



สถานภาพและแนวทางการพัฒนาความเข้มแข็งวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก: กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชน ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

คณิศร์ คำนวณ จิรัฐินาฏ ถังเงิน และพันธจิตรต์ สีเหนียง.....5

ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการจัดกลุ่มเฮเทอโรติกข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ ด้วยเครื่องหมาย Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP)

สิริธร สุพลแสง วิชญารัตน์ ซอบทำกิจ กิตติยา อ่ำกุล อรุมา ตนะดุลย์ ชฎามาศ จิตต์เลขา และกุลลาภ เหล่าสาธิต.....16

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว

ฐิตินันท์ วงศ์ภักดี อมรศรี ชุนอินทร์ และวรรณวิไล อินทนู.....28

การเกิดยอดของยาสูบในสภาพปลอดเชื้อที่ตอบสนองต่อสเปกตรัมของแสงและไซโตไคนิน

ภัทธิดา วิทยาสิงห์ อติศักดิ์ แก้วคำ กาญจนพร สิ้นช่วยปราบ และเสริมศิริ จันทร์เปรม.....38

การศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน

วัชรภรณ์ ทาน้ำตัน วรรณิ ชิวปรีชา และวราพันธุ์ จินตณวิชัย.....49

การเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้าปาล์มน้ำมันข้ามปีในจังหวัดกระบี่ประเทศไทย

สิรินภา คงเจริญ สมคิด ดำน้อย พชรินทร์ ตัญญา สุภิตติ ศรีกุล รพี ดอกไม้เทศ พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ เอนก ลิมศรีวิไล และวีระพันธุ์ ศรีดอกจันทร์.....58

การวิเคราะห์ทางการเงินในการผลิตปาล์มน้ำมันเชิงทดลองในประเทศไทย: กรณีศึกษาการปลูกต้นกล้าปกติและต้นกล้าข้ามปี

สมคิด ดำน้อย ศรินภา คงเจริญ วีระพันธุ์ ศรีดอกจันทร์ พชรินทร์ ทันยา พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ เอนก ลิมศรีวิไล และรพี ดอกไม้เทศ.....67

ผลของการลดความชื้นแบบยิ่งยวดและความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหลังการเก็บรักษา

สุนัฐษณี ยนปลัดยศ สุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล เกียรติสุดา เหลืองวิไล เสริมศิริ จันทร์เปรม และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ.....77

การพัฒนาวัสดุปลูกจากการใช้ผลดินเปิดน้ำสำหรับการผลิตผักบุงจีน

ธีรยุทธ คล้าชื่น พรสวรรค์ แสงใส ภูริพันธ์ ชัยดี นิยม บัวบาน และพันทิพา ลิมสงวน.....87

ความต้องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยของเกษตรกรตำบลน้ำบัว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

อรจิรา คำจ้อย นาริรัตน์ สีระสาร และบำเพ็ญ เขียวหวาน.....93

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกในเขตจังหวัดราชบุรี และนครปฐม: ด้วยมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์

กฤษฎา ดลปัญญา และกิตติชัย อธิกุลรัตน์.....103

ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกรในตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน

แสงรวี ไชโย นาริรัตน์ สีระสาร และสินินุช คุรุเมือง แสนเสริม.....114

ความต้องการได้รับการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

สมุห์ภัทร สังข์ไชย นาริรัตน์ สีระสาร และบำเพ็ญ เขียวหวาน.....121



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	Publisher	Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen Kasetsart University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ / 1 ปี) คือ ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม	Publication	Tri-annually Issue 1 January-April Issue 2 May-August Issue 3 September-December
วัตถุประสงค์	เพื่อส่งเสริม พัฒนา และยกระดับ การผลิต ผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่ม ทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยและ นิสิตในการพิจารณาส่งผลงานวิจัย ลงตีพิมพ์/ เผยแพร่	Objective	To disseminate academic knowledge in agricultural science and management
ที่ปรึกษา บรรณาธิการ	คณบดีคณะเกษตร กำแพงแสน รศ.ดร.ชเนษฎ์ ม้าลำพอง	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen
รองบรรณาธิการ	ผศ.ดร.ชัยสิทธิ์ ทองजू	Editor	Assoc. Prof. Chanate Malumpong Kasetsart University
กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ	ศ.ดร.สุพัฒน์ อรรถธรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.ทิพย์วดี อรรถธรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ปรารธนา พุกษะศรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.นสพ.ทวีศักดิ์ ส่งเสริม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.สีบศักดิ์ สนิธิรัตน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.จรียา จันทร์ไพแสง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.ดิเรก ฤกษ์หน้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.วิชัย ไชยรัตน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.สนธิชัย จันทร์เปรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.จีระชัย กาญจนพุดผิงศ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Vice Editor	Assist. Prof. Dr. Chaisit Thongjoo Kasetsart University
		Editorial Board (Academic)	Prof. Dr. Suput Attathom Kasetsart University Prof. Dr. Theeraphap Chareonviriyaphap Kasetsart University Prof. Dr. Tipvadee Attathom Kasetsart University Prof. Pratana Prucsasri Kasetsart University Prof. Dr. Thaweesak Songserm Kasetsart University Prof. Dr. Suebsak Sontirat Kasetsart University Prof. Dr. Jariya Chanpaisaeng Kasetsart University Prof. Dr. Direk Rerkrai Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Wichai Kositratana Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Chiradej Chamswarn Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Sontichai Chanprame Kasetsart University Assoc. Prof. Dr. Jeerachai Kanjanapruthipong Kasetsart University



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

รศ.ดร.ศิริพรรณ ตันตาคม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.พิเศษ ยงยุทธ โอสธสภ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สาวิตรี รังสิภัทร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ธงชัย มาลา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.กুমุท สังขศิลา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ชลิดา เล็กสมบุญ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ทศพล พรพรม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ลพ ภวภูตานนท์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.อรรัตน์ มงคลพร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.พิชัย ทองดีเลิศ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.อนันต์ พลธานี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.อำนาจ คำดี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.มนต์ชัย ดวงจินดา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.อรอินท์ ประไพโย
มหาวิทยาลัยนเรศวร
Prof. Dr. Gerard Duvallet
Paul Valéry University
ศ.ดร.สัณชัย จตุรสิทธา
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร.ไสว บุรณพานิขพันธุ์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Assoc. Prof. Dr. Siripan Tantakom
Kasetsart University
Adjunct Prof. Dr. Yongyuth Osotsapar
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Savitree Rangsihaht
Kasetsart University
Assoc. Prof. Pongsak Chontanaswat
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Thongchai Mala
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Kumut Sangkhasila
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Chalida Leksomboon
Kasetsart University
Prof. Dr. Apichart Vanavichit
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Tosapon Pornprom
Kasetsart University
Assist. Prof. Dr. Lop Phavaphutanon
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Orarat Mongkolporn
Kasetsart University
Assoc. Prof. Dr. Pichai Tongdeelert
Kasetsart University
Prof. Dr. Anon Pontanee
Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Amnouy Kamtuo
Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Monchai Duangjindar
Khon Kaen University
Assist. Prof. Dr. Ornin Prachaiyo
Naresuan University
Prof. Dr. Gerard Duvallet
Paul Valéry University
Prof. Dr. Sanchai Jaturasittha
Chiang Mai University
Prof. Dr. Sawai Buranapanichpan
Chiang Mai University



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

ศ.ดร.สุวิมล กীরติพิบูลย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Prof. Dr. Robert MoGovern
Cornell University
Prof. Dr. Kazuyuki Inubushi
Chiba University
Prof. Dr. Anake Kijjoa
University of Porto, Portugal
ศ.ดร.อานัฐ ตันโช
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ผศ.ดร.ปทุมทริกา รัตนตรีวงศ์
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
รศ.ดร.บัณฑิต อินนวงศ์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.ดร.ทิพวรรณ ลิ้มงูร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

Prof. Dr. Suwimon Keeratipibul
Chulalongkorn University
Prof. Dr. Robert MoGovern
Cornell University
Prof. Dr. Kazuyuki Inubushi
Chiba University
Prof. Dr. Anake Kijjoa
University of Porto, Portugal
Prof. Dr. Arnat Tancho
Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Weerathep Pongprasert
Naresuan University
Assist. Prof. Dr. Puntarika Ratanatriwong
Naresuan University
Assist. Prof. Dr. Bhundit Innawong
Silpakorn University
Assist. Prof. Dr. Chaiyawan Wattanajan
Prince of Songkla University
Assoc. Prof. Dr. Tippawan Limunggura
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Assoc. Prof. Bumpen Keowan
Sukhothai Thammathirat Open University

กองบรรณาธิการฝ่ายการจัดการ

นางชลนัฐชา ตันทอง
งานแผนและวิชาการ
คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

Editorial Board (Management)

Mrs. Chonnatcha Tantong
Planning and Technical Division
Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen,
Kasetsart University
Nakhon Pathom Province.



วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

Journal of Agricultural Science and Management

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ (Journal of Agricultural Science and Management) เป็นวารสารที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) มีการตีพิมพ์ 3 ฉบับต่อปี ทุก 4 เดือน ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม และ ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ ได้แก่ เกษตรกลวิธีาน สัตวบาล กีฏวิทยา ปฐพีวิทยา โรคพืช พืชสวน พืชไร่นา ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร เพื่อส่งเสริม พัฒนา และยกระดับการผลิตผลงานวิจัย ตลอดจนเพิ่มทางเลือกให้กับบุคลากรวิจัยรุ่นใหม่ และนิสิตในการส่งผลงานวิจัยลงตีพิมพ์ เผยแพร่ โดยผ่านความเห็นและได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากภายในและภายนอกหน่วยงาน เพื่อเป็นประสบการณ์สำหรับการส่ง และเสนอผลงานวิจัยเข้ารับการพิจารณาตีพิมพ์

คณะเกษตร กำแพงแสนได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาและส่งเสริมผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่เชิงบูรณาการให้มีคุณภาพ เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง สำหรับฉบับนี้มีบทความวิจัยด้วยกัน 13 เรื่อง ประกอบด้วย สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 6 เรื่อง สาขาปฐพีวิทยา 1 เรื่อง สาขาโรคพืช 1 เรื่อง สาขาพืชสวน 2 เรื่อง สาขาสัตวบาล 1 เรื่อง สาขาพืชไร่นา 2 เรื่อง ซึ่งกองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้กรุณาแบ่งปันข้อมูลดีๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะต่อไป

รศ.ดร.ชเนษฎี ม้าลำพอง

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ

สถานภาพและแนวทางการพัฒนาความเข้มแข็งวิสาหกิจชุมชนเพื่อการ
พัฒนาเศรษฐกิจฐานราก: กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลหนองโรง
อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

Status and Guidelines for Developing the Strength of Community Enterprises for
Local Economy Development in Nong Rong Sub-district, Phanom Thuan District,
Kanchanaburi Province

คณิงรัตน์ คำมณี^{1*} จิรัฏฐิณาฎ ถังเงิน¹ และพันธจิตรต์ สีเหนียง¹

Kanungrat Kummanee^{1*}, Jirattinart Thungngern¹ and Panchit Seeniang¹

Received: May 8, 2023

Revised: June 6, 2023

Accepted: June 8, 2023

Abstract: The objective of this research was to study status and situation, constraints, recommendations and development guidelines for the operation of community enterprises for local economy development. In-depth interview schedule, SWOT analysis, survey, focus group and group discussion techniques were used to collect qualitative data by purposive sampling from 18 community enterprise leaders or agents. The data were analyzed with content analysis. The result revealed that the community enterprise group in Nong Rong Sub-district was established into 3 characteristics including (1) establishing under the original group and family business, 2) establishing under government support policy and 3) establishing under a community leader who wants to solve economic problems in their community. The constraints for community enterprises' product for local economy development include lack of clear operational plan and systematic group management, lack of skills in production management and product certification development towards standardization, lack of skills in marketing management, and lack of systematic accounting. Guidelines for the development of community enterprise operations consist of four approaches: 1) all member should be participated in group management, 2) products should be developed to have local identity, 3) marketing-led production approach should be used in group operations, and 4) accounting and financial system should be developed properly. Recommendations were that the government and concern officers should 1) have a concrete policy for the operation of enterprise groups and continuously monitor the group operation, 2) assess and support the community enterprise groups annually, 3) encourage the community enterprise groups through the group leaders by building networks, and 4) select the appropriate extension method to transfer technology.

Keywords: strength, community enterprises, Nong Rong sub-district

¹ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

*Corresponding author: agrkrk@ku.ac.th

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานภาพและสภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สภาพปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก เทคนิคการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม การสำรวจ การสนทนากลุ่ม และการอภิปรายกลุ่ม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้นำหรือตัวแทนวิสาหกิจชุมชน จำนวน 18 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า ลักษณะการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรงมี 3 รูปแบบ คือ 1) มีการรวมกลุ่มเดิมอยู่แล้ว หรือเป็นการรวมกลุ่มจากการประกอบอาชีพภายในครอบครัว 2) การรวมกลุ่มจากนโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐ และ 3) การรวมกลุ่มจากผู้นำที่ต้องการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในชุมชน ส่วนปัญหาที่พบในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ประกอบด้วย การขาดการวางแผนการดำเนินงานที่ชัดเจนและบริหารจัดการกลุ่มที่เป็นระบบ การขาดทักษะในการผลิตและการพัฒนาการรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน การขาดทักษะการบริหารจัดการทางด้านการตลาด และการขาดการจัดทำบัญชีอย่างเป็นระบบ แนวทางการพัฒนาการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชน ประกอบด้วย 4 แนวทาง คือ 1) สมาชิกควรมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการกลุ่มร่วมกัน 2) การพัฒนาสินค้าให้มีเอกลักษณ์ท้องถิ่น 3) การใช้แนวทางตลาดนำการผลิตในการดำเนินงานกลุ่ม และ 4) การพัฒนาระบบบัญชีและการเงินให้ถูกต้องสำหรับข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้คือ 1) ภาครัฐควรมีนโยบายการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจอย่างเป็นรูปธรรม และมีการติดตามการดำเนินกิจการของกลุ่มอย่างต่อเนื่อง 2) ภาครัฐควรทำการประเมินสถานภาพของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทุกปี และช่วยเหลือปรับปรุงการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ประสบปัญหา 3) เจ้าหน้าที่ควรดำเนินการส่งเสริมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ่านผู้นำกลุ่มโดยการสร้างเครือข่าย และ 4) เจ้าหน้าที่ควรหาวิธีการที่เหมาะสมในการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีให้กับสมาชิกกลุ่ม

คำสำคัญ: ความเข้มแข็ง วิสาหกิจชุมชน ตำบลหนองโรง

คำนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) มุ่งเน้นการนำความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรมเพื่อทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจทั้งในเรื่องกระบวนการผลิตและรูปแบบผลิตภัณฑ์ และบริการใหม่ๆ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี รูปแบบการดำเนินธุรกิจ และการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตของคนในสังคมทั้งที่เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรและชั่วคราว และการพัฒนาต่อยอด รวมถึงการใช้นวัตกรรมสำหรับการพัฒนาสินค้าและบริการทั้งในระดับพื้นบ้านจนถึงระดับสูงซึ่งมีผลต่อคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชนในวงกว้าง ซึ่งสอดคล้องตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาความมั่นคง เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

โดยทุกภาคส่วนได้รับการพัฒนายกระดับไปสู่การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการสร้างมูลค่าเพิ่มและพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจใหม่ที่สร้างและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559; ราชกิจจานุเบกษา, 2561) ดังนั้น การพัฒนาในปัจจุบันจึงตั้งอยู่บนฐานของความเข้าใจเรื่องศักยภาพ เป็นกระบวนการพัฒนาศักยภาพของชุมชน ทำให้ชุมชนเข้มแข็งและพึ่งตนเองได้ไม่ใช่ว่าการพัฒนาชุมชน (community development) แต่เป็นการช่วยให้ชุมชนพัฒนาศักยภาพของตนเอง (community empowerment) มากกว่า (เสวี, 2550)

วิสาหกิจชุมชนเป็นกลไกหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพให้กับชุมชน เนื่องจากวิสาหกิจชุมชนช่วยพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนซึ่งเป็นเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็งและสามารถพึ่งพาตนเอง

รวมถึงการพึ่งพาซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกในชุมชน ซึ่งเป็นการสร้างรากฐานที่เข้มแข็งให้กับเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเพื่อความยั่งยืน วิสาหกิจชุมชนเป็นการประกอบการจากความร่วมมือร่วมใจเพื่อตอบสนองความต้องการของคนในชุมชน โดยใช้ทุนจากชุมชนอย่างเหมาะสมด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการใช้กระบวนการเรียนรู้ในการดำเนินการ และมีเป้าหมายเพื่อการพึ่งพาตนเองและสามารถสร้างรายได้ภายใต้ความสุขของชุมชน (เสรี, 2548)

อย่างไรก็ตาม วิสาหกิจชุมชนเป็นกลุ่มองค์กรที่เป็นความพยายามของคนในชุมชนในการสร้างความอยู่ดีมีสุข ทั้งนี้ จากสถิติข้อมูลการจดทะเบียนกลุ่มผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนแล้วมักไปกระจุกตัวอยู่ในรูปแบบที่คล้ายกันเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดภาวะการถ่วงกันเองสูง ส่งผลให้หลายกลุ่มประสบความล้มเหลว (อุทัย, 2561) จากข้อมูลรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนพบว่า วิสาหกิจชุมชนหลายแห่งประสบกับปัญหาต่างๆ ในการดำเนินงาน ได้แก่ ปัญหาด้านการผลิต เช่น ผลผลิตมีคุณภาพแตกต่างกันเองสูง ขาดคุณภาพมาตรฐาน รูปแบบบรรจุภัณฑ์ไม่สวยงาม ขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะ ต้นทุนวัตถุดิบมีราคาสูง เป็นต้น ปัญหาด้านการตลาด เช่น การกำหนดราคาสินค้าไม่เหมาะสม ขาดแหล่งจำหน่ายการผลิต ขาดการประชาสัมพันธ์ ขาดความรู้ด้านการตลาดผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น และปัญหาด้านบริหารจัดการ เช่น ขาดระบบบริหารงานอยู่อย่างเป็นรูปธรรม ส่วนใหญ่ขึ้นกับผู้นำเป็นหลัก ขาดการจัดการด้านระบบบัญชีที่ดี เป็นต้น (จิรพร และคณะ, 2554; ธงพล และอุทิศ, 2556; นิภาพรรณ, 2562; รัชนี้ และคณะ, 2556; วรณดี และคณะ, 2556; สหสา และพยอสม, 2554)

ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรีประกอบด้วยจำนวน 17 หมู่บ้านในอดีตเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก ประชากรส่วนใหญ่ทำการเกษตรและเก็บของป่า ต่อมาเกิดสภาพปัญหาป่าลดลง คนในชุมชนจึงมาตระหนักในการอนุรักษ์ฟื้นฟูป่า มีการจัดตั้งกลุ่มเพื่อดูแลและรักษาป่า จนเกิดความสำเร็จเป็นป่าชุมชนได้รับรางวัลในระดับประเทศมากมาย และนอกจากการพัฒนาฟื้นฟูป่าแล้ว ยังเป็น

ที่มาของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาด้านเกษตรกรรม ซึ่งในพื้นที่มีทรัพยากรหลากหลาย เช่น การพัฒนากลุ่มอาชีพ และกลุ่มแม่บ้าน เป็นต้น ทำให้เกิดการพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ การตลาดร้านค้า การท่องเที่ยว ตามวิสัยทัศน์การพัฒนาของตำบลหนองโรง คือ ตำบลน่าอยู่ เชิดชูคุณธรรม นำการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์ พัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืน (สำนักพัฒนานวัตกรรมชุมชนจัดการความรู้และสื่อสาร, 2563; องค์การบริหารส่วนตำบลหนองโรง, 2559) อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า การรวมกลุ่มอาชีพในชุมชนยังประสบปัญหาในการผลิตสินค้า ดังนั้น การศึกษาสถานภาพและแนวทางการพัฒนาความเข้มแข็งของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจึงมีความสำคัญนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้มีความเข้มแข็งมากขึ้น และสามารถวางแผนตัดสินใจเลือกแนวทางเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มภายใต้กระบวนการตัดสินใจและทำงานร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม ทำให้เกิดการเพิ่มรายได้แก่กลุ่มเกษตรกรและสามารถเชื่อมโยงสู่การเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการท่องเที่ยวชุมชน ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็งด้วยกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ที่จดทะเบียนตามพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรมส่งเสริมการเกษตร ทั้งหมด 18 กลุ่ม (ระบบสารสนเทศวิสาหกิจชุมชน กองส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview schedule) สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informant) เป็นตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแต่ละกลุ่ม โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) กับประธานกลุ่ม คณะกรรมการกลุ่ม หรือตัวแทนสมาชิกวิสาหกิจชุมชน ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (SWOT analysis)

การสำรวจ (survey) การสนทนากลุ่ม (focus group) และการอภิปรายกลุ่ม (group discussion) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สถานภาพและสภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก

สถานภาพและสภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี มีรายละเอียดดังนี้

1.1 สถานภาพการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

การศึกษาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ตำบลหนองโรงมีรายชื่อกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ได้ทำการจดทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรจำนวนทั้งหมด 18 กลุ่ม อย่างไรก็ตามเมื่อลงพื้นที่สำรวจติดตามสถานภาพการดำเนินงานพบว่า มีกลุ่มที่ยังคงดำเนินงานอยู่ จำนวน 12 กลุ่ม ไม่ได้ดำเนินงานหรือไม่ได้ดำเนินงานในรูปแบบกลุ่มแล้ว จำนวน 6 กลุ่ม สามารถจำแนกประเภทของกลุ่มได้เป็น 2 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้ (Table 1)

1) กลุ่มการผลิตสินค้า จำนวน 15 กลุ่ม โดยมีกลุ่มยังคงดำเนินงานอยู่ จำนวน 10 กลุ่ม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านปทุมชนบ้านห้วยสะพานสามัคคี วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแคปหมูไร่มันแม่บ้านและเยาวชนบ้านห้วยสะพาน วิสาหกิจชุมชนแปรรูปจาวตาลและผลิตภัณฑ์กะลาตาล วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลไม้-สมุนไพรบ้านห้วยสะพาน วิสาหกิจชุมชนแคปหมูไร่ไร่มันเจมส์-จูน วิสาหกิจชุมชนสานสายใยใจไทยทุกภาคตะวันตกกาญจนบุรี วิสาหกิจชุมชนบ้านหนองสำโรงพัฒนา วิสาหกิจชุมชนศูนย์เรียนรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังบ้านรางยอมน วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเห็ดฟางห้วยสะพาน และวิสาหกิจชุมชนน้ำพริกบ้านนา และมีกลุ่มไม่ได้ดำเนินงานหรือไม่ได้ดำเนินงานในรูปแบบกลุ่มแล้ว จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มโคขุนหลุมหิน 1 วิสาหกิจชุมชนกลุ่มโคขุนหลุมหิน 2 วิสาหกิจชุมชนกลุ่มโคขุนหลุมหิน 3 วิสาหกิจชุมชนกลุ่มโคขุนบ้านหลุมหิน 10 และวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงโคขุนบ้านหนองสำโรง

2) กลุ่มการให้บริการ จำนวน 3 กลุ่ม โดยมีกลุ่มยังคงดำเนินงานอยู่ จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนชมรมส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยชุมชนตำบลหนองโรง และวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครือข่ายการจัดการความรู้ทรัพยากรชีวภาพบ้านห้วยสะพาน และมีกลุ่มไม่ได้ดำเนินงานหรือไม่ได้ดำเนินงานในรูปแบบกลุ่มแล้ว จำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนศูนย์กระจายสินค้าชุมชนไชยพนมทวน

Table 1 Status of community enterprises in Nong Rong sub-district, Phanom Thuan district, Kanchanaburi province

Type of community enterprises	Active group	Inactive group
Production group (15 groups)	- community enterprise of Ban Huai Saphan - Samakkhi housewife community forest group - pork crackling of Ban Huai Saphan housewife and youth group community enterprise - toddy palm processing and palmyra palm shell products community enterprise - fruits and herbs processing of Ban Huai Saphan community enterprise - pork crackling of James-June community enterprise	- Lum Hin fattening cattle community enterprise 1 - Lum Hin fattening cattle enterprise 2 - Lum Hin fattening cattle community enterprise 3 - community enterprise fattening cattle Ban Lum Hin group - Ban Nong Samrong cattle fattening farm community enterprise

Table 1 (continued).

Type of community enterprises	Active group	Inactive group
	- Sansaiyaijai Thai in western region of Kanchanaburi community enterprise - Ban Nong Samrong Pattana community enterprise - Baan Rang Yom cassava production efficiency learning center community enterprise - community enterprise of Huai Saphan straw mushroom group - Ban Na chili paste community enterprise	
Service group (3 groups)	- community enterprise of Nong Rong district community tourism promotion club - community enterprise of Ban Huai Saphan biological resource knowledge management network group	- community distribution center in Phanom Thuan zone community enterprise

นอกจากนี้ การศึกษาถึงลักษณะการรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะการจัดตั้งกลุ่มใน 3 รูปแบบ คือ

1) การรวมกลุ่มจากเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การรวมกลุ่มจากความต้องการหารายได้เสริมนอกเหนือจากการประกอบอาชีพหลัก โดยส่วนใหญ่เลือกทำกิจกรรมที่ผู้นำมีความรู้หรือมีความถนัดจากการเคยมีประสบการณ์เข้ารับการฝึกอบรม การศึกษาดูงาน หรือการสืบทอดจากบรรพบุรุษหรือญาติพี่น้อง และชักชวนกันกับเพื่อนบ้านหรือคนในชุมชนทำกิจกรรมหารายได้ และการรวมกลุ่มอยู่แล้วอีกลักษณะที่พบคือ เป็นการประกอบอาชีพหรือทำกิจกรรมภายในครอบครัวหรือเครือญาติอยู่แล้วและมีการจ้างคนในชุมชนเข้ามาเป็นแรงงาน ซึ่งเป็นการกระจายรายได้ให้กับคนในชุมชน และเข้ารับการจดทะเบียนภายหลังจากการจัดตั้งพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนพ.ศ. 2548 เมื่อทางภาครัฐมีการสนับสนุนจึงรวมสมาชิกให้ครบตามจำนวนและจัดแบ่งโครงสร้างการทำงานเพื่อเข้ารับการจดทะเบียน

2) การรวมกลุ่มจากนโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยเกษตรกรหรือคนในชุมชนมีการประกอบอาชีพนั้นอยู่แล้ว เช่น โครงการ 9101 ตามรอยเท้าพ่อภายใต้ร่มพระบารมีเพื่อการพัฒนาการเกษตร

อย่างยั่งยืน โครงการส่งเสริมอาชีพจากการศึกษาดูงานต่างๆ เป็นต้น เกษตรกรจะรวมตัวผู้ที่ประกอบอาชีพเดียวกันและจดทะเบียนเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน แต่ส่วนใหญ่เมื่อมีการรวมกลุ่มและจดทะเบียนเรียบร้อยแล้ว เมื่อยื่นขออนุญาตสนับสนุนจากโครงการหากกลุ่มไม่ได้รับการอนุมัติเงินทุนจากโครงการที่มีการสนับสนุนเงินทุน กลุ่มมักจะหยุดดำเนินการในรูปแบบของกลุ่ม แต่ยังคงประกอบอาชีพของตนเองตามปกติ แต่ยังคงสถานะการจดทะเบียนเป็นกลุ่มไว้เพื่อคาดหวังจะได้รับประโยชน์ต่างๆ ที่หน่วยงานภาครัฐจะมีมาในอนาคต

3) การรวมกลุ่มจากผู้นำที่ต้องการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในชุมชน มีความต้องการให้คนในชุมชนที่ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยได้มีกิจกรรมร่วมกัน มีรายได้เพิ่มขึ้น และได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.2 สภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

การศึกษาสภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรงโดยการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี มีรายละเอียดดังนี้ (Figure 1)

Internal Factors	
Strengths +	Weaknesses –
1) The group leader is knowledgeable and capable person. 2) The cooperation of people in the community makes it less conflicts. 3) In the community, there are raw materials that can be used to add value of products and services so that they cause to reduce costs. 4) The usage of existing materials and equipment for product manufacturing can reduce costs. 5) There are natural resources that can be developed as tourist attractions to support the development of community products.	1) Most members in the group are elderly. 2) Most members lack of funds to earn their living and collect into the group. 3) Lack of modernization in equipment materials. 4) Lack of knowledge to develop the products. 5) Lack of knowledge to administer the marketing. 6) The participation form is mostly under the employment. 7) There is a few marketing channels.
External Factors	
Opportunities +	Threats –
1) There are people who visit for field trip that cause to be able to sell the community products. 2) Increasing of external institutions for support. 3) Getting an endorsement to be as a community enterprise. 4) Transportation to the community location is more convenient.	1) There will be highly competitive between the same product category. 2) The economic downturn causes a lack of income. 3) Many groups in community cannot sell the products because of Covid-19 situation which causes the field trip decreasing. 4) Climate change is an obstacle to the manufacture of some products. 5) Lack of funding to support the group. 6) Because the area is located out of the irrigable area, therefore there is a trouble in agricultural processing.

Figure 1 SWOT analysis of the community enterprise operation in Nong Rong sub-district.

2. สภาพปัญหาและข้อเสนอแนะในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก

2.1 สภาพปัญหาและข้อเสนอแนะในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ปัญหาที่พบในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ประกอบด้วย ปัญหาด้านการบริหารจัดการ ด้านการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ด้านการตลาด และด้านการเงิน และบัญชี สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปัญหาด้านการบริหารจัดการกลุ่ม

เนื่องจากส่วนใหญ่การรวมกลุ่มในชุมชนเป็นชาวบ้านทั่วไป จึงอาจไม่ได้มีความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเองและยังขาดการวางแผนการ

ดำเนินงานที่ชัดเจนและบริหารจัดการกลุ่มที่เป็นระบบมากนัก ส่วนใหญ่จึงเป็นหน้าที่หลักของผู้นำหรือผู้ริเริ่มจัดตั้งกลุ่มที่จะมีหน้าที่ในการมอบหมายงาน หรือดำเนินการต่างๆ ทุกอย่าง เกี่ยวกับกลุ่มเป็นหลัก และเนื่องจากคนในชุมชนมีความสามัคคีร่วมมือร่วมใจกันไว้ว่างใจกัน จึงมักไม่ค่อยเกิดปัญหาความขัดแย้งในกลุ่ม ส่วนสมาชิกมีความพร้อมแต่ยังพบปัญหาเรื่องเวลา เนื่องจากบางคนมีการประกอบอาชีพอื่นๆ หรือมีภารกิจของครอบครัว จึงทำให้ไม่มีเวลาในการเข้าร่วมประชุมหรือมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภูตธา และคณะ (2562) ที่พบปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้าน ตำบลนาเกตุ อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี ในด้านการบริหารจัดการ ระบุว่าคณะกรรมการกลุ่มยังไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองอีกทั้งยังขาด

องค์ความรู้โดยผู้ที่ทำหน้าที่ทุกอย่างคือประธานกลุ่ม และกันยรัตน์ (2555) ที่พบปัญหาการบริหารจัดการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในเขตมีนบุรีและเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร โดยพบปัญหาเรื่องกลุ่มขาดการวางแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน

2) ปัญหาด้านการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์

การผลิตของกลุ่มส่วนใหญ่เป็นรูปแบบการผลิตในครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นลักษณะการผลิตแบบเดิมๆ หรือผลิตตามความต้องการของลูกค้า โดยเฉพาะสินค้าประเภทอาหาร ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพให้คงที่ของสินค้า และพบปัญหาสินค้ายังไม่สามารถสร้างเอกลักษณ์ของชุมชนได้อย่างชัดเจน และยังพบปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือที่ต้องใช้ในการผลิต นอกจากนี้ ปัญหาด้านการได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ พบว่า หลายกลุ่มยังไม่สามารถพัฒนาไปสู่การได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตซึ่งจะทำให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันได้ ช่วยขยายตลาดให้กว้างขึ้น และช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค และสถานที่ทำการผลิตส่วนใหญ่ผลิตที่บ้านของผู้นำหรือผู้เริ่มทำให้อย่างขาดมาตรฐานด้านความสะอาดและความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของบุญทวรรณ และคณะ (2557) ที่พบว่าการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจขนาดย่อม อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ส่วนใหญ่ยังอยู่ในลักษณะเดิมๆ หรือผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และยังพบว่าสถานที่ดำเนินการผลิตในบางกลุ่มวิสาหกิจ ยังขาดมาตรฐานหลายด้าน เช่น ด้านความสะอาดและความปลอดภัย เพราะการดำเนินงานส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ของหมู่บ้านหรือตั้งในบ้านของผู้นำกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

3) ปัญหาด้านการตลาด

ปัญหาทางด้านการตลาด คือ สมาชิกส่วนใหญ่ขาดทักษะการบริหารจัดการทางด้านการตลาด ขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยขยายตลาด หรือประชาสัมพันธ์ ส่วนใหญ่กลุ่มมักได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องการพัฒนาตราสินค้า การออกแบบโลโก้กลุ่ม และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

ซึ่งจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติมผู้ถูกสัมภาษณ์ระบุว่า ไม่ได้ต้องการเปลี่ยนตราสินค้าบ่อย เพราะจะทำให้ผู้บริโภคจดจำไม่ได้ และสินค้าของหลายกลุ่มส่วนใหญ่เป็นสินค้าประเภทอาหาร เมื่อผลิตแล้วจะจำหน่ายในชุมชนและมีบุคคลภายนอกชุมชนมารับซื้อไปจำหน่ายต่อบ้าง ทำให้มีความพึงพอใจแล้วและไม่ต้องการขยายตลาดมากนักเนื่องจากส่วนใหญ่ผลิตกันเองในครัวเรือน หากขยายตลาดไปมากจะส่งผลให้ผลิตไม่ทัน กลุ่มจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สนิทเดช และธีระพงษ์ (2562) ที่พบว่ากลุ่มวิสาหกิจในประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่มีความสามารถในการหาตลาด ไม่รู้วิธีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายทางการตลาด ไม่มีการวางแผนในการทำงาน ไม่สามารถเพิ่มมูลค่าทางการตลาดให้แก่สินค้าได้

4) ปัญหาด้านการเงินและบัญชี

ปัญหาด้านการเงินและบัญชีของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโจ่งที่พบ คือ การขาดการจัดทำบัญชีอย่างเป็นทางการเป็นระบบตามแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดทำบัญชีของวิสาหกิจชุมชน เช่น การมอบหมายหน้าที่ผู้รับผิดชอบ การจัดทำเอกสารรับจ่ายเงิน การบันทึกข้อมูลรายการ เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่กลุ่มมีการจัดทำระบบบัญชีแบบง่ายโดยผู้นำกลุ่มเป็นผู้จัดทำและมีการแจ้งข้อมูลการเงินหรือแจ้งสมาชิกทุกคนสามารถตรวจสอบได้ และสมาชิกมีความพึงพอใจในการได้รับผลตอบแทนและมีความไว้วางใจต่อผู้นำ จึงไม่พบปัญหาเรื่องการทุจริตสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ดวงเดือน (2561) ที่พบปัญหาเกี่ยวกับระบบบัญชีของกลุ่มอาชีพทอเสื่อ กก บ้านเหล่าไพรงาม ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยพบว่าสมาชิกส่วนใหญ่ของกลุ่มอาชีพทอเสื่อ กกบ้านเหล่าไพรงามขาดความรู้ความเข้าใจถึงระบบการบัญชีและเอกสารประกอบการบันทึก ไม่มีความรู้หรือประสบการณ์ในการบันทึกบัญชีกระบวนการทางบัญชี การบันทึกบัญชีจึงทำแบบง่ายและสะดวกในการใช้ไม่มีการแยกหมวดหมู่ ไม่มีกระบวนการดำเนินการอย่างเป็นทางการเป็นระบบตามหลักการบัญชีที่รับรองโดยทั่วไป

2.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรงได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโดยระบุความต้องการไว้ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ผลผลิตภัณฑ์ควรได้รับการพัฒนาเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้กับกลุ่ม เป็นผลผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้รับรองมาตรฐาน ตลอดจนมีตราสินค้าที่น่าจดจำ และมีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

2) การสนับสนุนแหล่งเงินทุนหรืองบประมาณในการพัฒนาสินค้าหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

3) การได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา

4) การได้รับความรู้ในการพัฒนา กลุ่ม เช่น การบริหารจัดการกลุ่ม การจัดการด้านการผลิต การตลาด การเงินและบัญชี โดยมีการจัดอบรมสัมมนา ศึกษาดูงานจากกลุ่มที่ประสบความสำเร็จ

3. แนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก

แนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก แบ่งออกเป็น 4 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านการบริหารจัดการ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนควรทำความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนให้ถ่องแท้ และควรมีการจัดโครงสร้างหน้าที่ให้ทุกคนสามารถปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนได้อย่างชัดเจน ไม่ควรให้ผู้นำกลุ่มดำเนินการแต่เพียงผู้เดียว ควรมีการกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน การออกแบบกติกาและข้อบังคับที่ใช้ร่วมกัน มีการจัดประชุมอย่างสม่ำเสมอ การวางแผนการดำเนินงานร่วมกัน และจัดสรรผลประโยชน์ร่วมกัน กลุ่มอาจเข้าไปเรียนรู้จากกลุ่มที่ประสบความสำเร็จเพื่อถอดบทเรียนในการนำมาใช้กับกลุ่มของตนเองเพื่อให้กลุ่มมีความเข้มแข็ง

2) ด้านการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ผู้นำกลุ่มวิสาหกิจชุมชนควรมีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐหรือเอกชน เพื่อสร้างความร่วมมือในการเข้ามาสนับสนุนการใช้วัตถุดิบภายในชุมชนที่ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยให้เรื่องการผลิตต้นทุนและลดการพึ่งพาภายนอก มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มาจากจุดแข็งของกลุ่มและชุมชนเพื่อสร้างอัตลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ ตลอดจนการสนับสนุนการขอรับรองมาตรฐานสินค้า

3) ด้านการตลาด

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนควรนำแนวคิดการตลาดนำการผลิตมาพิจารณาเพื่อใช้ในการดำเนินงาน ต้องรู้จักกลุ่มเป้าหมายของตนเอง โดยผู้นำกลุ่มอาจประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเข้ามาช่วยส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในการประชาสัมพันธ์ เพื่อเป็นช่องทางขยายการตลาดสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และประสานหน่วยงานในการจัดหาสถานที่จำหน่ายสินค้าวิสาหกิจชุมชนของจังหวัดเพื่อสนับสนุนสินค้าของกลุ่ม

4) ด้านการเงินและบัญชี

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนควรให้ความสำคัญต่อการจัดทำระบบบัญชี โดยการประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเข้ามาส่งเสริมการจัดทำระบบบัญชีและการเงินอย่างถูกต้องให้กับกลุ่ม ช่วยให้กลุ่มเกิดความรู้ถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับการจัดทำบัญชี ช่วยออกแบบบัญชีอย่างง่ายเพื่อให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ง่าย โดยเจ้าหน้าที่ต้องคอยกำกับติดตาม ตรวจสอบให้สมาชิกสามารถทำบัญชีได้อย่างถูกต้อง และกลุ่มควรมีการเปิดเผยเรื่องบัญชีและการเงินให้กับสมาชิกทุกคนได้รับทราบข้อมูลอย่างโปร่งใส

สรุปและข้อเสนอแนะ

สถานภาพการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี พบว่ามีกลุ่มที่ได้ทำการจดทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรจำนวนทั้งหมด 18 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ยังคงดำเนินงานในรูปแบบของกลุ่มมีจำนวน 12 กลุ่ม

ไม่ได้ดำเนินงานหรือไม่ได้ดำเนินงานในรูปแบบกลุ่มแล้ว จำนวน 6 กลุ่ม สำหรับลักษณะการจัดตั้งกลุ่มใน 3 รูปแบบ คือ 1) มีการรวมกลุ่มเดิมเพื่อหารายได้หรือทำกิจกรรมต่างๆ อยู่แล้ว 2) การรวมกลุ่มจากนโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐ และ 3) การรวมกลุ่มจากผู้นำที่ต้องการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในชุมชน การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพบว่า จุดแข็งของกลุ่มที่ถูกสัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุถึง คือ การมีผู้นำกลุ่มที่มีความรู้ความสามารถและความร่วมมือร่วมใจกันของคนในชุมชน ส่วนปัญหาในการพัฒนาความเข้มแข็งในการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ประกอบด้วย ปัญหาด้านการบริหารจัดการ พบปัญหาการขาดความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง ขาดการวางแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน และมีบริหารจัดการกลุ่มที่ไม่เป็นระบบมากนัก ด้านการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ พบปัญหาส่วนใหญ่เป็นลักษณะการผลิตแบบเดิมๆ หรือผลิตตามความต้องการของลูกค้า สินค้ายังไม่สามารถสร้างเอกลักษณ์ของชุมชนได้อย่างชัดเจน และมีการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาจากภายนอกทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ การไม่สามารถพัฒนาไปสู่การรับรองมาตรฐาน และสถานที่ทำการผลิตส่วนใหญ่ยังขาดมาตรฐานด้านความสะอาดและความปลอดภัย ด้านการตลาด พบปัญหาการขาดทักษะการบริหารจัดการ ขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยขยายตลาดหรือประชาสัมพันธ์ และด้านการเงินและบัญชี พบปัญหาการจัดการจัดทำบัญชีอย่างเป็นระบบ ในด้านการพัฒนาความเข้มแข็งของกลุ่มจากข้อเสนอแนะของสมาชิก สรุปได้ว่ากลุ่มต้องการได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในด้านความรู้ ด้านเงินทุน การพัฒนาด้านการผลิตและการตลาด โดยแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ การบริหารจัดการกลุ่มอย่างมีส่วนร่วม การพัฒนาสินค้าให้มีเอกลักษณ์ท้องถิ่น การใช้แนวทางตลาดนำการผลิตในการดำเนินงานกลุ่ม และการพัฒนาระบบบัญชีและการเงินให้ถูกต้อง สำหรับข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. **ภาครัฐควรมีนโยบายการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจอย่างเป็นรูปธรรม** ตั้งแต่การสร้าง ความเข้าใจที่ถูกต้องในการรวมกลุ่มเพื่อเข้ารับการจดทะเบียนวิสาหกิจชุมชน และให้ความรู้ในการสนับสนุนการผลิตหรือการประกอบการและการตลาด ตลอดจนมีการติดตามการดำเนินกิจการของกลุ่มอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับกลุ่ม เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า สมาชิกส่วนใหญ่ระบุความต้องการได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และต้องการได้รับความรู้ด้านต่างๆ ในการพัฒนา กลุ่ม เช่น การบริหารจัดการกลุ่ม การจัดการด้านการผลิต การตลาด การเงินและบัญชี เป็นต้น

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติงาน

1. **ภาครัฐหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรทำการประเมินสถานภาพของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทุกปี** ไม่ใช่เพียงแค่ต่อทะเบียนตามกำหนด แต่ต้องประเมินสถานภาพการดำเนินงานจริงในปัจจุบัน เพื่อพัฒนา กลุ่มที่มีการดำเนินกิจการดีอยู่แล้วให้ดีขึ้น และช่วยเหลือปรับปรุงการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ประสบปัญหาในกิจการ หรือยกเลิกการจดทะเบียนกลุ่มที่ไม่สามารถปรับปรุงการดำเนินงานได้ เพื่อตรวจสอบจำนวนกลุ่มที่ยังคงดำเนินกิจการและนำไปใช้วางแผนการปฏิบัติงานด้านการส่งเสริมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามข้อมูลจริงและทันต่อสถานการณ์ในปัจจุบัน เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ตำบลหนองโรงมีรายชื่อกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ได้ทำการจดทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรจำนวนทั้งหมด 18 กลุ่ม แต่เมื่อลงพื้นที่สำรวจพบว่า มีกลุ่มที่ยังคงดำเนินงานอยู่จำนวน 12 กลุ่ม ไม่ได้ดำเนินงานหรือไม่ได้ดำเนินงานในรูปแบบกลุ่มแล้ว ถึง 6 กลุ่ม

2. **เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการส่งเสริมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ่านผู้นำกลุ่ม** โดยควรมีการสร้างเครือข่ายผู้นำกลุ่มขึ้นเพื่อให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเป็นการทำให้คนในชุมชนได้ช่วยเหลือกันเองนำไปสู่ การพึ่งพาตนเองในที่สุด เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้

พบว่า การมีผู้นำกลุ่มที่มีความรู้ความสามารถเป็นจุดแข็งที่สมาชิกกระตือรือร้นมากที่สุด

3. เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรหาวิธีการที่เหมาะสมในการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีให้กับสมาชิกกลุ่ม เนื่องจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ และปัญหาที่เกษตรกรพบมาก คือ ปัญหาการขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยประชาสัมพันธ์ ปัญหาการไม่สามารถขยายตลาดได้ และปัญหาแหล่งจำหน่ายสินค้ามีจำนวนน้อย

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องสถานภาพและแนวทางการเพิ่มมูลค่าสินค้าวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก: กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้รับงบประมาณสนับสนุนจากโครงการวิจัยมุ่งเป้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ เพ็ญพอรู้. 2555. ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในเขตเมืองบุรีรัมย์ และเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมการเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 193 หน้า.

จิรพร มหาอินทร์ อรุณี พึ่งวัฒนา นุฎูลฐิตินันท์ พงษ์คะเชนทร์ และขวัญฤทัย วงศ์คำแหงหาญ. 2554. การดำเนินงานและการส่งเสริมศักยภาพของวิสาหกิจชุมชน: กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ผ้าและเครื่องแต่งกาย จังหวัดปทุมธานี. รายงานการวิจัย. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 57 หน้า.

ธงพล พรหมสาขา ณ สกลนคร และอุทิศ สังขรัตน์. 2556. แนวทางการพัฒนาการค้าเนื้องานของวิสาหกิจชุมชนในเขตลุ่มทะเล

สาบสงขลา. รายงานการวิจัย. ภาควิชาสารัตถศึกษา คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 66 หน้า.

ดวงเดือน เกตุรา. 2561. “การพัฒนาระบบบัญชีกลุ่มอาชีพทอเสื่ออก บ้านเหล่าไพรงาม ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด”. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 38 (1): 21-34.

นิภาพรรณ เจนสันติกุล. 2562. “การพัฒนาวิสาหกิจชุมชนพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง 1 เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันในประชาคมอาเซียน”. วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ 10 (1): 95-120.

บุญทวรรณ วิงวอน อัจฉราภรณ์ วรรณมะกอก และ อัจฉรา เมฆสุวรรณ. 2557. “แนวทางการยกระดับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มมูลค่ากิจการวิสาหกิจขนาดย่อม อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง”. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 9 (1): 102-119.

ภูตภา อาแล วัชรระ ขาวสังข์ ฟารีดา เอ็ลลาฮี ศุภมาศ รัตนพิพัฒน์ มุฮัมมัดสุสนี เบญจสม เบญญาดา เหล่าธนาถาวร และ มุฮำหมัดดามิซี จะลาแป. 2562. ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกรณีศึกษาหมู่บ้านตำบลนาเกตุ อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี. หน้า 39-45. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6. วิทยาลัยนครราชสีมา, นครราชสีมา.

ระบบสารสนเทศวิสาหกิจชุมชน กองส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. รายชื่อวิสาหกิจชุมชน/เครือข่ายวิสาหกิจชุมชน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://smce.doae.go.th/ProductCategory/SmceCategory.php> (10 พฤศจิกายน 2564).

- รัชนี รูปหล่อ ดุษฎี พรหมทัต และวัลภา ว่องวิวิธกุล. 2556. แนวทางการพัฒนาสู่ความยั่งยืน และเจริญเติบโตของวิสาหกิจชุมชน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5. 158-170.
- ราชกิจจานุเบกษา. 2561. เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก, หน้า 8.
- วรรณดี สุทธินรากร จินตนา กาญจนวิสุทธิ ศิริพร ตันจ้อ และสมเกียรติ สุทธินรากร. 2558. การบริหารจัดการที่ดีและเส้นทางสู่การ เรียนรู้เพื่อยกระดับความสามารถใน อาชีพและการมีชีวิตที่ดีของวิสาหกิจชุมชน จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ชุมชนตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม 14 (1): 25-32.
- สนิทเดช จินตนา และธีระพงษ์ ฐิริปาณิก. 2562. “ปัญหา ข้อจำกัด และแนวทางในการสร้าง ความเข้มแข็งให้กับวิสาหกิจชุมชนใน ประเทศไทย”. วารสารการเมือง การบริหาร และกฎหมาย 12 (3) : 179-194.
- สหสา พลนิล และพยอม วงศ์สารศรี. 2554. แนวทาง การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาวิสาหกิจชุมชน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสู่ความยั่งยืน. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนดุสิต 7 (2): 39-52.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ. 2559. แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560- 2564).
- สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการความรู้และ สื่อสารสถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน (องค์การ มหาชน). 2563. หนองโรง: วิถีชีวิต วิถีชุมชน วิถีคนหนองโรง. (ระบบออนไลน์). แหล่ง ข้อมูล: <https://web.codi.or.th/20200203-10617/> (1 กันยายน 2565).
- เสรี พงศ์พิศ. 2548. สำนึกคิด จากแผนแม่บทวิสาหกิจ ชุมชน. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 144 หน้า
- เสรี พงศ์พิศ. 2550. แผนชีวิต เศรษฐกิจชุมชน. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 157 หน้า.
- องค์การบริหารส่วนตำบลหนองโรง. 2559. แผนพัฒนา ท้องถิ่นสี่ปี (พ.ศ. 2561 -2564). (ระบบ ออนไลน์). แหล่งข้อมูล:<https://www.nhongrong.go.th/home> (10 พฤศจิกายน 2564).
- อุทัย ปริญญาสุทธินันท์. 2561. การจัดการ ชุมชน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 398 หน้า.

ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการจัดกลุ่มเฮเทอโรติกข้าวโพดข้าวเหนียว
สายพันธุ์แท้ ด้วยเครื่องหมาย Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP)
Genetic Diversity and Heterotic Grouping of Waxy Corn Inbred Lines Based on
Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP) Markers

สิริธร สุพลแสง¹ วิชญารัตน์ ชอบท่ากิจ² กิติยา อังกุล³ อรอุมา ตนะดุลย์³
ชฎามาศ จิตต์เลขา⁴ และกุลหลาบ เหล่าสาธิต^{3*}
Sireethorn Suponsang¹, Wichayarat Chobthamkit², Kitiya Amkul³, Orn-u-ma Tanadul³,
Chadamas Jitlaka⁴ and Kularb Laosatit^{3*}

Received: April 21, 2023

Revised: June 21, 2023

Accepted: June 23, 2023

Abstract: The success of the development of hybrid maize depends on the genetic differences of the inbred lines used as the parents. Therefore, the objective of this study was to assess the genetic diversity and heterotic grouping of 75 waxy corn samples including 62 waxy corn inbreds from National Corn and Sorghum Research Center (NCSRC), 8 commercial varieties and 5 waxy corn samples from China with 16 SRAP markers. SRAP analysis revealed that the markers detected 199 alleles, of which 176 were polymorphic (88.44%). An average number of alleles per marker was 12.44. The average *PIC* value was 0.26 and gene diversity was 0.26. Neighbor-joining analysis and STRUCTURE analysis showed that all waxy corn samples were clustered into three heterotic groups. The first and second groups contained waxy corn inbreds from the NCSRC, while the third group had waxy corn inbreds from the NCSRC, commercial varieties and waxy corn from China. The findings in this study can be used for parental selection in order to breeding a new waxy corn hybrid.

Keywords: genetic diversity, heterotic, DNA marker, waxy corn

¹ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Agricultural Biotechnology Program, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

² ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

³ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

⁴ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครราชสีมา 30320

⁴ National Corn and Sorghum Research Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Nakhonratchasima 30320

*Corresponding author, e-mail: fagrkal@ku.ac.th

บทคัดย่อ: ความสำเร็จของการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางพันธุกรรมของสายพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและจัดกลุ่มเฮเทอโรติกข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 75 ตัวอย่าง ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติจำนวน 62 ตัวอย่าง ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าจำนวน 8 ตัวอย่าง และข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีนจำนวน 5 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องหมาย SRAP จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ ตรวจพบแถบดีเอ็นเอทั้งสิ้น 199 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกันจำนวน 176 แถบ คิดเป็น 88.44% โดยมีแถบดีเอ็นเอต่อเครื่องหมายเฉลี่ย 12.44 แถบต่อเครื่องหมาย มีค่า PIC เฉลี่ยเท่ากับ 0.26 และมีค่าความหลากหลายของยีนเฉลี่ยเท่ากับ 0.26 และจากการจัดกลุ่มข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยวิธี Neighbor-joining analysis และ STRUCTURE ให้ผลสอดคล้องกัน คือ สามารถจัดกลุ่มข้าวโพดข้าวเหนียวทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ทั้งหมด ขณะที่กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ พันธุ์การค้า และพันธุ์จากประเทศจีน ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำข้อมูลการจัดกลุ่มที่ได้ไปใช้คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์สำหรับใช้สร้างข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ใหม่ต่อไป

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางพันธุกรรม เฮเทอโรติก เครื่องหมายดีเอ็นเอ ข้าวโพดข้าวเหนียว

คำนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวหรือบางท้องถิ่นเรียกว่า ข้าวโพดเทียนหรือข้าวโพดสาลี เป็นข้าวโพดรับประทานฝักสด ปลูกได้ตลอดทั้งปีทั้งในพื้นที่ไร่และในเขตชลประทาน ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของเกษตรกรในประเทศไทยต่อปีคิดเป็น 45% ของตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักสด มีมูลค่ารวมกว่า 270 ล้านบาท (ธาวีดา, 2561) ปัจจุบันปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) มีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั่วโลกต้องเผชิญกับภัยธรรมชาติมากมาย (Chapman *et al.*, 2012) เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวของไทยก็เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดสภาพแล้งที่ยาวนานมากขึ้น น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง ทำให้มีน้ำไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกข้าวโพดเกษตรกรต้องปล่อยพื้นที่ว่าง ส่งผลให้เกษตรกรขาดรายได้ กระทั่งต่อคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกร แนวทางการแก้ปัญหาทางหนึ่ง คือ การพัฒนาข้าวโพดพันธุ์ใหม่เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ข้าวโพดข้าวเหนียวที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศส่วนใหญ่เป็นข้าวโพด

ลูกผสมเดี่ยว (single cross hybrid) เนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่าและมีความสม่ำเสมอของลักษณะต่างๆ ดีกว่าพันธุ์ข้าวโพดชนิดอื่น ๆ (Troyer, 1999; Meena *et al.*, 2017) โดยเฉพาะพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่สายพันธุ์แท้ (inbred lines) ที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน ลูกผสมจะแสดงลักษณะดีเด่นเหนือกว่าสายพันธุ์พ่อแม่และแม่ (heterosis หรือ hybrid vigor) มากกว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่สายพันธุ์แท้ที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (Carena and Hallauer, 2001; Reif *et al.*, 2005a; 2005b; Barata and Carena, 2006; Kashiani *et al.*, 2012; Meena *et al.*, 2017) ดังนั้น ความสำเร็จของการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมจึงขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางพันธุกรรมของสายพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ (Meena *et al.*, 2017)

การจัดกลุ่มข้าวโพดสายพันธุ์แท้หรือที่เรียกว่า การจัดกลุ่มเฮเทอโรติก คือ การจัดกลุ่มสายพันธุ์แท้ที่เหมือนกันหรือมีพันธุกรรมใกล้เคียงกันไว้กลุ่มเดียวกัน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ข้อมูลประวัติพันธุ์ (pedigree) (Reid *et al.*, 2011) การใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Kashiani *et al.*, 2014) การผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) หรือการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ (testcross) แล้วประเมิน

ความดีเด่นของลูกผสมที่ได้ (Fan *et al.*, 2003; Barata and Carena, 2006; Aguiar *et al.*, 2008; Fan *et al.*, 2009; Kulka *et al.*, 2018) และการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (Prasanna and Hoisington, 2003; Li *et al.*, 2004; Nelson *et al.*, 2008; Kashiani *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2018; Mahato *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตาม วิธีเหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย กล่าวคือ การใช้ข้อมูลประวัติพันธุ์ในการจัดกลุ่มสามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์แท้ได้ครั้งละหลายสายพันธุ์ แต่ข้อมูลที่ใช้จำเป็นต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้องแท้จริง มิเช่นนั้นอาจทำให้ข้อมูลการจัดกลุ่มไม่ถูกต้อง (Sa *et al.*, 2010) เช่นเดียวกับการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการจัดกลุ่ม วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย สามารถแยกความแตกต่างของแต่ละกลุ่มได้ชัดเจน แต่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นลักษณะที่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องสูง (Sa *et al.*, 2018) ทำให้การจัดกลุ่มผิดพลาดได้ง่าย ในขณะที่วิธีการผสมแบบพบกันหมดและวิธีผสมกับสายพันธุ์ทดสอบแล้วประเมินความดีเด่นของลูกผสมที่ได้ เป็นการทดสอบในสภาพแปลงทำให้สามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์แท้ได้จำนวนจำกัดเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ปลูก แรงงาน ระยะเวลาทดสอบ ตลอดจนการดูแลจัดการแปลง ส่วนการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอในการจัดกลุ่มเฮเทอโรติกนั้นสามารถจัดกลุ่มสายพันธุ์แท้ได้ครั้งละจำนวนมาก ข้อมูลที่ได้ไม่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีความชัดเจนและถูกต้อง ทำให้มีการประยุกต์ใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและจัดกลุ่มเฮเทอโรติกในข้าวโพดเป็นจำนวนมาก (Gethi *et al.*, 2002; Fan *et al.*, 2003; Barata and Carena, 2006; Reid *et al.*, 2011; Kashiani *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2018; Mahato *et al.*, 2018; Sa *et al.*, 2018)

เครื่องหมาย Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP) เป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่เพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอโดยอาศัยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชัน (PCR) โดยชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ส่วนใหญ่มักเป็นบริเวณ open reading frame (ORF) ทำให้สามารถนำเครื่องหมายชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องทราบ

ข้อมูลลำดับเบสของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษามาก่อน สามารถตรวจสอบดีเอ็นเอได้ครั้งละหลายตำแหน่งพร้อมกัน ทำได้ง่าย รวดเร็ว ทำซ้ำแล้วได้ผลคงเดิม อีกทั้งค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก (Li and Quiros, 2001) ทำให้เครื่องหมาย SRAP ถูกนำมาใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในพืชหลายชนิดรวมทั้งข้าวโพด (Fareghi *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2020; Dabral *et al.*, 2020) ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและจัดกลุ่มเฮเทอโรติกข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ โดยใช้เครื่องหมาย SRAP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เชื้อพันธุกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างข้าวโพดข้าวเหนียว

ข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 75 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (NCSRC) จำนวน 62 ตัวอย่าง ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าจำนวน 8 ตัวอย่าง และข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีนจำนวน 5 ตัวอย่าง (Table 1) ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 75 ตัวอย่าง ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ภาคเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

2. การสกัดดีเอ็นเอ

นำใบอ่อนของข้าวโพดข้าวเหนียวแต่ละตัวอย่างมาสกัดดีเอ็นเอตามวิธีของ Lodhi *et al.* (1994) จากนั้น ตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอที่ได้ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสในเจลอะกาโรสความเข้มข้น 0.8% วัดความเข้มข้นของดีเอ็นเอด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ NanoDrop 8000 (Nanodrop Technologies, DE, USA) และเจือจางความเข้มข้นดีเอ็นเอให้มีความเข้มข้น 10 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร

3. การตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเครื่องหมาย SRAP

สุ่มตัวอย่างดีเอ็นเอข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จาก NCSRC จำนวน 2 ตัวอย่าง

ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าและข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีนอย่างละ 1 ตัวอย่าง รวม 4 ตัวอย่าง เพื่อนำมาค้นหาเครื่องหมาย SRAP ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ โดยนำดีเอ็นเอทั้ง 4 ตัวอย่าง มาตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยเครื่องหมาย SRAP จำนวน 64 คู่ไพรเมอร์ (Table 2) โดยมีขั้นตอนดังนี้ เตรียมปฏิกิริยาการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR ในปริมาตรรวม 10 ไมโครลิตร ที่ประกอบด้วยดีเอ็นเอ 10 นาโนกรัม 1X Taq buffer, 2 มิลลิโมลาร์ $MgCl_2$, 0.2 มิลลิโมลาร์ dNTPs, 0.5 ไมโครโมลาร์ ฟอว์เวิร์ดไพรเมอร์และรีเวิร์สไพรเมอร์ (forward and reverse primers) และ 0.1 ยูนิต เอนไซม์ Taq DNA polymerase (Thermo Fisher Scientific, US) จากนั้นนำไปทำ PCR โดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ GeneAmp PCR9700 System (Applied Biosystems) กำหนดโปรแกรมการทำงานดังนี้ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ตามด้วย 94 องศาเซลเซียส 1 นาที 35 องศาเซลเซียส 1 นาที และ 72 องศาเซลเซียส 1 นาที จำนวน 5 รอบ ตามด้วย 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 50 องศาเซลเซียส 1 นาที และ 72 องศาเซลเซียส 1 นาที จำนวน 35 รอบ และตามด้วย 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ไปตรวจสอบแถบดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟเรซิสในอะกาโรส ความเข้มข้น 2% ย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ แล้วตรวจสอบภายใต้แสง UV บันทึกขนาดของแถบดีเอ็นเอหรืออัลลิล โดยการเปรียบเทียบกับขนาดดีเอ็นเอมาตรฐาน 100 bp DNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, US) จากนั้น คัดเลือกคู่ไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 4 ตัวอย่างได้อย่างชัดเจนมาตรวจ

สอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 75 ตัวอย่าง ตามวิธีดังกล่าวข้างต้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเกิดแถบดีเอ็นเอของแต่ละตำแหน่ง โดยกำหนดให้ถ้าปรากฏแถบดีเอ็นเอให้ค่าเป็น 1 และไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอให้ค่าเป็น 0 นับจำนวนแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดของแต่ละคู่ไพรเมอร์และ จำนวนแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง (polymorphic bands) จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของจำนวนแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่าง (percentage of polymorphism) ค่า Polymorphic information content (PIC) ตามวิธีของ Anderson *et al.* (1993) และค่าความหลากหลายของยีน (gene diversity) ด้วยโปรแกรม Pop gen (Yeh *et al.*, 1999)

นำข้อมูลแถบดีเอ็นเอของเครื่องหมาย SRAP ไปวิเคราะห์โครงสร้างของประชากรด้วย Bayesian algorithm โดยใช้โปรแกรม STRUCTURE 2.3.1 (Pritchard *et al.*, 2007) ทำ simulation run โดยกำหนดค่าประชากรย่อย (K) ระหว่าง 1 ถึง 10 ค่า burn-in เท่ากับ 10,000 และค่า Markov Chain Monte Carlo เท่ากับ 50,000 จากนั้นวิเคราะห์หา ค่า K ที่เหมาะสมตามวิธีของ Evanno *et al.* (2005) แล้วจัดกลุ่มประชากรย่อยตามค่า K ที่วิเคราะห์ได้ โดยใช้ค่า burn-in และค่า Markov Chain Monte Carlo เท่ากับ 100,000 และ 500,000 ตามลำดับ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรม (Jaccard's coefficient) ตามวิธีของ Jaccard (1901) โดยใช้โปรแกรม R (R Development Core Team, 2013) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมตามวิธี Neighbor-joining analysis ด้วยโปรแกรม MEGA 6.0 (Tamura *et al.*, 2013)

Table 1 Waxy corn samples used in this study.

No.	Code	Source	No.	Code	Source
1	203-1	NCSRC	39	4011	NCSRC
2	203-2	NCSRC	40	4012	NCSRC
3	203-3	NCSRC	41	4013	NCSRC
4	203-4	NCSRC	42	4014	NCSRC
5	203-5	NCSRC	43	7001	NCSRC
6	203-6	NCSRC	44	7006	NCSRC
7	204-1	NCSRC	45	11001	NCSRC
8	204-3	NCSRC	46	11002	NCSRC
9	204-4	NCSRC	47	11004	NCSRC
10	204-5	NCSRC	48	11005	NCSRC
11	204-7	NCSRC	49	12001	NCSRC
12	204-11	NCSRC	50	12002	NCSRC
13	204-12	NCSRC	51	12003	NCSRC
14	204-13	NCSRC	52	12004	NCSRC
15	204-14	NCSRC	53	12005	NCSRC
16	204-15	NCSRC	54	17001	NCSRC
17	701	NCSRC	55	17002	NCSRC
18	705	NCSRC	56	17008	NCSRC
19	708	NCSRC	57	17012	NCSRC
20	710	NCSRC	58	17014	NCSRC
21	711	NCSRC	59	17004	NCSRC
22	CR01	NCSRC	60	17004	NCSRC
23	CR02	NCSRC	61	709	NCSRC
24	CR03	NCSRC	62	712	NCSRC
25	3001	NCSRC	63	china3	China
26	3003	NCSRC	64	china4	China
27	3005	NCSRC	65	china5	China
28	3006	NCSRC	66	china6	China
29	3007	NCSRC	67	china7	China
30	3009	NCSRC	68	C1	Field corn
31	3010	NCSRC	69	C2	White-purple Phu Khao Thong
32	3011	NCSRC	70	C3	Bigwhite 852 F1 Sorndaeng
33	4001	NCSRC	71	C4	Pink Flash
34	4003	NCSRC	72	C5	Tian Leung M.T. 85 Phu Khao Thong
35	4006	NCSRC	73	C6	Tian Rom Phu Khao Thong
36	4007	NCSRC	74	C7	Tian Rom Nam Nan Triple A
37	4008	NCSRC	75	C8	Neow Thabthim F1 Sorndaeng
38	4009	NCSRC			

Table 2 The sequences of SRAP primer that used for constructed 64 primer combinations.

Name	Primer Sequence (5'-3')	Name	Primer Sequence (5'-3')
Forward primer			
Me 2	TGAGTCCAAACCGGAGC	Me 8	TGAGTCCAAACCGGAAA
Me 11	TGAGTCCAAACCGGAAG	Me 13	TGAGTCCAAACCGGTTG
Reverse primer			
Em 1	GACTGCGTACGAATTCAA	Em 2	GACTGCGTACGAATTCTG
Em 3	GACTGCGTACGAATTGAC	Em 4	GACTGCGTACGAATTTGA
Em 5	GACTGCGTACGAATTAAC	Em 6	GACTGCGTACGAATTGCA
Em 7	GACTGCGTACGAATTGAG	Em 8	GACTGCGTACGAATTGCC
Em 9	GACTGCGTACGAATTTCA	Em 10	GACTGCGTACGAATTCAT
Em 11	GACTGCGTACGAATTAAT	Em 12	GACTGCGTACGAATTTGC
Em 13	GACTGCGTACGAATTCGA	Em 14	GACTGCGTACGAATTATG
Em 15	GACTGCGTACGAATTAGC	Em 16	GACTGCGTACGAATTACG

ผลการทดลอง

1. ความแตกต่างของเครื่องหมาย SRAP

จากการค้นหาคู่ไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 4 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SRAP จำนวน 64 คู่ไพรเมอร์ (Table 2) พบคู่ไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณและให้แถบดีเอ็นเอชัดเจนที่สุดจำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ (Table 3) จากนั้น จึงนำคู่ไพรเมอร์ดังกล่าวไปตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอในตัวอย่างข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 75 ตัวอย่าง พบแถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้

ทั้งหมด 199 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่ให้ความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง 176 แถบ คิดเป็น 88.44% ของแถบดีเอ็นเอทั้งหมด โดยมีแถบดีเอ็นเอต่อเครื่องหมายระหว่าง 6 (Me13/Em11) ถึง 16 แถบ (Me2/Em4 และ Me13/Em12) เฉลี่ย 12.44 แถบต่อเครื่องหมาย มีค่า *PIC* ระหว่าง 0.18 (Me13/Em7) ถึง 0.33 (Me2/Em4 และ Me2/Em15) เฉลี่ย 0.26 และมีค่า *gene diversity* ระหว่าง 0.18 (Me13/Em7) ถึง 0.33 (Me2/Em4 และ Me2/Em15) เฉลี่ย 0.26 (Table 3)

Table 3 Number of total bands, number of polymorphic bands, percentage of polymorphism, polymorphic information content (*PIC*) and *gene diversity* value of 16 polymorphic SRAP primer combinations amplified in 75 waxy corn samples.

Primers	Total bands	Polymorphic bands	Percentage of polymorphism	<i>PIC</i>	<i>Gene diversity</i>
Me2/Em1	15	15	100.00	0.28	0.27
Me2/Em4	16	14	87.50	0.33	0.33
Me2/Em5	13	13	100.00	0.22	0.22
Me2/Em9	10	9	90.00	0.26	0.26
Me2/Em12	9	6	66.67	0.22	0.22
Me2/Em15	15	12	80.00	0.33	0.33
Me2/Em16	13	11	84.62	0.24	0.24
Me13/Em1	13	11	84.62	0.27	0.27
Me13/Em2	14	13	92.86	0.21	0.21

Table 3 (continued).

Primers	Total bands	Polymorphic bands	Percentage of polymorphism	PIC	Gene diversity
Me13/Em4	13	12	92.31	0.21	0.21
Me13/Em5	10	8	80.00	0.31	0.31
Me13/Em6	11	9	81.82	0.22	0.22
Me13/Em7	12	11	91.67	0.18	0.18
Me13/Em8	13	12	92.31	0.32	0.29
Me13/Em11	6	5	83.33	0.25	0.25
Me13/Em12	16	15	93.75	0.25	0.25
Total	199	176	88.44	-	-
Average	12.44	11	87.59	0.26	0.26

2. โครงสร้างประชากรและการจัดกลุ่ม

การวิเคราะห์โครงสร้างประชากรของข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 75 สายพันธุ์ โดยใช้โปรแกรม STRUCTURE และคำนวณจำนวนประชากรย่อยตามวิธีของ Evanno *et al.* (2005) พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวทั้งหมดประกอบด้วย 3 ประชากรย่อย ($K = 3$) (Figure 1 และ 2B) โดยประชากรย่อยที่ 1 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ทั้งหมดจำนวน 18 สายพันธุ์ ประชากรย่อยที่ 2 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จำนวน 25 สายพันธุ์ พันธุ์การค้าทั้ง 8 พันธุ์ และพันธุ์จากประเทศจีนทั้ง 5 พันธุ์ ขณะที่ประชากรย่อยที่ 3 ประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ทั้งหมดจำนวน 19 สายพันธุ์

การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี Neighbor-joining analysis พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวทั้งหมดแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก (cluster) (Figure 2) โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย

ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ทั้งหมด ขณะที่กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้ พันธุ์การค้า และพันธุ์จากประเทศจีน โดยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 3A 3B และ 3C (Figure 2A) และพบว่า ข้าวโพดพันธุ์การค้าทั้งหมดยกเว้นพันธุ์เทียนเหลือง M.T. 85 ภูเขาทอง ถูกจัดอยู่ในกลุ่มย่อยที่ 3A ทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าส่วนใหญ่ของประเทศไทยพัฒนามาจากแหล่งพันธุกรรมที่มีเชื้อพันธุกรรมใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบผลการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับการวิเคราะห์โครงสร้างประชากร พบว่า ประชากรย่อยที่ 1 ทั้งหมด ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ขณะที่ประชากรย่อยที่ 2 ส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 กลุ่มย่อย 3A และ 3B ส่วนประชากรย่อยที่ 3 ส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 กลุ่มย่อย 3C (Figure 2B) แสดงให้เห็นว่าการจัดกลุ่มข้าวโพดข้าวเหนียว ทั้ง 2 วิธีให้ผลสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

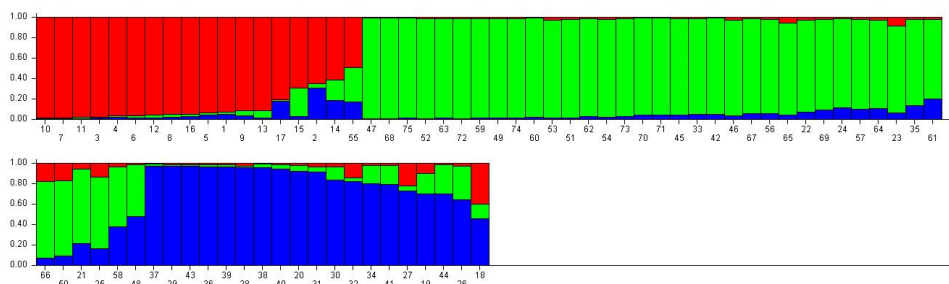


Figure 1 Bar plots showing population structure of 75 waxy corn samples determined by STRUCTURE analysis based on SRAP alleles detected by 16 SRAP combination primers. Number under each bar indicates code name of each waxy corn sample (see Table 1).

