป็น (Assessment Phase) ขั้นตอนพัฒนาและถ่ายทอด (Transfer and Development Phase) ขั้นตอนประเมินผล (Evaluation Phase) ดัง Figure 1 และ Figure 2

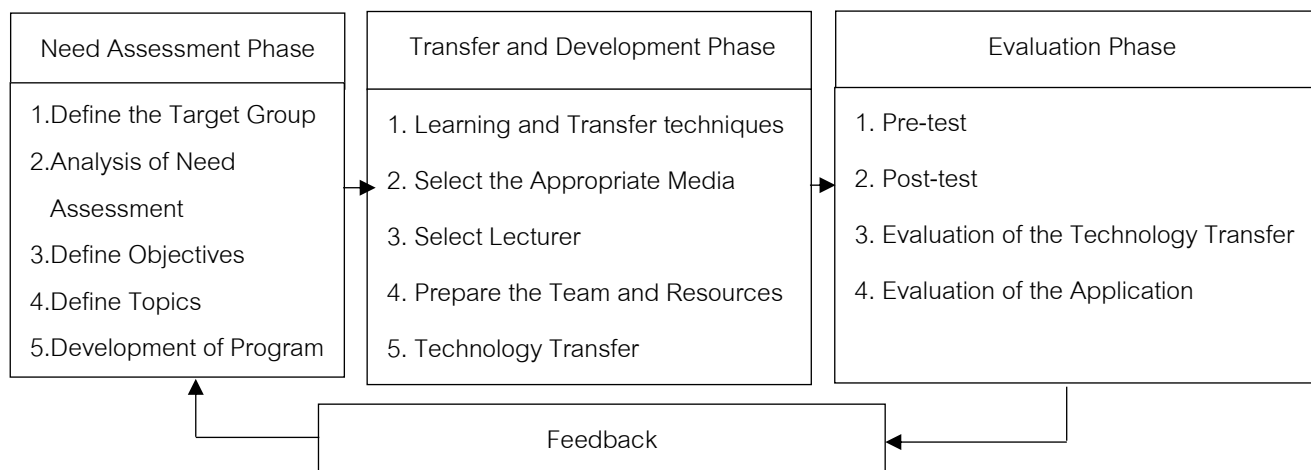


Figure 1 Technology Transfer Model of Production and Using Wood Vinegar.



Figure 2 Technology Transfer of Production and Using Wood Vinegar.

ผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงส่งออก จังหวัดฉะเชิงเทรา มีผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกร พบว่า ก่อนการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรได้คะแนนต่ำสุด 3 และสูงสุด 11 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 36.83 และหลังการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรได้คะแนนต่ำสุด 3 คะแนน และสูงสุด 17 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.50 โดยเกษตรกรมีความรู้เพิ่มหลังจากได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีคะแนนเฉลี่ย 5.73 คิดเป็นร้อยละ 33.67

ผลการเปรียบเทียบความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกร พบว่า หลังการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรมีความรู้แตกต่างก่อนการถ่ายทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยหลังการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.10 คะแนน สูงกว่าก่อนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.37 คะแนน ดัง Table 2

Table 2 The Comparison Between Pre-test and Post-test the Transfer of Production and Using Wood Vinegar.

Program	n	Mean	S.D.	t-test	df	p-value
Pre-test	30	7.37	2.14	11.62	29	0.00*
Post-test	30	13.10	3.26			

*p-value<0.05.

จากการเปรียบเทียบความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่าหลังการถ่ายทอดเกษตรกรมีความรู้แตกต่างก่อนการถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยหลังการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีคะแนนสูงกว่าก่อนการถ่ายทอด เนื่องจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรผู้ปลูกเพื่อส่งออกในจังหวัดฉะเชิงเทรา ยึดกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้รับการถ่ายทอดได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน หรือ เป็นระบบ ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมต่าง ๆ ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นควบคุมให้ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีการปฏิบัติฝึกฝนจนเกิดทักษะ สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้และรับรู้ขั้นตอนทั้งหมด ทำให้ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความรู้ เกิดความเข้าใจในการผลิตและใช้น้ำส้มควันไม้ ส่งผลให้ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีคะแนนหลังการถ่ายทอดเทคโนโลยีสูงกว่าก่อนการถ่ายทอดเทคโนโลยี สอดคล้องกับ Pittayapitak and Vicheanpant (2012) ที่กล่าวว่าผู้ถ่ายทอดนวัตกรรมต้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนถึงสภาพความเป็นอยู่ และวิถีชีวิตของกลุ่มผู้รับการถ่ายทอดนวัตกรรม เพื่อเลือกรูปแบบในการถ่ายทอดและวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมตามบริบท สถานการณ์ และความรู้ของผู้รับการถ่ายทอดนวัตกรรม หากผู้ถ่ายทอดนวัตกรรมเลือกวิธีการถ่ายทอดได้เหมาะสมกับธรรมชาติของกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่ม และให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสำเร็จในการถ่ายทอดนวัตกรรมย่อมทำให้ผู้รับการถ่ายทอดเกิดการเรียนรู้และเกิดความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

ผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นในการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยรวม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.15 เกษตรกรที่เข้ารับการถ่ายทอดมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ด้านวิทยากร อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.44 รองลงมา คือ ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.24 และด้านกระบวนการถ่ายทอด อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.19 ดัง Table 3

Table 3 Mean, standard deviation opinions of farmers participate in technology transfer.

Opinions	Mean	S.D.	Level
1. Transfer Process	4.19	0.57	Good
2. Trainers	4.44	0.61	Very Good
3. Contents	4.11	0.67	Good
4. Cognitive	3.87	0.59	Good
5. Media and Facilities	4.24	0.53	Very Good
6. Benefits	4.15	0.61	Good
7. Application of Knowledge	4.08	0.65	Good
Total Mean	4.15	0.60	Good

เมื่อพิจารณาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรเป็นรายด้าน มีผลการศึกษาดังนี้ ด้านกระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยี เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ การอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.43 รองลงมา คือ การให้คำแนะนำ ตอบคำถามของเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.37 การประสานงานจากเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับ ดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.30 และ การบริการของเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.27 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านกระบวนการถ่ายทอด เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยเห็นว่าการอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่ การให้คำแนะนำ ตอบคำถามของ เจ้าหน้าที่ การประสานงานจากเจ้าหน้าที่ การบริการของเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากการถ่ายทอดครั้งนี้ยึดหลักการ ถ่ายทอดความรู้แบบวิธีการเชิงระบบที่มีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้เข้ารับการถ่ายทอด มีการวางแผนการดำเนินการ ถ่ายทอดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้รับการถ่ายทอด จึงทำให้ได้กระบวนการถ่ายทอดมีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการกับผู้เข้ารับการถ่ายทอด ซึ่งสอดคล้อง Regional Education Office NO.1 (2022) ที่กล่าวว่า การถ่ายทอดหรือการ ฝึกอบรมจะบังเกิดผลดีต่อเมื่อผู้รับผิดชอบดำเนินการอย่างมีระบบ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้หากผู้รับผิดชอบจัดการถ่ายทอดและฝึกอบรมมี ความเข้าใจถึงกระบวนการและวิธีดำเนินการในแต่ละขั้นตอนอย่างเหมาะสม

ด้านวิทยากร เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.44 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกร มีความคิดเห็นมากที่สุด คือ วิทยากรมีความเป็นกันเอง อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.67 รองลงมา คือ วิทยากรมีทักษะในการ ถ่ายทอดความรู้ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.59 วิทยากรมีความรู้ความสามารถในเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.50 วิทยากรตรงต่อเวลาและรักษาเวลาได้เหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.43 วิทยากรมีความสามารถในการตอบคำถามอยู่ใน ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.33 เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.23 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านวิทยากรเกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยเห็นว่า วิทยากรมีความเป็นกันเอง วิทยากรมี ทักษะในการถ่ายทอดความรู้ วิทยากรมีความรู้ความสามารถในเนื้อหา วิทยากรตรงต่อเวลาและรักษาเวลาได้เหมาะสม วิทยากรมี ความสามารถในการตอบคำถาม เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและแสดงความคิดเห็น อยู่ในระดับดีมาก ดังนั้นบุคคลที่ จะมาเป็นวิทยากรต้องมีความรู้ความสามารถในเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีเจตคติที่ดี และสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมได้ สอดคล้องกับ HR Note.asia (2021) ที่กล่าวว่า วิทยากรหรือผู้ที่มาให้ความรู้จำเป็นต้องเป็นปัจจัยสำคัญ อย่างยิ่ง ต้องมีทักษะในการสื่อสารที่ดี มีกลยุทธ์ในการพูดที่น่าฟัง มีองค์ความรู้ที่แน่น และมีวิธีการพูดที่ดึงดูดผู้ฟัง ทำให้อยากรับ สาร นอกจากนี้การเปิดให้ซักถาม ถามตอบข้อสงสัย หรือสิ่งที่อยากรู้ รวมไปถึงสิ่งที่อธิบายผ่านมามีเข้าใจหรือไม่เข้าใจตรงจุดไหน หากไม่มีการเปิดช่วงซักถามก็อาจทำให้ผู้ที่สงสัยไม่สามารถแก้ปัญหาที่ตนติดค้างได้ หรือบางครั้งวิทยากรอาจจะไม่รู้เลยว่าสิ่งที่ ตนเองพูดไปนั้นทำให้ผู้ฟังหรือผู้เข้ารับการอบรมเกิดความเข้าใจได้หรือไม่ การเปิดการซักถามนี้จึงถือเป็นการประเมินผลการอบรม เบื้องต้นวิธีหนึ่ง รวมถึงเปิดโอกาสให้เพิ่มเติมการเรียนรู้ที่ขาดหายไปได้ด้วย

ด้านเนื้อหา เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.11 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ความถูกต้องของเนื้อหา อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.14 รองลงมา คือ ความทันสมัยของเนื้อหา อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.13 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านเนื้อหาเกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยเห็นว่า ความถูกต้องของเนื้อหา ความทันสมัยของเนื้อหา ความสมบูรณ์ของเนื้อหา อยู่ในระดับดี เนื่องจากเนื้อหาที่ได้รับเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถนำไปพัฒนาอาชีพที่ทำอยู่ได้ และยังตรงกับความต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดของ Freire (1970) ที่กล่าวว่าผู้เรียนวัยผู้ใหญ่อาจจะมีเหตุจูงใจในการเรียนสิ่งใด ๆ ด้วยเหตุผลมากมาย เช่น เพื่อการเปลี่ยนแปลงอาชีพ เพื่อความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน หรืออาจจะเรียนรู้เพื่อค้นหาความรู้ใหม่ ๆ ดังนั้นในการฝึกอบรมจึงต้องให้ความเอาใจใส่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียนรู้ เพราะจะช่วยทำให้เนื้อหาการเรียนรู้และกิจกรรมการฝึกอบรมนั้นประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

ด้านความรู้ความเข้าใจ เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 3.87 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ความรู้หลังเข้าร่วมเกี่ยวกับการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.29 รองลงมา คือ สามารถอธิบายการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 3.94 ตามลำดับ เนื่องจากเกษตรกรที่เข้าร่วมการถ่ายทอดมีความสนใจที่นำความรู้ที่รับจากการถ่ายทอดไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้เกษตรกรยังมีประสบการณ์ ความรู้พื้นฐานด้านการเกษตรมาก่อน จึงทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ Waroonkum and Steward (2008) กล่าวว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยีจะประสบความสำเร็จได้นั้น ผู้รับจะต้องมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียนและนำไปใช้ประโยชน์ ระดับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่มีอยู่จะสนับสนุนให้การถ่ายทอดมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.24 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ สื่อประกอบการถ่ายทอดมีความเหมาะสม น่าสนใจ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.37 รองลงมา คือ สื่อประกอบการถ่ายทอดเข้าใจง่ายและชัดเจน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.27 สถานที่ใช้ดำเนินการถ่ายทอดเหมาะสมและสอดคล้องกับการเรียนรู้การผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 ความพร้อมของอุปกรณ์ โสตทัศนูปกรณ์ และอาหารและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.23 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวกเกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยเห็นว่า สื่อประกอบการถ่ายทอดมีความเหมาะสม น่าสนใจ สื่อประกอบการถ่ายทอดเข้าใจง่ายและชัดเจน อยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากสื่อประกอบการถ่ายทอดมีเหมาะสม และช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง รวดเร็ว สอดคล้องกับ Boonhor (2016) กล่าวว่า กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นการนำองค์ความรู้ไปสู่ประชากรเป้าหมายโดยใช้สื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการกระตุ้นและสร้างความสนใจและส่งเสริมความเข้าใจได้ดี เรียนรู้ได้ในเวลาสั้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.15 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ การเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ทำให้เห็นคุณค่าเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 รองลงมา คือ การเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้เสริมสร้างเจตคติและพฤติกรรมในทางที่ดีต่อเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.16 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านประโยชน์ที่ได้รับเกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยเห็นว่า การเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ทำให้เห็นคุณค่าเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดีมาก และการเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้เสริมสร้างเจตคติและพฤติกรรมในทางที่ดีต่อเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับแนวคิดของ Rogers (1983) ที่กล่าวว่าประโยชน์ที่ได้รับจากนวัตกรรม (Relation Advantage) เป็นการที่ผู้รับมีความรู้สึกว่าการพัฒนานั้นดีกว่ามีประโยชน์มากกว่าสิ่งของหรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ยิ่งนวัตกรรมมีประโยชน์หรือข้อดีต่อผู้ใช่มากเท่าใด โอกาสในการยอมรับนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เกษตรกรมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.08 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ความรู้ที่ได้รับจากเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถนำความรู้ไปทอดแก่บุคคลอื่นได้ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.16 รองลงมา คือ ความรู้ที่ได้รับจากเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถนำไปให้คำปรึกษาแก่เพื่อนบ้านได้ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.10 ตามลำดับ ทั้งนี้ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เกษตรกรมีความ

คิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยเห็นว่า ความรู้ที่ได้รับจากเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถนำความรู้ไปทอดแก่บุคคลอื่นได้ สามารถนำไปให้คำปรึกษากับเพื่อนบ้านได้ อยู่ในระดับดี เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้มีประโยชน์ มีคุณค่าและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง สอดคล้อง Davis (1989) ที่อธิบายว่า การรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยี (Perceive usefulness) เป็นทัศนคติความเชื่อของบุคคลที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบใดระบบหนึ่ง เพื่อเพิ่มศักยภาพภาพการทำงานของบุคคลนั้น เป็นความเชื่อหรือมุมมองในการวิเคราะห์และตระหนักถึงคุณค่าหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากเทคโนโลยีหากคุณประโยชน์ของเทคโนโลยีตรงกับความต้องการของบุคคลจะนำไปสู่การยอมรับและนำเทคโนโลยีนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไป นอกจากนี้เกษตรกรเห็นว่า ความรู้ที่ได้รับจากเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้สามารถนำความรู้ไปทอดแก่บุคคลอื่นได้ ดังนั้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้ เกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ไปใช้ในการพัฒนา กลุ่มและเครือข่ายและสามารถถ่ายทอดไปยังเกษตรกรกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะและปัญหาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เกษตรกรมีความคิดเห็นข้อเสนอแนะและปัญหาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ควรจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 53.33 ควรเพิ่มจำนวนวันในการถ่ายทอดให้มากกว่านี้ ร้อยละ 30.00

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานเกษตรอำเภอ องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล ควรสนับสนุนงบประมาณให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงส่งออกอย่างจริงจัง
2. ควรมีการติดตามผลการนำความรู้ไปใช้หลังการถ่ายทอดของเกษตรกร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงหลักสูตรและการบริหารการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อไป

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาความต้องการ ความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าเกษตรกรมีความต้องการในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ใช้เทคนิคในการถ่ายทอดทั้ง 3 วิธีร่วมกัน คือ การบรรยาย การฝึกปฏิบัติและการสาธิต สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอด คือ คู่มือ จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมประมาณ 20 - 30 คน ระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม โดยระยะเวลาการถ่ายทอดจำนวน 1 วัน หัวข้อที่เกษตรกรต้องการได้รับการถ่ายทอดมากที่สุด คือ วิธีการสร้างเตาผลิตน้ำส้มควันไม้ 200 ลิตร, เทคนิคการเผาของเตาผลิตน้ำส้มควันไม้ 200 ลิตร, ประยุกต์ใช้น้ำส้มควันไม้

ผลการเปรียบเทียบความรู้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า หลังการถ่ายทอดเกษตรกรมีความรู้แตกต่างกับก่อนการถ่ายทอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยหลังการถ่ายทอดเกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ย 13.10 คะแนน สูงกว่าก่อนการถ่ายทอดที่มีคะแนนเฉลี่ย 7.37 คะแนน

เกษตรกรมีความคิดเห็นในการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า เกษตรกรที่เข้ารับการถ่ายทอดมีความคิดเห็นมากที่สุด คือ ด้านวิทยากร อยู่ในระดับดี รองลงมา คือ ด้านสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านกระบวนการถ่ายทอด อยู่ในระดับดี

เกษตรกรมีข้อเสนอแนะและปัญหาในการถ่ายทอดเทคโนโลยี คือ ควรจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง ควรเพิ่มจำนวนวันในการถ่ายทอดให้มากขึ้น

การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อพัฒนา กลุ่มและเครือข่ายเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา ส่งผลให้เกษตรกรลดปัญหาการใช้สารเคมี และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมี โดยนำกิ่งมะม่วงที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มควันไม้ นอกจากนี้ได้นำน้ำส้มควันไม้ไว้ใช้แล้วเกษตรกรยังได้ถ่านไม้ไว้ใช้และจำหน่ายเป็นการเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนา กลุ่มและสร้างเครือข่ายการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ที่เหมาะสม และได้มาตรฐานเพื่อนำไปพัฒนาการปลูกมะม่วงเพื่อส่งออกและถ่ายทอดความรู้ไปยังเกษตรกรกลุ่มอื่น ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ในการพัฒนากลุ่มและการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ในการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้ให้กับเกษตรกรที่ปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรา และทำให้บทความวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ร่วมวิจัย เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและเกษตรกรผู้ส่งออกมะม่วงจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตและการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อพัฒนาและเครือข่ายเกษตรกรงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Boonhor, P. (2016). **Factor Effecting Technology Transfer to Community**. Bangkok: The Degree of Master of Science Technology Management College of Innovation Thammasat University. (in Thai).
- Cronbach, L. J. (1970). **Essentials of Psychological Testing**. 3rd ed. New York: Harper & Row.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*. 13(3), 319-340.
- Freire, P. (1970). **Pedagogy of the Oppressed**. New York: Seabury Press.
- HR Note.asia. (2021). **Classroom Training**. Retrieved from: <https://th.hrnote.asia/orgdevelopment/190606-classroom-training/>. (in Thai).
- Kuder, G. F. & Richardson, M. W. (1937). The theory of estimation of test reliability. *Psychometrika*. 2, 151-160.
- Mgr Online A. (2022). **The Mango Farmers Association joins alliances to open a forum to discuss and help over 200,000 households restore their quality of life**. Retrieved from: <https://mgronline.com/smes/detail/9640000128229>. (in Thai).
- Mgr Online B. (2022). **Nam Dok Mai Mango, Mueang Pad Riw can still dominate the international market for a long time**. Retrieved from: <https://mgronline.com/local/detail/9590000043955>. (in Thai).
- Pittayapitak, T. & Vicheanpant, T. (2012). Innovation Diffusion: Concept and Model. *Journal of Library and Information Science Srinakharinwirot University*. 5(1), 107-118. (in Thai).
- Regional Education Office NO.1. (2022). **Knowledge Management and Knowledge Body on Training Techniques**. Retrieved from: <http://www.reo15.moe.go.th/web/images/yutasan/km57/km572.pdf>. (in Thai).
- Rogers, E. M. (1983). **Diffusion of innovations**. New York: The Free Press.
- Spring News. (2022). **Chachoengsao Mango Outstanding Products with GAP Standards, Exported Far and Wide Around The World**. Retrieved from: <https://www.springnews.co.th/news/817534>. (in Thai).
- Thansettakij. (2022). **Thai Mangoes are Still Popular, In The First 2 Months, Exports to The FTA Market Jumped 15%**. Retrieved from: <https://www.thansettakij.com/economy/522165>. (in Thai).
- TechnologyChaoban. (2021). **Wood Vinegar Distiller For agriculture, easy to use, durable, suitable for a 200 liter charcoal kiln**. Retrieved from: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_188374. (in Thai).
- Waroonkun, T. & Stewart, R. A. (2008). Modeling the international technology transfer process in construction projects: Evidence from Thailand. *The Journal of Technology Transfer*. 33(6), 667-687.

วันรับบทความ (Received date) : 9 มี.ค. 66

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 17 พ.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 24 พ.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.009>

แบบแผนและปัจจัยตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Patterns and Determinants of Income Diversification among Farm Households in the Northeast of Thailand

สรพงษ์ เจริญกิตติyawut^{1*}, ประภาพร ชูลีlung² และสุนิพร สุวรรณณีนพ¹

Sorrapong Charoenkittayawut^{1*}, Prapaporn Chulilung², and Suneeporn Suwanmaneepong¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาถึงแบบแผนความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 2) เพื่อวัดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยด้วยดัชนี Simpson และ 3) เพื่อศึกษาปัจจัยตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากโครงการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564 ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยทำการคัดเลือกเฉพาะครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามเกณฑ์การจำแนกอาชีพของครัวเรือนของสำนักงานสถิติแห่งชาติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์การถดถอยโทบิต ผลการวิจัย พบว่า สัดส่วนเฉลี่ยรายได้นอกภาคการเกษตรของครัวเรือนตัวอย่างสูงกว่าสัดส่วนเฉลี่ยรายได้ในภาคการเกษตรของครัวเรือนเพียงเล็กน้อย หากพิจารณาถึงความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรด้วยดัชนี Simpson พบว่า ร้อยละ 49.99 ของครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างมีความหลากหลายของรายได้อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ ความหลากหลายของรายได้ระดับสูงและต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.71 และ 24.30 ตามลำดับ แหล่งรายได้ที่ครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างได้รับสูงที่สุดใน 2 อันดับแรก ได้แก่ รายได้จากการปลูกพืชและการทำปศุสัตว์ (ร้อยละ 95.91) และรายได้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากการทำนา (ร้อยละ 95.17) สำหรับผลการวิเคราะห์การถดถอยโทบิต พบว่า อายุของหัวหน้าครัวเรือน ขนาดของครัวเรือน การมีสมาชิกในครัวเรือนย้ายถิ่นไปทำงานภายในประเทศและต่างประเทศ และปริมาณหนี้สินนอก ระบบของครัวเรือน ส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร ในทางตรงกันข้าม รายได้ต่อปีต่อหัวของครัวเรือนและขนาดที่ดินของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางลบต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษากลับพบว่า เพศของหัวหน้าครัวเรือน ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน อัตราการพึ่งพิงของครัวเรือน ปริมาณหนี้สินในระบบของครัวเรือน ความสามารถในการเข้าถึงแหล่งเงินทุน และเขตที่อยู่อาศัยของครัวเรือน ไม่ส่งอิทธิพลต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแต่อย่างใด

คำสำคัญ: ความหลากหลายของรายได้ ครัวเรือนเกษตรกร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ 10520

¹ School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

² วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี 13180

² College of Innovative Management, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani, 13180

* Corresponding author: panmankeb@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were (i) to investigate the pattern of income diversification of farm households, (ii) to assess the level of income diversification among farm households using the Simpson index of diversification (SID), and (iii) to study the determinants of income diversification among farm households in the Northeast of Thailand. This research employed secondary data from the 2021 Household Socio-Economic Survey collected by the National Statistical Office, Thailand. The household samples selected in this research included farm households in the Northeast of Thailand according to the household socio-economic status classification of the National Statistical Office. Data were analysed for frequency, percentage, mean, standard deviation, and Tobit regression analysis. The finding revealed that the calculated share of non-farm income was slightly higher than that of farm income. Considering the level of income diversification using SID, the finding indicated that 49.99 % of farm household samples had a medium level of income diversification, followed by the high and low levels at 25.71% and 24.30%, respectively. The highest proportion of economic activities that farm households participated in was 'planting and forestry' and 'other non-employment', accounting for 95.91% and 95.17%, respectively. The Tobit regression analysis revealed that the age of the household head, the household size, household members migrating for domestic work and overseas work, and the amount of debt in the informal sector significantly and positively influenced income diversification among farm households in the Northeast of Thailand. In contrast, annual household income per capita and land size significantly and negatively affected household income diversification among farm households. However, the sex of the household head, the education level of the household head, the household dependency ratio, the amount of debt in the formal sector, access to credit, and the location of the household had no significant effect on income diversification among farm households in the Northeast of Thailand.

Keywords: income diversification, farm households, The Northeast of Thailand

คำนำ

การประกอบอาชีพการเกษตรมักต้องเผชิญกับปัจจัยเสี่ยงและความไม่แน่นอนในหลายประการ อาทิ สภาพอากาศที่แปรปรวน ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และความผันผวนของราคาสินค้าเกษตร เป็นต้น ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนหรือความผันผวนของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร และการวางแผนเพื่อการตัดสินใจในการผลิตการเกษตรในแต่ละปี (Davis, 2001; Davis & Bezemer, 2004; Mishra et al., 2010) จากการศึกษาของ Kingnetr & Maneejuk (2019) ชี้ชัดว่า ความมั่นคงทางด้านรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับต้นทุนชีวิตของเกษตรกร (อาทิ ฐานะทางเศรษฐกิจของครัวเรือน ขนาดที่ดินทำกิน ทำเลที่ตั้งของพื้นที่การเกษตร การเลือกชนิดของพืชในการเพาะปลูก ทักษะและประสบการณ์ทางการเกษตร การปรับตัวของเกษตรกร และการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น) และนโยบายของภาครัฐ (อาทิ การลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการให้ข้อมูลและสารสนเทศที่สำคัญต่อการตัดสินใจทางการเกษตร เป็นต้น) หนึ่งในวิธีการหรือกลยุทธ์ที่ครัวเรือนเกษตรกรสามารถสร้างทางรอดให้กับครัวเรือนของตนเพื่อที่จะตอบสนองต่อความเสี่ยงและความไม่แน่นอนดังกล่าว รวมไปถึงการสร้างความมั่นคงทางด้านรายได้และการยกระดับมาตรฐานชีวิตความเป็นอยู่ของครัวเรือนให้ดียิ่งขึ้น คือ การสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือน (Akinrinde et al., 2018; Davis, 2001; Ellis, 1998; Etea et al., 2020)

ความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรมีความเกี่ยวพันอย่างใกล้ชิดกับการจัดสรรทรัพยากรในครัวเรือนเพื่อใช้ในการผลิตหรือประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งในภาคเกษตรและนอกภาคเกษตร (Abdulai & Crolerees, 2001) ครัวเรือน