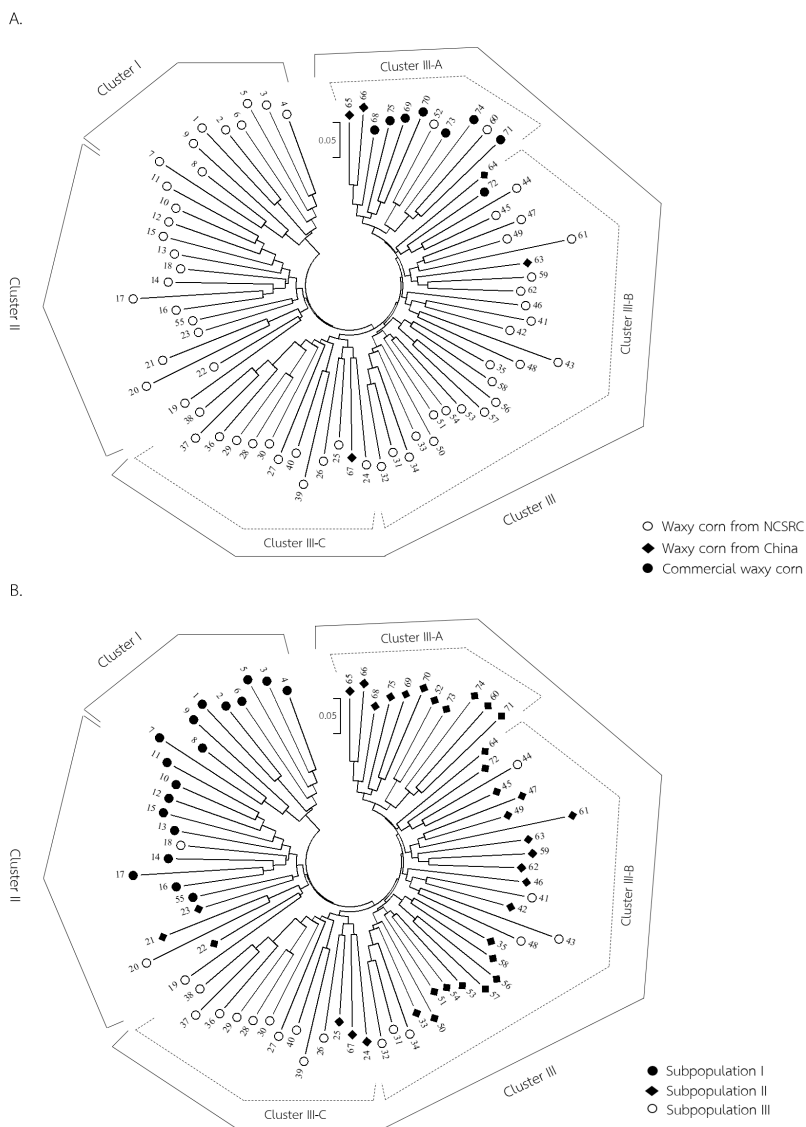


Figure 2 Neighbor-joining tree depicting genetic relationship among the 75 waxy corn samples based on allelic data of 16 SRAP combination primers. (A) Individuals are shown based on their sources of origin. (B) Individuals are shown based on subpopulations they belong to as determined by STRUCTURE analysis.

วิจารณ์

จากการวิเคราะห์หลายพิมพ์ดีเอ็นเอของข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 75 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SRAP จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ พบแถบดีเอ็นเอทั้งสิ้น 199 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างจำนวน 176 แถบ คิดเป็น 88.44% ซึ่งมากกว่ารายงานของกิตติยา (2554) ที่ศึกษาความ

หลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนพันธุ์การค้าของไทยจำนวน 18 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SRAP จำนวน 25 คู่ไพรเมอร์ พบแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่าง 52.77% โดยมีจำนวนแถบดีเอ็นเอเฉลี่ยต่อไพรเมอร์ 4.38 แถบ ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้พบจำนวนแถบดีเอ็นเอเฉลี่ยต่อไพรเมอร์ 12.44 แถบ ขณะที่ Fareghi *et al.* (2019)

ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดสายพันธุ์แท้จำนวน 13 สายพันธุ์และข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวจำนวน 52 สายพันธุ์ด้วยเครื่องหมาย SRAP จำนวน 25 คู่ไพรเมอร์ พบ แถบดีเอ็นเอทั้งสิ้น 205 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างจำนวน 135 แถบ คิดเป็น 65.75% แสดงให้เห็นว่า เครื่องหมาย SRAP เป็นเครื่องหมายหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอและสามารถใช้แยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตได้ นอกจากนี้ การศึกษาในครั้งนี้ พบค่า PIC อยู่ระหว่าง 0.18-0.3344 เฉลี่ย 0.26 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ahmed *et al.* (2020) ที่ใช้เครื่องหมาย SRAP ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดลูกผสมพันธุ์การค้าของอียิปต์และพบค่า PIC อยู่ระหว่าง 0.09-0.31 จากการจัดกลุ่มและวิเคราะห์โครงสร้างประชากรของข้าวโพดข้าวเหนียวทั้ง 75 ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวถูกจัดออกได้เป็น 3 กลุ่ม (Figure 2) ซึ่งสามารถนำข้อมูลการจัดกลุ่มดังกล่าวไปใช้เป็นพื้นฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่สำหรับสร้างลูกผสมพันธุ์ใหม่ โดยคัดเลือกสายพันธุ์พ่อและแม่ที่อยู่ต่างกลุ่มกันมาผสมพันธุ์กัน จะทำให้มีโอกาสได้ลูกผสมที่มีลักษณะดีเด่นมากกว่า ลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อและแม่ที่อยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์แท้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติและข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าของไทยมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับตัวอย่างข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าข้าวโพดสายพันธุ์ดังกล่าวอาจได้รับเชื้อพันธุกรรมบางส่วนมาจากข้าวโพดข้าวเหนียวของจีนในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sa *et al.* (2010) ที่พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวของประเทศเกาหลีและข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีนมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกัน แสดงให้เห็นถึงการกระจายพันธุ์ของข้าวโพดข้าวเหนียวจากประเทศจีน ซึ่งเป็นประเทศต้นกำเนิดของข้าวโพดข้าวเหนียวไปยังประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตาม จากค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.26 แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายของข้าวโพดข้าวเหนียวในการ

ศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับต่ำ ฉะนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวจึงควรรวบรวม นำเข้า หรือเพิ่มความแปรปรวนเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวเพิ่มมากขึ้น

สรุป

การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและจัดกลุ่มเฮเทอโรติกข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 75 สายพันธุ์ โดยใช้เครื่องหมาย SRAP จำนวน 16 คู่ไพรเมอร์ พบว่า สามารถจัดกลุ่มข้าวโพดข้าวเหนียวได้เป็น 3 กลุ่ม สามารถนำข้อมูลการจัดกลุ่มดังกล่าวมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่สำหรับสร้างลูกผสมพันธุ์ใหม่ อย่างไรก็ตาม ค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียวในการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าต่ำ ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวจึงควรรวบรวม นำเข้า หรือเพิ่มความแปรปรวนเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวเพิ่มมากขึ้น เพื่อเพิ่มโอกาสและความสำเร็จในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ใหม่ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กิตติยา โปบำรุง. 2554. การศึกษาข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน 18 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องหมาย SRAP จำนวน 25 คู่ไพรเมอร์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 20 หน้า.
- ธาวิดา ศิริสัมพันธ์. 2561. เทคโนโลยีชาวบ้าน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_65761. (5 มีนาคม 2566).
- Anderson, J.A., G.A. Churchill, J.E. Autrique, S.D. Tanksley and M.E. Sorrells. 1993. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. *Genome* 36(1): 181-186.
- Ahmed, Y.K.Y., M.A.H. Elmajed, R.A.I. Abdallah, A.A.F. Ali, H.E.M. Ali, G.A.R. El-Sherbeny, A.Y.M. Ahmed,

- H.S.A. Abdelaziz and A.G.A. Khaled. 2020. Comparative analysis of genetic diversity among Egyptian commercial maize hybrids obtained by SRAP markers. *Journal of King Abdulaziz University-Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences* 29(1): 79-86, doi: 10.4197/Met. 29-1.7
- Aguiar, C.G., I. Schuster, A.T.A. Junior, C.A. Scapim and E.S.N. Vieira. 2008. Heterotic groups in tropical maize germplasm by test crosses and simple sequence repeat markers. *Genetics and Molecular Research* 7: 1233-1244.
- Barata, C. and M.J. Carena. 2006. Classification of North Dakota maize inbred lines into heterotic groups based on molecular and testcross data. *Euphytica* 151: 339-349.
- Carena, M.J. and A.R. Hallauer. 2001. Expression of heterosis in leaming and midland corn belt dent population. *Journal of the Iowa Academy of Science* 108: 73-78.
- Chapman, S.C., S. Chakraborty, M.F. Dreccer and C.S.M. Howden. 2012. Plant adaptation to climate change opportunities and priorities in breeding. *Crop and Pasture Science* 63: 251-268.
- Dabral, H., D.C. Baskheti, R.K. Singh and V.P. Kumar. 2020. Molecular diversity assessment using sequence related amplified polymorphism (SRAP) markers in maize. *African Journal of Biotechnology* 2020: 12392, doi: 10.5897/AJB.
- Evanno, G., S. Regnaut and J. Goudet. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14: 2611-2620.
- Fan, X.M., J. Tan, H.M. Chen and J. Y. Yang. 2003. Heterotic grouping for tropical and temperate maize inbreds by analyzing combining ability and SSR markers. *Maydica* 48: 251-257.
- Fan, X.M., Y.M. Zhang, W.H. Yao, H.M. Chen, J. Tan, C.X. Xu, X.L. Han, L.M. Luo and M.S. Kang. 2009. Classifying maize inbred lines into heterotic groups using a factorial mating design. *Agronomy Journal* 101: 106-12.
- Fareghi, S., A.F. Mirlohi, G. Saeidi and H. Khamisabadi. 2019. Evaluation of SRAP marker efficiency in identifying the relationship between genetic diversities of corn inbred lines with seed quantity and quality in derived hybrids. *Cellular and Molecular Biology (Noisy-le-Grand)* 65(4): 6-14.
- Ferreira, F., C.A. Scapim, C. Maldonado and F. Mora. 2018. SSR-based genetic analysis of sweet corn inbred lines using artificial neural networks. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 18: 309-313.
- Gethi, J.G., J.A. Labate, K.R. Lamkey, M.E. Smith and S. Kresovich. 2002. SSR variation in important US maize inbred lines. *Crop Science* 42: 951-7.
- Jaccard, P. 1901. Eetude comparative de la distribution florale dans une portion des alpes et des jura. *Bulletin de la SocieteVaudoise des Sciences Naturelles* 37: 547-579, doi.org10.5169/seals-266450.
- Kashiani, P., G. Saleh, J.M. Panandam, N.A.P. Abdullah and A. Selamat. 2012. Molecular characterization of tropical sweet corn inbred lines using microsatellite markers. *Maydica* 57: 154-163.

- Kashiani, P., G. Saleh, N.A.P. Abdullah and M.A. Sin. 2014. Evaluation of genetic variation and relationships among tropical sweet corn inbred lines using agronomic traits. *Maydica* 59: 275-282.
- Kulka, V.P., T.A. Silva, R.I. Contreras-Soto, C. Maldonado, F. Mora and C.A. Scapim. 2018. Diallel analysis and genetic differentiation of tropical and temperate maize inbred lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 18: 31-38.
- Li, G. and C.F. Quiros. 2001. Sequence related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in the *Brassica*. *Theoretical and Applied Genetics* 130: 445-461.
- Li, Y., Y. Shi, Y. Song, J. Du, R. Tuberosa and T. Wang. 2004. Analysis of genetic diversity in maize inbred lines base on AFLP markers. *Maydica* 49: 89-95.
- Lodhi, M.A., G.N. Ye, N.F. Weeden and B.I. Reisch. 1994. A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cultivars and *Vitis* species. *Plant Molecular Biology Reporter* 12: 6-13.
- Mahato, A., J.P. Shahi, P.K. Singh and M. Kumar. 2018. Genetic diversity of sweet corn inbreds using agro-morphological traits and microsatellite markers. *3 Biotech* 8: 332.
- Meena, A.K., D. Gurjar, S.S. Patil and B.L. Kumhar. 2017. Concept of heterotic group and its exploitation in hybrid breeding. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6: 61-73.
- Nelson, P.T., N.D. Coles, J.B. Holland, D.M. Bubeck, S. Smith and M.M. Goodman. 2008. Molecular characterization of maize inbreds with expired U.S. plant variety protection. *Crop Science* 48: 1673-1685.
- Prasanna, B.M. and D. Hoisington. 2003. Molecular breeding for maize improvement: An overview. *Indian Journal of Biotechnology* 2: 85-98.
- Pritchard, J.K., X. Wen and D. Falush. 2007. Documentation for Structure Software Version 2.2., Available from <http://pritchbsduchicagoedu/software/structure22/readme.pdf>.
- RDevelopment Core Team. 2013. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Reid, L.M., K. Xiang, X. Zhu, B.R. Baum and S.J. Molnar. 2011. Genetic diversity analysis of 119 Canadian maize inbred lines based on pedigree and simple sequence repeat markers. *Canadian Journal of Plant Science* 91: 651- 661.
- Reif, J.C., A.R. Hallauer and A. E. Melchinger. 2005a. Heterosis and heterotic pattern in maize. *Maydica* 50: 215-223.
- Reif, J.C., S. Hamrit, M. Heckenberger, W. Schipprack, H.P. Maurer, M. Bohn and A.E. Melchinger. 2005b. Trends in genetic diversity among European maize cultivars and their parental components during the past 50 years. *Theoretical and Applied Genetics* 111: 838-845.

- Sa, K.J., J.Y. Park, K.J. Park and J.K. Lee. 2010. Analysis of genetic diversity and relationships among waxy maize inbred lines in Korea using SSR markers. *Genes Genome* 32: 375-384.
- Sa, K.J., T.K. Hong and J.K. Lee. 2018. Genetic diversity and association analyses of Canadian maize inbred lines with agronomic traits and simple sequence repeat markers. *Plant Breeding and Biotechnology* 6: 159-169.
- Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski and S. Kumar. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Journal of Molecular Evolution* 30: 2725-2729.
- Troyer, A.F. 1999. Background of U.S. hybrid corn. *Crop Science* 39: 601-626.
- Yeh, F.C., R.C. Yang, T. Boyle, Z.H. Ye and J.X. Mao. 1999. POPGENE VERSION 1.32: the user friendly software for population genetic analysis. <https://www.softpedia.com/get/Science-CAD/Popgene-Population-Genetic-Analysis.shtml>.

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว
Efficiency Test of Antagonistic Microorganisms to Control Rice Brown Spot Disease

ฐิตินันท์ วงศ์ภักดี¹ อมรศรี ขุนอินทร์¹ และวรรณวิไล อินทนู^{1*}
Thitinan Wongpak¹, Amornsri Khun-In¹ and Wanwilai Intanoo^{1*}

Received: May 15, 2023

Revised: June 23, 2023

Accepted: June 26, 2023

Abstract: Efficiency test of antagonistic microorganisms in inhibiting the growth of *Bipolaris oryzae*, causes of brown spot disease of rice in laboratory condition by using dual culture method was performed. It was found that the percentage inhibiting growth of pathogenic fungus was 34.96-57.64%. *Torulaspora indica* DMKU-RP31 and *Bacillus amyloliquefaciens* inhibited the growth of *B. oryzae* the most, followed by *Trichoderma asperellum* (CB-Pin-01) with inhibition percentage of 57.64, 57.63 and 54.86%, respectively. The efficacy of rice brown spot control was tested in greenhouse conditions by soaking rice seeds in cell or spore suspension of antagonistic microorganisms and spraying rice plants for 3 times, comparing to the control and chemical (carbendazim) treatments. The result showed that when the rice was 65 days old, *B. amyloliquefaciens*, *T. indica* DMKU-RP31 and *T. asperellum* (CB-Pin-01) treatments could reduce the occurrence of disease. The *B. amyloliquefaciens* treatment reduced disease incidence by 54.17%, when compared to the control treatment.

Keywords: leaf brown spot disease, antagonistic microorganisms, biological control

บทคัดย่อ: การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* สาเหตุของโรคใบจุดสีน้ำตาลในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธี dual culture พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคอยู่ระหว่าง 34.96-57.64% โดยยีสต์ *Torulaspora indica* DMKU-RP31 และแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* สามารถยับยั้งการเจริญของ *B. oryzae* ได้มากที่สุด รองลงมาคือเชื้อรา *Trichoderma asperellum* (CB-Pin-01) โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรค 57.64, 57.63 และ 54.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองโดยแช่เมล็ดข้าวในเซลล์หรือสปอร์แขวนลอยของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และพ่นต้นข้าว 3 ครั้ง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและการใช้สารเคมี (carbendazim) ผลการวิจัยพบว่าเมื่อข้าวอายุ 65 วัน กรรมวิธีที่ใช้แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens*, ยีสต์ *T. indica* DMKU-RP31 และเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01) สามารถลดการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลได้ โดยกรรมวิธีที่ใช้แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* ช่วยลดการเกิดโรคได้มากที่สุดถึง 54.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

คำสำคัญ: โรคใบจุดสีน้ำตาล, จุลินทรีย์ปฏิปักษ์, การควบคุมโรคโดยชีววิธี

¹ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author: agrwli@ku.ac.th

คำนำ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นพืชอาหารหลักที่มีคุณค่าทางอาหารสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยผลผลิตของข้าวที่ผลิตในประเทศปี พ.ศ. 2565 มีผลผลิตข้าวรวม 7.69 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1.38 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565ก, 2565ข) แต่การปลูกข้าวมักพบปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณทำให้ผลผลิตลดลง ซึ่งเกิดจากโรคต่างๆ โรคใบจุดสีน้ำตาลที่เกิดจากเชื้อรา *Bipolaris oryzae* เป็นอีกโรคหนึ่งที่สามารถเข้าทำลายต้นข้าวได้ตั้งแต่วัยงอกจนถึงระยะออกรวง เป็นโรคที่เกิดได้ทั้งบริเวณใบข้าวและถ่ายทอดไปบนเมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ พบรายงานการแพร่ระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลครั้งแรกที่ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี ค.ศ.1900 ต่อมาพบการระบาดในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วโลก เช่น ประเทศญี่ปุ่น จีน เมียนมา ศรีลังกา บังกลาเทศ อิหร่าน แอฟริกา อเมริกาใต้ รัสเซีย อเมริกาเหนือ ฟิลิปปินส์ ซาอุดีอาระเบีย ออสเตรเลีย ไทย และอินเดีย (Ou, 1985; Khalili et al., 2012) ซึ่งในประเทศไทยพบการแพร่ระบาดของโรคในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วทุกภูมิภาค ทั้งจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ปลูก และการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลง การแพร่ระบาดของโรครุนแรงมากขึ้น เมื่อปลูกในพื้นที่ที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง

การควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรานิยมใช้สารเคมี เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง หาได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน แต่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค รวมถึงสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางที่จะลดการใช้สารเคมีลง การนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์มาใช้ควบคุมโรคพืชจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่นิยมนำมาใช้ควบคุมโรคพืช ได้แก่ เชื้อราปฏิปักษ์ เช่น *Trichoderma* spp. *Chaetomium* spp. *Gliocladium* spp. แบคทีเรียปฏิปักษ์ เช่น *Bacillus* spp.

Pseudomonas spp. แอคติโนมัยซีต เช่น *Streptomyces* sp. และยีสต์ *Candida* sp. เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือนทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเชื้อทดสอบ

แยกเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวจากใบข้าวที่เป็นโรคด้วยวิธี tissue transplanting โดยวางบนอาหาร PDA (potato dextrose agar) บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 7 วัน เมื่อเริ่มเห็นเส้นใยเจริญออกมาจากชั้นพีช ตัดเส้นใยด้วย cork borer แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิค single spore isolation (จินตนา, 2562) นำสปอร์เดี่ยวที่ออกมาเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเชื้อราเจริญสร้างโคโคนีจึงนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราโดยเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10-15 วัน บันทึกสีและการเจริญของเส้นใยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโคโคนีเดียวที่เจริญบนอาหาร PDA ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จําแนกชนิดตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Manamgoda et al. (2014) และ Nazari et al. (2015)

เตรียมจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ เชื้อราไตรโคเดอร์มา *Trichoderma asperellum* (CB-Pin-01) นำมาเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และ ชีวภัณฑ์ชนิดน้ำ อัตราส่วน 1 ลิตร ต่อ น้ำ 200 ลิตร สำหรับพ่น และอัตราส่วน 1 ลิตร ต่อ น้ำ 400 ลิตรสำหรับแช่เมล็ดพันธุ์ในเรือนทดลองแบบที่เรียกว่าซิลลัส 3 สายพันธุ์ คือ บาซิลลัส NO.1 (*Bacillus subtilis*), บาซิลลัส NO.2 (*Bacillus amyloliquefaciens*) และ บาซิลลัส NO.3 (*Bacillus cereus*) เลี้ยงเชื้อบนอาหาร NGA แล้วบ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 วัน สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และ อัตราส่วน 20 กรัมต่อ น้ำ 20 ลิตร สำหรับเรือนทดลอง ซึ่งเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดน้ำ และแบคทีเรีย

บาซิลลัสที่ได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยชีวภาพ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และเชื้อยีสต์ที่แยกได้จากข้าว (Into *et al.*, 2020) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 สายพันธุ์ คือ *Wickerhamomyces anomalus* DMKU-RP25, *Torulaspota indica* DMKU-RP31 และ *Torulaspota indica* DMKU-RP35 เพิ่มปริมาณบนอาหาร YM agar ด้วยการ streak plate แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน เพื่อใช้ในการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค dual culture

ทดสอบโดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยเชื้อรา *B. oryzae* สาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยวางชิ้นวุ้นเชื้อราสาเหตุโรคห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 1.5 เซนติเมตร จากนั้นใช้ loop ที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะ single colony ของยีสต์หรือแบคทีเรียบาซิลลัส ขีดเป็นเส้นตรงยาว 3 เซนติเมตร ในตำแหน่งตรงข้ามกับเชื้อสาเหตุโรค วางห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 1.5 เซนติเมตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ส่วนกรณีของเชื้อราปฏิปักษ์ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เจาะเส้นใยของเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01) ที่เจริญอยู่บนอาหาร PDA เป็นเวลา 2 วัน นำไปวางในจานอาหาร PDA ห่างจากขอบจาน 1.5 เซนติเมตร โดยวางตรงข้ามกับชิ้นวุ้นเชื้อราสาเหตุโรคให้ห่างกัน 6 เซนติเมตร ส่วนชุดควบคุมวางเฉพาะเชื้อสาเหตุโรคห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 1.5 เซนติเมตรเพียงด้านเดียว บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลการเจริญของเชื้อสาเหตุโรค และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทุกวัน เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อโรค (บวรเจ็ด และจิระเดช, 2529 อ้างถึงในพรวามาส, 2558)

การศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในสภาพโรงเรือนทดลอง

เตรียมต้นข้าวทดสอบ โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวมาแช่น้ำ สารเคมี และเซลล์หรือสปอร์แขวนลอยของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เทน้ำออกแล้วบ่มต่ออีก 1 คืน ก่อนนำไปปลูกลงถาดเพาะกล้าที่มีดินเหนียว นำถาดเพาะกล้าไปไว้ในโรงเรือนขนาดเล็ก เมื่อดันกล้าอายุ 21 วัน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในปอซีเมนต์ เมื่อดันข้าวอายุ 36 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 สูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 45 วัน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 55 วัน นอกจากการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในเซลล์/สปอร์แขวนลอยของเชื้อปฏิปักษ์ (soaking, SK) แล้วยังมีการพ่นเซลล์/สปอร์แขวนลอยของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ลงบนใบข้าว 3 ครั้ง คือระยะตั้งท้อง (60 วันหลังปลูก) ระยะรวงข้าวเริ่มโผล่ออกจากใบธงได้ 5 เปอร์เซ็นต์ (75 วันหลังปลูก) และเมื่อข้าวออกรวงครบทุกต้น (90 วันหลังปลูก)

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยแบ่งออกเป็น 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ได้แก่กรรมวิธีที่ 1 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยสารเคมี carbendazim กรรมวิธีที่ 3 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียบาซิลลัส NO.1 (*B. subtilis*) กรรมวิธีที่ 4 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียบาซิลลัส NO.2 (*B. amyloliquefaciens*) กรรมวิธีที่ 5 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของแบคทีเรียบาซิลลัส NO.3 (*B. cereus*) กรรมวิธีที่ 6 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของยีสต์ *W. anomalus* DMKU-RP25 กรรมวิธีที่ 7 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของยีสต์ *T. indica* DMKU-RP31 กรรมวิธีที่ 8 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยเซลล์แขวนลอยของยีสต์ *T. indica* DMKU-RP35 กรรมวิธีที่ 9 แช่เมล็ดพันธุ์และพ่นต้นข้าวด้วยสปอร์แขวนลอยเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01)

ประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวโดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบข้าวในข้าวระยะตั้งท้องและระยะเก็บเกี่ยว สุ่มเลือกใบข้าวใบที่ 3 และใบที่ 4 โดยนับจากใบธง กรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ใบ นำค่าที่ได้มาประเมินระดับความรุนแรงโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าว ดัดแปลงจาก เกณฑ์ของกรมการข้าว (คารา และคณะ, 2550) และ กนกวรรณ และ พรไพรินทร์ (2558) ส่วนการประเมินในระยะเก็บเกี่ยวจะประเมินโดยสุ่มเลือกใบธงของต้นข้าว ในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ใบ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค จากสูตร

$$\frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบที่เป็นโรคในแต่ละระดับ×ระดับ)}}{\text{(จำนวนใบทั้งหมด × ระดับสูงสุด)}} \times 100$$

บันทึกการเจริญเติบโตของต้นข้าวโดยวัดความสูงของต้นข้าวระยะต่างๆ 3 ครั้ง คือ ระยะตั้งท้อง (60 วันหลังปลูก ก่อนพ่นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์) ระยะเริ่มออกรวง (85 วันหลังปลูก) และระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังปลูก) โดยสุ่มวัดกรรมวิธีละ 4 ซ้ำๆ ละ 10 ใบ รวบกอข้าววัดจากโคนต้นข้าวจนถึงปลายใบสูงสุด และนับจำนวนต้นตอกอ กรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 5 กอ บันทึกผลผลิตข้าวโดยนำรวงข้าวมาตากให้เมล็ดข้าวมีความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ บันทึกจำนวนรวงตอกอแล้วนำมาปัดเมล็ดออกจากรวง ซึ่งน้ำหนักเมล็ดตอกอ สุ่มเมล็ดข้าวเปลือกชั่งน้ำหนักกรรมวิธีละ 5 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ นับจำนวนเมล็ดแล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และเมล็ดด่าง

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกรรมวิธีต่างๆ โดย Least significant difference (LSD) ($P \leq 0.05$)

ในส่วนของการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลเป็นเชื้อสาเหตุเดียวกับโรคเมล็ดด่างสามารถปนเปื้อนติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ การทดลองนี้จึงปล่อยให้เกิดโรคตามธรรมชาติ เนื่องจากการเกิดโรคมีสาเหตุจากพืชอาศัยมีความอ่อนแอ เชื้อสาเหตุโรคมีความรุนแรง และมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

ผลการทดลองและวิจารณ์

การแยกเชื้อและจำแนกชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เชื้อราที่แยกได้จากใบข้าวที่เป็นโรคใบจุดสีน้ำตาล นำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่าเส้นใยเชื้อราในระยะแรกมีสีขาว ต่อมาเริ่มเปลี่ยนสีเป็นขาวปนเทาหรือขาวปนน้ำตาล จากนั้นเส้นใยเปลี่ยนเป็นสีเทาเข้ม หรือน้ำตาลเข้ม พุคคล้ายลำไส้ เมื่อนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่ามีก้านชูโคนิเดียสีน้ำตาล ชูขึ้นเป็นก้านตรงและมีผนังกันโคนิเดียสีน้ำตาล รูปทรงคล้ายเรือ หรือฐานกว้างปลายเรียว และโค้ง ปลายโคนิเดียสามารถงอกได้ทั้งสองด้าน โคนิเดียมีขนาดตั้งแต่ 15-19 x 77-101 ไมครอน ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใยบนอาหารก้านชู และโคนิเดีย สอดคล้องกับกับลักษณะของเชื้อรา *Bipolaris oryzae* ตามรายงานของ Manamgoda et al. (2014)

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค dual culture

ผลการทดลองพบว่าจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่นำมาใช้ทดสอบทุกสายพันธุ์ยกเว้นแบคทีเรียบาซิลลัส *B. subtilis* สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *B. oryzae* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับชุดควบคุม โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งอยู่ระหว่าง 34.96-57.64 เปอร์เซ็นต์ *T. indica* DMKU-RP31 และแบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *B. oryzae* ได้สูงสุด รองลงมาคือเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรค 57.64, 57.63 และ 54.86 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1)

ส่วนอัตราการเจริญคลุมทับเชื้อราสาเหตุโรค *B. oryzae* ของเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01) มีค่า 1.24 เซนติเมตรต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Into et al. (2020) ที่รายงานว่ายีสต์ปฏิปักษ์ *W. anomalus* DMKU-RP25, *T. indica* DMKU-RP31

และ *T. indica* DMKU-RP35 สามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคข้าวได้ เนื่องจากมีกิจกรรมของเอนไซม์ β -1,3-Glucanase และ Chitinase สูง และมีการปล่อย VOCs ซึ่งเป็นกลไกโดยตรงที่สำคัญในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราที่ทำให้เกิดโรค ส่วนการใช้ *Trichoderma* spp. และ *Bacillus* spp. สอดคล้องกับรายงานของปัทมวิษณุและคณะ (2560) ที่พบว่า *Trichoderma* sp. NS-03 และ *T. asperellum* (CB-Pin-01) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดต่าง (*B. oryzae*) ได้ โดยเจริญคลุมทับเชื้อสาเหตุโรคอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีการพันรัดและเข้าไปทำลายเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค

(mycoparasitism) สามารถแข่งขัน (competition) การใช้ธาตุอาหารได้ดีกว่า (Benitez *et al.*, 2004) ในขณะที่ *Bacillus* sp. NS-02 และ *Bacillus* sp. No-2 มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้ง 36.42-37.56 โดยการสร้างเอนไซม์และสารปฏิชีวนะ Tojo *et al.* (2015) รายงานว่า *B. subtilis* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ ได้แก่ Bacilysin, Neotrehalosadiamine, Bacitracin, Plipastatin, Surfactin และ Bacilysocin เป็นต้น และ Nagy *et al.* (2012) รายงานว่า *Bacillus* spp. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้หลายชนิด ได้แก่ Bacillomycin D, Bacilysin, Fengycin, Iturin และ Surfactin เป็นต้น

Table 1 Antagonistic activity of antagonistic microorganisms to inhibit mycelial growth of *Bipolaris oryzae* by dual culture plate method.

Antagonistic strain	Mycelial growth of ^{1/} <i>B. oryzae</i> (cm)	Percentage inhibition ^{2/} of radial growth (%)	Overgrowth rate (cm/day) ^{3/}
control	7.20 a ^{4/}	0.00 e	-
<i>Bacillus subtilis</i>	7.07 a	1.85 e	-
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3.05 e	57.63 a	-
<i>Bacillus cereus</i>	4.10 c	43.06 c	-
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> DMKU-RP25	4.68 b	34.96 d	-
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP31	3.05 e	57.64 a	-
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP35	3.30 d	54.17 b	-
<i>Trichoderma asperellum</i> (CB-Pin-01)	3.25 de	54.86 ab	1.24
C.V.%	3.15	5.12	

^{1/} Mycelial growth of *B. oryzae* on culture medium

^{2/} Percentage inhibition of radial growth from the formula $\frac{R1-R2}{R1} \times 100$

R1 is the colony radius of the pathogen in the control dish in cm.

R2 is the colony radius of the pathogen inhibited by the antagonist after cessation, in cm, compared to the control dish placed 1.5 cm from the edge of the Petri dish only one side.

^{3/} Growth rate of antagonist covering the pathogen from the formula $\frac{D \times 1}{T}$ (cm/day)

D is the distance that the *T. asperellum* strain CB-Pin-01 grew over the pathogenic fungus. This was measured from the point where the *T. asperellum* strain CB-Pin-01 collided with the pathogenic fungus and then grew over the pathogenic fungus to the edge of the Petri dish in cm.

T is the length of time that *T. asperellum* strain CB-Pin-01 took to cover the pathogenic mycelium. Number of days from the point where the pathogen and *T. asperellum* strain CB-Pin-01 collide to the edge of the Petri dish.

^{4/} Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) ($P \leq 0.05$).

Table 2 Efficacy of antagonistic microorganisms, which applied by seed soaking and plant spraying on the severity of brown spot disease on rice cultivar Suphanburi 60 at 65 days and 120 days after planting.

Antagonistic strain	severity of rice brown spot disease ^{1/}			
	65 day ^{2/}		120 day ^{3/}	
control	17.78 b ^{4/}	-	1.60 e	-
carbendazim	21.67 a	(+21.88%) ^{5/}	2.41 cd	(+50.02%)
<i>Bacillus subtilis</i>	11.02 c	(-38.02%)	3.83 a	(+138.51%)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	8.15 d	(-54.17%)	2.96 bcd	(+84.65%)
<i>Bacillus cereus</i>	11.48 c	(-35.42%)	3.02 bc	(+88.49%)
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> DMKU-RP25	10.46 cd	(-41.15%)	3.40 ab	(+111.59%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU- RP31	10.37 cd	(-41.67%)	3.52 ab	(+119.28%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP35	10.74 c	(-39.58%)	2.96 bcd	(+84.65%)
<i>Trichoderma asperellum</i> (CB-Pin-01)	12.22 c	(-31.25%)	2.35 d	(+46.18%)
C.V.%	11.17		12.97	

^{1/} Percent severity of rice brown spot disease = $\frac{\text{Total sum of (number of leaves each level} \times \text{level)}}{\text{Total number of leaves observed} \times \text{maximum level}} \times 100$

^{2/} After the spray antagonistic microorganisms 1 time

^{3/} After the spray antagonistic microorganisms 3 times

^{4/} Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) ($P \leq 0.05$)

^{5/} Percentage of increment(+) or decrement(-) of each treatment mean when compared to the control

ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในสภาพโรงเรือนทดลอง

จากการประเมินความรุนแรงของโรคบนใบข้าวเมื่อข้าวอายุ 65 วัน หลังจากพ่นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 1 ครั้ง พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์มีค่าความรุนแรงของโรค 8.15-12.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความรุนแรงโรค 17.78 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ และกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี carbendazim ที่มีความรุนแรงของโรค 21.67 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ช่วยลดการเกิดโรคลงได้ 31.25-54.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกรรมวิธีที่ใช้ *B. amyloliquefaciens* ลดการเกิดโรคได้สูงถึง 54.17 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความรุนแรงของโรคต่ำเพียง 8.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และนับว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สารเคมี (Table 2)

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกันระหว่าง

ความรุนแรงของโรคข้าวที่อายุ 65 วัน และ 120 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์แช่เมล็ดก่อนปลูกและพ่น 1 ครั้ง ที่ 65 วันสามารถลดการเกิดโรคได้มากกว่าเมื่อ เทียบกับ 120 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Limtong *et al.* (2020) ที่พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยยีสต์ปฏิปักษ์ก่อนปลูกสามารถควบคุมการเกิดโรคกล้าเน่า (Rice Seedling Rot Disease) จากเชื้อ *Helminthosporium oryzae* ได้ และสอดคล้องกับ ชนสิริน และเสาวนีย์ (2561) ที่พบว่าการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์พ่นลงใบข้าวส่งผลให้ความรุนแรงของโรคใบจุดสีน้ำตาลต่ำลง เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม Abdel-Fattah *et al.* (2007) รายงานว่าการใช้สปอร์แขวนลอยเชื้อรา *T. harzianum* พ่นต้นข้าวสามารถควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *B. oryzae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรัศมี และคณะ (2554) รายงานว่าการพ่นเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. สามารถควบคุมโรคเมล็ดต่างของข้าวได้

Table 3 Efficacy of antagonistic microorganisms on panicle per plant, healthy seed and dirty panicle seed of randomized seed samples derived from rice plant cv. Suphanburi 60.

Antagonistic strain	Panicle / plant ^{1/}		Healthy seed (%) ^{2/}		Dirty panicle seed (%)	
control	12.67 cd ^{3/}	-	29.36 cd	-	55.50 a	-
carbendazim	18.80 a	(+48.42%) ^{4/}	32.47 cd	(+10.59%)	52.87 ab	(-4.74%)
<i>Bacillus subtilis</i>	13.77 c	(+8.68%)	48.80 ab	(+66.20%)	35.32 cd	(-36.37%)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	14.07 c	(+11.05%)	35.76 bcd	(+21.81%)	48.64 abc	(-12.36%)
<i>Bacillus cereus</i>	13.83 c	(+9.21%)	25.60 cd	(-12.81%)	60.22 a	(+8.50%)
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> DMKU-RP25	14.33 c	(+13.16%)	48.86 ab	(+66.40%)	33.90 d	(-38.92%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP31	11.50 de	(+9.21%)	39.67 abc	(+35.11%)	35.57 cd	(-35.91%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP35	10.77 e	(-15.00%)	53.31 a	(+81.55%)	34.94 cd	(-37.04%)
<i>Trichoderma asperellum</i> (CB-Pin-01)	16.27 b	(+28.42%)	20.82 d	(-29.09%)	39.10 bcd	(-29.56%)
C.V.%	7.19		24.50		18.70	

^{1/} Panicle / plant

^{2/} Percent healthy seed and dirty panicle seed from three replication/treatment

^{3/} Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) ($P \leq 0.05$).

^{4/} Percentage of increment(+) or decrement(-) of each treatment mean when compared to the control

การตรวจนับจำนวนรวงต่อกอพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ *T. asperellum* (CB-Pin-01) มีจำนวน 16.27 รวงต่อกอซึ่งมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (12.67 รวงต่อกอ) อย่างมีนัยสำคัญ กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี carbendazim มีจำนวนรวงต่อกอสูงที่สุด 18.80 รวงต่อกอ ในขณะที่ทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ยกเว้นกรรมวิธีที่ใช้ *T. indica* DMKU-RP35 ช่วยเพิ่มจำนวนรวงต่อกอได้ 8.65-28.42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (Table 3) สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิระเดช และคณะ (2560) ที่รายงานว่าการใช้ชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *Bacillus* sp. สามารถเพิ่มจำนวนต้นและรวงต่อกอ น้ำหนักผลผลิตต่อกอและน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ได้ เนื่องจาก *Bacillus* sp. สามารถผลิตฮอร์โมน IAA สามารถละลายฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ และสร้างไซโตโครฟอรได้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็น

ส่วนหนึ่งของ PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของพืช และเพิ่มผลผลิตได้ (Ahmad *et al.*, 2008)

จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวในแต่ละกรรมวิธี เพื่อนับเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี พบว่ากรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *B. subtilis*, *W. anomalus* DMKU-RP25 และ *T. indica* DMKU-RP35 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม 66.20, 66.40 และ 81.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ *B. amyloliquefaciens* และ *T. indica* DMKU-RP31 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม 21.81 และ 35.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้สารเคมีช่วยให้มีเมล็ดดีสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมเพียง 10.59 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

Table 4 Efficacy of antagonistic microorganisms on total weight of yield (g) per plant of rice cv. Suphanburi 60 from seed soaking and plant spray.

Antagonistic strain	Total weight of yield (g) / plant ^{1/}	
control	208.20 d ^{2/}	-
carbendazim	331.06 a	(+59.02%) ^{3/}
<i>Bacillus subtilis</i>	249.53 c	(+19.85%)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	321.39 a	(+54.37%)
<i>Bacillus cereus</i>	315.40 a	(+51.49%)
<i>Wickerhamomyces anomalus</i> DMKU-RP25	272.26 b	(+30.77%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP31	224.05 d	(+7.62%)
<i>Torulaspora indica</i> DMKU-RP35	284.62 b	(+36.71%)
<i>Trichoderma asperellum</i> (CB-Pin-01)	287.86 b	(+38.27%)
C.V.%	3.57	

^{1/} Total weight of yield (g) / plant^{2/} Means in each column followed by the same letter are not significantly different according to Least Significant Difference (LSD) ($P \leq 0.05$).^{3/} Percentage of increment(+) or decrement(-) of each treatment mean when compared to the control

การนับเปอร์เซ็นต์เมล็ดต่าง พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ยกเว้นกรรมวิธีที่ใช้ *B. amyloliquefaciens* และ *B. cereus* มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดต่างอยู่ระหว่าง 33.90-39.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีเมล็ดต่าง 55.50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ *W. anomalus* DMKU-RP25, *T. indica* DMKU-RP35, *T. indica* DMKU-RP31, *B. subtilis* และ *T. asperellum* (CB-Pin-01) ลดปริมาณเมล็ดต่างลงได้ 38.92, 37.04, 35.91, 36.37 และ 29.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้สารเคมีช่วยลดปริมาณเมล็ดต่างลงได้ 4.74 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

ในส่วนของน้ำหนักผลผลิตของข้าวตอก พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ มีน้ำหนักผลผลิตข้าวตอกสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 224.05-321.39 กรัมตอก กรรมวิธีที่ใช้ *B. amyloliquefaciens* ช่วยให้น้ำหนักผลผลิตข้าวตอกมากที่สุดเท่ากับ 321.39 กรัมตอก ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม 54.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. cereus* โดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้งสอง

ชนิดนี้ทำให้น้ำหนักผลผลิตข้าวตอกเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี carbendazim ในทางสถิติ และทุกกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ช่วยให้ข้าวมีน้ำหนักผลผลิตตอกเพิ่มขึ้น 7.62-54.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (Table 4)

สรุป

การศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิค dual culture พบว่ายีสต์ *Torulaspora indica* DMKU-RP31, แบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* และเชื้อรา *Trichoderma asperellum* (CB-Pin-01) มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการยับยั้งเชื้อ *Bipolaris oryzae* และเมื่อศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวในสภาพโรงเรือนทดลองจากการประเมินความรุนแรงของโรคใบจุดสีน้ำตาลของข้าวที่อายุ 65 วัน และ 120 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์แช่เมล็ดก่อนปลูกและพ่นบนใบข้าว 3 ครั้ง สามารถลดการเกิดโรคเมื่อข้าวอายุ 65 วันได้มากกว่า 120 วัน

โดยกรรมวิธีที่ใช้ *B. amyloliquefaciens*, *T. indica* DMKU-RP31 และเชื้อรา *T. asperellum* (CB-Pin-01) ช่วยลดการเกิดโรคได้สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม และสารเคมี carbendazim นอกจากนี้ยังช่วยลดเปอร์เซ็นต์เมล็ดต่าง และช่วยเพิ่มผลผลิตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยชีวภาพ และเรือนปลูกพืชทดลอง ของภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ขอขอบคุณ ศ.ดร. สาทิตวี ลิ้มทอง ที่อนุเคราะห์ให้ยีสต์เพื่อการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ วัฒนากร และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2558. ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและระดับการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลในข้าวเจ้าหอมนิล. หน้า 621-629. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

จินตนา อันอาดมงาม. 2562. เทคนิควิจัยเชื้อราสาเหตุโรคพืช. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 166 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง, วรณวิไล อินทนู และบังอรน้อยไสย. 2560. ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus siamensis* RRK1-Rif ในการลดการเกิดโรคกาบใบแห้งและลดโรคเมล็ดต่างของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49(1): 1-14.

ชนสิริน กลิ่นมณี และเสาวนีย์ ศรีบัว. 2561. การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควบคุมโรคใบจุดสีน้ำตาลข้าว. หน้า 132-140. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 35. โรงแรมแคนด์ ดูนส์ เจ้าหลาว ปิซ วีสอร์ท. จันทบุรี.

ดารา เจตนะจิตร นงรัตน์ นิลพานิชย์ พากเพียร อรัญนารณ วิชิต ศิริสันธนะ วิชชุดา รัตนากาญจน์ รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์ วันชัย โรจนหัสติน และธัญลักษณ์ อารยาพันธ์. 2550. โรคข้าวและการป้องกันกำจัด. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 68 หน้า.

บรรเจิด อินทหว่าง และจิระเดช แจ่มสว่าง. 2529. การควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ (*Rhizoctonia solani* Kuehn) โดยจุลินทรีย์จากดินเกษตรกรรม. หน้า 173-185. ใน: การประชุมวิชาการสาขาพืช ครั้งที่ 24. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

ปัดณวิชญา เย็นจิตต์ ธิดา เดชฮวบ และวาริน อินทนา. 2560. การประยุกต์ใช้ร่วมกันของ ผงเชื้อ *Trichoderma* sp. และ *Bacillus* sp. ต่อการควบคุมโรคเมล็ดต่างที่เกิดจาก *Bipolaris oryzae* ในข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49(1): 15-26.

พรวามาส เจริญรักษ์. 2558. ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma asperellum* ในการลดโรคเมล็ดต่าง ส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ศึกษบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม. 194 หน้า.

รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์ วันพร เข้มมุกด์ วิชชุดา รัตนากาญจน์ และนิพนธ์ บุญมี. 2554. ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารจากพืชบางชนิดในการควบคุมโรคเมล็ดต่างของข้าว. หน้า 242-247. ใน: สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง. ม.ป.ท. กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2565ก. สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. ผลพยากรณ์การผลิตข้าวปี2560-2565 (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.thairiceexporters.or.th/production.htm (24 มีนาคม 2566).

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2565ข. สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. สรุปข่าวประจำสัปดาห์ ประจำวันที่ 25-31 มกราคม 2566 (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.thairiceexporters.or.th/mk_rpt/2023/news_1FEB2023CFUQz.pdf (24 มีนาคม 2566).
- Abdel-Fattah, G.M., Y.M. Shabana, A.E. Ismail and Y.M. Rasha. 2007. *Trichoderma harzianum*: a biocontrol agent against *Bipolaris oryzae*. Mycopathologia 164(2): 81-89.
- Ahmad, F., I. Ahmad and M.S. Khan. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. Microbiological Research 183: 173-181.
- Benitez, T., A. Rincón, M. Limón and A. Codón. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma strains*. International Microbiology 7: 249-260.
- Into, P., P. Khunnamwong, S. Jindamoragot, S. Am-in, W. Intanoo and S. Limtong. 2020. Yeast associated with rice phylloplane and their contribution to control of rice sheath blight disease. Microorganisms 8(3):362, doi:10.3390/microorganisms8030362
- Khalili, E., M. Sadravi, S. Naeimi and V. Khosravi. 2012. Biological control of rice brown spot with native isolates of three *Trichoderma species*. Brazil Journal Microbiology 43: 297-305.
- Limtong, S., P. Into and P. Attarat. 2020. Biocontrol of rice seedling rot disease caused by *Curvularia lunata* and *Helminthosporium oryzae* by epiphytic yeasts from plant leaves. Microorganisms 8(5):647, doi.org/10.3390/microorganisms8050647
- Manamgoda, D.S., A.Y. Rossmann, L.A. Castlebury, P.W. Crous, H. Madarid, E. Chukeatirote and K.D. Hyde. 2014. The genus *Bipolaris*. Studies of Mycology 79: 221-288.
- Nagy, A., L. Manczinger, D. Tombác, L. Hatvani, J. Györfi, Z. Antal, E. Sajben, C. Vágvölgyi and L. Kredics. 2012. Biological control of oyster mushroom green mold disease by antagonistic *Bacillus* species. Biological Control of fungal and Bacterial Plant Pathogens IOBC-WPRS Bulletin 78: 289-293.
- Nazari, S., M. Javan-nikkhah, K.B. Fotouhifar, V. Khosravi and A. Alizadeh. 2015. *Bipolaris* species associated with rice plant: pathogenicity and genetic diversity of *Bipolaris oryzae* using rep-PCR in Mazandaran province of Iran. Journal of Crop Protection 4(4): 497-508.
- Ou, S.H. 1985. Rice Disease. Commonwealth Mycological Institute. Ferry Lane, UK. 380 pp.
- Tojo, S., Y. Tanaka and K. Ochi. 2015. Activation of antibiotic production in *Bacillus* spp. by cumulative drug resistance mutations. American Society for Microbiology Journal 59(12): 7799-7804.

การเกิดยอดของยาสูบในสภาพปลอดเชื้อที่ตอบสนองต่อสเปกตรัมของแสงและไซโตไคนิน
 The *In Vitro* Shoot Regeneration of Tobacco in Response to Light Spectra and Cytokinin
 ภัททิรา วิทยาสิงห์¹ อติศักดิ์ แก้วคำ¹ กาญจนภาพร สินช่วยปราบ² และเสริมศิริ จันทร์เปรม^{1,3*}
 Pattira Wiyasing¹, Adisak Kaewkam¹, Kanchanaphon Sinchuyprab²
 and Sermsiri Chanprame^{1,3*}

Received: May 15, 2023

Revised: June 23, 2023

Accepted: June 26, 2023

Abstract: The effects of light spectra and plant growth regulator, BA, on tobacco tissue were determined by incubated leaf blade and node explants obtained from tissue culture on solid MS media supplemented with 0, 1 and 2 mg/L BA. The cultures were incubated under cool white fluorescent and white, yellow, blue and red+blue LEDs for 4 weeks. The results demonstrated that BA had a significant effect on shoot proliferation and medium containing 2 mg/L BA yielded the highest number of shoots. For the effect of light spectra, in the case of leaf blade explant, yellow LED yielded the highest number of shoots but was not significantly different from white LED and fluorescent. The positive interaction between BA and light spectra was also observed. Similar results were observed in single node tissue explant but only the significant difference in the response of BA was observed and no interaction of BA and light spectra was found.

Keywords: plant tissue culture, artificial light, plant growth and development

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสเปกตรัมของแสงและสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อยาสูบ ทำโดยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแผ่นใบและข้อยาสูบที่ได้จากต้นในสภาพปลอดเชื้อ บนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์สีขาว ชนิด cool white และแสงจากหลอดแอลอีดีสีขาว เหลือง น้ำเงิน และ แดง+น้ำเงิน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า BA ส่งผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อแผ่นใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเนื้อเยื่อทั้งสองชนิด โดยอาหารที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุด ส่วนสเปกตรัมของแสงนั้น การใช้เนื้อเยื่อแผ่นใบพบว่า แอลอีดีสีเหลืองชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับแอลอีดีสีขาวและหลอดฟลูออเรสเซนต์ และยังพบปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความเข้มข้นของ BA กับแสงด้วย สำหรับการเพาะเลี้ยงข้อนั้น พบว่าให้ผลในทำนอง

¹ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140 และศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10900

¹ Center for Agricultural Biotechnology, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140 and Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/MHESI), Bangkok 10900

² สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

² Program in Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

³ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

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

* Corresponding author: agrsrc@ku.ac.th

เดียวกันกับเนื้อเยื่อแผ่นใบ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะความเข้มข้นของ BA เท่านั้น และ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ BA กับแสงที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช, แสงเทียม, การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช

คำนำ

ปัจจุบัน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการผลิตแสงเทียมด้วยแอลอีดี (LED; Light – emitting diode) ได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมาก เทคโนโลยีนี้นอกจากจะช่วยประหยัดพลังงาน มีการปลดปล่อยความร้อนน้อย และหลอดแอลอีดีมีอายุการใช้งานได้นานแล้ว ยังสามารถปรับเปลี่ยนสเปกตรัมของแสงได้ตามต้องการอีกด้วย ซึ่งมีประโยชน์มากต่อการผลิตพืช โดยปัจจุบันแอลอีดีได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการเพาะเลี้ยงพืชในระบบปิด ซึ่งรวมถึงการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีการนำหลอดแอลอีดีมาใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ในห้องเพาะเลี้ยงด้วย ทั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงสำหรับการขยายพันธุ์และการผลิตสารทุติยภูมิจากพืชสมุนไพร และจากการที่แอลอีดีสามารถปรับเปลี่ยนสเปกตรัมของแสงได้ตามต้องการนั้น ทำให้สามารถเลือกช่วงคลื่นของแสงที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละช่วงวัยได้อีกทั้งช่วงคลื่นแสงยังมีผลต่อการสร้างและสะสมสารทุติยภูมิต่างๆ อีกด้วย (Karatas *et al.*, 2016) แสงที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชทั้งในสภาพโรงเรือนและสภาพเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่อยู่ในช่วงคลื่นของสีแดงและสีน้ำเงิน ซึ่ง Gupta and Jatothu (2013) รายงานว่า แสงในช่วงคลื่นต่างๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชได้ดี เนื่องจากรงควัตถุคลอโรฟิลล์ของพืชสามารถดูดซับช่วงแสงสีแดง (430-460 นาโนเมตร) และช่วงแสงสีน้ำเงิน (630-660 นาโนเมตร) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การเลือกใช้ช่วงคลื่นแสงที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้น มีรายงานการวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และแสงจากแอลอีดีที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ *Doritaenopsis* นั้น Shin *et al.* (2008) รายงานว่าคุณภาพของสเปกตรัม

ของแสงจากแอลอีดี มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและสรีระของต้นอ่อน โดยพบว่า สีน้ำเงินช่วยส่งเสริมการสะสมคาร์โบไฮเดรตและคลอโรฟิลล์อย่างมีประสิทธิภาพ และสีแดงทำให้เกิดการยืดและการขยายตัวของยอด Ramirez-Mosqueda *et al.* (2016) รายงานว่าแสงแอลอีดีสีแดงสามารถชักนำให้เกิดยอดในหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana*) ได้ดีกว่าแสงสีขาวจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และเมื่อใช้แอลอีดีที่เป็นแสงผสมระหว่างสี น้ำเงิน:แดง ที่สัดส่วน 1:1 ทำให้ได้ยอดที่มีความยาว มีจำนวนใบ และมีปริมาณรงควัตถุสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วยเช่นกัน และยังพบว่าช่วยให้ต้นกล้าสามารถปรับสภาพเมื่อนำออกปลูกในโรงเรือนได้ดีขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตาม นอกจากสเปกตรัมของแสงจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ก็มีรายงานว่าสามารถส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืชได้ด้วย เช่น งานวิจัยในบลูเบอร์รี่ (*Vaccinium corymbosum* L.) ของ Hung *et al.* (2016) ที่พบว่าแสงจากแอลอีดีสีน้ำเงินทำให้มีการสะสมคลอโรฟิลล์ในใบสูงที่สุด แต่แสงแอลอีดีสีแดงกลับยับยั้งการสะสมคลอโรฟิลล์ ดังนั้นการศึกษากการตอบสนองของพืชภายใต้สเปกตรัมของแสงสีต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะต่างๆ จะช่วยให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้อย่างจำเพาะมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของสเปกตรัมต่างๆ ของแสงจากแอลอีดี ที่มีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อส่วนใบและข้อเดียวของยาสูบในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งเหตุผลที่ทดลองกับยาสูบนั้น เนื่องจากยาสูบเป็นพืชที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว สามารถตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตได้ดีและเห็นผลชัดเจน ซึ่งจะทำให้แปลผลได้ง่าย โดยผลที่ได้รับจะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้แสงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดอื่นๆ ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ใช้ต้นยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) อายุ 1 เดือน โดยการตัดเนื้อเยื่อแผ่นใบตำแหน่งที่ 2 - 3 จากยอด ตัดใช้เฉพาะส่วนแผ่นใบโดยไม่ให้ติดเส้นกลางใบ ขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร สำหรับเนื้อเยื่อส่วนซอ้นั้น ตัดแยกเนื้อเยื่อเป็นข้อเดี่ยวที่ไม่มีใบติด ขนาดยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำเนื้อเยื่อทั้งสองชนิดมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และ สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 6 - benzyl aminopurine (BA) ความเข้มข้น 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์สีขาว ชนิด cool white และแสงจากหลอดแอลอีดีสีต่างๆ ได้แก่ สีขาว, สีเหลือง, สีน้ำเงิน และสีแดง+น้ำเงิน โดยมี

รายละเอียดของสเปกตรัมและปริมาณแสงที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดสเปกตรัมและปริมาณแสง (UPRtek PG-200N Handheld Spectral PAR Meter) แสดงใน (Table 1) และ (Figure 1) เพาะเลี้ยงในสภาพที่ให้แสงนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ และบันทึกจำนวนยอดที่เกิดขึ้น

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จัดตั้งทดลองแบบ factorial ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ชั้นเนื้อเยื่อ โดยเพาะเลี้ยงขวดละ 1 ชั้น วิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Table 1 Spectral data of fluorescent and LED light sources measured by UPRtek PG-200N Handheld Spectral PAR Meter. (PPFD: 400-700 nm; PFD-B: 400-500 nm; PFD-G: 500-600 nm; PFD-R: 600-700 nm)

Light sources	R:B ratio	Photosynthetically Active Radiation (PAR) ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)			
		PPFD	PFD-B	PFD-G	PFD-R
Fluorescent (cool white)	1:1	35.18	10.96	14.81	9.419
White LED	2:2	76.20	21.57	35.43	19.20
Yellow LED	2:1	54.92	10.8	21.91	22.20
Blue LED	1:6	65.28	52.83	4.531	7.913
Red+Blue LED	2:1	41.73	12.62	5.005	24.10

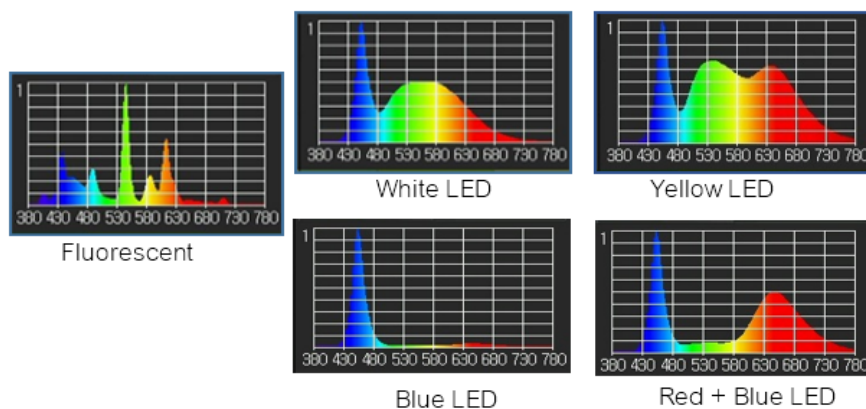


Figure 1 Light spectra of fluorescent lamp and white, yellow, blue and red+blue LEDs using in this experiment (measured by UPRtek PG-200N Handheld Spectral PAR Meter).

ผลการทดลอง

รูปแบบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ

การเกิดยอดจากเนื้อเยื่อแผ่นใบและข้อเดี่ยวของยาสูบ พบว่า แผ่นใบขยายขนาด มีการโค้งงอ รูปร่างบิดเล็กน้อย ในอาหารที่ไม่เติม BA นั้น แผ่นใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีด และไม่มีการพัฒนาต่อ แต่สำหรับเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA พบว่าแผ่นใบมีการโค้งงอมากขึ้นทำให้เกิดการปริแตก บริเวณกลางขึ้นใบ และมีแคลลัสเกิดขึ้นบริเวณรอยตัด และรอยแตกเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลานานประมาณ 10 วัน จากนั้น แคลลัสเริ่มพัฒนาเป็นยอดใหม่เมื่อเพาะเลี้ยงนานประมาณ 2 สัปดาห์ และเห็นเป็นยอดชัดเจนขนาดเล็ก ที่อายุ 3 สัปดาห์ โดยมีจำนวนยอดใหม่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเพาะเลี้ยงนานขึ้น ยอดที่เกิดขึ้นใหม่นี้มีขนาดแตกต่างกันเล็กน้อย โดยยอดที่พัฒนาขึ้นมา ก่อนในช่วงสัปดาห์ที่ 2-3 จะมีขนาดใหญ่กว่ายอดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 เนื่องจากยอดที่ได้มีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถวัดขนาดได้ชัดเจน แต่ในภาพรวมพบว่ายอดมีขนาดใกล้เคียงกัน (Figure 2)

สำหรับการเกิดยอดจากข้อเดี่ยวนั้น มีลักษณะการเกิดยอดที่แตกต่างจากการเกิดยอดจากแผ่นใบมาก เนื่องจากบริเวณซอกใบของแต่ละข้อมีตาอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อมีการตัดยอดแล้วนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร จะเป็นการกระตุ้นให้ตาข้างพัฒนาขึ้นมา ก่อน โดยพบว่าตาข้างพัฒนาเป็นยอดใหม่ จำนวน 1 ยอด ในช่วง 7-10 วันแรก โดยอาหารที่ไม่เติม BA ยอดเดี่ยวนั้นเจริญเป็นยอดขนาดใหญ่เพียงยอดเดียว (Figure 3) แต่ในอาหารที่เติม BA พบว่ามีแคลลัสเกิดขึ้นบริเวณโคนขึ้นเนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นรอยตัด และแคลลัสนี้พัฒนาขึ้นเป็นต้นขนาดเล็กจำนวนมาก จึงทำให้เห็นว่ามียอดขนาดใหญ่ 1 ยอดตรงกลาง และมียอดเล็กๆ จำนวนมากเกิดขึ้นอยู่รอบๆ (Figure 2, Figure 3)

รูปแบบของการเกิดยอดของแผ่นใบและข้อนี้เกิดขึ้นในลักษณะคล้ายกันในทุกสภาพแสง แต่จำนวนยอดที่เกิดขึ้นแตกต่างกันตามแสงที่ใช้เพาะเลี้ยงและสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่พืชได้รับ ยกเว้นกรณีการเพาะเลี้ยงข้อภายใต้สภาพแสงเท่านั้นที่แม้ว่าจะมีจำนวนยอดต่างกันแต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

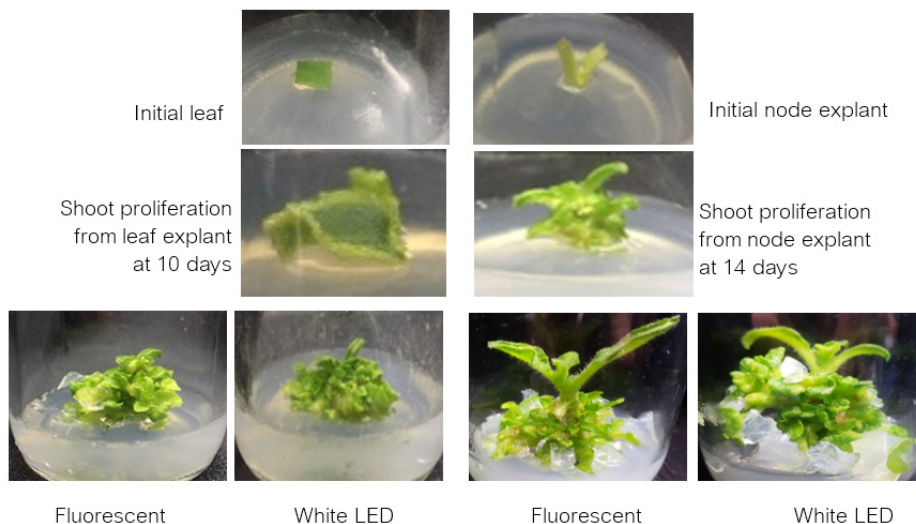


Figure 2 The *in vitro* shoot regeneration from leaf blade and single node explants of *Nicotiana tabacum* that were cultured on MS solid medium supplemented with 2 mg/L BA under cool white fluorescent and white LED for 4 weeks.

การเกิดยอดจากเนื้อเยื่อแผ่นใบ

จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแผ่นใบยาสูบบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และแสงจากแอลอีดีที่มีสเปกตรัมแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ทั้งปัจจัยเรื่องแสงและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ส่งผลต่อการพัฒนายอดจากเนื้อเยื่อแผ่นใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อพิจารณาแยกเฉพาะปัจจัยด้านแสงนั้น พบว่า แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และแสงจากหลอดแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง ให้ผลดีไม่แตกต่างกัน คือให้จำนวนยอดเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 7 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ซึ่งมากกว่าที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากแอลอีดี สีน้ำเงิน หรือสีแดงผสมน้ำเงิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

สำหรับปัจจัยความเข้มข้นของ BA นั้น พบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงแผ่นใบยาสูบด้วยอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีจำนวนยอดเกิดขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 11.19 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ (Table 3) รองลงมาคือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมียอดเฉลี่ย 8.29 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ส่วนการไม่เติม BA นั้น พบว่า เนื้อเยื่อไม่มีการพัฒนาเป็นยอดในทุกสภาพแสง (Table 3)

นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแสงกับความเข้มข้นของ BA อีกด้วย (Table 4) โดยขึ้นส่วนใบยาสูบจะพัฒนาเป็นยอดได้มากที่สุดเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง รองลงมาคือที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนการเพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากแอลอีดีสีน้ำเงิน และ แดงน้ำเงิน นั้น มีการเกิดยอดน้อย

การเกิดยอดจากเนื้อเยื่อข้อเตี้ย

จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนข้อยาสูบบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้แสงแอลอีดี ที่มีสเปกตรัมแตกต่างกัน พบว่า มีเพียงปัจจัยการเติม BA เท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) ส่วนการเพาะเลี้ยงภายใต้สภาพแสงต่างกันไม่ทำให้การเกิดยอดต่างกัน (Table 2) และทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (Table 4) โดยอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 17.32 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ รองลงมาคือ ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ย 14.08 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ

สำหรับการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เติม BA พบว่า มียอดขนาดใหญ่เกิดขึ้นเพียงยอดเดียว (Table 4 and Figure 3) และยอดเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่มีรากสมบูรณ์ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ยอดเดี่ยวที่ได้จากแต่ละสภาพแสงมีลักษณะแตกต่างกัน (Figure 4) โดยพบว่ายอดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีขนาดเล็กกว่ายอดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แสงจากแอลอีดี และใบมีขนาดเล็กกว่ารวมทั้งมีความเสียน้อยกว่าด้วย แสงที่ทำให้ใบสีเขียวเข้มมากคือแสงจากแอลอีดีสีขาว ส่วนแสงจากแอลอีดีสีเหลืองทำให้ใบขยายใหญ่ได้มาก มีก้านใบยาวและใบมีสีอ่อน น้ำหนักสดเฉลี่ยของยอดที่เพาะเลี้ยงในแต่ละสภาพแสงเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์: 2.36 ± 0.20 แอลอีดีสีน้ำเงิน: 2.56 ± 0.17 แอลอีดีสีขาว: 3.05 ± 0.38 แอลอีดีสีแดงน้ำเงิน: 3.61 ± 0.45 และแอลอีดีสีเหลือง: 3.64 ± 0.36 กรัมต่อยอด

Table 2 The average number of shoots per explant that were proliferated from leaf blade and node explants of *Nicotiana tabacum* cultured on solid MS medium supplemented with 0-2 mg/L BA incubated under fluorescent and LED light sources. The cultures were incubated at 16 h/d light at 25±2°C for 4 weeks.

Light sources	Number of shoots per explant	
	Leaf blade tissue ^{1/}	Node tissue
Fluorescent (cool white)	7.13 ± 6.02a	11.26 ± 2.32
White LED	7.50 ± 6.46a	10.26 ± 2.14
Yellow LED	7.79 ± 6.02a	11.00 ± 2.22
Blue LED	4.79 ± 4.50b	9.73 ± 1.94
Red+Blue LED	5.08 ± 4.84b	10.04 ± 2.20
F-test	*	ns

ns = non-significant difference

^{1/} Means (±SE) with different letters within each column are significantly different at p<0.05 according to DMRT.

Table 3 The average number of shoots per explant that were proliferated from leaf blade and node explants of *Nicotiana tabacum* cultured on solid MS and MS medium containing 1 or 2 mg/L BA under various light sources. The cultures were incubated at 16 h/d light at 25±2°C for 4 weeks.

BA (mg/L)	Number of shoots per explant	
	Leaf blade tissue ^{1/}	Node tissue ^{1/}
0	0.00 ± 0.00c	1.00 ± 0.00c
1	8.29 ± 3.50b	14.08 ± 0.55b
2	11.19 ± 4.15a	17.32 ± 1.04a
F-test	*	*

^{1/} Means (±SE) with different letters within each column are significantly different at p<0.05 according to DMRT.

Table 4 The average number of shoots per explant that were proliferated from leaf blade and node explants of *Nicotiana tabacum* cultured on solid MS medium supplemented with 0, 1 and 2 mg/L BA and incubated under fluorescent and LED light sources. The cultures were incubated at 16 h/d light at 25±2°C for 4 weeks.

Light sources	BA (mg/L)	Number of shoots per explant ^{1/}	
		Leaf blade tissue	Node tissue
Cool white fluorescent	0	0.00 ± 0.00e	1.00 ± 0.00d
	1	9.50 ± 4.86bc	13.20 ± 1.62bc
	2	11.90 ± 2.23ab	19.60 ± 3.05a
White LED	0	0.00 ± 0.00e	1.00 ± 0.00d
	1	8.88 ± 0.63bcd	12.80 ± 1.39c
	2	13.63 ± 0.63a	18.00 ± 1.84ab
Yellow LED	0	0.00 ± 0.00e	1.00 ± 0.00d
	1	10.75 ± 2.19abc	14.80 ± 1.15abc
	2	12.63 ± 2.88a	18.20 ± 1.98ab

Table 4 (continued).

Light sources	BA (mg/L)	Number of shoots per explant ^{1/}	
		Leaf blade tissue	Node tissue
Blue LED	0	0.00 ± 0.00e	1.00 ± 0.00d
	1	6.00 ± 2.62d	14.80 ± 1.31abc
	2	9.25 ± 4.43bc	14.4 ± 1.60bc
Red+Blue LED	0	0.00 ± 0.00e	1.00 ± 0.00d
	1	6.00 ± 1.69d	14.80 ± 0.73abc
	2	8.38 ± 4.60cd	16.40 ± 3.09abc
Light sources		*	ns
BA concentration		*	*
Light source * BA concentration		*	ns
% CV		43.79	77.87

ns = non-significant difference

^{1/} Means (±SE) with different letters within each column are significantly different at p<0.05 according to DMRT.

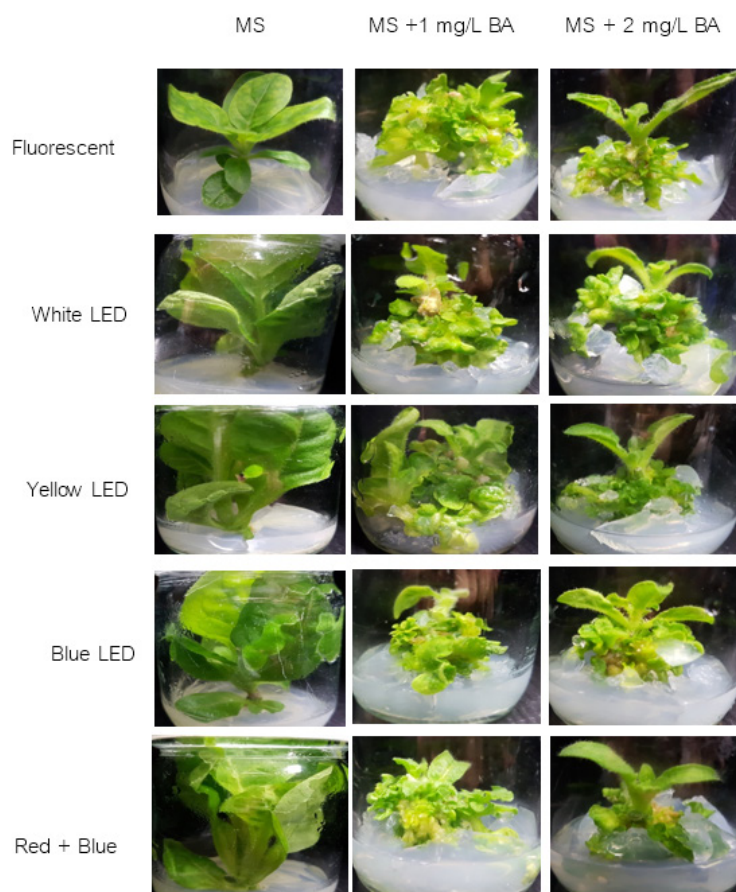


Figure 3 Shoot proliferation from a single node explant of *Nicotiana tabacum* cultured on solid MS medium supplemented with 0, 1 and 2 mg/L BA and incubated under various light sources at 16 h/d light, 25±2°C for 4 weeks.



Figure 4 Plantlets of *Nicotiana tabacum* derived from single node tissue cultured on solid MS medium without plant growth regulator under various light sources.