เกษตรอาจสร้างความหลากหลายในกิจกรรมทางการเกษตรด้วยหลากหลายวิธี อาทิ การปลูกพืชหลากหลายชนิด การทำปุ๋ยสัตว์หลากหลายชนิดในฟาร์ม การรับจ้างทำการเกษตร เป็นต้น นอกจากนี้ ครั้วเรือนเกษตรยังสามารถสร้างความหลากหลายของรายได้ ในกิจกรรมที่มีใช้การเกษตร อาทิ การรับจ้างนอกภาคเกษตร การจ้างงานตนเอง และการย้ายถิ่นไปทำงานนอกพื้นที่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การสร้างความหลากหลายของครั้วเรือนเกษตรขึ้นอยู่กับโอกาสหรือศักยภาพของครั้วเรือนและข้อจำกัดที่ครั้วเรือนเกษตรต้องเผชิญอยู่ (Schwarze & Zeller, 2005) รวมไปถึงลักษณะสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมที่ครั้วเรือนอาศัยอยู่ (Reardon et al., 2006) แม้ว่าการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนจะมีบทบาทที่สำคัญต่อการกระจายความเสี่ยงทางการเงินและทรัพยากรมนุษย์ของครั้วเรือน ความมีเสถียรภาพทางการเงินของครั้วเรือน การเพิ่มผลผลิตที่หลากหลาย ความมั่นคงทางอาหารของครั้วเรือน และการเพิ่มโอกาสในการมีงานทำของสมาชิกในครั้วเรือน (Medhurst & Segrave, 2007) แต่เนื่องด้วยผลตอบแทนที่รับรู้จากการผลิตทางการเกษตรมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับผลตอบแทนที่รับรู้จากนอกภาคเกษตร ดังนั้น แนวโน้มของการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรจึงมุ่งเน้นการสร้างความหลากหลายของรายได้ในกิจกรรมนอกภาคการเกษตรเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การประกอบกิจกรรมทางเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนับได้ว่ามีความท้าทายเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นความท้าทายในมิติทางทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่และการผลิตทางการเกษตร จากการรายงานของ Srikongphet (2014) ได้ชี้ชัดว่า ครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักประสบกับปัญหารายได้อย่างต่อเนื่องอันนำไปสู่ปัญหาภาระหนี้สินและมาตรฐานความเป็นอยู่ของครั้วเรือนลดลง สาเหตุที่สำคัญของปัญหาดังกล่าวเกิดจาก 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ประการแรก พื้นที่ปลูกพืชหรือพื้นที่ประกอบกิจกรรมทางการเกษตรของครั้วเรือนมีปริมาณที่ไม่เพียงพอที่จะสามารถทำกำไรได้ ประการที่สอง ผลผลิตต่อไร่ต่ำ เนื่องด้วยข้อจำกัดทางกายภาพของพื้นที่ อาทิ แหล่งชลประทานไม่ครอบคลุมพื้นที่การเกษตร ปัญหาภัยแล้ง ปัญหาดินเค็ม เป็นต้น และประการที่สาม เกษตรเผชิญกับต้นทุนการผลิตที่สูงอย่างต่อเนื่อง อันส่งผลทำให้รายได้ของเกษตรกรไม่เพียงพอกับค่าใช้จ่าย ด้วยความท้าทายดังกล่าวที่ครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเผชิญอยู่นั้น การสร้างความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรจึงถือได้ว่าหนึ่งในแนวทางที่สำคัญที่จะสร้างทางรอดให้กับครั้วเรือนเกษตรที่จะตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าว อันนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานชีวิตความเป็นอยู่และสร้างความมั่นคงของรายได้ให้กับครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

ด้วยเหตุและผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงรูปแบบและปัจจัยตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ประการ ได้แก่ ประการแรก เพื่อศึกษาถึงแบบแผนความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประการที่สอง เพื่อวัดความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยด้วยดัชนีของ Simpson และประการที่สาม เพื่อศึกษาปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผลที่รับรู้จากการศึกษาครั้งนี้จะนำไปสู่การวางแผนและการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครั้วเรือนเกษตร อันนำไปสู่การสร้างความมั่นคงทางรายได้ของครั้วเรือน ลดความเสี่ยงที่ครั้วเรือนต้องเผชิญความไม่แน่นอนทางด้านรายได้ รวมไปถึงการจัดปัญหาความยากจนและส่งเสริมความมั่งคั่งให้กับครั้วเรือนเกษตรต่อไป

วิธีการศึกษา

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากโครงการการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครั้วเรือน พ.ศ. 2564 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสำรวจสมาชิกครั้วเรือนและการใช้จ่ายของครั้วเรือน และแบบสำรวจรายได้ของครั้วเรือน การเลือกตัวอย่างของสำนักงานสถิติแห่งชาติใช้วิธีการแบ่งชั้นแบบสองชั้น (National Statistical Office, 2022) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกครั้วเรือนตัวอย่างเฉพาะครั้วเรือนเกษตรที่อาศัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามการประมวลผลของสำนักงานสถิติแห่งชาติที่ได้จำแนกกลุ่มฐานะเศรษฐกิจและสังคมตามแหล่งรายได้ส่วนใหญ่

ของครัวเรือน สถานภาพการทำงาน ประเภทของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และอาชีพหลัก ซึ่งครอบคลุม 3 กลุ่มครัวเรือน ได้แก่ 1) ครัวเรือนผู้ถือครองทำการเกษตร การปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ส่วนใหญ่เป็นเจ้าของที่ดิน) 2) ครัวเรือนผู้ถือครองทำการเกษตร การปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ส่วนใหญ่เช่าที่ดินหรือทำกินฟรี) และ 3) ครัวเรือนผู้ทำการประมง ป่าไม้ ล่าสัตว์ หาของป่า และบริการเกษตร (National Statistical Office, 2022)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร ซึ่งวัดด้วยดัชนีความหลากหลายของรายได้ของ Simpson (SID) รายได้ของครัวเรือนเกษตรสามารถจำแนกแหล่งของรายได้ออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้ ส่วนแรก รายได้จากภาคเกษตร ประกอบด้วย 4 แหล่ง ได้แก่ 1) รายได้จากการให้เช่าสัตว์ใช้งานและเครื่องมือที่ใช้ในการเกษตรหรือค่าบริการทางการเกษตรและการบริการสัตว์บาล 2) รายได้จากการปลูกพืชและการทำป่าไม้ 3) รายได้จากการเลี้ยงสัตว์ และ 4) รายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ประมง ล่าสัตว์ และหาของป่า ส่วนที่สอง รายได้นอกภาคเกษตร ประกอบด้วย 5 แหล่ง ได้แก่ 1) ค่าจ้างและเงินเดือนนอกภาคเกษตร 2) เงินสวัสดิการจากการทำงาน 3) รายได้จากการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม หรือวิชาชีพที่ไม่ใช่การเกษตร 4) เงินส่งกลับของสมาชิกในครัวเรือน และ 5) รายได้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากการทำงาน การคำนวณความหลากหลายของรายได้ของ Simpson (SID) มีรายละเอียดในการคำนวณ ดังนี้ (Agyeman et al., 2014)

$$SID = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

กำหนดให้ P_i หมายถึง สัดส่วนรายได้จากแหล่งที่ i และ n หมายถึง จำนวนแหล่งที่มาของรายได้ ค่า SID ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากค่า SID มีค่าเท่ากับ 0 นั้นแสดงว่า ครัวเรือนเกษตรมีรายได้มาจากแหล่งเดียวเท่านั้นหรือไม่มีความหลากหลายของรายได้ และหากค่า SID มีค่าเท่ากับ 1 นั้นแสดงว่า ครัวเรือนเกษตรมีความหลากหลายของรายได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับการแปลความหมายค่า SID ใช้เกณฑ์ของ Saha & Bahal (2010) ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ค่า SID ต่ำกว่า 0.38 หมายถึง ความหลากหลายของรายได้ในระดับต่ำ ค่า SID อยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.62 หมายถึง ความหลากหลายของรายได้ในระดับปานกลาง และค่า SID สูงกว่า 0.62 หมายถึง ความหลากหลายของรายได้ในระดับสูง

ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 13 ตัวแปร ได้แก่ เพศของหัวหน้าครัวเรือน อายุของหัวหน้าครัวเรือน ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน ขนาดครัวเรือน อัตราการะพึ่งพียงของครัวเรือน การมีสมาชิกย้ายถิ่นไปทำงานภายในประเทศและต่างประเทศ รายได้ต่อปีต่อหัวของสมาชิกในครัวเรือน ขนาดที่ดินของครัวเรือน ปริมาณหนี้สินของครัวเรือนในระบบและนอกระบบ การเข้าถึงสินเชื่อ และเขตที่อยู่อาศัยของครัวเรือน

สำหรับการศึกษาแบบแผนความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของรายได้ (Mean of Income Shares: MIS) ซึ่งมีสูตรทั่วไปในการคำนวณ ดังนี้ (Agyeman et al., 2014)

$$MIS = \frac{\sum_{h=1}^n y_{ih}/Y_h}{n}$$

กำหนดให้ y หมายถึง รายได้จากกิจกรรมทางเศรษฐกิจ Y หมายถึง รายได้รวม i หมายถึง แหล่งรายได้ h หมายถึง ครัวเรือน และ n หมายถึง จำนวนครัวเรือน

ทั้งนี้ การคำนวณสัดส่วนเฉลี่ยของรายได้จากภาคการเกษตรและนอกภาคการเกษตรสามารถคำนวณได้ ดังนี้ (Agyeman, et al., 2014)

- สัดส่วนเฉลี่ยของรายได้จากภาคการเกษตร (Mean Share of Farm Income: MSFI) สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$MSFI = \sum \left[\frac{\sum_{i=1}^{Inc1} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=2}^{Inc2} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=3}^{Inc3} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=4}^{Inc4} y_{i/tot_i}}{n} \right]$$

- สัดส่วนเฉลี่ยของรายได้นอกภาคการเกษตร (Mean Share of Non-Farm Income: MSNFI) สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$MSNFI = \sum \left[\frac{\sum_{i=5}^{Inc5} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=6}^{Inc6} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=7}^{Inc7} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=8}^{Inc8} y_{i/tot_i}}{n} + \frac{\sum_{i=9}^{Inc9} y_{i/tot_i}}{n} \right]$$

กำหนดให้ Inc1; หมายถึง รายได้จากการให้เช่าสัตว์ใช้งานและเครื่องมือที่ใช้ในการเกษตรหรือค่าบริการทางการเกษตร และการบริการสัตว์บาล Inc2; หมายถึง รายได้จากการปลูกพืชและการทำป่าไม้ Inc3; หมายถึง รายได้จากการเลี้ยงสัตว์ Inc4; หมายถึง รายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ประมง ลำสัตว์ และหาของป่า Inc5; หมายถึง ค่าจ้างและเงินเดือนนอกภาคเกษตร Inc6; หมายถึง เงินสวัสดิการจากการทำงาน Inc7; หมายถึง รายได้จากการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม หรือวิชาชีพที่ไม่ใช่ การเกษตร Inc8; หมายถึง เงินส่งกลับของสมาชิกในครัวเรือน Inc9; หมายถึง รายได้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากการทำงาน Tot; หมายถึง รายได้รวมของครัวเรือน และ n หมายถึง จำนวนครัวเรือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์การถดถอยโทบิต (Tobit Regression Analysis) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยตัวกำหนดความหลากหลายของ รายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

แบบแผนความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิเคราะห์สัดส่วนเฉลี่ยของรายได้ของครัวเรือนเกษตร พบว่า สัดส่วนเฉลี่ยของรายได้นอกภาคการเกษตร (ร้อยละ 52.56) สูงกว่าสัดส่วนเฉลี่ยรายได้ในภาคการเกษตร (ร้อยละ 47.44) หากพิจารณารายละเอียดของสัดส่วนเฉลี่ยของรายได้นอก ภาคการเกษตร พบว่า สัดส่วนของรายได้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากการทำงานมีค่าสูงสุด (ร้อยละ 29.69) รองลงมาคือ ค่าจ้าง และเงินเดือนนอกภาคการเกษตร เงินส่งกลับของสมาชิกในครัวเรือน รายได้จากประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมหรือวิชาชีพที่ไม่ใช่ การเกษตร และเงินสวัสดิการจากการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 17.75 4.39 0.58 และ 0.15 ตามลำดับ สำหรับสัดส่วนเฉลี่ยของ รายได้จากภาคการเกษตร พบว่า สัดส่วนของรายได้จากการปลูกพืชและการทำป่าไม้มีค่าสูงสุด (ร้อยละ 33.59) รองลงมาคือ รายได้จากการเลี้ยงสัตว์ รายได้จากการให้เช่าสัตว์ใช้งานและเครื่องมือที่ใช้ในการเกษตรหรือค่าบริการทางการเกษตรและการ บริการสัตว์บาล และรายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ประมง ลำสัตว์ และหาของป่า คิดเป็นร้อยละ 9.77 2.82 และ 1.29 ตามลำดับ (Table 1) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยและวรรณกรรมที่ผ่านมาที่บ่งชี้ว่า ครัวเรือนเกษตรมิได้ให้ความสำคัญหรือ พึ่งพารายได้จากกิจกรรมทางการเกษตรเท่านั้น แต่ยังคงพยายามสร้างรายได้ที่หลากหลายจากกิจกรรมนอกภาคการเกษตร (Davis & Bezemer, 2004; Ersado, 2006; Mishra et al. 2010)

Table 1 Mean share of farm and non-farm income among farm households in the Northeast of Thailand.