วิจารณ์

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยาสูบในงานทดลองนี้ใช้เนื้อเยื่อเริ่มต้นสองชนิดคือ เนื้อเยื่อแผ่นใบ ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) และชิ้นส่วนข้อซึ่งมีเนื้อเยื่อเจริญบริเวณตาข้าง ผลการทดลองพบว่าเนื้อเยื่อทั้งสองชนิดมีการตอบสนองต่อ BA อย่างชัดเจนและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ ความเข้มข้นของ BA ที่มากขึ้นส่งผลให้เกิดยอดใหม่จำนวนมากขึ้น ทั้งนี้ BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน เป็นสารสังเคราะห์ที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมการเจริญและพัฒนาของพืช มีบทบาทในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ซึ่งช่วยกระตุ้นการสร้างแคลลัส ส่งผลต่อเนื้อเยื่อเจริญคือกระตุ้นการแตกตาข้างและการชักนำให้เกิดยอด ปริมาณที่เหมาะสมของไซโตไคนินที่ส่งผลต่อการพัฒนาที่ดีของเนื้อเยื่อพืชนั้น นอกจากจะขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนินเองแล้วยังขึ้นกับชนิดพืชและเนื้อเยื่อพืชอีกด้วย (George *et al.*, 2008) ในการทดลองนี้ พบว่าการใช้ BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้เกิดยอดมากกว่าการใช้ที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งในแผ่นใบและข้อ ส่วนการไม่เติม BA ลงในอาหารนั้น เนื้อเยื่อแผ่นใบไม่สามารถพัฒนาเป็นยอดใหม่ได้เลย แต่เนื้อเยื่อส่วนข้อที่มีตาข้างอยู่ นั้น เมื่อถูกตัดแยกออกจากส่วนยอด

ทำให้สภาวะการชำของตายอดหมดไป ตาข้างจึงสามารถแตกออกมาเป็นยอดเดี่ยวๆ ได้ นอกจากนี้เมื่อเพาะเลี้ยงส่วนข้อบนอาหารที่เติม BA ก็พบว่ามียอดใหม่ที่เกิดขึ้นที่แตกต่างจากเนื้อเยื่อแผ่นใบ คือตาข้างจะพัฒนาเป็นยอด 1 ยอด ในสัปดาห์แรกของการเพาะเลี้ยงเนื่องจากการชำของตายอดหมดไป และจากนั้นจะมียอดเล็กๆ เกิดขึ้นตามมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งต่างจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแผ่นใบที่มียอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกิดในเวลาใกล้เคียงกันจึงทำให้ยอดที่ได้มีขนาดใกล้เคียงกันด้วย (Figure 3) ลักษณะการเกิดยอดที่ต่างกันของเนื้อเยื่อทั้งสองชนิดนี้พบได้ในทุกสภาพแสงที่ทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลอย่างมากของ BA ต่อการกระตุ้นให้เกิดยอดใหม่ ซึ่งการเกิดยอดในลักษณะนี้ มีรายงานว่าพบได้ในพืชชนิดอื่นๆ ด้วยเช่นกัน (George *et al.*, 2008; Shama *et al.*, 2015)

สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแผ่นใบและข้อของยาสูบ ภายใต้แสงจากแอลอีดีที่มีช่วงคลื่นและความเข้มแสงแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์สีขาวชนิด cool white พบว่าแสงทำให้เกิดยอดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในกรณีของการใช้แผ่นใบเท่านั้น โดยแสงที่ให้ผลดีใกล้เคียงกันคือแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และแสงจากแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง ส่วนที่ให้ผลไม่ดี

คือที่ใช้แสงจากแอลอีดีสีน้ำเงิน และสีแดง+น้ำเงิน ส่วนการเพาะเลี้ยงข้อในทุกสภาพแสงให้จำนวนยอดเฉลี่ยใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 9.73-11.26 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ แสดงว่าอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ซึ่งเป็นไซโตไคนินสังเคราะห์ที่เพิ่มลงไปให้อาหาร เมื่อรวมกันกับไซโตไคนินที่มีอยู่เดิมในเนื้อเยื่อส่วนข้อ อาจส่งเสริมกันและส่งผลให้ให้ตาข้างพัฒนาเกิดขึ้นได้มากยิ่งขึ้น (George et al., 2008) ซึ่งการทำงานร่วมกันของไซโตไคนินเหล่านี้ทำให้มีอิทธิพลต่อการแตกตาข้างมากกว่าอิทธิพลของแสง

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณารายละเอียดของแสงที่ใช้ โดยพิจารณาค่าจาก (Table 1) พบว่าแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ และ แสงจากแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง มีค่าสัดส่วนของแสงสีแดง:น้ำเงิน (R:B) คือ 1:1 2:2 และ 2:1 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะ 3 สภาพแสงนี้ จะพบว่า แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีค่าสัดส่วนของแสง สีแดง:น้ำเงิน น้อยที่สุด และมีค่า PPFD ต่ำสุดด้วย และเมื่อพิจารณารูปแบบของสเปกตรัมที่ตรวจวัดได้จาก PAR meter ที่แสดงใน Figure 1 จะเห็นได้ว่า กราฟของแสงจากฟลูออเรสเซนต์มีความไม่สม่ำเสมอ ซึ่งต่างจากที่พบในแสงจากแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง ซึ่งมีความสม่ำเสมอและต่อเนื่องอย่างชัดเจน ดังนั้น ประเด็นความแตกต่างเหล่านี้ จึงอาจเป็นผลให้จำนวนการเกิดยอดจากแผ่นใบภายใต้แสงจากฟลูออเรสเซนต์ มีค่าน้อยกว่าที่ได้จากแอลอีดีสีขาวและสีเหลือง และเมื่อพิจารณาแสงจากแอลอีดีสีเหลืองและสีแดง:น้ำเงิน ที่พบว่ามีส่วนของสีแดง:สีน้ำเงิน ใกล้เคียงกัน คือที่ประมาณ 2:1 แต่แสงสีเหลืองมีค่า PPFD (Photosynthetic Photon Flux Density) และค่า PFD-G ที่สูงกว่า จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งส่งผลให้การชักนำให้เกิดยอดภายใต้แสงสีเหลืองในการทดลองนี้เกิดขึ้นได้ดีกว่าการใช้แสงสีแดง:สีน้ำเงิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seibert et al. (1975) ที่พบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้นในช่วงหนึ่งส่งผลให้แคลลัสขยายพัฒนาไปเป็นยอดได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม หากความเข้มแสงมากเกินไปก็อาจเริ่มส่งผลเชิงลบต่อการเกิดยอดได้

สำหรับผลของแสงสีแดง (600-700 นาโนเมตร) และ สีน้ำเงิน (400-500 นาโนเมตร) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืชในสภาพเพาะเลี้ยงนั้น มีรายงานว่า แสงสีแดงทำให้ต้นพรหมมิ (*Bacopa monnieri*) เกิดยอดใหม่ได้ดี (Aasim et al., 2018) และบลูเบอร์รี่ (*Vaccinium corymbosum*) แตกกิ่งแขนงได้มากและใบขยายขนาดได้มาก (Hung et al., 2016) ส่วนแสงสีน้ำเงินมีรายงานว่าส่งผลในทางตรงข้ามคือทำให้เนื้อเยื่อแตกแขนงน้อย แต่ทำให้มีการสร้างและสะสมคลอโรฟิลล์มาก ซึ่งมีรายงานในพืชหลายชนิดเช่น *Zantedeschia jucunda*, *Cymbidium* และฝ้าย (Gupta and Jatothu, 2013) แต่เมื่อให้แสงสีแดงพบว่ากลับทำให้การสะสมคลอโรฟิลล์ลดลง อย่างไรก็ตาม มีการใช้แสงผสมระหว่างแสงสีแดงและสีน้ำเงินในสัดส่วนต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแล้วพบว่าให้ผลดีกว่าการใช้แสงสีแบบเดี่ยว (monochromatic) และดีกว่าการใช้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เช่น ในบลูเบอร์รี่มีรายงานว่า การใช้แสงสีแดง (R) และแสงสีน้ำเงิน (B) ในสัดส่วน R5B5 และ R8B2 ทำให้อัตราการขยายยอดที่สูงสุด และมีจำนวนใบและมีพื้นที่ใบมากที่สุด (Hung et al., 2016) ในพรหมมิ มีรายงานว่า สัดส่วน R1B1 และ R2B1 ทำให้เกิดยอดได้ดีกว่าที่เพาะเลี้ยงด้วยแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Karatas et al., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับผลการชักนำยอดจากแผ่นใบยาสูบในการทดลองนี้ ที่พบว่า การใช้แอลอีดีสีเหลือง (R2B1) และแอลอีดีสีขาว (R2B2) ให้ค่าจำนวนยอดมากกว่าที่เพาะเลี้ยงด้วยแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (R1B1) และผลจากการชักนำยอดจากข้อในอาหารที่ไม่เติม BA ที่แม้จะมียอดเกิดขึ้นเพียงยอดเดียว แต่ยอดที่เพาะเลี้ยงได้แสงจากแอลอีดีมีขนาดใหญ่มากกว่าที่เพาะเลี้ยงด้วยแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Figure 4) และยังพบว่ายอดจากแอลอีดีสีเหลืองมีใบขนาดใหญ่ ก้านใบยืดยาว แต่สีใบอ่อนลงซึ่งแสดงว่ามีการสะสมคลอโรฟิลล์น้อย ส่วนที่เพาะเลี้ยงได้แอลอีดีสีขาวใบไม่ยืดยาวมากแต่ใบมีสีเขียวเข้มชัดมากขึ้น ซึ่งแสดงถึงการมีคลอโรฟิลล์อยู่มาก

นอกจากนี้ ในการทดลองนี้พบปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง BA และสภาพแสงที่ใช้เพาะเลี้ยง

เนื้อเยื่อแผ่นใบยาสูบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในพรมมิ (Karatas *et al.*, 2016, Karatas *et al.*, 2018) ที่พบว่าจำนวนยอดและความยาวยอดขึ้นกับสภาพแสง ความเข้มข้นของไซโตไคนิน และพบปฏิสัมพันธ์เชิงบวกในทั้งสองปัจจัยด้วยเช่นกัน

สรุป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแผ่นใบและช่อยาสูบบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และแสงจากแอลอีดีสีต่างๆ พบว่า BA ส่งผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อแผ่นใบ โดย BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตรชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุด ส่วนสเปกตรัมของแสงนั้น พบว่า แอลอีดีสีเหลืองชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุด แต่ใกล้เคียงกับสีขาวและหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งดีกว่าการใช้แอลอีดีสีน้ำเงินและสีแดง:น้ำเงิน อย่างไรก็ตามยังพบปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความเข้มข้นของ BA กับแสงด้วย สำหรับการเพาะเลี้ยงช่อยาสูบ พบว่า ให้ผลในการทำงานเดียวกันกับเนื้อเยื่อแผ่นใบ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะความเข้มข้นของ BA เท่านั้น และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ BA กับแสงที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แอดวานซ์ อิเลคทริค แอนด์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ หลอดแอลอีดีและเครื่องวัดสเปกตรัมและปริมาณแสง

เอกสารอ้างอิง

Aasim, M., M. Karatas S. Bakirci and C. Sevinc. 2018. *In vitro* adventitious shoot regeneration of water hyssop (*Bacopa*

monnieri L. PENNEL) under light emitting diodes (LEDs). *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences* 6(4): 129-133.

George, E.F. M.A. Hall and G.-J.D. Klerk. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. The Background.* 3rd ed. Springer, The Netherlands. 502 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5005-3>.

Gupta S.D. and B. Jatothu. 2013. Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis. *Plant Biotechnology Reports* 7:211-220. DOI 10.1007/s11816-013-0277-0.

Hung, C.D. C.-H. Hong S.-K. Kim K.-H. Lee J.-Y. Park M.-W. Nam D.-H. Choi and H.-I. Lee. 2016. LED light for *in vitro* and *ex vitro* efficient growth of economically important highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Physiologiae Plantarum* 38(6): 152-160. DOI 10.1007/s11738-016-2164-0

Karatas, M., M. Aasim and M. Dazkirili. 2016. Influence of light-emitting diodes and benzylaminopurin on adventitious shoot regeneration of water hyssop (*Bacopa monnieri* (L.) PENNEL) *in vitro*. *Archives of Biological Sciences* 68(3): 501-508. DOI:10.2298/ABS150803039K

Karatas, M., M. Aasim and M. Dazkirili. 2018. Efficacy of light emitting diodes (LEDs) lighting system for *in vitro* shoot regeneration of medicinal water hyssop (*Bacopa monnieri* L. PENNEL). *Romanian Biotechnological Letters* 23(1): 13197-13204.

- Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-487. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Ramírez-Mosqueda, M.A., L.G. Iglesias-Andreu and J.R. Bautista-Aguilar. 2016. The effect of light quality on growth and development of *in vitro* plantlet of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Sugar Tech* 19(3): 331-336. <https://doi.org/10.1007/s12355-016-0459-5>
- Seibert, M., P.J. Wetherbee and D.D. Job. 1975. The effects of light intensity and spectral quality on growth and shoot initiation in tobacco callus. *Plant Physiology* 56(1): 130-139. DOI: 10.1104/pp.56.1.130
- Sharma, G.M., S. Jagetiya and R. Dashora. 2015. *General Techniques of Plant Tissue Culture*. Lulu Press Inc., Raleigh, North Carolina, USA. 28 p.
- Shin, K.S., H.N. Murthy, J.W. Heo, E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2008. The effect of light quality on the growth and development of *in vitro* cultured *Doritaenopsis* plants. *Acta Physiologiae Plantarum* 30: 339-343. DOI 10.1007/s11738-007-0128-0.

การศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน

The Study of Nutrient Composition Variation of Protein Source Feedstuff

วัชรภรณ์ ทาน้ำตื้น^{1*} วรณี ชิวปรีชา¹ และวราพันธ์ จินตณวิชญ์¹

Wacharaporn Tanumtuen^{1*} Wannee Chewprecha¹ and Waraphan Jintanawit¹

Received: April 4, 2023

Revised: July 21, 2023

Accepted: July 21, 2023

Abstract: The variability of the nutrition composition of feedstuffs has a profound impact on the nutritional composition of feed. Nutrient components of four protein sources, namely, soybean meal, full-fat soybean, distillers dried grains with solubles (DDGS), and fish meal, which are the main ingredients in animal feed formula in Thailand, were analyzed. Feed ingredient samples were obtained from those brought by farmers and private sectors to the animal feed analysis laboratory for analytical services. The nutrient content of each source had relatively high variability, and the quality of some samples did not meet the criterion of the Ministry of Agriculture and Cooperatives. Of all 285 soybean meal samples was found that 97.54% had a standard protein level of not less than 42%, while 71.10% of all full-fat soybean samples had a standard protein level of not less than 36%. It was found that 96.67% of all 30 DDGS samples had a standard protein level of not less than 24%. All fish meal samples, grade one, two, and three (117, 105, 47 samples) had standard protein levels (more than 60, 55-60, and 50-55%, respectively). Therefore, nutrient composition analysis of feed ingredients before use in animal feed is important to ensure that the feed produced meets the nutritional requirement of animals.

Keywords: nutrition composition, feedstuffs, protein source

บทคัดย่อ: ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีผลกระทบต่อค่าโภชนาการของอาหารสัตว์ที่ผลิตได้ จากการรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีในวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน 4 ชนิด ได้แก่ กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองไขมันเต็ม กากดีดีจีเอส (DDGS) และปลาป่น ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในสูตรอาหารสัตว์ในประเทศไทย ซึ่งเกษตรกรและหน่วยงานภาคเอกชนนำมาขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ พบว่ามีความแปรปรวนและคุณภาพของวัตถุดิบบางส่วนไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดไว้ โดยพบว่ากากถั่วเหลืองทั้งหมด 285 ตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 97.54 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 42 ในขณะที่ถั่วเหลืองไขมันเต็มทั้งหมด 467 ตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 71.10 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 จาก DDGS ทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 96.67 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 สำหรับปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1, 2 และ 3 ทั้งหมด (117, 105 และ 47 ตัวอย่าง) พบว่ามีระดับ

¹ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

*Corresponding author: agrwot@ku.ac.th

โปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานคือที่โปรตีนมากกว่าร้อยละ 60, 55-60 และ 50-55 ตามลำดับ ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ก่อนนำมาใช้ผสมอาหารจึงมีความสำคัญ เพื่อให้อาหารสัตว์ที่ผลิตได้มีองค์ประกอบทางโภชนาเป็นไปตามความต้องการโภชนาของสัตว์

คำสำคัญ: องค์ประกอบทางโภชนา, วัตถุดิบอาหารสัตว์, แหล่งโปรตีน

คำนำ

ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีผลกระทบต่อองค์ประกอบทางโภชนาของอาหารสัตว์ที่ผลิตได้ โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนที่สำคัญได้มาจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล โปรตีนจากสัตว์ เช่น กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองไขมันเต็ม DDGS และปลาป่น เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนมีความสำคัญต่อตัวสัตว์ โดยโปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกายสัตว์ เป็นโครงสร้างของเอนไซม์ ฮอร์โมน แอนติบอดี อีกทั้งยังช่วยรักษาสมดุลของเหลวภายในเซลล์

กากถั่วเหลือง (soybean meal) มีความหลากหลายของสายพันธุ์ตามแหล่งการเพาะปลูกในแต่ละประเทศ เนื่องจากความต้องการใช้ภายในประเทศสูง แต่กำลังการผลิตภายในประเทศไม่เพียงพอ จึงต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น บราซิล อาร์เจนตินา และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาของกากถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน โดยกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีโปรตีนประมาณร้อยละ 45-51 มีไขมันประมาณร้อยละ 0.80-2.26 มีเยื่อใยอยู่ประมาณร้อยละ 3.50-6.09 โดยกากถั่วเหลืองทางการค้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกและกากถั่วเหลืองไม่กะเทาะเปลือก (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) ซึ่งระดับโปรตีนยังผันแปรไปตามกรรมวิธีในการสกัดน้ำมันและปริมาณเปลือกที่แยกออกไป โดยกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกจะมีระดับโปรตีนสูงกว่ากากถั่วเหลืองไม่กะเทาะเปลือก ถั่วเหลืองไขมันเต็ม

(full fat soybean meal) เป็นถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยเครื่องเอ็กทราคเตอร์ โดยไม่มีการสกัดไขมัน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือชนิดไม่กะเทาะเปลือกและชนิดกะเทาะเปลือก เป็นวัตถุดิบที่ให้คุณค่าทางโภชนาโปรตีนและพลังงาน มีโปรตีนผันแปรระหว่างร้อยละ 34-38 ไขมันร้อยละ 16-20 เยื่อใยประมาณร้อยละ 5.5 ซึ่งคุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองไขมันเต็มจะผันแปรไปตามสายพันธุ์ สภาพพื้นที่เพาะปลูก สภาพแวดล้อมระหว่างการปลูกถั่วเหลือง และกรรมวิธีในการผลิต (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) โดยถั่วเหลืองไขมันเต็มชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีนและไขมันสูงกว่า และมีเยื่อใยต่ำกว่าชนิดไม่กะเทาะเปลือก กากดีดีจีเอส (dried distillers' grain with soluble, DDGS) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอลกลูคอสอลหรือเอทานอลด้วยวิธีการหมักโดยใช้เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวโพด ซึ่ง DDGS เป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 25-28 โดยสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์กระเพาะเดียวได้ทุกชนิด (วราพันธุ์ และนวลจันทร์, 2562) ปลาป่น (fish meal) เป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนและคุณภาพแปรปรวนสูง มีโปรตีนผันแปรตั้งแต่ร้อยละ 50-65 โดยขึ้นอยู่กับชนิดส่วนประกอบของปลาที่นำมาผลิต และกระบวนการผลิต โดยปลาป่นที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ปลาขนาดเล็กเช่น ปลาเบ็ด ปลาหลังเขียวหรือเศษปลา (วราพันธุ์ และนวลจันทร์, 2562) ซึ่งคุณภาพของปลาป่นในประเทศไทยขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ความสดของปลาที่มาผลิตปลาป่น กระบวนการผลิต การเก็บรักษา รวมถึงการปลอมปนด้วยแกลบ กุ้ง หินฟูน และทราย (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัย สาขาโภชนศาสตร์, 2560) ซึ่งจะส่งผลให้

ปลาป่นมีคุณภาพต่ำ โดยประเทศไทยมีการกำหนดมาตรฐานปลาป่นเป็นออกเป็น 3 เกรดคือ ปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 กากไม่มากกว่าร้อยละ 2 ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 เถ้าไม่มากกว่าร้อยละ 26 และเกลือไม่มากกว่าร้อยละ 3 และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 2 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 กากไม่มากกว่าร้อยละ 2 ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 เถ้าไม่มากกว่าร้อยละ 28 และเกลือไม่มากกว่าร้อยละ 3 และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 กากไม่มากกว่าร้อยละ 2 ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 เถ้าไม่มากกว่าร้อยละ 30 และเกลือไม่มากกว่าร้อยละ 3 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายประการที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบมีความแปรปรวน เช่น แหล่งที่มาของวัตถุดิบ สายพันธุ์ สภาวะแวดล้อมในการเพาะปลูกพืช การเก็บเกี่ยว กระบวนการผลิต การเก็บรักษา การปลอมปนด้วยวัตถุดิบอื่นที่มีคุณภาพด้อยกว่าหรือไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นต้น ซึ่งจากการให้บริการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้มีการรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่มีเกษตรกร และหน่วยงานภาคเอกชนนำมาขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ในช่วงปี พ.ศ. 2557-2564 และนำมาประมวล เพื่อศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรและผู้ผลิตอาหารสัตว์ได้ทราบถึงความผันแปรของคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ และสามารถนำข้อมูลในการตัดสินใจเลือกซื้อวัตถุดิบได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งตระหนักถึงความสำคัญในการตรวจวัดองค์ประกอบทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์ก่อนนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ เพื่อให้อาหารสัตว์ที่ผลิตได้มีองค์ประกอบทางโภชนาการใกล้เคียงกับสูตรอาหารที่คำนวณไว้และเป็นไปตามความต้องการโภชนาการของสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์ จำนวนทั้งสิ้น 4 ชนิด แบ่งเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองไขมันเต็ม DDGS และวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีนจากสัตว์ 1 ชนิด ได้แก่ ปลาป่น โดยคุณภาพของปลาป่นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามเกณฑ์มาตรฐานของปลาป่นตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2558) ได้แก่ ปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 คือ มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 2 คือ มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 แต่ไม่เกินร้อยละ 60 และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 คือ มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่เกินร้อยละ 55 ซึ่งได้รับตัวอย่างจากผู้ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางโภชนาการของวัตถุดิบที่เป็นเกษตรกร ผู้จำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์ และผู้ผลิตอาหารสัตว์ที่นำมาขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในช่วงปี พ.ศ. 2557-2564

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้วิธี proximate analysis เพื่อวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (moisture) ตามวิธี AOAC 930.15 (AOAC, 2019d) ไขมัน (crude fat) ตามวิธี AOAC 2003.05 (AOAC, 2019b) เยื่อใย (crude fiber) ตามวิธี AOAC 978.10 (AOAC, 2019c) โปรตีน (crude protein) ตามวิธี AOAC 2001.11 (AOAC, 2019e) เถ้า (ash) ตามวิธี AOAC 942.05 (AOAC, 2019a) และการวิเคราะห์โซเดียมคลอไรด์ตามวิธี AOAC 937.09 (AOAC, 2016)

การวิเคราะห์ผลการศึกษาใช้สถิติเชิงบรรยาย (descriptive statistics) เพื่ออธิบายลักษณะของตัวแปรในกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และค่ามัธยฐาน (median) และการวัดการกระจายของข้อมูล ได้แก่ ค่าน้อยที่สุด (minimum) ค่ามากที่สุด (maximum) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard

deviation; S.D.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation; C.V.) โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนควรมีค่าไม่เกิน 10 (วารงรัตน์, 2562)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน แสดงไว้ใน (Table 1)

Table 1 Nutrient composition of protein source feedstuffs.

Item	Proximate analysis					
	Moisture	Protein	Fat	Fiber	Ash	NaCl
Soybean meal						
Number of analyzed samples	176	285	182	186	166	-
Mean \pm S.D.(%)	10.20 \pm 1.20	45.07 \pm 1.51	1.22 \pm 0.67	5.62 \pm 1.88	6.43 \pm 0.56	-
Minimum (%)	4.98	40.08	0.20	2.60	3.46	-
Maximum (%)	12.60	47.43	4.14	6.56	8.90	-
C.V. (%)	11.79	3.34	55.01	33.44	8.77	-
Full fat soybean						
Number of analyzed samples	338	467	417	377	355	-
Mean \pm S.D.(%)	9.08 \pm 0.96	35.29 \pm 1.25	18.76 \pm 1.09	5.53 \pm 0.80	5.11 \pm 0.28	-
Minimum (%)	6.18	31.94	15.64	3.33	4.12	-
Maximum (%)	11.80	38.72	21.23	8.54	6.50	-
C.V. (%)	10.60	3.54	5.83	14.45	5.40	-
DDGS						
Number of analyzed samples	21	30	22	22	15	-
Mean \pm S.D.(%)	12.22 \pm 0.86	27.16 \pm 1.87	7.14 \pm 1.83	7.44 \pm 0.66	4.89 \pm 0.71	-
Minimum (%)	10.15	19.80	2.37	6.11	3.88	-
Maximum (%)	13.56	29.66	10.76	8.76	7.12	-
C.V. (%)	7.04	6.89	25.60	8.86	14.56	-
Fish meal, 50-55 % protein						
Number of analyzed samples	23	47	20	20	20	2
Mean \pm S.D.(%)	8.50 \pm 2.10	53.12 \pm 1.46	8.59 \pm 4.62	1.18 \pm 0.56	27.23 \pm 2.93	7.41 \pm 5.91
Minimum (%)	5.10	50.60	2.74	0.88	21.99	3.23
Maximum (%)	11.92	55.00	15.64	2.24	30.80	11.59
C.V. (%)	24.66	2.74	53.74	47.53	10.76	79.78
Fish meal, 55-60 % protein						
Number of analyzed samples	60	105	55	56	50	-
Mean \pm S.D.(%)	8.00 \pm 1.75	57.63 \pm 1.42	8.22 \pm 2.11	1.08 \pm 0.63	24.11 \pm 2.76	-
Minimum (%)	5.04	55.11	4.56	0.32	19.65	-
Maximum (%)	12.48	59.96	12.62	2.88	29.27	-
C.V. (%)	21.85	2.47	25.66	58.49	11.45	-

Table 1 (continued).

Item	Proximate analysis					
	Moisture	Protein	Fat	Fiber	Ash	NaCl
Fish meal, > 60 % protein						
Number of analyzed samples	58	117	63	15	50	5
Mean \pm S.D.(%)	7.22 \pm 2.02	64.50 \pm 2.39	8.45 \pm 2.34	0.42 \pm 0.25	18.34 \pm 2.36	1.82 \pm 0.86
Minimum (%)	3.91	60.04	2.56	0.17	11.45	1.27
Maximum (%)	12.00	72.12	13.65	1.08	25.33	3.35
C.V. (%)	27.91	3.70	27.75	60.02	12.86	47.50

จากการรวบรวมข้อมูลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการในหึ่งปฏิบัติการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารทั้ง 4 ชนิด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนาการ หากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลมีความเที่ยงสูง (วรวิทย์, 2563) หมายถึงข้อมูลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบนั้นมีความเที่ยง โดยผลจากการรวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนในวัตถุดิบแหล่งโปรตีนทั้ง 4 ชนิดที่นำมาศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 2.47–6.89 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนของวัตถุดิบเหล่านั้นได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าไม่เกิน 10 (วรจรัตน์, 2562) อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าโภชนาการอื่นๆ เช่น ค่าโซเดียมคลอไรด์ในปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเท่ากับร้อยละ 79.78 และ 47.50 ตามลำดับ เนื่องมาจากตัวอย่างวัตถุดิบที่ส่งมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการนั้นมีแหล่งที่มาหรือกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน องค์ประกอบต่างๆ ของวัตถุดิบมีสัดส่วนที่แตกต่างกัน รวมถึงอาจมีการปลอมปนด้วยวัตถุดิบอื่นๆ (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) นอกจากนี้ในกากถั่วเหลืองมักพบการปลอมปนด้วยยูเรียและเกลือแอมโมเนีย ซึ่งส่งผลให้โปรตีนมีค่าสูงกว่าปกติ หรือการปลอมปนด้วยวัตถุดิบคุณภาพต่ำกว่าเช่น รำข้าวสาลี รำละเอียด ข้าวโพด หรือป่น

เปลือกถั่วเหลืองมากกว่าปกติ ส่งผลให้ปริมาณและคุณค่าทางโภชนาการลดลง (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) อีกทั้งในปลาป่นมักพบการปลอมปนด้วยขนไก่ปน เศษหนัง ยูเรีย และเกลือแอมโมเนีย (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์โปรตีนเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen, NPN) แล้วนำค่าไนโตรเจนที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละของโปรตีนด้วยสัดส่วนของไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนแต่ละชนิด (กมลทิพย์, 2554) ดังนั้นเมื่อมีการปลอมปนด้วยขนไก่ปน เศษหนัง ยูเรีย และเกลือแอมโมเนีย ส่งผลให้โปรตีนมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งเป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen, NPN) ในรูปที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้และอาจเป็นพิษต่อสัตว์กระเพาะเดี่ยวถ้าได้รับในปริมาณสูง (บุญล้อม, 2541)

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลือง พบว่าโปรตีนของตัวอย่างกากถั่วเหลืองจำนวน 285 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 45.07 \pm 1.51 และ 40.08–47.43 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าไขมันของตัวอย่างกากถั่วเหลืองจำนวน 182 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 1.22 \pm 0.67 และ 0.20–4.14 ตามลำดับ อีกทั้งพบว่ายูเรียของตัวอย่างกากถั่วเหลืองจำนวน

186 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 5.62 \pm 1.88 และ 2.60–6.56 ตามลำดับ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของกากถั่วเหลืองต้องมีโปรตีนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 42 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 7 และเยื่อใยไม่มากกว่าร้อยละ 8 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยพบว่าจากการวิเคราะห์โปรตีนมีกากถั่วเหลือง จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2.46 ของตัวอย่างกากถั่วเหลืองทั้งหมด มีโปรตีนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 42 นอกจากนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของไขมันของผลการวิเคราะห์กากถั่วเหลืองมีค่าสูงถึงร้อยละ 55.01 เนื่องมาจากตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่ใช้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ มีหลายชนิดดังนี้ กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีไขมันร้อยละ 11.1 (วัลย์กานต์ และคณะ, 2559) กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือกจากอินเดียมีไขมันร้อยละ 0.80, จากอาร์เจนตินามีไขมันร้อยละ 1.24, จากบราซิลมีไขมันร้อยละ 1.00, ไทยมีไขมันร้อยละ 1.97 และสหรัฐอเมริกามีไขมันร้อยละ 1.66 (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือกจากอินเดียมีไขมันร้อยละ 2.34, จากอาร์เจนตินามีไขมันร้อยละ 0.82 และจากไทยมีไขมันร้อยละ 1.38 (เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560) ซึ่งระดับไขมันในตัวอย่่างกากถั่วเหลืองมีคุณภาพแปรปรวนไปตามสายพันธุ์ แหล่งที่มา และมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูง โดยพบว่า มีตัวอย่างกากถั่วเหลือง 1 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ไขมันทั้งหมด 182 ตัวอย่าง มีค่าไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.2 ซึ่งต่ำกว่าระดับปกติ เนื่องจากมีเปลือกถั่วเหลืองปนอยู่จำนวนมาก ซึ่งทำให้ค่าไขมันต่ำกว่าปกติ

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของถั่วเหลืองไขมันเต็ม พบว่าโปรตีนของตัวอย่างถั่วเหลืองไขมันเต็ม จำนวน 467 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 35.29 \pm 1.25 และ 31.94–38.72 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าไขมันของตัวอย่าง

ถั่วเหลืองไขมันเต็ม จำนวน 417 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 18.76 \pm 1.09 และ 15.64–21.23 ตามลำดับ โดยเกณฑ์มาตรฐานของถั่วเหลืองไขมันเต็ม ต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 และไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยพบว่าจากการวิเคราะห์มีถั่วเหลืองไขมันเต็ม จำนวน 135 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28.90 ของตัวอย่างถั่วเหลืองไขมันเต็มทั้งหมด มีโปรตีนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 36 เนื่องมาจากตัวอย่างถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ส่งมาวิเคราะห์มีคุณภาพที่หลากหลาย ต่างแหล่งที่มา และมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีระดับโปรตีนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของ DDGS พบว่าความชื้นของตัวอย่าง DDGS จำนวน 21 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 12.22 \pm 0.86 และ 10.15–13.56 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า DDGS จำนวน 30 ตัวอย่าง มีโปรตีนเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 27.16 \pm 1.87 และ 19.80–29.66 ตามลำดับ โดยเกณฑ์มาตรฐานของ DDGS ต้องมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 12.5 และโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) ซึ่งพบว่า มี DDGS จำนวน 7 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 ที่มีความชื้นเกินร้อยละ 12.5 ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะเกิดเชื้อรา ทำให้ค่าโภชนะของ DDGS เสื่อมสภาพ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ที่ได้รับอาหารที่ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราเข้าไป นอกจากนี้พบว่า มี DDGS จำนวน 1 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 3.33 ที่มีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 24 อีกทั้งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของไขมันจากผลการวิเคราะห์ DDGS มีค่าสูงถึงร้อยละ 25.60 เนื่องมาจากตัวอย่าง DDGS ที่ส่งมาวิเคราะห์ไขมันทั้งหมด 22 ตัวอย่าง มีคุณภาพที่หลากหลาย ต่างแหล่งที่มา และมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าสูง

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 3 ที่มีโปรตีนร้อยละ 50-55 พบว่าโปรตีนของตัวอย่างจำนวน 47 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 53.12 ± 1.46 และ $50.60-55.00$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของปลาปน 20 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับร้อยละ 27.23 ± 2.93 โดยเกณฑ์มาตรฐานของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 3 ต้องมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 28 และเกลือต้องไม่มากกว่าร้อยละ 3 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยพบว่าจากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเกลือทั้งหมด 2 ตัวอย่าง มีเกลือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 3

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 2 ที่มีโปรตีนร้อยละ 55-60 พบว่าโปรตีนของตัวอย่างจำนวน 105 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 57.63 ± 1.42 และ $55.11-59.96$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของปลาปนจำนวน 50 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับร้อยละ 24.11 ± 2.76 โดยเกณฑ์มาตรฐานของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 2 ต้องมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 28 และเกลือต้องไม่มากกว่าร้อยละ 3 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยพบว่าจากการวิเคราะห์มีปลาปน จำนวน 2 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4 ของตัวอย่างปลาปนทั้งหมด มีไขมันสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 28

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 1 ที่มีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 60 พบว่าโปรตีนของตัวอย่างจำนวน 117 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 64.50 ± 2.39 และ $60.04-72.12$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของปลาปนจำนวน 50 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับร้อยละ $18.34 \pm$

2.36 โดยเกณฑ์มาตรฐานของปลาปนชั้นคุณภาพที่ 1 ต้องมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 10 โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 28 และเกลือต้องไม่มากกว่าร้อยละ 3 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558) โดยพบว่าจากการวิเคราะห์มีปลาปนจำนวน 1 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเกลือทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20 ของตัวอย่างปลาปนทั้งหมด มีเกลือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 3 นอกจากนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเกลือจากผลการวิเคราะห์ปลาปนมีค่าสูงถึงร้อยละ 47.50 ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างปลาปนที่ส่งมาวิเคราะห์เกลือทั้งหมด 5 ตัวอย่าง มีคุณภาพที่หลากหลาย ต่างแหล่งที่มาและมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าสูง โดยปลาปนที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์มีหลายชนิดดังนี้ 1. ปลาปนดิบ เป็นปลาที่เกษตรกรขายย่อยผลิตเพื่อใช้เอง โดยนำมาปลาผอมเกลือและนำไปตากแห้ง โดยปลาปนชนิดนี้มีเกลือสูงมากถึงร้อยละ 8-15 2. ปลาปนกร่อย เป็นปลาที่นำมาแช่น้ำทะเลหรือน้ำเกลือแล้วตากแห้ง ปลาปนชนิดนี้มีเกลือร้อยละ 3-4 3. ปลาปนจืด ปลาชนิดนี้ได้มาจากโรงงานผลิตปลาปนที่ผ่านกระบวนการทำให้สุกและแห้งโดยไม่มีเกลือเติมเข้าไป และ 4. ปลาปนจืดชนิดอัดน้ำมัน เป็นปลาปนที่ผ่านกระบวนการต้มหรือหนึ่งด้วยความดันไอน้ำ แล้วอัดเอาน้ำมันออก ทำให้ได้ปลาปนคุณภาพสูงเนื่องจากมีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น (พันทิพา, 2539)

สรุป

จากข้อมูลคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาศึกษา พบว่ามีความแปรปรวนขององค์ประกอบทางโภชนา โดยตัวอย่างกากถั่วเหลืองที่นำมาวิเคราะห์โปรตีนทั้งหมดจำนวน 285 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างร้อยละ 97.54 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 42 อีกทั้งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ไขมันและเยื่อใยในกากถั่วเหลืองมีค่าสูง

ถึงร้อยละ 25.60 และ 89.34 ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวอย่างถั่วเหลืองไขมันเต็มก็นำมาวิเคราะห์โปรตีนทั้งหมดจำนวน 467 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างร้อยละ 71.10 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 36 สำหรับตัวอย่าง DDGS ที่นำมาวิเคราะห์โปรตีนทั้งหมดจำนวน 30 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างร้อยละ 96.67 มีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 24 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ไขมันของ DDGS มีค่าสูงถึงร้อยละ 25.60 นอกจากนี้ในตัวอย่างปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 ที่มีโปรตีนร้อยละ 50-55 ทั้งหมดจำนวน 47 ตัวอย่าง พบว่ามีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่โปรตีนร้อยละ 50-55 ทุกตัวอย่าง แต่พบว่าตัวอย่างปลาป่นที่นำมาวิเคราะห์ค่าเกลือทั้งหมด 2 ตัวอย่างมีค่าเกลือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 3 สำหรับตัวอย่างปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 2 ที่มีโปรตีนร้อยละ 55-60 ทั้งหมดจำนวน 105 ตัวอย่าง พบว่ามีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่โปรตีนร้อยละ 55-60 ทุกตัวอย่าง แต่ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 50 ตัวอย่าง มีตัวอย่างร้อยละ 4 ที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 28 ส่วนในปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 ทั้งหมดจำนวน 117 ตัวอย่าง พบว่ามีระดับโปรตีนตามเกณฑ์มาตรฐานที่โปรตีนมากกว่าร้อยละ 60 ทุกตัวอย่าง แต่พบว่าตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ค่าเกลือทั้งหมด 5 ตัวอย่าง มีตัวอย่างร้อยละ 20 ที่มีค่าเกลือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 3 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์เกลือในปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 มีค่าสูงถึงร้อยละ 47.50 โดยจากข้อมูลข้างต้น ก่อนเลือกซื้อและนำวัตถุดิบมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ จึงควรมีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ตรวจสอบคุณภาพ และการปลอมปน เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ มีองค์ประกอบทางโภชนาการครบถ้วนเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ และไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของอาหารสัตว์ควบคุมเฉพาะ ประเภทวัตถุดิบ. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 132 (ตอนพิเศษ 322 ง). 8 หน้า.
- กมลทิพย์ ประสมเพชร. 2554. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 105 หน้า.
- เครือข่ายความร่วมมือด้านงานวิจัยสาขาโภชนศาสตร์, 2560. ฐานข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ และความต้องการทางโภชนาการที่แนะนำสำหรับสัตว์ปีกในประเทศไทย. บริษัท เมจิก ฟัฟบลีเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 168 หน้า.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 162 หน้า.
- พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์. 2539. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 576 หน้า.
- วรวิทย์ จันท์สุวรรณ. 2563. เอกสารคำสอนรหัสวิชา ST2042207 รายวิชาเคมีวิเคราะห์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครเหนือ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=135. (9 มิถุนายน 2566).
- วรางรัตน์ เสนาสิงห์. 2562. ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน, CV %, Coefficient of Variation. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://uatscimath.ipst.ac.th/2021/article-mathematics/item/10626-c-v>. (9 มิถุนายน 2566).