Sources of income	Percentage of mean income share
Farm income	47.44
▪ Income from leasing working animals and agricultural tools, or agricultural services, and animal husbandry services	2.82
▪ Income from planting and forestry	33.56
▪ Income from animal husbandry	9.77
▪ Income from aquaculture, fishery, hunting, and foraging	1.29
Non-Farm income	52.56
▪ Non-agricultural wages and salaries	17.75
▪ Employee benefits and welfare	0.15
▪ Non-agricultural income from business and industry	0.58
▪ Remittances of household members	4.39

Sources of income	Percentage of mean income share
▪ Income from other non-employment sources	29.69

การวัดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

หากพิจารณาความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรตามจำนวนแหล่งที่มาของรายได้ พบว่า ร้อยละ 95.91 ของครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายได้จากการปลูกพืชและการทำปศุสัตว์ รองลงมาคือ รายได้จากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่ได้มาจากการทำปศุสัตว์ (ร้อยละ 95.17) รายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ประมง ลำสัตว์ และหาของป่า (ร้อยละ 48.47) ค่าจ้างและเงินเดือนนอกภาคเกษตร (ร้อยละ 37.04) รายได้จากการเลี้ยงสัตว์ (ร้อยละ 23.72) เงินส่งกลับของสมาชิกในครัวเรือน (ร้อยละ 20.52) รายได้จากการให้เช่าสัตว์ใช้งานและเครื่องมือที่ใช้ในการเกษตรหรือค่าบริการทางการเกษตรและการบริการสัตวบาล (ร้อยละ 14.14) รายได้จากการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมหรือวิชาชีพที่ไม่ใช่การเกษตร (ร้อยละ 9.96) และเงินสวัสดิการจากการทำางาน (ร้อยละ 3.84) (Figure 1)

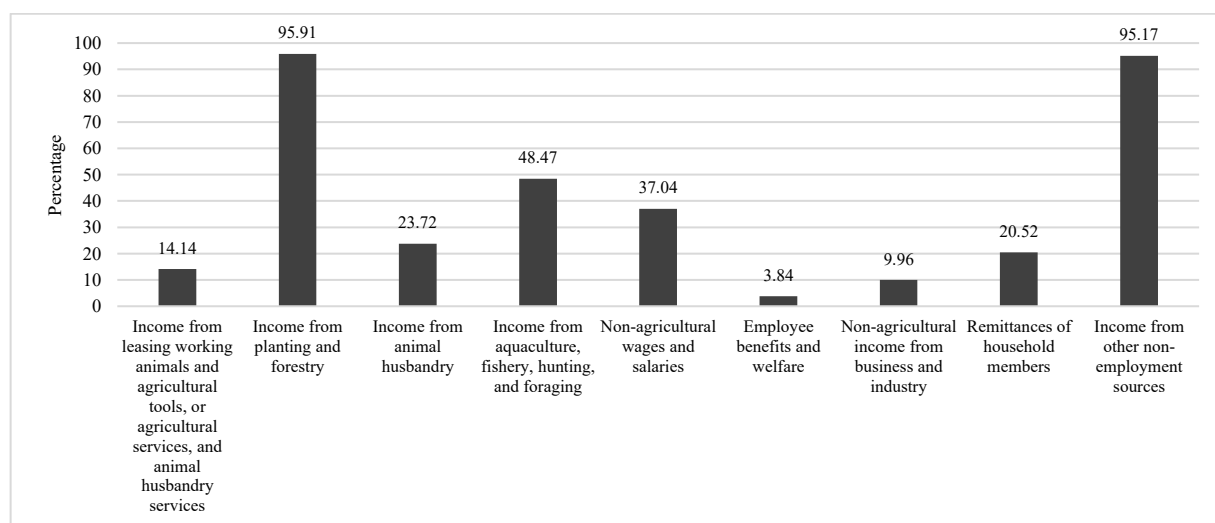


Figure 1 Percentage of farm households in the Northeast of Thailand participated in various income sources.

ในแง่ของจำนวนแหล่งที่มาของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ร้อยละ 35.86 ของครัวเรือนตัวอย่างมีรายได้จาก 3 แหล่ง รองลงมาคือ 4 แหล่ง (ร้อยละ 29.26) 2 แหล่ง (ร้อยละ 16.42) 5 แหล่ง (ร้อยละ 14.05) 6 แหล่ง (ร้อยละ 2.81) 1 แหล่ง (ร้อยละ 1.17) 7 แหล่ง (ร้อยละ 0.40) และ 8 แหล่ง (ร้อยละ 0.03) ตามลำดับ (Figure 2)

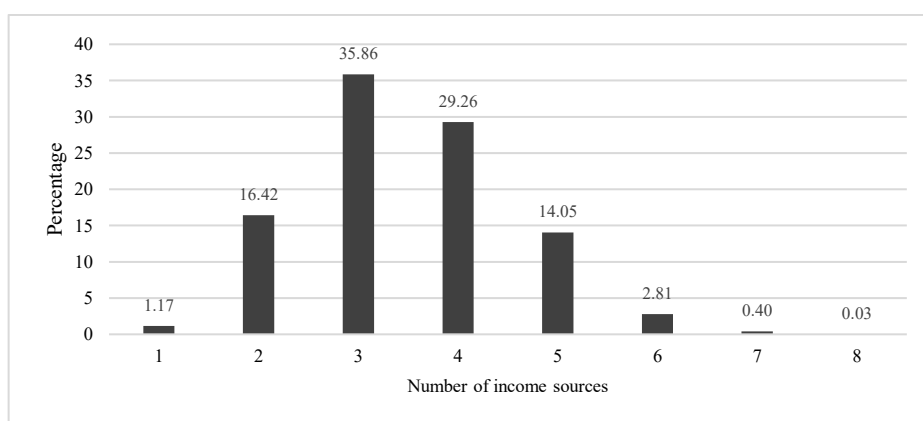


Figure 2 Percentage of the number of income sources farm households in the Northeast of Thailand participated in various income sources.

หากพิจารณาความหลากหลายของรายได้ด้วยดัชนีของ Simpson (SID) พบว่า ประมาณครึ่งหนึ่งของครัวเรือนเกษตร ตัวอย่าง (ร้อยละ 49.99) มีความหลากหลายของรายได้อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ ความหลากหลายของรายได้ระดับสูง และต่ำ คิดเป็นร้อยละ 25.71 และ 24.30 ตามลำดับ โดยรวมแล้ว ค่าเฉลี่ยความหลากหลายของรายได้ (SID) มีค่าเท่ากับ 0.4838 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.1754 (Table 2) และการแจกแจงของค่าดัชนี SID ของครัวเรือนแสดงใน Figure 3

Table 2 Descriptive statistics of Simpson's income diversification index among farm households in the Northeast of Thailand.

Simpson's income diversification index	Frequency (n=7,696)	Percentage
Low	1,870	24.30
Medium	3,847	49.99
High	1,979	25.71

Mean = 0.4838, Standard deviation = 0.1754, Minimum = 0, Maximum = 0.8293.

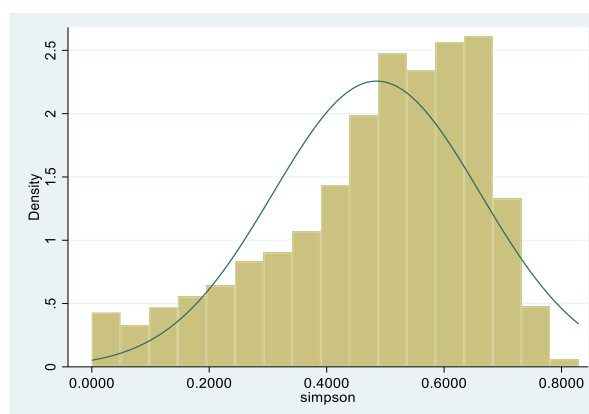


Figure 3 Distribution of Simpson's income diversification scores among farm households in the Northeast of Thailand.

ปัจจัยที่กำหนดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโทบิต พบว่า อายุของหัวหน้าครัวเรือน ขนาดของครัวเรือน การมีสมาชิกในครัวเรือนย้ายถิ่นไปทำงานภายในประเทศและต่างประเทศ และปริมาณหนี้สินนอกระบบของครัวเรือน ส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า รายได้ต่อปีต่อหัวของครัวเรือนและขนาดที่ดินของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางลบต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ดี ผลการศึกษากลับพบว่า เพศของหัวหน้าครัวเรือน ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน อัตราภาระพึ่งพิงของครัวเรือน ปริมาณหนี้สินในระบบ ความสามารถในการเข้าถึงแหล่งเงิน และสถานที่ตั้งของ ครัวเรือน กลับไม่ส่งอิทธิพลต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแต่อย่างใด (Table 3)

Table 3 Determinants of income diversification (SID) among farm households in the Northeast of Thailand.

Independent variables	Coefficient	SE	t-statistic	p-value
Sex of household head (Ref.=male)				
▪ Female	-0.004	0.004	-1.12	.264
Age of household head (Unit: years)	0.001	0.0002	3.29	.001
Education level of head household (Ref.=non-educated)				
▪ Primary level	0.008	0.014	0.59	.555

Independent variables	Coefficient	SE	t-statistic	p-value
▪ Lower secondary level	0.004	0.016	0.22	.823
▪ Upper secondary level	0.023	0.016	1.46	.145
▪ Higher than upper secondary level	-0.032	0.018	-1.80	.073
Household size (Unit: persons)	0.010	0.001	6.53	<.001
Household dependency ratio	-0.008	0.006	-1.34	.180
Household members migrating for domestic work (Ref.= no)				
▪ Yes	0.173	0.005	36.04	<.001
Household members migrating for overseas work (Ref.= no)				
▪ Yes	0.145	0.012	11.79	<.001
Annual household income per capita (Unit: one thousand Baht)	-0.016	0.002	-6.75	<.001
Size of land (Unit: ten raises)	-0.002	0.001	-2.87	.004
Amount of debt in the formal sector (Unit: one million Baht)	-0.001	0.004	-0.19	.851
Amount of debt in the informal sector (Unit: one million Baht)	0.087	0.019	4.52	<.001
Access to credit (Ref.= no)				
▪ Yes	0.012	0.008	1.56	.118
Location of household (Ref.= rural/non-municipal area)				
▪ Urban/municipal area	0.002	0.004	0.35	.724
Constant	0.381	0.023	16.33	<.001
Likelihood Ratio (LR) Chi-Square (p-value)		1509.94 (<.001)		

SE = Standard error; Ref.=reference group for dummy variables.

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้างต้น ปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สามารถอธิบายผลการวิจัย ดังนี้

1) อายุของหัวหน้าครัวเรือนส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร ผลการศึกษาค้นนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Akinrinde et al. (2018) ที่พบว่า อายุมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องด้วยอายุเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงประสบการณ์และศักยภาพของหัวหน้าครัวเรือนในการจัดการและจัดสรรทรัพยากรภายในครอบครัว ดังนั้น หากหัวหน้าครัวเรือนมีอายุสูงขึ้นย่อมมีแนวโน้มที่สามารถจัดการครัวเรือนและจัดสรรทรัพยากรภายในครัวเรือนในการสร้างความหลากหลายของรายได้ให้กับครัวเรือนได้ดียิ่งขึ้น

2) ขนาดของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกร ผลการศึกษาค้นนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Etea et al. (2020) Akinrinde et al. (2018) และ Wan et al. (2016) ที่พบในทำนองเดียวกัน เนื่องด้วยครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากย่อมเพิ่มโอกาสที่ในการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจนอกฟาร์มมากยิ่งขึ้น โดยการหารายได้จากแหล่งรายได้อื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น อันส่งผลทำให้ความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้ง ครัวเรือนมีจำนวนสมาชิกสูงอาจมีอุปทานแรงงานส่วนเกินภายในครัวเรือน (Excess of Labor Supply) ที่สามารถประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ทั้งในภาคการเกษตรและนอกภาคการเกษตร อันนำไปสู่โอกาสในการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน

3) การมีสมาชิกในครัวเรือนย้ายถิ่นไปทำงานภายในประเทศและต่างประเทศส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Loison & Bignebat (2017) ที่พบว่าการย้ายไปทำงานยังในเมืองหลวงและเมืองหลักส่งผลทำให้ความหลากหลายรายได้ของครัวเรือนเกษตรเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงนอกฤดูกาลทำการเกษตรหรือในช่วงฤดูแล้ง การย้ายถิ่นไปทำงานยังนอกพื้นที่จึงเป็นการสร้างรายได้เพื่อชดเชยกับรายได้ที่หายไป นอกจากนี้ การที่สมาชิกในครัวเรือนย้ายถิ่นไปทำงานยังต่างประเทศมักเกิดจากแรงผลักดันจากความไม่เพียงพอของรายได้จากภาคการเกษตรของครัวเรือน แรงผลักดันดังกล่าวส่งผลทำให้บุคคลตัดสินใจออกไปทำงานต่างประเทศเพื่อจุนเจือรายได้และสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจให้กับครอบครัวผ่านการส่งเงินกลับของแรงงาน

4) รายได้ครัวเรือนต่อหัวและขนาดที่ดินของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางลบต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร ตัวแปรทั้งสองนี้สะท้อนถึงสถานะทางเศรษฐกิจและความมั่งคั่งของครัวเรือน ความสัมพันธ์ในเชิงลบนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Agyeman et al. (2014) ที่พบว่าครัวเรือนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีย่อมอาจมีแรงผลักดันที่จะสร้างความหลากหลายของรายได้น้อยกว่าครัวเรือนที่มีฐานะยากจน ในทำนองเดียวกัน ครัวเรือนที่มีฐานะยากจนมักต้องการสร้างความหลากหลายของรายได้เพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นของครัวเรือนในด้านการบริโภคและอุปโภค อีกทั้ง ครัวเรือนที่มีฐานะยากจนมักเผชิญกับทรัพยากรในครัวเรือนค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ผลตอบแทนหรือผลิตภาพในการผลิตทางการเกษตรที่ต่ำกว่า ด้วยเหตุนี้ ครัวเรือนที่ยากจนจึงมักมีแรงผลักดันที่จำเป็นต้องสร้างความหลากหลายรายได้ของครัวเรือน