- วราพันธุ์ จินตณวิทย์ และนวลจันทร์ พารักษา. 2562. ฐานข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์และวัตถุดิบทางเลือกสำหรับสัตว์ปีก และสุกร. โรงพิมพ์ กิตติวรรณการพิมพ์, นครปฐม. 136 หน้า
- วลัยกานต์ เจียมเจตจัญญ์ สุวรรณิ์ เกศกมลასน์ และ สดุดี พงษ์เพียรจันทร. 2559. การประเมินคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบ อาหารสัตว์ เคียวเอื้อง. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 40 หน้า.
- AOAC. 2016. Salt (Chlorine as Sodium Chloride) in Seafood, Method 937.09. AOAC Official Methods of Analysis, 20th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C
- AOAC. 2019a. Ash of Animal Feed, Method 942.05. AOAC Official Methods of Analysis, 21th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 2019b. Crude Fat in Feeds, Cereal Grains and Forages (Soxtec Method), Method 2003.05. AOAC Official Methods of Analysis, 21th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 2019c. Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet food. Fritted Glass Crucible Method, Method 978.10. AOAC Official Methods of Analysis, 21th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 2019d. Loss on Drying Moisture for Feeds at 135 C for 2 hours), Dry Matter on Oven Drying for Feeds at 135 C for 2 hours), Method 930.15. AOAC Official Methods of Analysis, 21th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- AOAC. 2019e. Protein (Crude in Animal Feeds, Forage (Plant Tissue) Grain and Oilseeds, Block Digestion Method Using Copper Catalyst and Steam Distillation into Boric Acid, Method 2001.11 AOAC Official Methods of Analysis, 21th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

การเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้าปาล์มน้ำมันข้ามปีในจังหวัดกระบี่ประเทศไทย

Growth and Yield of Over-year Oil Palm Seedling in Krabi Province, Thailand

สิรินภา คงเจริญ¹, สมคิด ดำน้อย², พัชรินทร์ ตัญญา¹, สุรกิตติ ศรีกุล², รพี ดอกไม้เทศ³,
พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์⁴, เอนก ลิมศิริวิไล⁵ และวีระพันธุ์ สรีดอกจันทร์^{1*}

Sirinapha Khongcharoen¹, Somkid Damnoi², Patcharin Tanya¹, Surakitti Srikul²,
Rapee Dokmaithes³, Peerasak Srinives⁴, Anek Limsrivilai⁵ and Weeraphan Sridokchan^{1*}

Received: June 27, 2023

Revised: July 21, 2023

Accepted: July 25, 2023

Abstract: Performance of normal and over-year oil palm seedlings, in terms of the growth traits and yield production, was evaluated using three replications of a split plot in a randomized complete block design. The main plot was comprised of two types of oil palm seedling (normal and over-year), while the subplot contained seven different oil palm hybrids. Growth characteristics was recorded every 6 months from 12 to 60 months after transplanting (MAT), while the yield data was recorded from 31 to 66 MAT. All of the vegetative growth traits showed no significant difference between normal and over-year seedlings. During the first two years of harvesting, there was no significant difference in the fresh fruit bunch (FFB) production between normal and over-year seedlings. However, in the third year of harvesting, normal seedlings showed a significantly higher FFB than over-year seedlings, with yields of 163 and 145 kg/palm, respectively. The bunch number showed no significant difference between the two types of oil palm seedling. The Thai oil palm cultivars (Deli × Yangambi-T and Deli × Tanzania-T hybrids) had the highest 3-year accumulated FFB yield at 326 and 330 kg/palm, respectively. These results suggest that the hybrid oil palm cultivars bred and developed by the Thai companies can produce a FFB yield as high as the imported cultivars.

Keywords: *Elaeis guineensis*, FFB, hybrid, large field plot, over-year seedling

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

² สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

² Agricultural Research and Development, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

³ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³ Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

⁴ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

⁴ Fellow, Academy of Science, The Royal Society of Thailand, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

⁵ บริษัทโกลเด้นเทนเนอร่า จำกัด 12/9 ถนนพหลโยธิน ต.กระบี่ใหญ่ อ.เมือง จ.กระบี่ 81000

⁵ Goldentenera Company Limited 12/9 Naplubpla Rd., Krabiyai Sub-district, ampur. Muang Krabi Muang District, Krabi 81000

*Corresponding author: agrwps@ku.ac.th

บทคัดย่อ: การทดลองนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสมรรถภาพของกล้าปาล์มน้ำมันปกติและกล้าข้ามปี ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและ ผลผลิต ใช้แผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Complete Block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักคือกล้าปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด (ปกติและข้ามปี) ปัจจัยย่อย คือ พันธุ์ปาล์มน้ำมัน 7 ลูกผสม บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 6 เริ่มที่ 12 ถึง 60 เดือนหลังย้ายปลูก และข้อมูลผลผลิตบันทึกที่ 27 ถึง 63 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบทุกลักษณะ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างต้นกล้าปกติและกล้าข้ามปี ในช่วงสองปีแรกของการเก็บเกี่ยว ผลผลิตทะลายนระหว่างต้นกล้าปกติและต้นกล้าข้ามปี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามในปีที่ 3 ของการเก็บเกี่ยว ต้นกล้าปกติมีผลผลิตทะลายนปาล์มสดสูงกว่ากล้าข้ามปีอย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผลผลิต 163 และ 145 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนทะลายนสดพบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกผสม Deli × Yangambi -T และ Deli × Tanzania-T ซึ่งเป็นพันธุ์ ปาล์มน้ำมันของไทยมีผลผลิตทะลายนปาล์มสดสะสมสูงสุด 3 ปีอย่างมีนัยสำคัญที่ 326 และ 330 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ปรับปรุงและพัฒนาโดยหน่วยงานในประเทศไทย มีศักยภาพในการให้ผลผลิตทะลายนสูงทัดเทียมกับพันธุ์ลูกผสมที่นำเข้า

คำสำคัญ: *Elaeis guineensis*, FFB, ลูกผสม, แปลงทดลองขนาดใหญ่, กล้าข้ามปี

INTRODUCTION

Palm oil are edible crops that are also used for the production of oleochemicals and biodiesel. Annual palm oil consumption is approximately 72 million metric tons worldwide and about 2,750 thousand metric tons in Thailand (Statista, 2022). Oil palm cultivation has continuously expanded in the southern part of Thailand. Individual crops have adapted differently to their biodiversity impacts, depending on the cultivation condition (Beaton *et al.*, 1990; Tabatabaei *et al.*, 2012). The growth and yield potential of oil palm is associated with the climate, soil property and nutrient elements, especially rainfall and evaporation during the planting period (Corley and Tinker, 2016). Seedling transplantation is performed in the rainy season. In Thailand, the preparation of oil palm seedlings is mostly performed by private companies and retail oil palm seedling nurseries. There are often unsold seedlings remaining in the nursery each year, especially during periods of low palm oil

prices. Unlike Malaysia and Indonesia, Thailand has a dry season for 4 months per year, whereas Malaysia and Indonesia have rain throughout the year. It is not suitable to transplant the oil palm seedlings into the field in the dry season, and so the unsold seedlings will become over-year seedlings in the next rainy season.

Over-year seedlings are interesting to use for transplanting because they have a higher stem diameter than normal seedlings, which might reduce the level of destruction by rats in the field. The lateral meristem develops specifically in the first 3 years before the stem elongation stage and vegetative growth, which is important for the oil palm. Over-year seedlings must be subjected to leaf and root (diamond cut) cutting to protect the seedling from water stress. Differences in seedling ages affect the growth and yield of oil palm after transplanting. Rethinam *et al.* (2000) found that younger seedlings showed the highest trunk height and diameter as well as leaf area (LA), while the

highest reproductive rate was found in older seedlings. Moreover, older seedlings had a higher leaf production rate, produced leaves earlier, and had heavier bunches with a higher fresh fruit bunch (FFB) ratio in the first year of harvesting (Corley and Tinker, 2003). Despite this, there has not been much research on over-year seedlings. The aim of this study was to test the effects of seedling types (normal and over-year seedling) on the growth characteristics and yield in a large field of commercial oil palm cultivars.

MATERIAL AND METHODS

Plant material: Commercial oil palm seedlings (10–12 months old) from seven different cultivars: four cultivars from a Thai company (coded as Deli × AVROS-T, Deli × Yangambi-T, Deli × LaMe-T, and Deli × Tanzania-T) and three cultivars from a foreign company (coded as Deli × Compact-F, Deli × AVROS-F, and Deli × LaMe-F) were separated into the two types of normal seedlings (11 months after emergence; MAE) and over-years seedlings (22 MAE) with poly-bag unchanged in the nursery. Oil palm seedlings were transplanted to the field at a 9.0 × 9.0 × 9.0 m spacing in an equilateral triangle planting in July–August 2013 at a plant density of 142 plants/ha at the Von Bundit Company Limited, Ao Luek district, Krabi province. Over-year seedlings were not fertilized in the dry season and their leaves and roots were cut by the diamond cut technique before transplanting to the experimental field. The field experiment was run for 66 months after transplanting (MAT). Fertilizer and weed control were managed following the Department of Agriculture (Thailand) guideline during the period.

Vegetative data collection: Vegetative growth traits were observed every 6-month-old, including the frond production (FP), petiole cross section (PCS), rachis length (RL), leaflet length (LL), and leaflet width (LW). Measurements and calculation of vegetative traits, the LA and leaf area index (LAI), were made according to the non-destructive methods suggested by Corley and Breure (1988).

Leaf area: The 9th green mature leaf (when the oil palm seedlings were at 18 and 24 MAT) and the 17th green mature leaf (when oil palms were older than 24 MAT) were collected and recorded. The number of leaflets (leaflet; n), the leaf stalks on one-side and spines at the base of the leaf stalk were recorded. The leaflet measurement was performed on three leaflets on each side of the leaf stalk (total six leaflets) and then the LW and LL of each leaflet was recorded. The LA, relative LA (RLA), LAI, and PCS were derived using Eqs. (1) – (4), respectively.

$$LA = RLA \times 0.55 \quad (1),$$

where LA is in cm²;

$$RLA = 2n \times b \quad (2),$$

where n = leaflet amount on one-side of leaf stalk, b = average (LW × LL);

$$LAI = AD/10000 \quad (3),$$

where: A = total LA and A = ag, (where: g = total leaf number), D = palm per hectare;

$$PCS = \text{width} \times \text{depth} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (4).$$

Reproductive (yield) data collection: The oil palm yield starts to be harvested at the age of 31 MAT, and the ripe oil palm bunches are harvested every 15 days. The oil palm bunches were recorded in terms of FFB and bunch number (BNO), and the data were arranged annually, starting from January to December each year. The data were analyzed for the

young mature phase, that is from the first to the third year of harvesting starting in January 2016 and continuing to December 2018 (3 years).

Experimental design and data analysis:

Split plot in a randomized complete block design with three replications was used. The main plot was the two kinds of oil palm seedlings (normal and over-year), while the subplot was the seven different oil palm hybrids. Sixteen oil palm plants (from 80 plants per subplot) were randomly sampled for collecting the data. The total number of experimental plants analyzed was 3,660 plants, located in 26 hectares of field area. Analysis of variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) were computed using the R statistical program.

RESULT AND DISCUSSION

1. Vegetative traits

At 60 MAT, all the measured vegetative growth traits (i.e., FP, PCS, RL, LL, LW, leaflet number (LN), HT, LA, LAI, and diameter of palm trunk [DIAM]) showed no significant difference between the normal and over-year oil palm seedling (Tables 1 and 2). Typically, mature oil palm seedlings that are over 12 months old would experience more impact from transplanting compared to seedlings that are 10–12 months old. However, in this experiment, the roots and leaves of the over-year seedlings were pruned using a diamond cut method to reduce water loss after transplantation. This method is appropriate because the growth of these seedlings is not significantly different from normal seedlings. In Malaysia and Indonesia, it is recommended to use oil palm seedlings of between 10- to 12-months old only to prevent post-transplanting shock and to save time and costs in seedling

preparation (Rethinam *et al.*, 2000). However, both countries do not face the issue of seedling dormancy due to their year-round rainfall (no dry season), which allows transplanting of oil palm seedlings throughout the year without the need to wait for specific seasons, in contrast to that in Thailand.

The FP and LN were not significantly different in the seven oil palm varieties and showed a similar frond productivity to the experimental oil palm cultivar. The Deli x Compact-F hybrid had the shortest PCS and RL at 20.3 and 395 cm, respectively, while the other hybrids had RL values that were approximately 8–12% higher than Deli x Compact-F (Table 1). The Deli Compact cultivar is bred by the ASD company in Costa Rica and has the distinct characteristics of short fronds and a small canopy size, which allows a higher planting density of oil palm trees. The Deli x Compact-F hybrid is composed of genetic material from the American oil palm species (*E. oleifera*), which has smaller size compared to the common oil palm species (*E. guineensis*) (Barcelos *et al.*, 2015). This allows oil palm growers to use a narrower planting distance of 8.0 x 8.0 m to increase the number of palms per hectare (175 palms per hectare), and so is expected to increase the FFB yield by up to 27.3%.

The Deli x Yangambi-T hybrid showed the highest values of four important leaf index traits: RL (451 cm), LL (91.7 cm), LA (5.34 m²) and LAI (5.19). These four indices are correlated with the plant's direct photosynthetic capacity due to the presence of the large LA and high LAI, which leads to high photosynthetic rates. The Deli x Tanzania-T hybrid

also had the highest RL and LW values at 461 cm and 4.43 cm, respectively, (Table 1). Both the Deli × Yangambi-T and Deli × Tanzania-T hybrids had good leaf characteristics, which

would likely impact on the quantity and size of future oil palm bunches. The Deli × LaMe-F hybrid showed the highest HT and DIAM values at 81.67 (cm) and 0.82 (m), respectively, (Table 2)

Table 1 Oil palm vegetative characteristics at 60 MAT

Cultivar	FP (number)			PCS (cm ²)			RL (cm)			LL (cm)			LW (cm)		
	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average
Deli × Compact-F	26.5	26.5	26.5	20.5cde	20.0cde	20.3b	393	397	395b	85.8cd	83.2de	84.5c	4.41	4.36	4.39ab
Deli × AVROS-F	27.2	25.9	26.6	20.4cde	20.5cde	20.5b	442	469	455a	92.1ab	89.2abc	90.7ab	4.20	4.14	4.17bc
Deli × LaMe-F	27.6	26.1	26.9	18.9e	20.4cde	19.7b	439	437	438ab	81.8de	89.7abc	85.8bc	4.47	4.09	4.28abc
Deli × AVROS-T	28.3	27.5	27.9	21.3bcd	20.2cde	20.8ab	442	424	433ab	84.4de	78.2e	81.3c	4.18	4.18	4.18bc
Deli×Yangambi-T	27.7	26.8	27.2	22.8ab	19.5de	21.1ab	454	448	451a	94.1a	89.3abc	91.7a	4.30	4.32	4.31abc
Deli × LaMe-T	27.4	25.6	26.5	20.5cde	20.5cde	20.5b	451	457	454a	87.5bcd	85.2cd	86.3bc	4.07	4.18	4.13c
Deli ×Tanzania-T	27.3	26.3	26.8	23.9a	21.9bc	22.9a	449	473	461a	86.2cd	84.7cd	85.4c	4.30	4.56	4.43a
Average	27.4	26.4		21.2	20.45		438.7	443.7		87.42	85.63		4.28	4.26	
Seedling kind (A)	ns			ns			ns			ns			ns		
CV (%)	11.36			7.10			7.01			2.86			8.77		
Cultivar (B)	ns			*			**			**			*		
CV (%)	4.77			6.22			4.57			3.48			4.00		
A*B	ns			*			ns			*			ns		

FP, frond production; PCS, petiole cross section; RL, rachis length; LL, leaflet length; LW, leaflet width; ns, not significant. *, ** Significant differences at the $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ level, respectively. Means followed by a different letter within the same column are significantly different ($P \leq 0.05$ by DMRT).

Table 2 Oil palm vegetative characteristics at 60 MAT

Cultivar	LN (number)			HT (cm)			LA (m ²)			LAI			DIAM (m)		
	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average
Deli × Compact-F	135	129	132	76.8b	75.5bc	76.16b	4.72	4.37	4.55b	4.47	4.13	4.30b	0.77b	0.76bc	0.77b
Deli × AVROS-F	143	134	138	73.9cd	69.3e	71.60d	5.47	5.20	5.34a	5.41	5.10	5.26a	0.74cd	0.70e	0.72d
Deli × LaMe-F	139	134	137	81.9a	81.4a	81.67a	5.01	4.27	4.64b	4.94	4.06	4.50ab	0.82a	0.81a	0.82a
Deli × AVROS-T	143	133	138	74.7bc	71.9d	73.31cd	5.06	4.53	4.80ab	4.83	4.34	4.59ab	0.75bc	0.72d	0.73cd
Deli×Yangambi-T	144	136	140	75.6bc	75.6bc	75.64bc	5.73	4.95	5.34a	5.68	4.70	5.19a	0.76bc	0.76bc	0.76bc
Deli × LaMe-T	143	134	139	75.1bc	75.3bc	75.21bc	5.07	4.76	4.92ab	4.48	4.44	4.46ab	0.75bc	0.75bc	0.75bc
Deli ×Tanzania-T	137	132	135	74.8bc	77.1b	75.94b	4.96	4.95	4.96ab	4.77	4.85	4.81ab	0.75bc	0.77b	0.76b
Average	141	133		76.1	75.2		5.15	4.72		4.94	4.52		0.76	0.75	
Seedling kind (A)	ns			ns			ns			ns			ns		
CV (%)	4.99			2.10			17.29			17.60			2.35		
Cultivar (B)	ns			**			*			**			**		
CV (%)	3.83			1.91			8.79			9.64			2.00		
A*B	ns			*			ns			ns			*		

LN, leaflet number; HT, palm height; LA, leaf area; LAI, leaf area index; DIAM, diameter of palm trunk. *, ** Significant differences at the $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ level, respectively. Means followed by a different letter within the same column are significantly different ($P \leq 0.05$ by DMRT).

2. Yield production

Oil palm bunches were collected during the period of 31 to 66 MAT, which spans a total of 3 years. There were no significant differences in the FFB yields between the normal seedlings and over-year seedlings in the first year, second year and the cumulative yield over the 3-year period. However, in the third year, the normal seedlings had a significantly higher FFB yield compared to the over-year seedlings, with yields of 163 and 145 kg/palm, respectively, (Table 3).

For the different oil palm cultivars, the Deli x AVROS-T hybrid had the highest FFB yield in the first year of harvesting at 33.5 kg/palm, while the Deli x Yangambi-T and Deli x Tanzania-T hybrids had the highest FFB yield in the second year at 118 and 117 kg/palm, respectively. Lastly, the Deli x Tanzania-T cultivar had the highest FFB yield in the third year at 180 kg/palm. For the accumulated 3-years yield, the Deli x Yangambi-T and Deli x Tanzania-T hybrids had the highest FFB yields at 326 and 330 kg/palm, respectively, whereas the Deli x Compact-F and Deli x LaMe-F hybrids had the lowest FFB yields throughout the experiment with, for example, 137 and 128 kg/palm, respectively, in the third year (Table 3). Note that the Deli x Compact-F hybrid has a smaller canopy size compared to the other oil palm hybrids. The FFB yield of this hybrid will increase by 27.3% if it is transplanted at a spacing of 8.0 x 8.0 x 8.0 m.

The normal seedlings of the Deli x AVROS-F, Deli x Yangambi-T and Deli x Tanzania-T hybrid cultivars had FFB yields in the third year of harvesting of 168 kg/palm, 190 kg/palm, and 193 kg/palm, respectively. These values are higher than the SIRIM standard

yield of 160 kg/palm (Rajanaidu *et al.*, 2013). Oil palm trees typically reach full FFB production capacity when they are around 7 years old. However, in this experiment, the oil palm trees were only 5 years old after transplantation. Thus, the selected oil palm cultivars tested in this study are hybrid combinations with a high potential for yielding significant FFB production in the southern region of Thailand.

There was no significant difference in the BNO between the normal seedlings and over-year seedlings throughout the experimental period. For the different oil palm varieties, there were no significant differences in the BNO among the cultivars in the third year of harvesting (Table 4). However, when combining the harvest yields over the three-year period, it was found that the Deli x LaMe-F, Deli x Yangambi-T, and Deli x Tanzania-T hybrids had the highest BNOs, which were statistically significant, at 51.2, 51.9 and 51.4 bunches per palm, respectively, (Table 4). These hybrids tend to have a higher sex ratio compared to others. In oil palm trees, only one inflorescence develops per frond axil, which can either be a male or female inflorescence depending on the genetics and environmental factors, such as temperature, sunlight, water, soil moisture, and the quantity of essential nutrients (Agusta *et al.*, 2020). Therefore, oil palm breeding companies will selectively choose male and female parent palms with high sex ratios to produce hybrid seedlings with higher sex ratios according to the genetics of the parents. If the hybrid seedlings have a higher sex ratio, the number of bunches per palm will also increase accordingly. In addition to genetics, environmental factors, such as temperature, sunlight, water, soil moisture and the quantity of essential nutrients required

by oil palm trees, also influence the sex ratio. All of these factors contribute to the sex ratio in oil palm trees.

The Deli × Yangambi-T and Deli × Tanzania-T hybrids that had the highest accumulated FFB over the 3 years evaluated are oil palm cultivars that were bred and developed by Thai agencies. Their parental oil palm trees, grown in Thailand (Surat Thani and Krabi provinces) for generations and likely to have undergone some adaptation to the local environment, have the potential to yield higher

BNOs compared to the imported oil palm cultivars. The reason behind this could be attributed to the fact that the parental oil palm trees have adapted to the country's geography and climate, and pass on their genetic traits to the offspring. As a result, oil palm seedlings derived from parental varieties grown in the local region exhibit better growth and have the potential for higher yields compared to imported oil palm seedlings. This aligns with findings reported in other plant species (Beaton *et al.*, 1990; Tabatabaei *et al.*, 2012).

Table 3 Oil palm FFB weight (kg/palm) in the first to third year of harvesting (31–66 MAT)

Cultivar	1 st year			2 nd year			3 rd year			Accumulate 3 years		
	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average
Deli × Compact-F	16.8	19.4	18.1c	87.7cde	83.4de	85.5b	150	125	137c	255	227	2412c
Deli × AVROS-F	31.5	19.3	25.4abc	89.9de	84.3de	87.1b	168	145	156abc	289	249	269bc
Deli × LaMe-F	24.0	13.4	18.7bc	79.8e	98.7b-e	89.3b	135	121	128c	239	233	236c
Deli × AVROS-T	37.9	29.1	33.5a	107bcd	107bcd	107ab	151	158	155abc	297	295	296ab
Deli×Yangambi-T	30.4	31.5	30.9abc	118ab	119ab	118a	190	162	176ab	338	313	326a
Deli × LaMe-T	32.3	22.7	27.5abc	113abc	91.9cde	103ab	153	134	144bc	299	249	274bc
Deli ×Tanzania-T	37.1	27.4	32.2ab	135a	99.2b-e	117a	193	167	180a	365	294	330a
Average	30.0	23.3	104	97.7	163A	145B	297	266				
Seedling kind (A)	ns			ns			*			ns		
CV (%)	101.89			45.74			8.44			28.6		
Cultivar (B)	**			**			**			**		
CV (%)	29.01			13.34			13.29			10.26		
A*B	ns			*			ns			ns		

*, ** Significant differences at the $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ level, respectively. Means followed by a different letter within the same column are significantly different ($P \leq 0.05$ by DMRT).

Means with a different capital letter in the same row (seedling kind) are significantly different ($P \leq 0.05$ by DMRT).

Table 4 Oil palm FFB number (number) in the first to third year of harvesting (31–66 MAT)

Hybrid	1 st year			2 nd year			3 rd year			Accumulate 3 years		
	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average
Deli × Compact-F	8.23	9.25	8.74	19.1c-f	16.9def	17.9bc	16.0	14.7	15.4	43.3	40.8	42.1c
Deli × AVROS-F	12.5	7.59	10.0	15.9f	16.8ef	16.4c	17.7	16.0	16.8	46.1	40.8	43.5bc
Deli × LaMe-F	15.1	8.45	11.8	20.6a-e	24.5a	22.5a	17.6	16.1	16.9	53.4	48.9	51.2a
Deli × AVROS-T	13.7	10.4	12.0	17.6def	20.8a-d	19.2abc	16.9	18.2	17.6	48.3	51.3	49.8ab
Deli×Yangambi-T	12.4	11.1	11.7	19.2c-f	23.3ab	21.2ab	18.5	17.6	18.1	50.1	53.9	51.9a

Table 4 (continued).

Cultivar	1 st year			2 nd year			3 rd year			Accumulate 3 years		
	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average	Normal	Over-year	Average
Deli × LaMe-T	14.8	9.41	12.1	21.9abc	19.9b-f	20.9ab	18.1	16.7	17.4	54.9	46.2	50.6ab
Deli × Tanzania-T	13.3	10.2	11.7	21.7abc	19.6b-f	20.6ab	18.9	18.6	18.7	53.9	48.7	51.4a
Average	12.9	9.48		19.4	20.2		17.7	16.8		50.0	47.3	
Seedling kind (A)	ns			ns			ns			ns		
CV (%)	115.44			32.67			21.47			37.24		
Cultivar (B)	ns			**			ns			**		
CV (%)	25.58			10.53			12.13			8.86		
A*B	ns			*			ns			ns		

*, ** Significant differences at the $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ level, respectively. Means followed by a different letter within the same column are significantly different ($P \leq 0.05$ by DMRT).

.CONCLUSION

In summary, this study proposed investigate the performance of normal and over-year seedling of 7 commercial oil palm cultivars in southern part of Thailand. At 60 MAT, all the measured vegetative growth traits such as frond production (FP), petiole cross section (PCS), rachis length (RL), leaflet length (LL), leaflet width (LW), leaflet number (LN), leaf area (LA) and leaf area index (LAI) showed no significant difference between the normal and over-year seedlings. There was no significant difference in the FFB yield between normal seedlings and over-year seedlings in the first year, second year, and the cumulative yield over the 3-year period. However, in the third year of harvesting, normal seedlings had a significantly higher FFB yield than over-year seedlings. Thus, the normal oil palm seedlings had a higher yield performance than the over-year oil palm seedlings at 5 years after transplantation. The two hybrid oil palm cultivars developed and cultivated by agencies in Thailand (Deli × Yangambi-T, and Deli × Tanzania-T) have the potential to yield a high bunch production comparable to the imported cultivars. Improved

genetically modified oil palm cultivars developed in Thailand have shown better potential in leaf growth, yield production, and yield components compared to imported oil palm cultivars.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was partially supported by the Center of Excellence on Biotechnology of Oil Palm for Renewable Energy, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation; the Thailand Research Fund (TRF); and Agricultural Research Development Agency (ARDA). We are grateful thank Von Bundit Company Limited for supporting an experimental area and the operating cost in this experimental field.

REFERENCES

- Agusta, H., B. Pratenu, J.F.Saragih, G.C. Handoyo and E Sulistiyono. 2020. The dynamics of precipitation and its relation to flowering status and oil palm productivity. 1st International Conference on Sustainable Plantation. Earth and Environmental Science 418, doi:10.1088/1755-1315/418/1/012043.

- Barcelos, E., S. D. A. Rios, R. N. Cunha, R., Lopes, S. Y. Motoike, E. Babiychuk, A. Skiryucz and S. Kushnir. 2015. Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. *Frontiers in Plant Science* 6:190.
- Beaton, J.D., M. Hasegawa and J.C.W. Keng. 1990. Some aspects of plant nutrition/soil fertility management to consider in maximum yield research, pp. 131-152. *In: Proceedings symposium maximum yield research satellite symposium. 14th International Congress of Soil Science, held at Kyoto, Japan.*
- Corley, R.H.V. and C.J. Breure. 1988. Measurement in Oil Palm Experiment. UNIPALMOL Company, Malaysia. (Mimeographed). 64 p.
- Corley, R.H.V. and P.B Tinker. 2003. *The Oil Palm*. 4th ed. Blackwell Science, Oxford. 562 p.
- Corley, R.H.V. and P.B Tinker. 2016. *The Oil Palm*. 5th ed. John Wiley and Sons, New York. 647 p.
- Rajanaidu, N., M. M., Ainul, A., Kushairi and A. Mohd Din. 2013. Historical review of oil palm breeding for the past 50 years—Malaysian journey. pp. 11-28. *In: Proceedings of the International Seminar on oil Palm Breeding Yesterday, Today and Tomorrow, Kuala Lumpur, Malaysia.*
- Rethinam, P., K. Suresh, V.M. Reddy, P.C. Tripathi, S. Nair and M. Sugunamani. 2000. Effect of age of oil palm seedlings at planting on growth. *Journal of Oil Palm Research* 1(1/2): 61-63.
- Statista. 2022. Palm oil consumption worldwide from 2015/2016 to 2022/2023. Available Source: <https://www.statista.com/statistics/274127/world-palm-oil-usage-distribution/> (June 7, 2023).
- Tabatabaei, S.A., V. Rafiee and E. Shakeri. 2012. Comparison of morphological, physiological and yield of local and improved cultivars of cotton in Yazd province. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 3 (5): 164-167.

การวิเคราะห์ทางการเงินในการผลิตปาล์มน้ำมันเชิงทดลองในประเทศไทย:
กรณีศึกษาการปลูกต้นกล้าปกติและต้นกล้าข้ามปี

A Financial Analysis on Experimental Oil Palm Production in Thailand: The Cases of Normal
and Over-year Seedling Plantation

สมคิด ดำน้อย¹ ศิริินภา คงเจริญ² วีระพันธ์ ศรีดอกจันทร์² พัชรินทร์ ทันยา²
พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์³ เอนก ลิมศรีวิลัย⁴ และรพี ดอกไม้เทศ⁵

Somkid Damnoi¹, Sirinapha Khongcharoen², Weeraphan Sridokchan²,
Patcharin Tanya², Peerasak Srinives³, Anek Limsrivilai⁴ and Rapee Dokmaithes⁵

Received: June 27, 2023

Revised: July 21, 2023

Accepted: July 25, 2023

Abstract: Thailand has often unsold seedlings remaining in the nursery each year, especially during periods of low palm oil prices and limited replanting activities. This is deprived of maintenance and over-year seedling affected. Thailand has not been studied to investigate the financial aspects of over-year seedling usage. This study aimed to compare the financial investment of normal and over-year seedling types in 7 commercial oil palm cultivars. The data were recorded from an experimental field in Krabi province as seedling cost, field preparation, crop management and yield, then summarized in Microsoft Excel 365. Project assessment was applied to financial analysis by using NPV, IRR and BCR indicators. The finding points out that the normal seedling had higher NPV, IRR, and BCR values compared to over-year seedlings in most crosses that had a shorter payback period except Deli x AVROS-T. The recommended cultivar for planning investment was the crosses of Deli x Tanzania-T given the best financial indicator's values, whereas Deli x LaMe-F was the worst choice for plantations with the lowest monetary values.

Keywords: financial analysis, oil palm, normal and over-year seedling

¹ สาขาวิจัยและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

¹ Field of Agricultural Research and Development, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

³ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

³ Fellow, Academy of Science, The Royal Society of Thailand, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

⁴ บริษัท โกลเด้นทีเนอรา จำกัด 12/9 ถนนนาปลักพลา ตำบลกระบี่ใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ 81000

⁴ Goldentenera company limited, 12/9 Naplubpla Rd., Tambol. Krabiyai, Ampur. Muang, Krabi 81000, Thailand

⁵ ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

⁵ Department of Agricultural Extension and Development, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

บทคัดย่อ: ประเทศไทยมักมีต้นกล้าที่ยังคงเหลืออยู่ในเรือนเพาะชำในแต่ละปี โดยเฉพาะในช่วงที่ราคาน้ำมันปาล์มตกต่ำและการปลูกซ่อมแซมมีจำกัด ต้นกล้าเหล่านี้ถูกละเลยในการดูแลและมีผลกระทบจากการเก็บไว้นานเกินไปในประเทศไทยยังไม่ได้มีการศึกษาวิจัยในด้านการเงินเกี่ยวกับการใช้งานต้นกล้าข้ามปี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการลงทุนทางการเงินของต้นกล้าปกติและต้นกล้าข้ามปีในการปลูกปาล์มน้ำมันเชิงพาณิชย์ 7 พันธุ์ ข้อมูลถูกบันทึกจากแปลงทดลองในจังหวัดกระบี่ในด้านต้นทุนต้นกล้า การเตรียมแปลง การจัดการพืชผล และผลผลิต จากนั้นสรุปในโปรแกรม Microsoft Excel 365 การประเมินโครงการถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงินโดยใช้ตัวชี้วัด NPV, IRR และ BCR ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าต้นกล้าปกติมีค่า NPV, IRR และ BCR สูงกว่าต้นกล้าข้ามปีในเกือบทุกสายพันธุ์โดยมีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่า ยกเว้นสายพันธุ์ Deli x AVROS-T สายพันธุ์ที่แนะนำสำหรับการลงทุนคือสายพันธุ์ Deli x Tanzania-T ที่มีค่าตัวชี้วัดทางการเงินดีที่สุด ขณะที่สายพันธุ์ Deli x LaMe-F เป็นทางเลือกที่แย่ที่สุดสำหรับการลงทุนปลูกเนื่องจากมีค่าตัวชี้วัดทางการเงินต่ำที่สุด

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ทางการเงิน, ปาล์มน้ำมัน, ต้นกล้าปกติและต้นกล้าข้ามปี

INTRODUCTION

Oil palm (*Elaeis guineensis* (Jacq)) is a significantly economic plant for use as an alternative energy. Originally, it was a native plant in west and southwest Africa, then expanded to Indonesia in Asia by the Portuguese in 1848 (Corley and Tinker, 2003). Found in Thailand, oil palm has firstly cultivated in Satoon and Krabi provinces since 1968. Oil palm cultivation has continuously expanded in southern of Thailand due to the appropriate climatic regions. Oil palm needs lots of water and moisture at every growing step. Individual crops have differently adapted in their biodiversity impacts, depending on how and where they are cultivated (Beaton *et al.*, 1990; Tabatabaei *et al.*, 2012). Research and development in oil palm breeding are realized to improve oil palm cultivars which are high yields and adaptable to Thailand's environment. Consequently, the growers stand to benefit from reducing import supply costs. The most commercial cultivar is the Tenera form, which produces fruit with a higher oil content (Rival and Levang, 2014). The high

yield of oil palm is the most interesting for using alternative energy. One of the major attentions is biodiesel from palm oil. Thailand ranks the 3rd in the world of palm oil producers after Indonesia and Malaysia. It accounts for only 3.9% of global production, which has little influence on global palm oil prices. Accordingly, Thai government has promoted the cultivation of oil palms for renewable energy. Besides, Thai government policy has launched the Alternative Energy Development Plan: AEDP 2012-2021 to the expansion of oil palm planting areas, improve productivity, and increase the oil yield of fresh fruit bunches. The palm oil board has approved the strategy of oil palm and palm oil reformation for 20 years (2017-2037) with productivity improvement and increasing oil yield of fresh fruit bunches per unit.