5) ปริมาณหนี้สินนอกระบบของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางบวกต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดแรงผลักดันที่สร้างความหลากหลายของรายได้ (Distress-Push Diversification) (Davis & Bezemer, 2004) กล่าวคือ ครัวเรือนที่มีภาระหนี้สินนอกระบบมักเผชิญกับปัญหาอัตราดอกเบี้ยที่สูงกว่าควรจะเป็น จนทำให้เกิดแรงผลักดันที่สมาชิกในครัวเรือนจำเป็นต้องหารรายได้จากแหล่งอื่น ๆ เพื่อชำระหนี้สินนอกระบบ ด้วยเหตุนี้ ภาวะบีบคั้นทางการเงินจากหนี้สินนอกระบบจึงส่งผลทำให้ครัวเรือนเกษตรพยายามสร้างความหลากหลายของรายได้เพื่อลดแรงกดดันทางการเงินที่ครัวเรือนเผชิญอยู่

สรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า สัดส่วนเฉลี่ยรายได้นอกภาคการเกษตรของครัวเรือนเกษตรตัวอย่างสูงกว่าสัดส่วนเฉลี่ยรายได้ในภาคการเกษตรเพียงเล็กน้อย นั่นสะท้อนได้ว่าครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่เพียงแต่พึ่งพารายได้จากภาคการเกษตร แต่ยังคงพึ่งพารายได้นอกภาคการเกษตรด้วยเช่นเดียวกัน หากพิจารณาความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรด้วยดัชนี Simpson พบว่า ส่วนใหญ่แล้วครัวเรือนมีความหลากหลายของรายได้ในระดับปานกลาง และครัวเรือนเกษตรส่วนใหญ่มีรายได้ 2-5 แหล่ง นั่นสะท้อนได้ว่าครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ความสำคัญหรือพึ่งพารายได้มากกว่า 1 แหล่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพึ่งพารายได้นอกภาคการเกษตร จากข้อค้นพบดังกล่าวนี้ หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรมุ่งเน้นนโยบายการส่งเสริมครัวเรือนเกษตรให้มีการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรหรือการผลิตทางการเกษตรที่หลากหลาย รวมไปถึงควรส่งเสริมการอบรมและให้ความรู้ในการประกอบอาชีพนอกภาคการเกษตรอีกด้วย เพื่อเปิดโอกาสและสร้างศักยภาพของครัวเรือนเกษตรในการสร้างความหลากหลายของรายได้ อันช่วยลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนจากการประกอบกิจกรรมทางเกษตร อีกทั้ง การสร้างความหลากหลายของรายได้ยังสามารถสร้างความมั่นคงและมั่งคั่งทางรายได้ให้กับครัวเรือนมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ อายุของหัวหน้าครัวเรือน ขนาดของครัวเรือน การมีสมาชิกในครัวเรือนย้ายถิ่นไปทำงานภายในประเทศและต่างประเทศ รายได้ครัวเรือนต่อหัว ขนาดที่ดินของครัวเรือน และปริมาณหนี้สินนอกระบบของครัวเรือน จากข้อค้นพบในการศึกษานี้ การส่งเสริมการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนจำเป็นต้องเข้าใจถึงลักษณะพื้นฐานทางประชากรของครัวเรือน ได้แก่ อายุของหัวหน้าครัวเรือนและขนาดของครัวเรือน ซึ่งปัจจัยทางด้านประชากรนี้มีบทบาทสำคัญต่อโอกาสและ

ข้อจำกัดเกี่ยวกับทรัพยากรมนุษย์ในครัวเรือน อันส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพในการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือน ด้วยเหตุนี้ การส่งเสริมการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรกรรมมุ่งเน้นการฝึกอบรมและการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการผลิตทางการเกษตรที่หลากหลายให้กับหัวหน้าครัวเรือนเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้าครัวเรือนเกษตรที่อายุยังน้อย เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการประกอบกิจกรรมทางการเกษตรและการผลิตทางการเกษตรที่หลากหลาย รวมไปถึง ควรแนะนำส่งเสริมและฝึกอบรมอาชีพเสริมนอกภาคการเกษตรให้มีความสามารถหรือศักยภาพเพียงพอที่จะนำไปสร้างรายได้ให้กับครัวเรือนมีประสิทธิภาพต่อไป นอกจากนี้ ผลการศึกษาพบว่า การมีสมาชิกย้ายถิ่นไปทำงานในประเทศไทยและย้ายถิ่นไปทำงานยังต่างประเทศมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร จากผลการศึกษาสะท้อนได้ว่า ผลพวงที่ได้จากการย้ายถิ่นไปทำงานยังพื้นที่ต่าง ๆ คือ การส่งเงินกลับ (Remittances) ซึ่งนับได้ว่ามีบทบาทที่สำคัญต่อการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ การจัดสรรหรือการบริหารทรัพยากรแรงงานภายในครัวเรือนเพื่อย้ายถิ่นไปทำงานต่างพื้นที่ (อาทิ การย้ายไปทำงานนอกฤดูการเกษตรหรือฤดูแล้ง เป็นต้น) จึงเป็นหนึ่งในแนวทางที่สำคัญในการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรผ่านการส่งเงินกลับนั่นเอง นอกจากนี้ รายได้ต่อปีต่อหัวของครัวเรือนเกษตรและขนาดที่ดินของครัวเรือนส่งอิทธิพลทางลบต่อความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตร ซึ่งทั้งสองปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวแปรที่สะท้อนถึงสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนที่ชัดเจนของสังคมไทย ด้วยเหตุนี้ นโยบายการส่งเสริมการสร้างความหลากหลายของรายได้ของครัวเรือนเกษตรจึงควรมุ่งเน้นการส่งเสริมและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อดีของการผลิตที่หลากหลายในพื้นที่ดินทำกินที่มีขนาดใหญ่ เพื่อเป็นกระจายความเสี่ยงและลดความผันผวนของรายได้ที่อาจเกิดขึ้น รวมไปถึง อาจให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการผลิตที่หลากหลายเพื่อสร้างกำไรสูงสุด (Profit Maximization) ตลอดปีให้กับครัวเรือนแทนการผลิตเฉพาะอย่าง สำหรับครัวเรือนเกษตรที่มีสถานะทางเศรษฐกิจต่ำนั้น ส่วนใหญ่ครัวเรือนเหล่านี้มักมีแรงผลักดันในการสร้างความหลากหลายของรายได้สูง (Distress-Push Diversification) เพื่อมิให้รายได้ครัวเรือนลดต่ำลงไปด้วยเหตุนี้ จึงควรส่งเสริมบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมภายในชุมชน อาทิ โครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม การเพิ่มโอกาสให้การเข้าถึงตลาดแรงงาน การพัฒนาตลาดแรงงานในชุมชนหรือท้องถิ่น การผลักดันโครงการของภาครัฐในการสร้างงานให้กับประชาชนในท้องถิ่น เป็นต้น เพื่อให้ครัวเรือนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำสามารถเข้าถึงโอกาสในการประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่หลากหลายนอกเหนือจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจในภาคการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานสถิติแห่งชาติที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลดิบจากโครงการการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Abdulai, A. & Crolerees, A. (2001). Determinants of income diversification amongst rural households in Southern Mali. *Food Policy*. 26, 437-452.
- Agyeman, B. A. S., Asuming-Brempong, S. & Onumah, E. E. (2014). Determinants of income diversification of farm households in the western region of Ghana. *Quarterly Journal of International Agriculture*. 53, 55-72.
- Akinrinde, A. F., Omotesho, K. F. & Ogunlade, I. (2018). The issues of income diversification among rural farming households: Empirical evidence from Kwara State, Nigeria. *Journal of Agribusiness and Rural Development*. 3, 231-238.
- Davis, J. (2001). *Conceptual issues in analysing the rural non-farm economy in transition economies*. Chatham: Natural Resources Institute.
- Davis, J. R. & Bezemer, D. (2004). *The development of the rural non-farm economy in developing countries and transition economies: Key emerging and conceptual issues*. Kent: Natural Resources Institute.
- Ellis, F. (1998). Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*. 35(1), 1-38.

- Ersado, L. (2006). **Income diversification in Zimbabwe: Welfare implications from urban and rural areas**. Retrieved from: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/8389>.
- Etea, B. G., Zhou, D., Abebe, K. A. & Sedebo, D. A. (2020). Is income diversification a means of survival or accumulation? Evidence from rural and semi-urban households in Ethiopia. **Environment, Development and Sustainability**. 22, 5751-5769.
- Kingnetr, N. & Maneejuk, N. (2019). **Occupational inequality in Thailand: A case study of careers in agriculture**. Retrieved from: https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/EconomicConditions/AAA/Inequality_4GiniCoefficient.PDF. (in Thai).
- Loison, S. A. & Bignebat, C. (2017). Patterns and determinants of household income diversification in rural Senegal and Kenya. **Journal of Poverty Alleviation and International Development**. 8, 93-126.
- Medhurst, A. & Segrave, R. (2007). **Why do farming family diversify?**. Barton: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Mishra, A. K., Erickson, K., Harris, M., Hallahan, C. & Uematsu, H. (2010). **Determinants of farm household income diversification in the United States: Evidence from farm-level data**. Retrieved from: <https://ideas.repec.org/p/ags/aaea10/61632.html>.
- National Statistical Office. (2022). **The 2021 household socio-economic survey: Whole Kingdom**. Bangkok: Text and Journal Publication. (in Thai).
- Reardon, T., Berdegue, J., Barrett, C. B. & Stamoulis, K. (2006). Household income diversification into rural nonfarm activities. In: Hagblade, S., Hazell, P. & Reardon, T. **Transforming the rural nonfarm economy** (pp. 1-33). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Saha, B. & Bahal, R. (2010). Livelihood diversification pursued by farmers in West Bengal. **Indian Research Journal of Extension Education**. 10, 250-264.
- Schwarze, S. & Zeller, M. (2005). Income diversification for rural households in Central Sulawesi, Indonesia. **Quarterly Journal of International Agriculture**. 44(1), 61-73.
- Srikongphet, K. (2014). **Possibility to reduce debts' northern farmers**. Retrieved from: https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/NorthEastern/DocLib_Research/01-PossibleDebtReduction--Full.pdf. (in Thai).
- Wan, J., Li, R., Wang, W., Liu, Z. & Chen, B. (2016). Income diversification: A strategy for rural region risk management. **Sustainability**. 8(10), 1064. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/10/1064>.

วันรับบทความ (Received date) : 18 เม.ย. 66

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 23 พ.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 30 พ.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.010>

ระยะวิกฤตการแข่งขันของวัชพืชในแปลงปลูกปทุมมาลานานาสโนว์ Critical Period of Weed Competition in *Curcuma* Lanna Snow Field

มนสิชา สงวนธีรพงศ์¹ กนกวรรณ ปัญจมา^{1,2} การดี ธรรมาภิชัย³ โสระยา ร่วมรังษี^{1,2} และอภิรัฐ บัณฑิต^{1*}

Manasicha Sahnguanthiraphong¹, Kanokwan Panjama^{1,2}, Paradee Thammapichai³, Soraya Ruamrungsri^{1,2}, and Apirat Bundit^{1*}

บทคัดย่อ

การรบกวนของวัชพืชเป็นผลกระทบจากวัชพืชที่มีต่อพืชปลูก โดยเป็นผลจากการแข่งขันซึ่งกันและกัน จึงทำการศึกษาวิจัยอิทธิพลของช่วงระยะเวลาการรบกวนของวัชพืชต่อการเติบโตและช่อดอกของปทุมมาภายใต้แปลงทดลอง ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชประกอบด้วย ช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่มีวัชพืชขึ้นแข่งขันแสดงถึงกรรมวิธีการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน และช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นของระยะเวลาปราศจากวัชพืชแสดงถึงกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชและการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนใช้ระบุระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชที่ยอมให้ผลผลิตสูญเสียในระดับที่ยอมรับได้ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่มีวัชพืชแข่งขัน 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์หลังปลูก และระยะเวลาปราศจากวัชพืช 0, 2 และ 4 สัปดาห์หลังปลูก ทำให้จำนวนใบ ความสูงช่อดอก ความกว้างช่อดอก และความยาวช่อดอก ของปทุมมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความสูงต้นได้รับผลกระทบเล็กน้อยจากกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช นอกจากนี้ ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชที่ทำให้ผลผลิตสูญเสียในระดับที่ยอมรับได้ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 6 ถึง 10 และ 5 ถึง 8 สัปดาห์หลังปลูกตามลำดับ โดยระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีระยะสั้นกว่าระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การพิจารณาระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชควรคำนึงผลผลิตพืชที่ดีขึ้น และการประหยัดต้นทุนหลังการกำจัดวัชพืช เพื่อพัฒนาคำแนะนำการจัดการวัชพืชที่แม่นยำ การประเมินระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชจึงเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดกลยุทธ์การกำจัดวัชพืชในแปลงปทุมมา

คำสำคัญ: ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช ปทุมมา การรบกวนของวัชพืช การสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้

Abstract

The effects of weeds on crops can cause weed interference, which is the result of their competition with each other. The influence of weed interference periods on growth and inflorescence of *Curcuma* was investigated under field experiment. The critical period for weed control consists of the increased duration of weed competition period during the weed-infested treatment, and the increased duration of weed free period during the weed-free treatment. Weed-free and weed-infested treatments were used to identify the critical period for weed control with acceptable yield loss of 5 and 10%. The results revealed that weed infested periods at 10, 12, 14 and 16 weeks after planting and weed free periods at 0, 2 and 4 weeks after planting significantly reduced the leaf number, height of inflorescence, width of inflorescence and length of inflorescence of *Curcuma*, while plant height was slightly affected by weed-free treatment. In addition, the critical period for weed control with 5 and 10% acceptable yield loss was estimated to be between 6 to 10 weeks after planting and 5 to 8 weeks after planting, respectively. The critical period for weed control at 10% acceptable yield loss was shorter than the critical period for weed control at the level of 5%. However, the determination of appropriate critical period for weed control should be concerned to have better crop yield and reduce cost. Weed control estimation and recommendations can enhance more precise weed management, which is helpful in formulating appropriate weed-control strategies in *Curcuma* fields.

Keywords: critical period for weed control, *Curcuma*, weed interference, acceptable yield loss

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

² ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.เชียงใหม่ 50200

³ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

¹ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

² H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai, 50230

³ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

* Corresponding author: apirat.b@cmu.ac.th

คำนำ

ปทุมมา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma* spp. เป็นไม้ดอกประเภทหัวอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เช่นเดียวกับ ขิง ข่า ขมิ้น หงส์เหิน และกระเจียว มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบอินโดจีน ได้แก่ ประเทศพม่า ไทย ลาว และเขมร เดิมประเทศไทยนำมาบริโภคเป็นพืชผัก เครื่องเทศ และสมุนไพร ในปี พ.ศ. 2519 เริ่มนำมาใช้ประโยชน์เป็นไม้ดอก ต่อมา มีการผลิตในเชิงการค้าและส่งออกไปยังต่างประเทศ เนื่องจากปทุมมามีลักษณะของดอกคล้ายดอกทิวลิป มีสีสันและรูปร่างของดอกหลากหลายจึงนิยมเรียกอีกชื่อว่า ทิวลิปสยาม (Sammayo & Adthlungrong, 2020; Soonthornkalump et al., 2021) ปทุมมามีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับ 2 รองจากดอกกล้วยไม้ ตลาดไม้ดอกทั้งในและต่างประเทศต้องการใช้งานปทุมมาทั้งในรูปของไม้ตัดดอกและหัวพันธุ์ (Keawbua et al., 2018) ตลาดส่งออกที่สำคัญอยู่ในประเทศอเมริกา เยอรมนี ญี่ปุ่น โปรตุเกส เนเธอร์แลนด์ อิตาลี และออสเตรเลีย (Puymoorthy et al., 2012) ในปี พ.ศ. 2565 มีการส่งออกปทุมมาตัดดอกมูลค่า 1.3 ล้านบาท และหัวพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถางมูลค่า 15.7 ล้านบาท (Department of Agriculture, 2023) ดังนั้น จึงควรพัฒนาการปลูกปทุมมาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตตามความต้องการของตลาด

วัชพืชเป็นปัญหาสำคัญภายในแปลงปลูกปทุมมา ซึ่งเกษตรกรสิ้นเปลืองแรงงานในการกำจัดวัชพืชและยังเป็นต้นทุนของการเพาะปลูกส่วนหนึ่งที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ ผลกระทบจากการแข่งขันของวัชพืชส่งผลทำให้ผลผลิตของปทุมมามีปริมาณลดลงและคุณภาพต่ำได้ ดังนั้น จึงควรมีการป้องกันกำจัดวัชพืชในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช (critical period for weed control) สามารถนำไปใช้ในการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดวัชพืช (Knezevic et al., 2002) โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่มีวัชพืชแข่งขัน ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงเวลาเริ่มต้นของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช และระยะเวลาปราศจากวัชพืชสามารถบ่งชี้เวลาสิ้นสุดของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชได้ (Shield, 2006) การทราบถึงระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการกำหนดช่วงเวลาของการป้องกันกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Knezevic et al., 2002) ดังเช่น การรายงานของ Kifelew et al. (2015) พบว่า การแข่งขันของวัชพืชในช่วงระยะเวลาที่ 30 ถึง 60 วันหลังปลูก ทำให้ผลผลิตของพืชลดลงอย่างมาก ซึ่งการกำจัดวัชพืชด้วยมือและการคลุมดินในช่วงระยะเวลา 30 ถึง 45 วันหลังปลูก เป็นวิธีการและระยะเวลาในการป้องกันกำจัดวัชพืชที่เหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Kifelew & Getachew (2017) ได้รายงานไว้ว่า การแข่งขันระหว่างขมิ้นชันกับวัชพืชภายในแปลงเพาะปลูกพืชมีความรุนแรงในช่วงระยะเวลา 30 ถึง 60 วันหลังปลูก โดยมีผลกระทบต่อความสูงของต้น ความกว้างและความยาวของใบ ความกว้างและความยาวของเหง้า จำนวนนิ้วต่อเหง้า และผลผลิตหัว ของขมิ้นชัน จึงควรมีการป้องกันกำจัดวัชพืชช่วงระยะเวลา 30 ถึง 45 วันหลังจากปลูก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการแข่งขันของวัชพืช เห็นได้ว่า ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชมีความสำคัญต่อการเพาะปลูกพืช ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงทำเพื่อศึกษาผลกระทบจากการรบกวนของวัชพืชที่มีต่อการเติบโตและการพัฒนาช่อดอกของปทุมมา เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานไปใช้ในการกำหนดระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชของปทุมมา

วิธีการศึกษา

ดำเนินการศึกษาวิจัย ณ แปลงทดลองของศูนย์บริการการพัฒนากายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 แปลงทดลองเป็นชุดดินหางดง (Hang Dong series: Hd) ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ที่ระดับความลึกดิน 0 - 25 เซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ความอิ่มตัวเบส ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน อยู่ในระดับปานกลาง (Soil Resources Survey and Research Division, 2023) นอกจากนี้ ช่วงระหว่างการทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 17.2 - 36.9 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนสะสมเท่ากับ 975.9 มิลลิเมตร (Northern Meteorological Center, 2023) ทำการทดลองโดยใช้แปลงทดลองย่อยขนาด 120 x 150 เซนติเมตร ยกแปลงสูง 20 - 30 เซนติเมตร และใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 30 x 30 เซนติเมตร ใช้หัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์ Lanna Snow ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 - 2.5 เซนติเมตร ที่พันธุ์ระยะพักตัวแล้ว โดยนำหัวพันธุ์หรือเหง้าไปเก็บในที่ร้อนชื้นอุณหภูมิประมาณ 30 - 35

องศาเซลเซียส ก่อนทำการปลูก เพื่อเร่งหัวพันธุ์ให้งอกอย่างรวดเร็ว ให้น้ำแบบฉีดพ่นฝอยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง หากดินชื้นแฉะจะงดการให้น้ำ หลังจากต้นกล้าโผล่พ้นผิวดิน 2 - 4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 6 กรัมต่อต้น จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน หลังจากออกดอกให้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 6 กรัมต่อต้น จำนวน 1 ครั้งต่อเดือน

การศึกษาระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การศึกษาเวลาเริ่มต้นและการศึกษาเวลาสิ้นสุดของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช โดยแต่ละการทดลองย่อยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ มีจำนวน 9 กรรมวิธี ดังนี้ การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาเวลาเริ่มต้นของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช มีกรรมวิธีคือ การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการทดลองย่อยที่ 2 การศึกษาเวลาสิ้นสุดของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืช มีกรรมวิธีคือ การกำจัดวัชพืช 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก นอกจากนี้ การกำจัดวัชพืชภายในแปลงทดลองย่อยทั้งหมด ทำโดยการกำจัดวัชพืชด้วยมือ (hand weeding) ตามแต่ละกรรมวิธีที่กำหนดไว้

การบันทึกข้อมูลการเติบโตและช่อดอกของปทุมมา มีดังต่อไปนี้

- การเติบโตของปทุมมา ได้แก่ ความสูงต้น (plant height) โดยรวบใบเข้าหากันและวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบสูงสุด มีหน่วยเป็น เซนติเมตร และจำนวนใบ (leaf number) โดยนับใบของต้นที่ทางเต็มที่ มีหน่วยเป็น ใบต่อต้น
- ช่อดอกของปทุมมา ได้แก่ ความสูงของช่อดอก (height of inflorescence) วัดจากโคนต้นจนถึงปลายกลีบดอก มีหน่วยเป็น เซนติเมตร, ความกว้างดอก (width of flower) วัดจากปลายกลีบดอกฝั่งหนึ่งไปยังปลายของกลีบดอกอีกฝั่ง มีหน่วยเป็น เซนติเมตร และความยาวของดอก (length of flower) วัดจากฐานดอกจนถึงปลายกลีบดอก มีหน่วยเป็น เซนติเมตร
- ปริมาณวัชพืชปกคลุม (weed cover) ทำโดยการประเมินด้วยสายตา (visual rating) ได้แก่ การประเมินปริมาณวัชพืชโดยรวม (total weed) และระบุชนิดวัชพืชออกเป็น 3 ชนิด คือ วัชพืชใบกว้าง วัชพืชใบแคบ และกก มีการให้ระดับค่า 0 - 100 เปอร์เซ็นต์ ตามสัดส่วนของวัชพืชที่ขึ้นปกคลุมภายในแปลงทดลองย่อย มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการประเมินปริมาณวัชพืชปกคลุมของกรรมวิธีการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน ประเมินเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนของแต่ละกรรมวิธี และกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืช ประเมินพร้อมกันทั้งหมดที่ 18 สัปดาห์แรกหลังปลูก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติทำโดยการนำข้อมูลการเติบโตและช่อดอกของปทุมมาไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Fisher's protected least significant difference test (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 4.1.2. (R Development Core Team, 2021) และวิเคราะห์ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชของปทุมมา จากการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีของ dose-response curves จากแพ็คเกจเสริมชื่อ package *drc* (Knezevic et al., 2007; Knezevic & Datta, 2015; Karnas et al., 2019)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

เมื่อพิจารณาปริมาณวัชพืชโดยรวมที่ขึ้นปกคลุมภายในแปลงปลูกปทุมมา พบว่า การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการกำจัดวัชพืช 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก มีปริมาณวัชพืชโดยรวมขึ้นปกคลุมภายในพื้นที่เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1) อย่างไรก็ตาม ชนิดของวัชพืชที่พบภายในแปลงปลูกปทุมมาหลังจากการประเมินปริมาณวัชพืชปกคลุมของกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชที่ 18 สัปดาห์แรกหลังปลูก พบว่า สัดส่วนของวัชพืชใบแคบมีปริมาณวัชพืชปกคลุมเท่ากับ 43.3 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens*), หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*), หญ้าตีนกลม (*Echinochloa colona*), หญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans*) ซึ่งกกมีปริมาณวัชพืชปกคลุมเท่ากับ 35.0 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แห้วหมู (*Cyperus rotundus*) เพียงชนิดเดียว และวัชพืชใบกว้างมีปริมาณวัชพืชปกคลุมเท่ากับ 21.7 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ก้นจ้าวดอกใหญ่ (*Bidens pilosa*), ผักปลาบ (*Commelina*

benghalensis), ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus niruri*), ผักโขม (*Amaranthus viridis*), ผักโขมหินต้นตั้ง (*Boerhavia erecta*), ผักเสี้ยน
ขน (*Cleome rutidosperma*), ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus*), โทงเทง (*Physalis minima*)

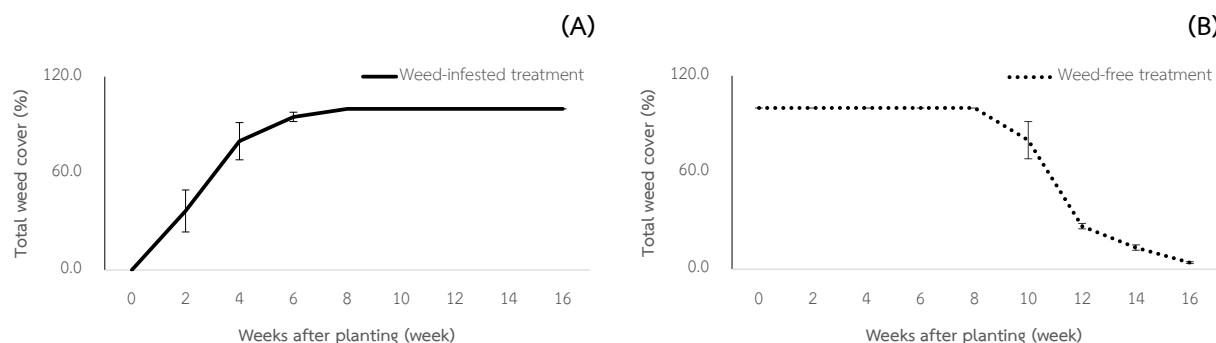


Figure 1 Total weeds cover of weed-infested treatment (A) and weed-free treatment (B) in *Curcuma* field.

ผลกระทบของการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่มีต่อปทุมมา

การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทาง
ลำต้นและการออกดอกของปทุมมา โดยพบว่า จำนวนใบ (leaf number) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการ
กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก, การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีจำนวนใบเท่ากับ 2.9, 3.4, 3.3, 3.0
และ 2.8 ใบต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีจำนวนใบเท่ากับ 1.8,
1.3, 1.3 และ 1.3 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนความสูงของลำต้น (plant height) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีมีความสูง
ของลำต้นอยู่ในช่วง 41 - 46 เซนติเมตร (Table 1)

เมื่อประเมินการพัฒนาของช่อดอก พบว่า ความสูงของช่อดอก (height of inflorescence) มีความแตกต่างกันทางสถิติ
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก, การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 2, 4 และ 6 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของ
ช่อดอกเท่ากับ 38.8, 42.5, 37.1 และ 40.5 เซนติเมตร ตามลำดับ การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 8 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มี
ความสูงของช่อดอกเท่ากับ 33.3 และ 25.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 10, 12 และ 14 สัปดาห์แรก
หลังปลูก มีความสูงของช่อดอกเท่ากับ 21.8, 16.0 และ 20.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความกว้างของดอก (width of flower)
มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก มีความกว้างของดอก เท่ากับ 6.9 เซนติเมตร การ
ปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความกว้างของดอกเท่ากับ 8.7, 7.5, 8.0 และ 7.2 เซนติเมตร
ตามลำดับ การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความกว้างของดอกเท่ากับ 4.6, 3.5, 3.6 และ
4.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวของดอก (length of flower) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการ
กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความยาวของดอกเท่ากับ 11.9, 14.6,
12.8, 13.6 และ 12.3 เซนติเมตร ตามลำดับ การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวน 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความยาว
ของดอกเท่ากับ 7.4, 5.4, 6.0 และ 7.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Effects of increasing length of weed infestation period on *Curcuma*.

Weed Infestation	Growth		Inflorescence	Flower	
	Leaf number	Plant height	Height	Width	Length
	(number/plant)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0 WAP ¹	2.9 a ²	44.7	38.8 ab	6.9 b	11.9 a
2 WAP	3.4 a	46.4	42.5 a	8.7 a	14.6 a
4 WAP	3.3 a	42.3	37.1 ab	7.5 ab	12.8 a

6 WAP	3.0 a	46.0	40.5 ab	8.0 ab	13.6 a
8 WAP	2.8 a	41.4	33.3 bc	7.2 ab	12.3 a
10 WAP	1.8 b	30.9	21.8 de	4.6 c	7.4 b
12 WAP	1.3 b	29.5	16.0 e	3.5 c	5.4 b
14 WAP	1.3 b	35.2	20.8 de	3.6 c	6.0 b
16 WAP	1.3 b	39.6	25.6 cd	4.9 c	7.6 b
F-test	**	ns	**	**	**
LSD	0.80	-	9.00	1.70	2.80

¹ WAP = Weeks after planting

² Means follow by different letters indicate statistical significance within the same column by LSD test (** $P < 0.01$, ns = not significant).

ผลกระทบของการปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่มีต่อปทุมมา

การกำจัดวัชพืชในแต่ละช่วงระยะเวลาก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และการออกดอกของปทุมมา โดยพบว่า จำนวนใบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืช 6, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีจำนวนใบเท่ากับ 3.0, 3.5, 3.1 และ 3.0 ใบต่อต้น ตามลำดับ การกำจัดวัชพืช 8 และ 10 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีจำนวนใบเท่ากับ 2.7 และ 2.7 ใบต่อต้น ตามลำดับ การไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก การกำจัดวัชพืช 2 และ 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีจำนวนใบเท่ากับ 2.0, 1.4 และ 1.8 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนความสูงของลำต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก การกำจัดวัชพืช 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของลำต้นเท่ากับ 44.0, 42.3, 48.6, 48.4, 48.8, 52.3, 44.5 และ 43.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และการกำจัดวัชพืช 2 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของลำต้นเท่ากับ 30.4 เซนติเมตร (Table 2)

เมื่อประเมินการพัฒนาของช่อดอก พบว่า ความสูงของช่อดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืช 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของช่อดอกเท่ากับ 41.3, 42.7, 41.9, 45.6, 40.2 และ 39.6 เซนติเมตร ตามลำดับ การไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการกำจัดวัชพืช 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของช่อดอกเท่ากับ 30.4 และ 32.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และการกำจัดวัชพืช 2 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความสูงของช่อดอกเท่ากับ 21.4 เซนติเมตร ส่วนความกว้างของดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืช 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ตามลำดับ มีความกว้างของดอกเท่ากับ 8.6, 7.8, 8.1, 8.8, 7.5 และ 7.6 เซนติเมตร ตามลำดับ การไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการกำจัดวัชพืช 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความกว้างของดอกเท่ากับ 5.3 และ 5.5 เซนติเมตร ตามลำดับ และการกำจัดวัชพืช 2 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความกว้างของดอกเท่ากับ 3.7 เซนติเมตร นอกจากนี้ ความยาวของดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการกำจัดวัชพืช 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความยาวของดอกเท่ากับ 13.4, 13.0, 14.2, 15.6, 12.8 และ 13.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และการไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก การกำจัดวัชพืช 2 และ 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก มีความยาวของดอกเท่ากับ 8.2, 6.1 และ 8.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Effects of increasing length of weed free period on *Curcuma*.

Weed Free	Growth		Inflorescence	Flower	
	Leaf number	Plant height	Height	Width	Length
	(number/plant)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0 WAP ¹	2.0 c ²	44.0 a	30.4 cd	5.3 b	8.2 c
2 WAP	1.4 c	30.4 b	21.4 d	3.7 c	6.1 c
4 WAP	1.8 c	42.3 a	32.3 bc	5.5 b	8.7 c

6 WAP	3.0 ab	48.6 a	41.3 ab	8.6 a	13.4 ab
8 WAP	2.7 b	48.4 a	42.7 a	7.8 a	13.0 b
10 WAP	2.7 b	48.8 a	41.9 a	8.1 a	14.2 ab
12 WAP	3.5 a	52.3 a	45.6 a	8.8 a	15.6 a
14 WAP	3.1 ab	44.5 a	40.2 ab	7.5 a	12.8 b
16 WAP	3.0 ab	43.9 a	39.6 abc	7.6 a	13.6 ab
F-test	**	*	**	**	**
LSD	0.70	11.60	9.50	1.70	2.60

¹ WAP = Weeks after planting

² Means follow by different letters indicate statistical significance within the same column by LSD test (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$).

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลกระทบจากการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนเป็นระยะเวลานาน 10 - 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก (Table 1) และการปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0 - 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก (Table 2) ส่งผลให้มีจำนวนใบลดลง โดยมีจำนวนใบ 1.3 - 2.0 ใบต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นที่มีจำนวนใบ 2.7 - 3.5 ใบต่อต้น เนื่องจากพืชปลูกได้รับผลกระทบโดยตรงหรือโดยอ้อมจากการแข่งขันของวัชพืช โดยที่พืชปลูกอาจยังไม่ได้อยู่ในระยะการเจริญเติบโตที่สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดีพอ (Ronchi & Silva, 2006) การรบกวนของวัชพืชจึงมีผลกระทบต่อการเติบโตของพืชปลูกได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Imoloame & Omolaiye (2017) ที่ได้รายงานว่าการมีวัชพืชขึ้นรบกวนเป็นเวลานาน 6 - 12 สัปดาห์หลังปลูก ส่งผลทำให้ต้นข้าวโพดมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นข้าวโพดที่ปราศจากวัชพืชรบกวนที่ 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์หลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก และการมีวัชพืชขึ้นแข่งขันนาน 3 สัปดาห์หลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก

เมื่อพิจารณาผลกระทบจากการรบกวนของวัชพืชที่มีต่อช่อดอก พบว่า การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 10 - 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0 - 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้ความสูงของช่อดอกลดลงและความยาวของดอกลดลงอย่างชัดเจน ในขณะที่การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0 - 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 6 - 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้ความสูงของช่อดอกและความยาวดอกเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการกำจัดและไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก (Table 1 และ Table 2) นอกจากนี้ การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 2 - 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก ส่งผลทำให้มีความกว้างดอกเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก ซึ่งหากมีการปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนมากกว่า 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก ส่งผลทำให้ความกว้างของดอกลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก อย่างไรก็ตาม การปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 6 - 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้มีความกว้างดอกเพิ่มมากขึ้น ขณะที่การปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0 - 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้มีความกว้างดอกลดลง (Table 1) การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนเป็นระยะเวลานานส่งผลทำให้ความสูงช่อดอก ความกว้างดอก และความยาวดอกมีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก มีการปล่อยให้วัชพืชเจริญเติบโตและเกิดการแข่งขันภายในแปลงพืชปลูกเป็นระยะเวลานาน จึงส่งผลต่อการลดลงของผลผลิต ตลอดจนส่งผลทำให้ลักษณะคุณภาพของพืชปลูกลดลงมากยิ่งขึ้น ซึ่งความกว้างดอกมีความเกี่ยวข้องกับขนาดของช่อดอกและจัดเป็นลักษณะคุณภาพของผลผลิตอย่างหนึ่งของไม้ดอกที่มีผลกระทบต่อราคาซื้อขายไม้ดอก (Department of Horticulture, 1988; Pintarin, 2010) โดยสอดคล้องกับการประเมินผลกระทบของชุมชนวัชพืชที่มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของถั่วเหลือง โดยความหนาแน่น ชีวมวล และการปกคลุมของวัชพืช ที่เพิ่มขึ้นส่งผลเสียต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตถั่วเหลือง เนื่องจากการแข่งขันจากส่วนเหนือและใต้ผิวดินของวัชพืชเพื่อแย่งแย่งทรัพยากรแสงและทรัพยากรในดิน เช่น ความชื้นในดิน และธาตุอาหาร ทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของถั่วเหลืองลดลง (Gibson et al., 2008)

อย่างไรก็ตาม ช่วงระยะเวลาการขึ้นรบกวนของวัชพืชเพียงช่วงสั้น ๆ ไม่มีผลเสียต่อการพัฒนาของดอกปทุมมา และอาจกระตุ้นการพัฒนาช่อดอกและดอกของปทุมมาเพิ่มมากขึ้นได้อีกด้วย ดังผลการทดลองที่แสดงว่า การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 2 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก มีการเพิ่มขึ้นของความสูงช่อดอก ความกว้างดอก และความยาวดอก เมื่อเปรียบเทียบกับกำจัดและไม่กำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก (Table 1 และ Table 2) ซึ่งอาจเกิดจากความเกี่ยวข้องระหว่างช่วงระยะเวลาการแข่งขันของวัชพืชที่สัมพันธ์กับระยะการเจริญเติบโตของพืชปลูก โดยวัชพืชสามารถสร้างความเสียหายต่อผลผลิตของพืชปลูกได้มากที่สุด เมื่อมีข้อได้เปรียบทางด้านความหนาแน่น ระยะเวลาเข้าทำลาย และคุณสมบัติทางเคมีของวัชพืช ที่มีมากกว่าพืชปลูก แต่ระดับการสูญเสียของผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นได้ หากมีการป้องกันกำจัดวัชพืชในช่วงระยะเวลาไม่เหมาะสม (Attri et al., 2022; Babiker, 2014; Frick & Johnson, 2002; Hartzler, 2009)

ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปทุมมา

การกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชของปทุมมา ทำโดยประเมินร่วมกับระดับการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ของความกว้างดอกที่ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงใน Figure 2 และ Figure 3 หากประเมินระดับการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ของความกว้างดอกที่ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำหนดเวลาเริ่มต้นในการป้องกันกำจัดวัชพืชที่ 6 สัปดาห์แรกหลังปลูก และกำหนดเวลาสิ้นสุดที่ 10 สัปดาห์แรกหลังปลูก ทำให้มีความกว้างดอกอยู่ในช่วง 8.0 - 8.1 เซนติเมตร และการประเมินระดับการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ของความกว้างดอกที่ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำหนดเวลาเริ่มต้นในการป้องกันกำจัดวัชพืชที่ 5 สัปดาห์แรกหลังปลูก และกำหนดเวลาสิ้นสุดที่ 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ทำให้มีความกว้างดอกอยู่ในช่วง 7.5 - 7.8 เซนติเมตร

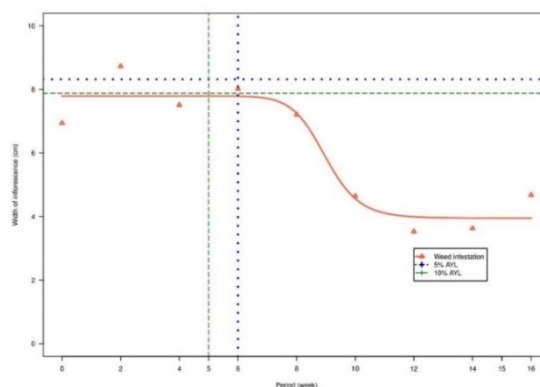


Figure 2 Effect of weed infestation periods on width of inflorescence of *Curcuma* based on acceptable yield loss (AYL) levels of 5% and 10%.

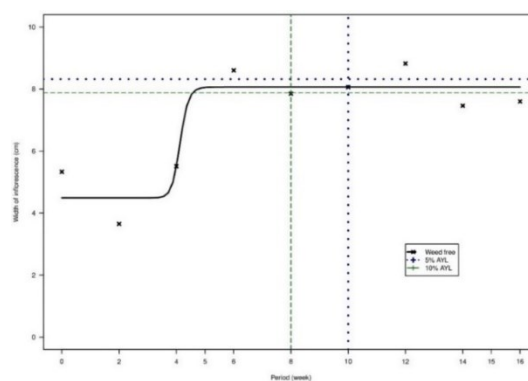


Figure 3 Effect of weed free periods on width of inflorescence of *Curcuma* based on acceptable yield loss (AYL) levels of 5% and 10%.

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้จากความกว้างดอกปทุมมาที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อกำหนดระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปทุมมา แสดงให้เห็นว่า ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชมีความแตกต่างกัน โดยการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีช่วงระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชนานถึง 4 สัปดาห์ (Figure 4A) ซึ่งมีช่วงระยะเวลายาวนานกว่าการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่มีช่วงระยะเวลาเพียง 3 สัปดาห์ (Figure 4B) ระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีความยาวนานเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถของพืชปลูกที่มีการแข่งขันกับวัชพืชได้ระดับที่ต่ำ หรืออาจเป็นไปได้ว่าวัชพืชที่ขึ้นรบกวนขณะนั้นมีการแข่งขันในระดับสูง (Ghosheh et al., 1996; Anwar et al., 2012) สอดคล้องกับการศึกษาระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชร่วมกับวิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชในมันชัน โดยการประยุกต์ใช้วิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชครั้งแรกเป็นระยะเวลา 30 ถึง 45 วันหลังปลูก สามารถหลีกเลี่ยงการแข่งขันของวัชพืชที่เกิดขึ้นได้ดี เพื่อให้ได้รับผลผลิตมันชันสูงสุด (Kiflew & Getachew, 2017) นอกจากนี้ ความแตกต่างระหว่างการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกข้าว ส่งผลทำให้มีช่วงระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชแตกต่างกัน โดยระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชของข้าวที่มีการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีช่วงระยะเวลานานกว่าที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (Anwar et al., 2012)

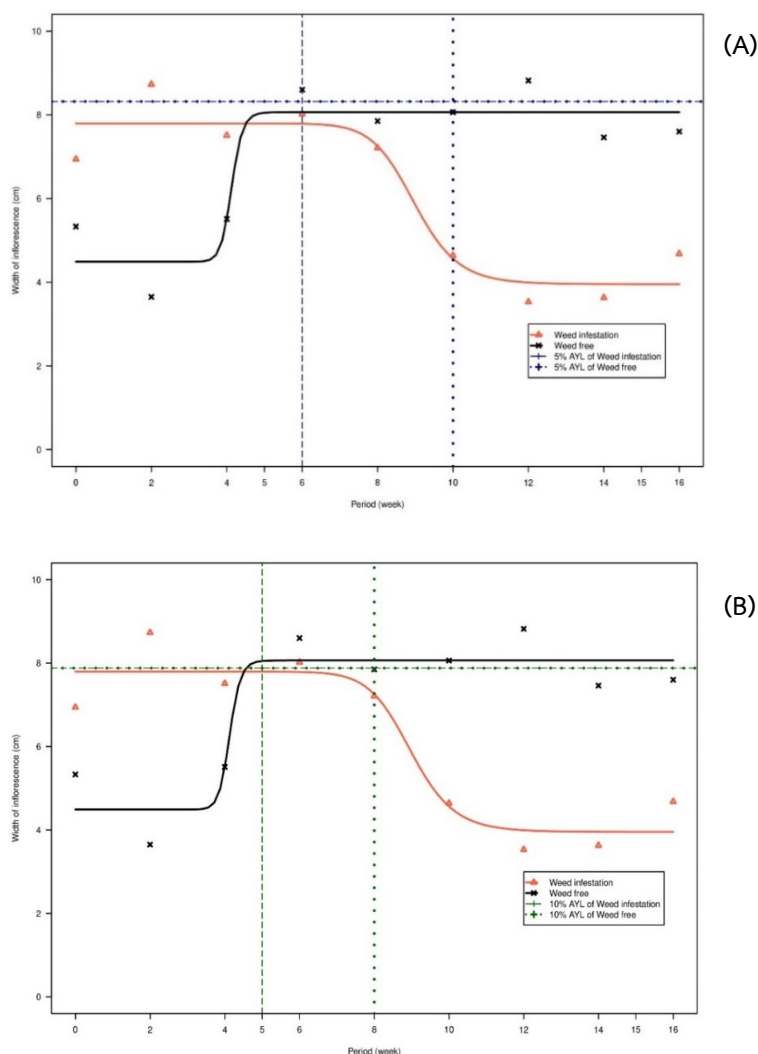


Figure 4 Critical period for weed control of *Curcuma* which comparison between the acceptable yield loss (AYL) levels at 5% (A) and 10% (B).

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การขึ้นรบกวนของวัชพืชในแต่ละช่วงระยะเวลา มีผลกระทบต่อการเติบโตและการพัฒนาช่อดอกของปทุมมาแตกต่างกัน โดยที่การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 10 - 16 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการปราศจากวัชพืชขึ้นรบกวนที่ 0 - 4 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้จำนวนใบ ความสูงช่อดอก ความยาวดอก และความกว้างดอกของปทุมมาลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนมากกว่า 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูก และการกำจัดวัชพืชน้อยกว่า 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ก่อนปล่อยวัชพืชขึ้นรบกวนทั้งฤดูปลูก ส่งผลทำให้มีวัชพืชขึ้นปกคลุมเต็มพื้นที่ นอกจากนี้ สามารถกำหนดระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปทุมมาพันธุ์ Lanna Snow จากระดับการสูญเสียของผลผลิตที่ยอมรับได้ของความกว้างดอกที่ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ คือ 6 - 10 สัปดาห์แรกหลังปลูก และ 5 - 8 สัปดาห์แรกหลังปลูก ตามลำดับ การศึกษาวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนป้องกันกำจัดวัชพืชภายในแปลงปลูกปทุมมาพันธุ์ Lanna Snow ได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้วิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชร่วมกับระยะวิกฤตสำหรับป้องกันกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปทุมมา ควรคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วย เนื่องจากการเลือกใช้วิธีการแต่ละวิธีภายในช่วงระยะเวลาการป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีความแตกต่างกันนั้น อาจส่งผลทำให้ต้นทุนการป้องกันกำจัดวัชพืชเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Anwar, M. P., Juraimi, A. S., Samedani, B., Puteh, A. & Man, A. (2012). Critical period of weed control in aerobic rice. **The Scientific World Journal**. 2012(5), 1-10.
- Attri, M., Kashmir, J., Sharma, J., Bochalaya, R. S., Sandhu, R. & Nesar, N. A. (2022). Weed management in vegetables and flowers crops in India. **The Pharma Innovation Journal**. 11(2), 652-661.
- Babiker, M., Siraj, M., Omer, O. & Elamin, S. A. (2014). The critical period of weed control in sesame (*Sesamum orientale* L.). **Journal of forest products & industries**. 3(2), 66-70.
- Department of Agriculture. (2017). **Strategy of Pathumma Research at 2012-2020**. Retrieved from: www.doa.go.th/hortold/images/stories/strategypratumma.doc. (in Thai).
- Department of Agriculture. (2023). **Crop Production Situation at 2022-2023**. Retrieved from: <http://www.agriman.doe.go.th/home/news/2566/43siamtulip.pdf>. (in Thai).
- Department of Horticulture. (1988). **Postharvest technology of cut flower**. Bangkok: Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kasetsart University. (in Thai).
- Frick, B. & Johnson, E. (2002). **Weeds - when are they a problem?**. Retrieved from: <https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/resources/pest-management/weed-management/organic-weed-mgmt-resources/weeds-problem.html>.
- Ghosheh, H. Z., Holshouser, D. L. & Chandler, J. M. (1996). The critical period of johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays*). **Weed Science**. 44(4), 944-947.
- Gibson, D. J., Millar, K., DeLong, M., Connolly, J., Kirwan, L., Wood, A. J. & Young, B. G. (2008). The weed community affects yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 88, 371-381.
- Hartzler R. G., (2009). **Early-Season Weed Competition in Corn**. Retrieved from: <https://www.iastatedigitalpress.com/farmreports/article/4343/galley/4209/view>.
- Imoloame, E. O. & Omolaiye, J. O. (2017). Impact of different periods of weed interference on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). **Journal of Tropical Agriculture**. 93(4), 246-257.
- Karnas, Z., Isik, D., Tursun, N. & Jabran, K. (2019). Critical period for weed control in sesame production. **Weed Biology and Management**. 19, 121-128.
- Keawbua, K., Nualmanee, R., Ruamrungsri, S. & Hongpakdee, P. (2018). Development of curcuma hybrids cv. 'Doi Tung Red' as potted plant by paclobutrazol drenching. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 46(suppl. 1), 376-380. (in Thai).

- Kifelew, H., Eshetu, T. & Abera, H. (2015). Critical time of weed competition and evaluation of weed management techniques on ginger (*Zenageber Officinale*) at Tepi in South West Ethiopia. **International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences**. 1(3), 5-10.
- Kifelew, H. & Getachew, W. (2017). Critical time of weed competition and evaluation of weed management techniques on turmeric (*Curcuma Longa*) at Tepi, South West Ethiopia. **International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences**. 3(7), 15-22.
- Knezevic, S. Z. & Datta, A. (2015). The critical period for weed control : Revisiting data analysis. **Weed Science**. 63, 188-202.
- Knezevic, S. Z., Evans, S. P., Blankenship, E. E., Van Acker, R. C. & Lindquist, J. L. (2002). Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**. 50, 773-786.
- Knezevic, S. Z., Streibig, J. C. & Ritz, C. (2007). Utilizing R software package for dose response studies: the concept and data analysis. **Weed Technology**. 21(3), 840-848.
- Maidatchan, S., Khayankan, S., Na-Nan, S. & Nareawuttikun, N. (2017). **Variety and Market Trails of Curcuma Hybrids-Series III**. Retrieved from: <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/10/การทดสอบการผลิตและการตลาดปทุมมาลูกผสมชุดที่-3.pdf>. (in Thai).
- Northern Meteorological Center. (2023). **Temperature data and precipitation of the northern part**. Retrieved from: http://www.cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/Max_Min_Rainfall.php. (in Thai).
- Pintarin, P. (2010). **Extending vase life of Curcuma alismatifolia cv. Chiang Mai Pink by 5-sulfosalicylic acid**. Master's thesis. Chiang Mai University. (in Thai).
- Puymoorthy, B., Boontiang, K., Chutichudet, P. & Chutichudet, B. (2012). Effect of ninth break treatment and paclobutrazol on off-season flowering in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. **Science and Technology Journal Mahasarakham University**. 31(6), 747-756. (in Thai).
- R Development Core Team. (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. Retrieved from: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/4.1.2/>.
- Ronchi, C. P. & Silva, A. A. (2006). Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**. 24(3), 415-423.
- Sammayo, S. & Adthalungrong, A. (2020). **Pathumma production situation**. Retrieved from: https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/06/สถานการณ์ปทุมมา_มิถุนายน63.pdf. (in Thai).
- Shield, M. (2006). **Critical period analysis**. Submitted as an Honours Thesis in the Department of Mathematic and Statistics. The University of Melbourne.
- Soil Resources Survey and Research Division. (2023). **Characteristics and properties of soil series**. Retrieved from: http://oss101.idd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/north/Hd.htm. (in Thai).
- Soonthornkalump, S., Pungpairrote, T., Nivesrat, S., & Leong-Skornickova, J. (2021). *Curcuma lithophila* and *C. rufostriata* (Zingiberaceae), two new species from Thailand, and additional notes on *C. papilionacea*. **Thai Forest Bulletin (Botany)**. 49(1), 32-43.

วันรับบทความ (Received date) : 31 พ.ค. 66

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 27 ก.ค. 66

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 25 ส.ค. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.12.28.011>

RESEARCH ARTICLES:

PAGE

■ Effect of Brown Seaweed in Powder and Extract Forms on Growth and Yield of Chinese Kale	Sutisa Chaikul, Yardrung Suwannarat, and Chanthanipa Maneema	187
■ Perception of UHT Ready-to-Drink Coconut Water in Bangkok via Online Media	Songtham Mokanan and Phatchara Eamkijkarn Sabaijai	196
■ Satisfaction of Bangkok Residents on Exposure of Agro-Tourism Review Media on Facebook	Waraporn Boonjaroen and Phatchara Eamkijkarn Sabaijai	205
■ Effect of Indigenous <i>Beauveria bassiana</i> on the Control of <i>Allocaidala maleyensis</i> (Crawford) in durian plantation areas in eastern region	Sukritta Anutrakunchai, Therdpong Sutthiapapong, Pravej Chansiri, and Titi Thongkamngam	213
■ Quality Changes during Storage of Hot-chili Seeds Primed with Different Drying Speeds	Wiriya Kittiwachana, Sermsiri Chanprame, Wachiraya Imsabai, and Thammasak Thongket	223
■ Selection and Characterization of Antagonistic Bacteria as a High Potential Control Agent for <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> Causing Bacterial Leaf Blight Disease in Purple Rice	Chayamorn Thaworn and Angsana Akarapisan	232
■ Chemical Composition, <i>In vitro</i> Gas Production and <i>In Sacco</i> Degradation of Oil Palm Tree Pith Silages	Supinya Chuchai, Phompong Bunsan, Anchalee Khongpradit, and Suriya Sawanon	242
■ The Potentials and Guidelines for the Development of Agricultural Tourism Attraction in Khlong Khwaeng Klan Community, Bang Toei Subdistrict, Mueang District, Chachoengsao Province	Apinya Saengsanguan, Duangkamol Panrostip Thunmatiwat, and Somsak Kuhasawonvetch	250
■ Technology Transfer in Production and Using Wood Vinegar for Development of Groups and Networks of Farmers Planted Mangoes for Export in Chachoengsao Province	Somsak Kuhaswonvetch, Luepong Luenam, and Duangkamol Panrostip Thanmatiwat	260
■ Patterns and Determinants of Income Diversification among Farm Households in the Northeast of Thailand	Sorrapong Charoenkittayawut, Prapaporn Chulilung, and Suneeporn Suwanmaneepong	270
■ Critical Period of Weed Competition in <i>Curcuma</i> Lanna Snow Field	Manasicha Sahnguanthiraphong, Kanokwan Panjama, Paradee Thammapijai, Soraya Ruamrungsri, and Apirat Bundit	281