In Thailand, seedlings of oil palm are divided into 2 types which are a normal seedling (10-12 months) and an over-year seedling (22 months). The over-year seedling has a higher stem diameter than the normal seedling. It generally has been used in

transplanting because it could be saved from rat destruction in the field. In terms of oil palm plantation investment, seedling is a major cost structure, whereas differentiation of seedling material affected the return on investment and profit, which are measured by the investment model as benefit-cost ratio (BCR), net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and break-even point as well. (Sugden and Williams, 1978; Brent, 1998; Svatova *et al.*, 2015). Consequently, this study aimed to compare the financial analysis of normal and over-year seedling types in 7 commercial oil palm cultivars.

MATERIAL AND METHODS

Oil palm plantation

This study was conducted at Von Bundit Company Limited Partnership, AoLuk district, Krabi province. The plant material of oil palm was separated into 2 types of oil palm seedlings: normal seedlings (11–12 months after emergence: MAE) and over-year seedlings (22 MAE). The seven commercial oil palm seedling cultivars consisted of 3 hybrids from foreign countries, namely Deli × Compact-F, Deli × AVROS-F, Deli × LaMe-F and 4 hybrids from Thai private companies or Thai government, namely Deli × AVROS-T, Deli × Yangambi-T, Deli × LaMe-T and Deli × Tanzania-T. The over-year seedling was abstained from fertilizer in the dry season and leaves and roots were cut by the diamond cut technique before transplanting to the field. Both seedling types were transplanted to the field with 9×9×9 m spacing in an equilateral triangle planting with a plant density of around 22 plants per rai. Moreover, the split plot in the randomized complete block design (RCBD) was used with the main plot (control)

of both seedling types, normal seedling and over-year seedling, and similarly prepared in subplots were 7 commercial oil palm cultivars with 3 replications per treatment. Yield harvesting recordings on an individual palm basis were taken for a 12-month period, between January and December each year as fresh fruit bunch weight and fresh fruit bunch number. The yield data were analyzed for the young mature phase, which was from the 3rd to the 5th year of production.

Investment financial analysis

Financial analysis used full production costs for 2 types of seedlings, which included costs of personnel, resources, land preparation and administrative. The cost analysis was based on the distribution and the cost calculation by activity. The costs of production were capital and recurrent costs, including labor and material costs. Assessing the investment financials of normal and over-year seedlings was necessary to determine the financial statement of cash-flow, which might be acquired as income or expense. Then, following the determination of net cash flow, was the balance of net income and expenditure, which was discounted yearly over 20 years.

This study used financial indicators, including net present value, benefit-cost ratio, internal rate of return, and pay-back period (Gittinger, 1986), as follows:

- 1) net present value (NPV)

The net present value is used to determine the overall financial performance of the project (Sugden and Williams, 1978; Brent, 1998). The net present value of the project is calculated and derived from the total discounted income and costs. The net present

value of a system over a time period is derived using Equation 1, where cash flow (CF) is specified for each year (r) over a time horizon of R (years), and i is the discount rate with a positive value of NPV for an acceptable project.

$$NPV = \sum_{r=0}^{r=R} \frac{CF_r}{(1+i)^r} \quad (\text{Equation 1}).$$

The NPV analysis was estimated for a 20-year time frame. There are 3 criteria for NPV analysis as follows;

NPV > 0, meaning that the project is feasible to run,

NPV = 0, meaning that the benefit is equal to the cost,

NPV < 0, meaning that the project is not feasible to run.

The cash flow was determined as the revenue (R) minus capital costs (C) minus recurrent costs (T) (Equation 2):

$$CF = R - (C + T). \quad (\text{Equation 2})$$

2) Benefit-cost return (BCR)

is the relationship between the summary of present value investment and the present value of all costs of the oil palm production project that is calculated from the total discounted income and costs portion and derived using Equation 3, where cash-flows (CF) are specified for each year (r) over a time horizon of R (years) and i is the discount rate with the initial investment of the current project. If the BCR is greater than 1, it means that the project is acceptable because it is expected to generate a positive net present value. If the BCR is less than 1, it means that the project is not acceptable.

$$BCR = \sum_{r=0}^{r=R} \frac{CF_r}{(1+i)^r} \quad (\text{Equation 3}).$$

The cash-flow is determined as the revenue (R) divided by capital costs (C) minus recurrent costs (T) (Equation 4):

$$CF = R - (C + T). \quad (\text{Equation 4})$$

3) Internal rate of return (IRR)

The internal rate of return (IRR) compares the amounts of benefit and cost. IRR is the value of the discount rate at which the present value of expected investment returns equaled the present value of investment expenditure. It is interested in the income expected from the investment plan. This breakthrough discount rate makes the value of cash outflows equal to the value of cash inflows. It is calculated using Equation 5, where: time (r), cash flow (CF), internal rate of return (IRR), net present value (NPV) (Svatova *et al.*, 2015);

$$NPV = \sum_{r=0}^{r=R} \frac{CF_r}{(1+i)^r} \quad (\text{Equation 5}).$$

IRR estimation relied on the same formula as NPV equation. There are 3 criteria for IRR analysis:

IRR > discount rate, meaning that the project is feasible to run

IRR = discount rate, meaning that the benefit is equal to the cost

IRR < discount rate, meaning that the project is not feasible to run.

4) Payback Period

It is the time at revenue for recouping the initial amount invested in a project or investment. The benefit of oil palm products having rapid payback was presented with a comparison of normal and over-year seedlings

with 7 commercial oil palm cultivars. The formula for the payback period relied on the initial investment and annual cash flow. The annual cashflow was the difference between benefit and cost for each period. However, the payback period does not include the time value of money in the estimation.

Nonetheless, the limitation of project analysis on oil palm investment is necessary to predict given its assumption that, for 20 years of project life, the discounted rate as the loan interest rate is 7%, and the project started the first year as an investment cost with the land preparation, plantation cost, seeding cost, and infrastructure cost. In the 2nd–20th following year, mostly maintenance costs are labor costs, farm input costs, etc., whereas the return or benefit on oil palm production can be collected since yield cultivation in the 6–20th following year.

Data collection

Data were collected during the 5 years of oil palm transplanting in the field. Data related to quantities and costs of all inputs and outputs of the establishment, maintenance, production, harvesting, and sales. The further estimated amounts of inputs and outputs were estimated from the yield of the good oil palm cultivar with an appropriate planting, which generated a yield potential prediction equation to forecast the cost and revenue calculation since the 6th–20th years. A spreadsheet model, developed in the Microsoft Excel 365 version, was found to be an appropriate method of summarizing the data, and therefore it was necessary to specify basic criteria: The computation unit was one rai of plantation, the main time scale was one year, and recognize the impact of discounting the time value of money.

The area of the experiment was 288 rai. The typical life cycle of the oil palm production chain was supposed in 20 years. The costs of field replanting and seedling costs were summarized only in the 1st year. The main costs in each operation related to labor, machinery, and input materials. Labor costs were expressed in person-quantity of harvest and person-month. The wage of harvesting labor was 600 baht per ton, or 0.6 baht per kg of fresh fruit bunches harvested, and the labor cost of the manager position was 15,000 baht per month. The value of indicators in the financial analysis was compared to the effects of the different costs and selling prices of fresh fruit bunches. The price of a fresh fruit bunch varied with factors such as product availability and market demand. The market price for selling the FFB used in this study was 3–4 baht per kg when it was used to conduct this study in 2013–2017.

RESULTS AND DISCUSSION

The study focused on the financial analysis of a 20-year project of oil palm production with 7 different cultivars. At the experiment field, the yield data were collected for each cultivar starting in the 3rd–5th year, then forecasted for the 6th–20th as a modeling assumption. First, the information on experimental oil palm seedling prices, both normal and over-year seedling, is shown in (Table 1) as an investment cost that differed based on their cultivars. The comparison between normal and over-year seedling indicated the over-year seeding for all cultivars was higher than normal seeding, and the Deli x Compact-F cultivar had the highest price.

Table 1 Investment cost of experimental oil palm seedling

Cultivars	Prices ¹ (baht per unit)	
	Normal seedling	Over-year seedling
Deli x Compact-F	111.37	123.37
Deli x AVROS-F	66	78.00
Deli x LaMe-F	64.17	76.17
Deli x AVROS-T	76.62	88.62
Deli x Yangambi-T	66.72	78.72
Deli x LaMe-T	77.67	89.67
Deli x Tanzania-T	72.9	84.90

Note: ¹average price for investment cost

The data shown in (Table 2), is the term of benefit, which was the value of the harvested yield and its selling price. The production data started in the 3rd to 20th years due to it could not be harvested since the 1st and 2nd years. However, the project assumption given with their yield would increase in early year to 8th and 9th year having the highest yield, but slightly drop for the later year (10th-20th year). Comparing the yield of normal and over-year seedling, most normal seedling cultivars offered a yield greater than over-year seedling, except the Deli x AVROS-T cultivar. Additionally, Deli x Tanzania-T and Deli x Yangambi-T cultivars had high values over 20,000 baht per rai, whereas the lowest value was Deli x LaMe-F cultivar (14,592 and 13,079 baht per rai in normal and over-year seedling, respectively). The benefit and cost data shown in (Table 3) as the cash flow on a 20-year project pointed out that the 1st-5th year data collected from experimental fields then estimated the data in the 6th-20th year with the same amount of the 5th year as the assumption on experimental oil palm production that fixed the average cost of land preparation, investment cost, labor cost, input

cost and maintenance cost but differed for seedling cost (Table 1) and selling value correlated with their harvesting yield in each cultivar (Table 2). Estimated at the 7% discounted rate on the financial analysis model, the results indicated all oil palm production with normal and over year seedling of the 7 cultivars were profitable in every financial indicator: NPV, BCR, IRR, and also had a good return on pay-back period.

Considering the financial indicator: net present value (NPV), the difference between the total present value of net cash flows, it showed a positive value in every oil palm plantation in the 20-year project, where the normal seedling had a positive NPV value and tended to be higher than the over-year seedling in the majority of cultivars. The highest NPV value was the Deli x Tanzania-T combination at 62,706 and 44,542 baht and the minimum value was the Deli x LaMe-F combination at 23,503 and 14,864 baht. Furthermore, BCR was the ratio between the net present value of cash flow, and the result confirmed the acceptable projects for most of the oil palm experiments with BCR values greater than 1. The Deli x Tanzania-T

cultivar had the maximum values of normal and over-year seedling of 1.70 and 1.52, whereas the Deli x LaMe-F cultivar had the lowest values of normal and over-year seedling of 1.29 and 1.18, respectively. Furthermore, the internal rate of return (IRR) was an annual rate of return calculated as a discount rate at the net present value (NPV) of the investment, which was zero or referred to as the discount rate at 7%. From the analyzed results, it was found that normal palm oil seedling had an IRR value higher than over-year seedling in most oil palm cultivars, the Deli x Tanzania-T palm had the highest IRR value at 27.61% and 22.49% in normal and over-year seedling, respectively; nevertheless, the Deli x LaMe-F species had the lowest value at 16.60% and 13.60%, respectively. On the payback period (PB) indicator, the finding suggested that the oil palm project on the experimental field was worthy of investment because normal seedling could return quicker than over-year seedling for most cultivars. The Deli x Tanzania-T cultivar had the best PB values for normal and over-year seedling at 0.83 and 1.11, respectively. Alternatively, the Deli x AVROS-T cultivar figured out the opposite result with the normal seedling was worse than the over-year seedling in every indicator. See the similarly related study of Suthijit *et al.* (2020), who analyzed the financial analysis of smallholder oil palm

production in unsuitable areas of Surat Thani Province, Thailand, over 25 years and applied a 7% discount rate. A positive NPV of 71,215.17 baht, an IRR of 38.72 % and a BCR of 2.25. pointed out that the oil palm cultivation in unsuitable areas was a worthwhile investment or profitable in all indicators. Likewise, Anuraksakornkul *et al.* (2016) studied on financial investment in medium to large-scale oil palm plantations in Chon Buri province in 2013 over a period of 25 years with 15 farm sizes. The financial indicators (NPV, IRR and BCR) with the discount rate (loan interest rate) of 4%, showed that the investment in oil palm was profitable as the NPV was 74,547.78 baht per rai, the BCR was 3.52, and the IRR was 29.67%, in the non-suitable areas. Moreover, the study of Svatonova *et al.* (2015) on the financial profitability and sensitivity analysis of palm oil plantations in Indonesia figured that the oil palm investment in 8,000 ha for 25 years with the default discount rate (10%) was very profitable with a NPV of USD 10,670, a ROI of 73.50%, an IRR of 14.83%, and a payback period of 6.75 years. Additionally, Nwawe *et al.* (2015) researched the economic assessment of oil palm projects in Nigeria, and the results confirmed that the NPV was positive, the IRR was 33%, and the BCR was 1.06 at a 32% interest rate.

Table 2 The selling value of experimental oil palm harvested yield for 20 years project

Crosses	Seedling type	Year (baht per rai)																				
		1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th	11 th	12 th	13 th	14 th	15 th	16 th	17 th	18 th	19 th	20 th	
Deli x Compact-F	Normal	0	0	1,489	6,750	11,513	15,282	15,882	16,291	16,291	16,091	16,091	15,962	15,682	15,682	15,682	15,482	15,282	15,081	14,881	14,881	14,881
	Over-year	0	0	1,725	6,419	9,545	11,003	13,167	13,506	13,506	13,340	13,340	13,234	13,001	13,001	13,001	12,835	12,669	12,503	12,337	12,337	12,337
Deli x AVROS-F	Normal	0	0	2,800	6,923	12,829	17,028	17,698	18,153	18,153	17,930	17,930	17,787	17,474	17,474	17,474	17,251	17,028	16,805	16,582	16,582	16,582
	Over-year	0	0	1,716	6,492	11,131	14,775	15,355	15,750	15,750	15,557	15,557	15,433	15,162	15,162	15,162	14,968	14,775	14,581	14,387	14,387	14,387
Deli x LaMe-F	Normal	0	0	2,136	6,150	10,312	13,688	14,226	14,592	14,592	14,412	14,412	14,297	14,046	14,046	14,046	13,867	13,688	13,508	13,329	13,329	13,329
	Over-year	0	0	1,187	7,596	9,243	12,269	12,751	13,079	13,079	12,919	12,919	12,816	12,591	12,591	12,591	12,430	12,269	12,108	11,948	11,948	11,948
Deli x AVROS-T	Normal	0	0	3,367	8,276	11,556	15,339	15,942	16,352	16,352	16,151	16,151	16,023	15,741	15,741	15,741	15,540	15,339	15,138	14,937	14,937	14,937
	Over-year	0	0	2,589	8,272	12,106	16,069	16,701	17,130	17,130	16,920	16,920	16,785	16,490	16,490	16,490	16,279	16,069	15,858	15,648	15,648	15,648
Deli x Yangambi-T	Normal	0	0	2,699	9,067	14,528	19,283	20,041	20,557	20,557	20,304	20,304	20,143	19,789	19,789	19,789	19,536	19,283	19,031	18,778	18,778	18,778
	Over-year	0	0	2,799	9,166	12,434	16,505	17,153	17,595	17,595	17,378	17,378	17,240	16,937	16,937	16,937	16,721	16,505	16,288	16,072	16,072	16,072
Deli x LaMe-T	Normal	0	0	2,868	8,727	11,708	15,541	16,152	16,567	16,567	16,363	16,363	16,233	15,948	15,948	15,948	15,744	15,541	15,337	15,133	15,133	15,133
	Over-year	0	0	2,018	7,081	10,257	13,615	14,150	14,514	14,514	14,335	14,335	14,221	13,971	13,971	13,971	13,793	13,615	13,436	13,258	13,258	13,258
Deli x Tanzania-T	Normal	0	0	3,298	10,389	14,723	19,542	20,310	20,833	20,833	20,577	20,577	20,413	20,054	20,054	20,054	19,798	19,542	19,286	19,030	19,030	19,030
	Over-year	0	0	2,434	7,636	12,809	17,002	17,670	18,124	18,124	17,901	17,901	17,759	17,447	17,447	17,447	17,224	17,002	16,779	16,556	16,556	16,556

Note: estimated the data: oil palm planted at 22 trees per rai would produce an annual yield of 500-3,000 kg/rai in the 3rd-5th year and estimated of 3,000-4,000 kg/rai in 6th-13th year and then declining in 14th-20th year. The market price for selling FFB was 3-4 baht/kg conducted in 2013-2017.

Table 3 Cash flow on experimental oil palm production for 20 years project

Cost-Benefit	Items	Year					
		1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	6 th – 20 th ¹
Cost	Land preparation	4,500	153	76	0	311	0
	Investment cost (machine/instrument)	611	583	577	588	588	588
	Seedling cost ²	See table 1					
	Labor cost (wages)	3,370	3,370	3,370	3,370	3,370	3,370
	Input cost (chemical)	690	1,033	1,745	1,134	1,736	1,736
	Maintenance cost (utility support)	83	83	83	83	83	83
Benefit	Selling Values ³ (yield)	See table 2					

Note: ¹ estimated the value data in 6th – 20th year with the same amount as the assumption on experimental oil palm production that fix the average cost of land preparation, investment cost, labor cost, input cost and maintenance cost,

² seedling cost (table 1)

³ selling values up to their harvesting yield (table 2).

Table 4 Financial analysis index of the experimental oil palm (cultivar and seedling type) for 20 years

Crosses	Financial analysis 20 years Index							
	Net Present Value: NPV (> 0 Baht)		Internal Rate of Return: IRR (>7%)		Benefit Cost Ratio: BCR (>1)		Pay-back Period	
	Normal seedling	Over-year seedling	Normal seedling	Over-year seedling	Normal seedling	Over-year seedling	Normal seedling	Over-year seedling
Deli x Compact-F	30,411	14,962	17.93	13.16	1.37	1.18	1.54	2.42
Deli x AVROS-F	44,926	29,836	22.84	18.35	1.53	1.36	1.05	1.45
Deli x LaMe-F	23,503	14,864	16.60	13.6	1.29	1.18	1.66	2.23
Deli x AVROS-T	35,600	39,260	20.69	21.28	1.42	1.46	1.3	1.24
Deli x Yangambi-T	60,005	40,229	26.67	21.7	1.68	1.47	0.84	1.18
Deli x LaMe-T	36,748	24,976	20.94	17.23	1.44	1.3	1.28	1.73
Deli x Tanzania-T	62,706	44,542	27.61	22.49	1.7	1.52	0.83	1.11

Note: estimated the discounted rate at 7%

CONCLUSIONS

In summary, this study proposed that the long-term investment performance of oil palm cultivation based on NPV, IRR, BCR and Payback Period were common indicators. The recommended finding was that normal seedling was the better choice than over-year seedling for plantation investment and the best

choice was the Deli x Tanzania-T cultivar with the highest profit value and shortest return time over the others. For suggestions, the farmers or smallholders had a variety of hybrids for usage, while they had limited knowledge of the aspects of compatibility between the investment performance of each seedling type and hybrid. The conclusion and the finding also helped

sustain farming practices. Further research should be expanded to include an investment model for forecasting investment performance on oil palm, which will aid farmers in making investment decisions based on indicators.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by The Thailand Research Fund (TRF) and the Agricultural Research Development Agency for financial support. Von Bundit Co., Ltd. for supporting an experimental field and operating costs in this experimental field.

REFERENCES

- Anuraksakornkul, P., N. Pleerak, K. Aiemsawad and P. Yongsiri. 2016. Analysis of the financial in oil palm planting investments in Chon Buri province. *MFU Connexion: Journal of Humanities and Social Sciences*. 5(2): 108-145.
- Beaton, J.D., M. Hasegawa and J.C.W. Keng. 1990. Some aspects of plant nutrition /soil fertility management to consider in maximum yield research, pp. 131-152. *In Proceedings of symposium on Maximum Yield Research: a satellite symposium of the 14th International Congress of Soil Science, held at Kyoto, Japan.*
- Brent, R. 1998. *Cost-benefit Analysis for Developing countries*. Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, Glos, United Kingdom.
- Choengthong, S., S. Choengthong, N. Aungyureekul and S. Soraj. 2020. Financial assessment of smallholder oil palm production in unsuitable areas of Surat Thani province, Thailand. *International Journal of Business and Society*. 21(3): 1296-1309.
- Corley, R.H.V. and P.B Tinker. 2003. *The Oil Palm*. 4th ed. Blackwell Science, Oxford, United Kingdom.
- Gittinger, J.P. 1986. *Economic analysis of agricultural projects*. Translation of: *Economic analysis of agriculture*. Sutomo S and K. Mangiri UI Press, Jakarta. Indonesia.
- Nwawe, N.C., B.O. Erumwenbibi, S.N. Utulu and M.B. Dada. 2015. Economic assessment of oil palm projects in Nigeria. *Journal of Agriculture Forestry and the Social Sciences*. 11(2):16-25.
- Rival, A. and P. Levang. 2014. *Palms of Controversies: Oil palm and development Challenges*, CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Sugden, R. and A. Williams. 1978. *The Principles of practical cost-benefit Analysis*. First edition. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Svatonova, T., D. Herak and A. Kabutey. 2015. Financial profitability and sensitivity analysis of palm oil plantation in Indonesia. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 63(4): 1365-1373.
- Tabatabaei, S.A., V. Rafiee and E. Shakeri. 2012. Comparison of morphological, physiological and yield of local and improved cultivars of cotton in Yazd province. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 3(5): 164-167.

ผลของการลดความชื้นแบบยิ่งยวดและความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศต่อคุณภาพ
เมล็ดพันธุ์พริกหลังการเก็บรักษา

Effects of Ultra-drying and Storage Oxygen Concentrations on Hot-chili Seed Quality
after Storage

อนุรัชนี ยนปลัดยศ¹ สุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล¹ เกียรติสุดา เหลืองวิลัย¹ เสริมศิริ จันทร์เปรม¹
และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ^{1*}

Anuratchanee Yonpaladyot¹, Surapong Dumrongkittikul¹, Kietsuda Luengwilai¹,
Sermisiri Chanprame¹ and Thammasak Thongket^{1*}

Received: July 19, 2023

Revised: July 25, 2023

Accepted: July 26, 2023

Abstract: The objective of this research was to explore an energy-saving method to store hot-chili seed without using a cold storage room by using ultra-dry seed moisture and low-O₂ storage atmosphere. The 4 x 2 factorial in a completely randomized design with 4 replications was used. Factor A consisted of 4 seed moisture content (SMC) levels namely, 2, 4, 6 and 8% and factor B consisted of 2 storage oxygen concentrations namely, 10 and 21%. Hot-chili seeds cv. TVRC 365 from the Tropical Vegetable Research Center, Kasetsart University with initial germination percentage of 96.5% and seed moisture of 8% fresh weight basis (FWB) were subjected to ultra-drying by using saturated salt solutions to lower seed moisture to desirable levels prior to placing inside air-tight jars filled with air containing 10% and 21% O₂ and stored in a cooler cabinet controlled temperature at 25 °C for 10 months. The results revealed that after 10 months in storage, the highest laboratory germination, greenhouse germination, and germination after a controlled deterioration test, superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) enzyme activities and lowest membrane electrolyte leakage, malondialdehyde and hydrogen peroxide contents was found in the hot-chili seed with 2% SMC stored under 21% O₂ atmosphere while under 10% O₂ atmosphere, it was found in hot-chili seed with 4% SMC. These results suggest an economic potential to store hot-chili seed at ambient temperature of 25 °C.

Keywords: storability, vigor, lipid peroxidation, membrane degradation

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกที่ประหยัดพลังงาน โดยอาศัยการลดความชื้นแบบยิ่งยวดและความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศที่ต่ำ วางแผนการทดลองแบบ 4 x 2 factorial in completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัย A คือ ความชื้นเมล็ดพันธุ์ 4 ระดับ (8, 6, 4, และ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด) และปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นออกซิเจนในอากาศ 2 ระดับ (10 เปอร์เซ็นต์ และ 21 เปอร์เซ็นต์) นำเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC 365 จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

*Corresponding author: thammasak.t@ku.th

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีเปอร์เซ็นต์ความออกที่ 96.5 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ มาลดความชื้นแบบที่ยังยวดให้เหลือ 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยการป่นในสสารละลายเกลืออิ่มตัว ก่อนนำไปใส่ในโหลแก้วที่มีก๊าซออกซิเจนที่ระดับ 10 และ 21 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในตู้ทำความเย็นตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าหลังจากเก็บรักษานาน 10 เดือน เปอร์เซ็นต์ความออกในห้องปฏิบัติการ ในโรงเรือน และหลัง CD test กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase และ catalase ที่มีค่าสูงที่สุด และปริมาณการรั่วไหลของผนังเซลล์ สาร malondialdehyde และ hydrogen peroxide ที่มีค่าต่ำที่สุด พบในเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 2 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 4 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาเสนอศักยภาพในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกแบบประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: อายุเก็บรักษา, ความแข็งแรง, ลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน, การเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์

คำนำ

พริกเป็นพืชผักที่มีผู้บริโภคชาวไทยและในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลกนิยมบริโภค จึงทำให้ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกชนิดต่างๆ รวมกันมากกว่าพืชผักชนิดอื่น จากสถิติการเพาะปลูกในหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกประมาณ 250,000–300,000 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ดังนั้น ในแต่ละปีประเทศไทยจึงมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์พริกคุณภาพดี ปีละ 30–50 ตัน (คิดจากอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ 0.2–0.25 กิโลกรัมต่อไร่) พริกยังเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของโลก จึงมีการปลูกพริกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ และปลูกได้ตลอดทั้งปี (สุชีลา, 2548) ประเทศไทยมีการปลูกพริกทั้งเพื่อเป็นผลผลิตสำหรับการบริโภคสดและแปรรูป และเพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งถือเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์พริกถึง 95.1 ตัน มูลค่า 930.6 ล้านบาท ก่อนที่ในปี พ.ศ. 2564 จะลดเหลือ 47.1 ตัน มูลค่า 674.3 ล้านบาท จากปัญหาเศรษฐกิจถดถอย แต่ยังมีมูลค่าเป็นลำดับ 3 รองจากมะเขือเทศ และข้าวโพดหวาน (กรมวิชาการเกษตร, 2566)

โดยทั่วไป ในการผลิตเมล็ดพันธุ์พริกต้องมีการวางแผนการผลิตล่วงหน้า 1–2 ปี ทำให้หลังจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์จากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์แล้ว

เมล็ดพันธุ์พริกจะต้องถูกเก็บรักษาไว้อย่างน้อย 1 ปี ก่อนจะถูกนำไปจำหน่าย เนื่องจากเมล็ดพันธุ์พริกมีไขมันเป็นองค์ประกอบทางเคมีในระดับสูง โดยที่เมล็ดพันธุ์พริก 100 กรัม น้ำหนักสด มีปริมาณกรดไขมันอยู่ถึง 23.65 กรัม (Zou *et al.*, 2015) จึงทำให้เมล็ดพันธุ์พริกมีอายุการเก็บรักษาไม่นานเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่นที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบน้อยกว่า (วันชัย, 2538) Harrington (1972) ได้กล่าวว่าอุณหภูมิต่ำช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ โดยการลดอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ลงทุก 5 องศาเซลเซียส จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้อีก 1 เท่าตัว ดังนั้นในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกไว้ก่อนถึงเวลาจำหน่าย บริษัทเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่จึงเก็บเมล็ดพันธุ์ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ 10 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 40–50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเก็บเมล็ดพันธุ์เป็นเวลานานปานกลาง (medium-term storage) นานประมาณ 9–18 เดือน (McCormack, 2004) ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานงานไฟฟ้าที่สูงในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกไว้ก่อนถึงเวลาจำหน่าย ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์พริกสูงตามไปด้วยและสุดท้ายเกษตรกรผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์พริกต้องเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายนี้ ดังนั้น หากสามารถหาวิธี

วิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริก ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ อุณหภูมิต่ำแต่ยังคงชะลอการเสื่อมและรักษาคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ไว้ได้ ก็จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายด้าน พลังงานให้กับบริษัท ส่งผลให้ราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ พริกที่เกษตรกรต้องจ่ายลดลงได้

ความชื้นในเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญ ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ ที่มีความชื้นสูงจะมีอัตราการหายใจ และการเผา ผลาญอาหารสะสมที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ชนิดเดียวกัน ที่มีความชื้นที่ต่ำกว่า ส่งผลให้มีการเสื่อมคุณภาพ และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า (วันชัย, 2538) Harrington (1972) รายงานว่าการลดความชื้น เมล็ดพันธุ์ลงทุก 1% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ได้ 1 เท่าตัว ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการ ยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้นานขึ้น โดยการ ลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำแบบยิ่งยวด (ultra-drying) หรือต่ำกว่า 5% w/w ขึ้นกับชนิดของ เมล็ดพันธุ์ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ลงได้โดยไม่กระทบต่อความมีชีวิตของ เมล็ดพันธุ์ (Du *et al.*, 2019) เช่นการทดลองของ Vijay *et al.* (2015) ซึ่งได้ทำการลดความชื้นในเมล็ด ข้าวฟ่างให้ต่ำกว่า 5% ด้วยซิลิกาเจล กรดซัลฟูริก เข้มข้น สารละลายเกลืออิ่มตัวของสาร lithium chloride (EMC=12-13% RH) และ seed dryer (RH=15%) พบว่า การใช้สารละลายเกลือลดความชื้น ในเมล็ดมีผลทำให้เมล็ดข้าวฟ่างมีดัชนีความงอก สูงที่สุด และมีการร่วงไหลของเยื่อหุ้มเซลล์น้อยที่สุด ภายหลังจากการเก็บรักษาเมล็ดเป็นระยะเวลา 6 เดือน อย่างไรก็ตาม Li *et al.* (2010) รายงานว่า หากลด ความชื้นในเมล็ดพันธุ์จนต่ำเกินไป อาจกระตุ้นให้เกิด ปฏิกิริยา ออกซิเดชัน (oxidation) ในเมล็ดพันธุ์นั้นที่ รุนแรงขึ้น เพราะเมื่อภายในเมล็ดมีความชื้นต่ำมาก ทำให้ส่วนต่างๆ ภายในเมล็ดสัมผัสกับออกซิเจน ได้มากขึ้น มีผลให้กระบวนการเสื่อมคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์เกิดในอัตราที่เร็วขึ้น Groot *et al.* (2012) รายงานว่า การเก็บเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่มีออกซิเจน สูงกว่าปกติเร่งให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เร็วขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันภายในเมล็ดที่เกิด

รุนแรงมากขึ้น ในทางกลับกัน หากลดความเข้มข้น ของออกซิเจนในบรรยากาศที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ให้ต่ำกว่าระดับปกติ น่าจะช่วยลดอัตราการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันและช่วยยืดอายุการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ได้นานขึ้น ดังนั้นปริมาณออกซิเจนใน บรรยากาศที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์

Kittiwatchana *et al.* (2021) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ superoxide dismutase (SOD) และ catalase (CAT) และปริมาณสาร hydrogen peroxide (H_2O_2) ใน เมล็ดพันธุ์พริกมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมของเมล็ด พันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้น การประเมิน เปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของต้นกล้า รวมทั้งการทดสอบยืนยันด้วยการตรวจสอบสารที่เกี่ยวข้อง กับปฏิกิริยาออกซิเดชันและกิจกรรมเอนไซม์ต้าน อนุมูลอิสระจึงสามารถชี้วัดระดับการเสื่อมคุณภาพ ของเมล็ดพันธุ์พริกในระหว่างการเก็บรักษาได้

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา อิทธิพลของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกให้ต่ำ แบบยิ่งยวดและอิทธิพลของความเข้มข้นออกซิเจน ในบรรยากาศเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริก และศึกษาปริมาณสารและกิจกรรมเอนไซม์เกี่ยวข้อง กับการต้านอนุมูลอิสระภายในเมล็ดพันธุ์พริกที่มี ความชื้นต่ำยิ่งยวด และเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศ ที่มีออกซิเจนต่ำ องค์ความรู้ที่ได้จากการทดลอง ครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาเทคโนโลยีการยืดการ เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกในสภาพอุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียสซึ่งประหยัดพลังงานไฟฟ้า

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 4 x 2 factorial in completely randomized design, จำนวน 4 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ ระดับความชื้นใน เมล็ดพันธุ์พริก 4 ระดับ ได้แก่ 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของก๊าซ ออกซิเจนในบรรยากาศ 2 ระดับ ได้แก่ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 21 เปอร์เซ็นต์ (ปกติ) ทำการทดลอง ณ ห้อง ปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และห้องปฏิบัติการ

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566

นำเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC 365 จากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 96.5 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสด มาลดความชื้นแบบยิ่งยวดให้เหลือ 8 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ลด), 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สารละลายเกลืออิมิตัว 4 ชนิด ได้แก่ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (potassium carbonate, K_2CO_3) โพแทสเซียมฟลูออไรด์ (potassium fluoride, KF) โพแทสเซียมอะซิเตท (potassium acetate, CH_3CO_2K) และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, NaOH) ตามลำดับ (Greenspan, 1977) จากนั้น นำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวบรรจุในหลอดพลาสติกเจาะรูให้อากาศถ่ายเทแล้วนำไปบรรจุในโหลแก้วตัดแปลงฝาปิดให้มีช่องเติมก๊าซ ภายในบรรจุสารละลายเกลืออิมิตัวดังกล่าวเพื่อรักษาความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกแต่ละระดับให้คงที่ ก่อนเก็บรักษาเดิมอากาศที่ตัดแปลงให้มีความเข้มข้นออกซิเจนเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ (ระดับต่ำ) และ 21 เปอร์เซ็นต์ (ระดับปกติ) จากนั้น นำภาชนะทั้งหมดไปเก็บรักษาในตู้แช่ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน ก่อนเริ่มเก็บรักษาและทุก 2 เดือนหลังการเก็บรักษา สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์พริกจากโหลแก้วจำนวน 10 กรัมต่อซ้ำ มาทดสอบคุณภาพดังต่อไปนี้ ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2019) ความงอกในห้องปฏิบัติการ (ISTA, 2019) ความงอกหลัง controlled deterioration (CD) test (Powell, 1995), ปริมาณการรั่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ (electrolyte leakage) (ISTA, 2019) ทดสอบปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ malondialdehyde (MDA) (Matkovich *et al.*, 1989) และ hydrogen peroxide (H_2O_2) (Veliko *et al.*, 2000) และทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของเอนไซม์ superoxide

dismutase (SOD) (Ukeda *et al.*, 1997) และ catalase (CAT) (Bailey and Kranner, 2011) นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) แยกความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริก ระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC ที่ถูกลดความชื้นแบบยิ่งยวดมีความชื้นเริ่มต้น 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บรักษาในโหลแก้วที่มีความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศ 10 เปอร์เซ็นต์และ 21 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 10 เดือนพบว่า ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 8.1-8.4 เปอร์เซ็นต์, 6.1-6.4 เปอร์เซ็นต์, 3.9-4.2 เปอร์เซ็นต์และ 1.9-2.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเมล็ดพันธุ์ของกรรมวิธีที่มีความชื้นเริ่มต้นอยู่ที่ 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะอิทธิพลของสารละลายเกลืออิมิตัวทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ โพแทสเซียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมฟลูออไรด์ โพแทสเซียม อะซิเตท และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่บรรจุไว้ในขวดโหลสามารถสร้างความชื้นสัมพัทธ์อากาศในโหลแก้วให้อยู่ที่ 45 30, 22.5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกมีความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content) อยู่ในระดับใกล้เคียง 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสด ตามลำดับ (Greenspan, 1977)

2. เปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรง

ผลการทดลองพบว่าระดับความชื้นเมล็ดพันธุ์ต่ำยิ่งยวดและความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC 365 อย่างมีนัยสำคัญ และมีอิทธิพลร่วมกัน (interaction) กล่าวคืออิทธิพลของระดับความชื้นต่ำยิ่งยวดที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์นั้นขึ้นกับระดับออกซิเจนในบรรยากาศที่เก็บรักษา

เมื่อเก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกในห้องปฏิบัติการ และในโรงเรือนของเมล็ดพันธุ์พริก TVRC 365 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความชื้นในเมล็ด ยิ่งความชื้นในเมล็ดมีค่าสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์ความงอกยิ่งลดลงมากขึ้น ในขณะที่เมื่อเก็บรักษาที่บรรยากาศออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความงอกในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะช่วงความชื้นเมล็ดพันธุ์ระดับสูงระหว่าง 4–8 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในช่วงความชื้นระหว่าง 2–4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบ

กับเปอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มต้นที่ 96.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่มีความชื้น 2–4 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนลดลงน้อยที่สุด ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นในเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกทั้งสองแบบลดลงมากที่สุด (Table 1) สอดคล้องกับ rules of thumb ของ Harrington (1972) ซึ่งอธิบายบทบาทของความชื้นในเมล็ดต่ออายุการเก็บรักษาว่าทุกๆ ความชื้นในเมล็ดที่ลดลง 1 เปอร์เซ็นต์ ช่วยยืดอายุเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้อีก 1 เท่าตัว

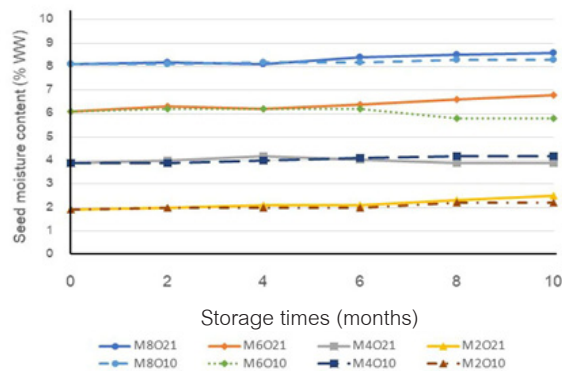


Figure 1 The changes of seed moisture contents (SMC) of hot-chili seeds cv. TVRC 365 with ultra-low seed moisture stored in air-tight jars filled with 10% and 21% O₂ atmosphere for 10 months (M8O21= 8%SMC; 21% O₂; M6O21= 6%SMC, 21% O₂; M4O21= 4%SMC, 21% O₂; M2O21= 2%SMC, 21% O₂; M8O10= 8%SMC, 10% O₂; M6O10= 6%SMC, 10% O₂; M4O10= 4%SMC, 10% O₂; M2O10= 2%SMC, 10% O₂),

ผลการทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธี CD test พบอิทธิพลของความชื้นในเมล็ดและออกซิเจนในบรรยากาศต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกหลัง CD test ในทำนองเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าหากเก็บเมล็ดพันธุ์พริกในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 21% ควรลดความชื้นให้ต่ำถึง 2 เปอร์เซ็นต์ แต่หากเก็บในบรรยากาศออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความชื้นให้ต่ำเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอต่อการ

รักษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC 365 Basak *et al.* (2006) รายงานว่า CD test สามารถใช้ประเมินอายุเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ผลที่ได้จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการลดความชื้นให้ต่ำยิ่งยวดร่วมกับการเก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจนต่ำดังกล่าวข้างต้น น่าจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกได้ในสภาพเก็บรักษา อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Table 1 Laboratory germination, greenhouse germination and germination after CD test of hot-chili seeds cv. TVRC 365 with ultra-low moisture contents (8%, 6%, 4% and 2%), stored under 10% and 21% O₂ atmosphere at 25°C for 10 months

No.	Treatment factors		Laboratory germination (%)	Greenhouse germination (%)	Germination after CD test (%)
	Factor A Seed moistures (%)	Factor B O ₂ concentrations (%)			
1	2	21	93 ab ¹	89 ab ¹	90 a ¹
2	4		91 b	84 c	86 b
3	6		85 c	82 c	79 c
4	8		78 d	75 d	74 d
5	2	10	94 a	91 a	92 a
6	4		93 ab	90 a	91 a
7	6		91 b	87 b	90 a
8	8		87 c	84 c	84 b
	p-value		<0.001	<0.001	<0.001
	CV (%)		1.75	1.85	1.75

** highly significant difference, ¹means within a column followed by common letters are not significantly different by DMRT at p-value < 0.5

3. การร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่แช่เมล็ดพันธุ์สะท้อนการร่วไหลของสารออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ (วันชัย, 2538) ในการทดลองนี้พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกและระดับออกซิเจนในบรรยากาศต่อการเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์ กล่าวคือ ในการเก็บรักษาที่บรรยากาศมีออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกให้ต่ำลงเท่าใด การร่วไหลของสารออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ยิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) แต่ที่บรรยากาศออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ การร่วไหลของสารเกิดขึ้นน้อยที่สุดเมื่อความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกยังไม่ต่ำเกินไป อยู่ระหว่าง 4–6 เปอร์เซ็นต์ หากลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำกว่านี้ปรากฏว่าทำให้การร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์เกิดมากขึ้น ซึ่งน่าจะเกิดจากมีปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มเซลล์ได้มากขึ้นเมื่อเมล็ดพันธุ์มีความชื้นต่ำเกินไป (Li *et al.*, 2010) และเมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของออกซิเจนในบรรยากาศต่อการร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ พบว่า ที่ระดับความชื้นในเมล็ดเดียวกัน

การเก็บรักษาที่ออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ ให้การร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์น้อยกว่าที่ 21 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าหากต้องการเก็บเมล็ดที่ที่บรรยากาศที่มีออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ ควรใช้เมล็ดพันธุ์พริกที่มีความชื้นไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ และหากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่บรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ไม่ควรลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์

4. ปริมาณสารเกี่ยวข้องกับกิจกรรมออกซิเดชัน

Malondialdehyde (MDA) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (lipid peroxidation) จึงนิยมใช้เป็นดัชนีชี้สถานะภาพการเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Reuzeau and Covalie, 1995) ในขณะที่ H₂O₂ เป็นผลผลิตที่เกิดจากปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free radical) (Kittiwatchana *et al.*, 2021) ทั้งสองจึงเป็นดัชนีวัดการเกิดกิจกรรมออกซิเดชันได้ ในการทดลองนี้พบอิทธิพลร่วมกันของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริก และระดับออกซิเจนในบรรยากาศ ต่อปริมาณสารเกี่ยวข้องกับกิจกรรมออกซิเดชัน

กล่าวคือว่าเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริก TVRC 365 ในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำลงมากขึ้นเท่าใด การเกิดสาร MDA จากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเมล็ดยิ่งเกิดขึ้นน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำ (10 เปอร์เซ็นต์) การลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำปานกลางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ มีการสร้าง MDA หรือมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับเยื่อหุ้มเซลล์น้อยกว่าการลดความชื้นในเมล็ดให้ต่ำถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน่าจะเป็นเพราะเมื่อภายในเมล็ดมีความชื้นต่ำมากเกินไป ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ในเมล็ดได้สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้นจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้มากขึ้น (Li *et al.*, 2010) และผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการศึกษารวบรวมของเยื่อหุ้มเซลล์ข้างต้น ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณ H_2O_2 ในเมล็ดพันธุ์พริกหลังการเก็บรักษาที่สอดคล้องกับปริมาณ MDA กล่าวคือปริมาณ H_2O_2 ในเมล็ดพันธุ์พริกมีค่าน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกมีค่าต่ำลงในทั้งสองระดับออกซิเจนในบรรยากาศ แสดงให้เห็นว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกยิ่งต่ำลง ยิ่งพบการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยลง จนถึงเมื่อความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกต่ำมากเกินไป ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะกลับมาเกิดรุนแรงขึ้นได้ เช่นที่พบเมื่อความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกลดต่ำลงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาว่าทำไมผลเสียของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่ต่ำเกินไปจึงเกิดขึ้นเฉพาะกับบรรยากาศเก็บรักษาที่มีออกซิเจนระดับต่ำ (10 เปอร์เซ็นต์) เท่านั้น น่าจะเป็นเพราะในบรรยากาศที่มีออกซิเจนสูง (21 เปอร์เซ็นต์) การเกิดออกซิเดชันน่าจะเกิดขึ้นในอัตราที่สูงกว่าบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำกว่า (Groot *et al.*, 2012) เห็นได้

จากที่ระดับความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่เท่ากันในช่วง 8–4 เปอร์เซ็นต์ การเก็บในสภาพบรรยากาศออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์พบปริมาณ MDA สูงกว่าของการเก็บรักษาที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ในบรรยากาศที่มีความชื้น 21 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำลงจึงส่งผลดี (impact) สูงกว่าของบรรยากาศออกซิเจนต่ำที่ 10 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าความชื้นเมล็ดพันธุ์จะต่ำถึง 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วก็ตาม สอดคล้องกับปริมาณการเกิด H_2O_2 ที่ลดอย่างมีนัยสำคัญต่อเนื่องเมื่อความชื้นในเมล็ดลดลงจาก 8 เปอร์เซ็นต์ จนถึง 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

5. กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ

SOD เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระที่เกี่ยวข้องกับทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของเยื่อหุ้มเซลล์ และ CAT เป็นเอนไซม์หลักที่ทำหน้าที่ในการกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โดยเปลี่ยนให้เป็นน้ำ (H_2O) และออกซิเจน (O_2) (Bailey *et al.*, 2008) เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง มีเซลล์ที่แข็งแรง จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT ที่ดี และจะเริ่มลดลงเมื่อเมล็ดพันธุ์เริ่มเสื่อมคุณภาพ ในการทดลองนี้พบอิทธิพลร่วมกันของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกและระดับออกซิเจนในบรรยากาศต่อกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ กล่าวคือเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริก TVRC 365 ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนสูง 21 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกมีค่าต่ำลงมากเท่าใด กิจกรรมของ SOD และ CAT ยิ่งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำ 10 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกต่ำลงเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ ให้กิจกรรมเอนไซม์ SOD สูงที่สุด หากลดความชื้นต่ำลงไปกว่านี้ กิจกรรมของ SOD กลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

Table 2 Electrolyte leakage of hot-chili seeds cv. TVRC 365 with ultra-low moisture contents (8%, 6%, 4% and 2%), stored under 10% and 21% O₂ atmosphere at 25°C for 10 months

No.	Treatment factors		Electrolyte leakage (µs/cm)	Malondialdehyde (nmol ⁻¹ /ml)	H ₂ O ₂ content (nmol/g fw)
	Factor A Seed moistures (%)	Factor B O ₂ concentrations (%)			
1	2	21	6.92 d ¹	9.05 e ¹	0.067 c ¹
2	4		7.19 c	12.34 c	0.064 d
3	6		8.32 b	12.98 b	0.074 b
4	8		9.45 a	17.39 a	0.084 a
5	2	10	7.08 c	10.03 d	0.049 e
6	4		6.77 e	8.05 f	0.046 e
7	6		6.89 de	9.19 e	0.064 cd
8	8		7.17 c	12.03 c	0.073 b
p -value			<0.001	<0.001	<0.001
CV (%)			1.09	2.53	2.97

* *highly significant difference, ¹means within a column followed by common letters are not significantly different by DMRT at p-value < 0.5

Table 3 SOD and CAT activities found in hot-chili seeds cv. TVRC 365 with ultra-low moisture contents (8%, 6%, 4% and 2%), stored under 10% and 21% O₂ atmosphere after 10 months in storage at 25°C

No.	Treatment factors		SOD activity (units/mg protein)	Catalase activity (units/mg protein)
	Factor A Seed moistures (%)	Factor B O ₂ concentrations (%)		
1	2	21	33.08 c	20 b ¹
2	4		32.15 c	17.99 c
3	6		24.45 e	11 d
4	8		18.39 f	6.05 e
5	2	10	35.6 b	21.96 a
6	4		39.54 a	22.01 a
7	6		33.56 c	20.19 b
8	8		29.46 d	18.08 c
p -value			<0.001	<0.001
CV (%)			4.51	4.89

* *highly significant difference, ¹means within a column followed by common letters are not significantly different by DMRT at p-value < 0.5

ในขณะที่กิจกรรมของ CAT มีค่าสูงขึ้นเมื่อความชื้นลดลงจนถึงค่าสูงสุดที่ความชื้นลดลงถึง 4 เปอร์เซ็นต์ และไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าความชื้นจะลดต่ำกว่านี้อีก (Table 3) ผลการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระนี้ สอดคล้องกับการร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ และปริมาณสาร MDA ข้างต้นจึงยืนยันให้เห็นว่าหากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำ (10 เปอร์เซ็นต์) ไม่ควรลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์พริกให้ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ เพราะกลับทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหายมากขึ้น

สรุป

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกแบบยิ่งยวดและความเข้มข้นออกซิเจนในบรรยากาศมีอิทธิพลร่วมกันต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรง การร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ กิจกรรมออกซิเดชัน และกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ TVRC 365 หลังการเก็บรักษานาน 10 เดือนในบรรยากาศที่มีออกซิเจนสูง 21 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำลงเท่าใด ยิ่งช่วยชะลอการสูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ยิ่งช่วยการร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ ลดการเกิดกิจกรรมออกซิเดชัน และชะลอการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ SOD และ CAT ได้มากขึ้น แต่ในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นในเมล็ดแบบยิ่งยวดจนเหลือ 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ลดกิจกรรมออกซิเดชัน และชะลอการลดลงกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระดังกล่าวได้ดีที่สุด หากความชื้นในเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ กลับทำให้เกิดการร่วไหลของเยื่อหุ้มเซลล์ และการเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้น

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าถ้าต้องการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หากเก็บในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ ควรลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้เหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ และหากเก็บในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ ควรลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ไม่ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2566. การส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม (รายชนิด) (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://data.go.th/dataset/exportplantitem> (18 กรกฎาคม 2566).
- วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2538. ศรีวิทยาเมล็ดพันธุ์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 213 หน้า
- สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2548. การพัฒนาพันธุ์พริกชี้หนูหอม. หนังสือพิมพ์และนิตยสารในเครือมติชน.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. การใช้ที่ดินในด้านการเกษตร ปี 2559. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=151 (20 มกราคม 2562).
- Bailey C. and I. Kranner. 2011. Analyses of reactive oxygen species and antioxidants in relation to seed longevity and germination. *Methods in Molecular Biology* 773: 343–367.
- Bailey, C., H. El-Maarouf-Bouteau and F. Corbineau. 2008. From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. *Comptes Rendus Biologies* 311: 806-814.
- Basak, O., I. Demir, K. Mavi and S. Matthews. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lot. *Seed Science and Technology* 34(3): 701–712.
- Du, j., Y. Wen, E. Yang, J. Duan, X. Liu, L. Zhang, F. Zhao and C. Xiang. 2019. pp.108-113. *In: Advances in ultra-dry seed storage. 2019 International Symposium on Agriculture, Food and Biotechnology.*

- Greenspan L. 1977. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. *Journal of Research of the National Bureau of standards-A Physics and Chemistry* 81: 89-96.
- Groot, S.P.C., A. Surki, R.C. de Vos and J. Kodde. 2012. Seed storage at elevated partial pressure of oxygen, a fast method for analyzing seed ageing under dry conditions. *Annals of Botany* 110: 1149-1159.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. pp.145-245. In Kozlowski, T.T., *Seed Biology* 3:145-245, illus. New York and London.
- ISTA. 2019. *International Rules for Seed Testing Edition 2012*. International Seed Testing Association (ISTA), CH-Switzerland. 163 p.
- Kittiwatchana, W., W. Imsabai, S. Chanprame and T. Thongket. 2021. Effects of drying rates on quality of Thai hot-chili (*Capsicum annuum* L.) seed after priming. *Agriculture and Natural Resource* 55: 863-872.
- Li, Y., J. Qu, W. Zhang, L. An, P. Xu and Y. Li. 2010. Impact of ultra-dry storage on vigor capacity and antioxidant enzyme activities in seed *Ammopiptanthus mangolica*. *Botanical Studies* 51: 465-472.
- McCormack, J.H. 2004. *Seed Processing and Storage: Principles and Practices of Seed Harvesting, Processing and Storage: an Organic Seed Production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S.* Earlysville, VA. 28 p.
- Matkovich, B., O. Gašić, Sz.I. Varga, D. Štajner and M. Kraljević-Balalić. 1989. The antioxidant enzyme activities in wheat seeds and their F1 hybrids. *Cereal Research Communication* 17: 113-119.
- Powell, A. A. 1995. The controlled deterioration test. pp.73-87. *In: Venter, H.A. Van de Seed Vigour Testing Seminar Copenhagen: The International Seed Testing Association.*
- Reuzeau, C. and G. Cavalie. 1995. Activities of free radical processing enzymes in dry sunflower seed. *New Phytologist* 130: 89-66.
- Ukeda, H., S. Maeda, T. Ishii and M. Sawamura. 1997. Spectrophotometric assay for superoxide dismutase based on tetrazolium salt 3'-{1-(phenylamino)-carbonyl}-3,4-tetrazolium}-bis(4-methoxy-6-nitro) benzenesulfonic acid hydrate reduction by xanthine-xanthine oxidase. *Analytical Biochemistry* 251(2): 206-209.
- Veliko, V., I. Yordanov and A.Edreva. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science* 151(1): 59-66.
- Vijay, K.M., S. Pandey, C.D. Pandey and Y. Jeshima. 2015. Impact of drying methods on the seed quality of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *African Journal of Agriculture of Agricultural Research* 10(16): 1898-1903
- Zou, Y. K. Ma and M. Tian. 2015. Chemical composition and nutritive value of hot pepper seed (*Capsicum annuum*) grown in Northeast region of China. *Food Science and Technology* 35(4): 659-663.

การพัฒนาวัสดุปลูกจากการใช้ผลดินเบ็ดน้ำสำหรับการผลิตผักบุงจีน

Development of Growing Media Using *Cebera odollam* Gaerth Fruit for Water Convolvulus Production

ธีรยุทธ คลุ่มชัน^{1*}, พรสวรรค์ แสงใส¹, ภูริพันธ์ ชัยดี¹, นิยม บัวบาน¹ และพันทิพา ลิมสงวน¹
Teerayut Klumchaun^{1*}, Phornsawan Saengsai¹, Puripan Chaidee¹, Niyom Buaban¹ and
Pantipa Limsanguan¹

Received: June 15, 2023

Revised: August 11, 2023

Accepted: August 15, 2023

Abstract: This study aimed to use natural planting material as growing media as a guideline for developing other types of natural planting media and as an alternative for people who want to grow plants using natural planting material. The experimental design was CRD with 5 treatments, Mixed Waste (Mixed Waste consists of *Cerbera odollam* fruit, organic fertilizer and diammonium phosphate) with soil ratio of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 by weight. The water convolvulus was planted for testing. The results of this research showed that plant height, the number of leaves and chlorophyll value of all treatments using Mixed Waste and Mixed Waste with soil were different but higher than those of the soil. In terms of the yield, it was found that using of Mixed Waste gave significantly the highest fresh weight and dry weight compared to the soil which were 24.42 g and 7.88 g, respectively.

Keywords: growing media, *Cerbera odollam* fruit, water convolvulus

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุปลูกเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุปลูกที่หาได้จากธรรมชาติชนิดอื่นๆ และเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกจากธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ วัสดุผสมจากผลดินเบ็ดน้ำที่ประกอบด้วยผลดินเบ็ดน้ำ มูลวัว ปุ๋ยอินทรีย์ และโดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Mixed Waste) ร่วมกับดิน อัตรา 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก ใช้ผักบุงจีนมาปลูกทดสอบ จากผลการทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองที่มีการใช้ Mixed Waste และใช้ Mixed Waste ร่วมกับดินส่งผลให้ผักบุงจีนมีการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ และค่าคลอโรฟิลล์มีความแตกต่างกันแต่สูงกว่าการใช้ดินเพียงอย่างเดียว ในด้านผลผลิต พบว่าการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ดินเพียงอย่างเดียวโดยมีค่าเท่ากับ 24.42 กรัม และ 7.88 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: วัสดุปลูก, ปลูกดินเบ็ดน้ำ, ผักบุงจีน

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

¹ Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand.
Corresponding author: Teerayut_k@rmutt.ac.th

คำนำ

ดินเปิดน้ำ หรือดินเปิดทะเล มีชื่อสามัญ Suicide tree, Pong-pong หรือ Othallanga ชื่อวิทยาศาสตร์: *Cerbera odollam* จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับไม้มะลิ้น มีถิ่นกำเนิดในอินเดียจนถึงทางตอนใต้ของจีน เขตการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ประเทศศรีลังกา มีความสูงของต้นประมาณ 5-15 เมตร ปลูกได้ดีในดินทั่วไป ชอบแสงแดดเต็มวัน เจริญเติบโตได้เร็ว ไม่ต้องการการดูแลมาก มักพบขึ้นตามบริเวณริมน้ำ ตามป่าชายเลน ป่าบึงน้ำจืด และป่าชายหาด การใช้งานส่วนใหญ่ถูกนำมาปลูกเพื่อประดับความสวยงามตามสถานที่ต่างๆ ผลแห้งที่ร่วงจากต้นเป็นของตกค้างจำพวกโมบาย หรือเป็นวัสดุให้พืชยึดเกาะ นอกจากนี้พืชชนิดนี้ยังเป็นสมุนไพรที่ถูกนำมาสกัดเพื่อนำผลมาใช้ในทางการแพทย์ได้ เช่น ผลิตยา หรือสารระงับกลิ่นกาย (Rajeev, 2007) และได้มีการนำลูกดินเปิดน้ำมาใช้ทางด้านการเกษตร โดยทำการสกัดออกมาเป็นสารกำจัดแมลง (Sarah, 2015) ในปัจจุบันผลของดินเปิดน้ำมีการนำมาใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย และผลส่วนใหญ่ถูกปล่อยทิ้งไว้ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ผลแก่บางส่วนเกิดการแตกกรากเป็นต้นอ่อนใหม่ทำให้เสียเวลาและยุ่งยากในการกำจัด ตลอดจนอาจทำลายทัศนียภาพแก่ผู้พบเห็นด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวคิดในการนำผลแห้งของดินเปิดน้ำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการปลูกพืชแบบที่มีพื้นที่จำกัดและใช้ในการปลูกพืชเกษตรแบบในเมือง อีกทั้งผลแห้งของดินเปิดน้ำนั้นยังเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติมีคุณสมบัติที่เบาและอุ้มน้ำคล้ายคลึงกับวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ และอาจยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุธรรมชาติที่ถูกปล่อยทิ้งได้ถูกนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลดินเปิดน้ำจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มาบดละเอียดขนาด 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำผลดินเปิดน้ำที่บดละเอียดแล้วส่งไปวัดคุณสมบัติทางเคมี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.23 ค่าการนำไฟฟ้า 4.67 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณ

อินทรีย์วัตถุ 51.71 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.22 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 1.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากนั้นนำผลดินเปิดน้ำที่บด 7 กิโลกรัมมา ผสมกับวัสดุอื่น ซึ่งประกอบด้วย มูลวัว 1 กิโลกรัม ปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม และโดแอมโมเนียมฟอสเฟต 1 กิโลกรัม ทำการหมักแบบปิดกอง ทำการกลับกองทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน ได้เป็นวัสดุผสมจากผลดินเปิดน้ำที่เรียกว่า "Mixed Waste" มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 4.64 ค่าการนำไฟฟ้า 7.86 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 70.32 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 1.84 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 30.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 4.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากนั้นนำ Mixed Waste มาผสมกับดินซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 8.77 ค่าการนำไฟฟ้า 1.86 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 2.08 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.11 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 2.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ด้วยอัตราส่วนต่างๆ เพื่อทดลองปลูกผักบั้งจีน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 5 ชุด การทดลอง การทดลองชุดละ 3 ซ้ำๆ ละ 3 กระถาง กระถางละ 10 ต้น โดยใช้กระถางขนาด 4 นิ้ว แต่ละกระถางใส่วัสดุปลูกกระถางละ 1 กิโลกรัม ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 Mixed Waste : ดิน อัตรา 100:0 โดยน้ำหนัก

ชุดการทดลองที่ 2 Mixed Waste : ดิน อัตรา 75:25 โดยน้ำหนัก

ชุดการทดลองที่ 3 Mixed Waste : ดิน อัตรา 50:50 โดยน้ำหนัก

ชุดการทดลองที่ 4 Mixed Waste : ดิน อัตรา 25:75 โดยน้ำหนัก

ชุดการทดลองที่ 5 Mixed Waste : ดิน อัตรา 0:100 โดยน้ำหนัก

จากนั้นนำเมล็ดผักบั้งจีนแช่น้ำนาน 12 ชั่วโมง และนำไปหยอดลงไปวัสดุ โดยปลูกกระถางละ 10 ต้น

บันทึกผลการทดลองเมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 2-5 สัปดาห์ ได้แก่ ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นเหนือดินด้วยวิธีรวบใบจนสุดปลายยอด จำนวนใบต่อต้น คลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่อง SPAD meter น้ำหนักสด ทำการตัดต้นชิตดินซึ่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งสองตำแหน่ง บันทึกผลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จ และน้ำหนักแห้ง บันทึกผลเมื่อนำผลผลิตเข้าเครื่องอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

วิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองที่กำหนดและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 21

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลอง พบว่าการใช้ Mixed Waste ร่วมกับดินเป็นวัสดุปลูกทำให้ผักบุ้งจีนมีความสูงมากกว่าการใช้ดินเพียงอย่างเดียว มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 การใช้ Mixed Waste ร่วมกับดิน อัตรา 50:50 โดยน้ำหนัก ทำให้ผักบุ้งจีนมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 19.00, 23.46 และ 26.05 เซนติเมตร (Table 1) ไม่แตกต่างกับการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียว และการใช้

Mixed Waste ร่วมกับดิน อัตรา 25:75 โดยน้ำหนัก ในสัปดาห์ที่ 5 การใช้ Mixed Waste ร่วมกับดิน อัตรา 75:25 โดยน้ำหนัก มีค่าความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 30.65 เซนติเมตร (Table1) ไม่แตกต่างกับการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียว และการใช้ Mixed Waste ร่วมกับดิน อัตรา 50:50 และ อัตรา 25:75 โดยน้ำหนัก ด้านจำนวนใบเฉลี่ย พบว่าการใช้ Mixed Waste เพียงเดียว การใช้ Mixed Waste ร่วมกับดินเป็นวัสดุปลูกทำให้ผักบุ้งจีนมีจำนวนใบในภาพรวมสูงใกล้เคียงกัน แต่การใช้ Mixed Waste ร่วมกับดิน อัตรา 50:50 โดยน้ำหนัก ทำให้ผักบุ้งจีนมีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกสัปดาห์ คือมีค่าเท่ากับ 5.64, 7.73, 8.47 และ 9.09 ใบ (Table 2) ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการใช้ดินเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สำหรับค่าคลอโรฟิลล์ของผักบุ้งจีน พบว่าการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียว ทำให้ผักบุ้งจีนมีค่าคลอโรฟิลล์ในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 สูงที่สุด คือเท่ากับ 36.42, 34.78 และ 33.48 SPAD unit (Table3) และสำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักบุ้งจีน พบว่าการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียวเป็นวัสดุปลูกทำให้ผักบุ้งจีนมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใช้ดินเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 24.42 และ 7.88 กรัม ตามลำดับ (Table 4)

Table 1 The average plant height of water convolvulus at 2, 3, 4 and 5 weeks after transplanting by using Mixed Waste (*Cebera odollam* fruit mixed with manure, organic fertilizer and diammonium phosphate) and soil at various ratio as growing media.

Treatments	Plant height (cm)			
	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5
Mixed Waste	14.51 ^{ab}	19.69 ^a	23.95 ^{ab}	28.87 ^a
Mixed Waste : soil = 75:25 w/w	17.85 ^a	22.14 ^a	25.84 ^a	30.65 ^a
Mixed Waste : soil = 50:50 w/w	19.00 ^a	23.46 ^a	26.05 ^a	28.08 ^a
Mixed Waste : soil = 25:75 w/w	16.53 ^{ab}	21.01 ^a	22.87 ^a	25.20 ^{ab}
Soil	11.96 ^b	15.16 ^b	17.33 ^b	20.63 ^b
F-test	**	**	**	**
CV. (%)	10.94	7.68	6.14	10.00

**significant at $P \leq 0.01$

Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

Table 2 The average number of leaves of water convolvulus at 2, 3, 4 and 5 weeks after transplanting by using of Mixed Waste (*Cebera odollam* fruit mixed with manure, organic fertilizer and diammonium phosphate) and soil at various ratio as growing media.

Treatments	Number of leaves			
	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5
Mixed Waste	4.93 ^a	6.89 ^a	7.96 ^a	9.04 ^a
Mixed Waste : soil = 75:25 w/w	5.49 ^a	7.56 ^a	8.45 ^a	9.04 ^a
Mixed Waste : soil = 50:50 w/w	5.64 ^a	7.73 ^a	8.47 ^a	9.09 ^a
Mixed Waste : soil = 25:75 w/w	5.04 ^a	7.11 ^a	7.58 ^a	8.20 ^{ab}
Soil	3.73 ^b	5.09 ^b	5.98 ^b	7.02 ^b
F-test	**	**	**	**
CV. (%)	8.78	8.46	5.83	5.82

**significant at $P \leq 0.01$

Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

Table 3 The average chlorophyll in leaves of water convolvulus at 2, 3, 4 and 5 weeks after transplanting by using Mixed Waste (*Cebera odollam* fruit mixed with manure, organic fertilizer and diammonium phosphate) and soil at various ratio as growing media.

Treatments	Chlorophyll in leaves (SPAD Unit)			
	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5
Mixed Waste	36.42 ^a	34.78 ^a	33.48 ^a	33.10
Mixed Waste : soil = 75:25 w/w	34.55 ^{ab}	32.93 ^b	31.60 ^b	30.76
Mixed Waste : soil = 50:50 w/w	33.75 ^b	32.63 ^{bc}	32.00 ^{ab}	31.89
Mixed Waste : soil = 25:75 w/w	32.81 ^b	32.10 ^{bc}	31.23 ^b	31.85
Soil	33.11 ^b	31.37 ^c	31.14 ^b	30.61
F-test	**	**	**	ns
CV. (%)	2.78	1.67	2.05	2.86

^{ns}not significant **significant at $P \leq 0.01$

Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

Table 4 The average fresh weight and dry weight of water convolvulus at 5 weeks after transplanting by using Mixed Waste (*Cebera odollam* fruit mixed with manure, organic fertilizer and diammonium phosphate) and soil at various ratio as growing media.

Treatments	Yield	
	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
Mixed Waste	24.42 ^a	7.88 ^a
Mixed Waste : soil = 75:25 w/w	18.37 ^{ab}	7.55 ^{ab}
Mixed Waste : soil = 50:50 w/w	21.19 ^a	7.53 ^{ab}
Mixed Waste : soil = 25:75 w/w	16.96 ^{ab}	6.93 ^{bc}
Soil	10.47 ^b	6.16 ^c
F-test	**	**
CV. (%)	15.97	4.16

**significant at $P \leq 0.01$

Means in a column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

จากผลการทดลอง พบว่าการนำผลดิน
เปิดนำมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูก โดยผ่านกระบวนการ
หมักจนกลายเป็นวัสดุผสม Mixed Waste และ
ผ่านการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการ
เมื่อนำมาปลูกทดสอบกับผักบุ้งจีน วัสดุผสมอาจ
จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ผักบุ้งจีนมี
การเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงระยะการ
เก็บเกี่ยว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของครุภรณ์
(2562) กล่าวว่าวัสดุที่ใช้ส่วนผสมของปุ๋ยหมักจะมี
ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มาก มีความพรุน หากวัสดุปลูก
ที่มีส่วนผสมของอินทรีย์วัตถุในปริมาณร้อยละ 60
จะมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงและมีคุณสมบัติทาง
กายภาพที่ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกทั่วไป
เช่น ดินถุงผสม พีทมอส กาบมะพร้าว ขุยมะพร้าว
เพอร์ไลท์ เป็นต้น และด้วยลักษณะของลูกดินเบ็ดน้ำ
เมื่อนำมาบดละเอียดแล้วมีคุณสมบัติเป็นวัสดุโปร่ง
อาจจะสามารถอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งมีความสอดคล้องกับ
งานวิจัยของฉัตรตรา (2543) ที่กล่าวว่าวัสดุปลูกที่นำ
มาใช้เป็นเครื่องปลูกที่มีอนุภาคขนาดใหญ่มีสมบัติ
ทำให้วัสดุปลูกมีความโปร่งและมีช่องว่างมากกว่าวัสดุ
ปลูกอื่นๆ ในขณะที่เดียวกันยังมีคุณสมบัติที่อุ้มน้ำได้
ดีและสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ดี คุณสมบัติ
ของวัสดุปลูกควรมีน้ำหนักเบาและสามารถกักเก็บ
ความชื้นได้ดี นอกจากนี้ในวัสดุผสมยังมีส่วนประกอบ
ของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย
ของศิวดล (2559) ที่กล่าวว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับ
ปุ๋ยเคมีจะช่วยทำให้ปุ๋ยเคมีค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุ
อาหารให้กับพืชทีละน้อยตามที่พืชต้องการไม่ทำให้
ปุ๋ยเคมีสลายตัวเร็วจนเกินไป และวัสดุผสมเมื่อ
ผ่านกระบวนการหมักมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะ
ทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่เป็นกรด
ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนตรี และกฤตภาค
(2557) กล่าวว่าค่าอินทรีย์วัตถุของพีชหมักมีแนวโน้ม
ลดลงเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลงตาม
ระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าพีชหมักส่วนใหญ่
จะอยู่ในสภาวะหมักในสัปดาห์แรก แต่ยังมีการทำงานของ
จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรด จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่
2 ของการหมักค่าอินทรีย์วัตถุและค่าความเป็นกรด
เป็นด่าง (pH) เริ่มคงที่ ซึ่งพีชหมักที่ดีควรจะหมัก

อย่างน้อย 2 สัปดาห์ขึ้นไป เพื่อให้จุลินทรีย์ที่สร้าง
กรดหยุดการเจริญเติบโตและคงสภาพให้มีอินทรีย์
วัตถุใกล้เคียงกับสภาพสดมากที่สุดและสอดคล้องกับ
งานวิจัยของปิยพงศ์ และคณะ (2560) ที่กล่าวว่า การ
ใส่ปุ๋ยเคมีกับร่วมกับวัสดุอินทรีย์มีผลให้ค่าความเป็น
กรดเป็นด่าง (pH) ต่ำลง ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้
อาจมีผลตกค้างที่ทำให้เป็นกรดได้

สำหรับการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน
ที่ปลูกใน Mixed Waste เพียงอย่างเดียว พบว่ามี
ความสูงและจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนไม่แตกต่างกัน
ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ Mixed Waste ผสมดิน
อัตรา 25:75, 50:50 และ 75:25 โดยน้ำหนัก อาจเป็น
เพราะอัตราส่วนของเมล็ดที่ถูกนำมาใช้นั้นมีปริมาณ
ที่ไม่มากจนเกินไป เมื่อนำมาปลูกกับวัสดุปลูกที่มี
ปริมาณเพียง 1 กิโลกรัมต่อกระถางจึงทำให้ต้นผักบุ้งที่
เจริญเติบโตนั้นไม่แย่งธาตุอาหารกัน ซึ่งสอดคล้อง
กับงานวิจัยของ สมนึก (2548) กล่าวว่าอัตราการปลูก
มีผลต่อความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น เส้นผ่าน
ศูนย์กลางลำต้น ผลผลิตรวมและผลผลิตที่มีคุณภาพ
และไม่ได้คุณภาพของผักบุ้ง ถึงแม้ว่าตัวของวัสดุผสม
จากผลดินเปิดน้ำนั้นจะมีระดับไนโตรเจนที่น้อย แต่
ในตัวของวัสดุยังมีธาตุอาหารอื่นๆ ที่ช่วยส่งผลด้าน
การเจริญเติบโตของผักบุ้งไม่ว่าจะเป็นโพแทสเซียม
หรือแม้แต่ฟอสฟอรัส และเนื่องด้วยตัววัสดุปลูกนั้นมี
ส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีอยู่ ซึ่งทำให้ธาตุ
อาหารของตัววัสดุปลูกนั้นค่อยๆ ปลดปล่อยออกมา
แบบช้าๆ จะเห็นได้จากความสูงของต้นผักบุ้งจีนใน
สัปดาห์ที่ 2 นั้นมีความสูงที่น้อยกว่าการใช้ Mixed
Waste ผสมกับดิน อัตรา 25:75, 50:50 และ 75:25
โดยน้ำหนัก เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 3, 4 และ 5 ต้นผักบุ้งจีน
ที่ถูกปลูกบน Mixed Waste มีความสูงในภาพรวมเพิ่ม
ขึ้นใกล้เคียงและไม่แตกต่างกับการใช้ Mixed Waste
ผสมกับดิน อัตรา 50:50 และ 75:25 โดยน้ำหนัก
ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยพงศ์ และคณะ (2560)
ที่กล่าวว่า วัสดุปลูกที่มีวัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ย
เคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชได้อย่าง
รวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุ
อินทรีย์ผสมนั้นจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็น
ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต

สรุป

จากผลการทดลองของวัสดุผสมผลดีนเปิดน้ำต่อการเป็นวัสดุปลูกผักบั้งจีน พบว่าการใช้ Mixed Waste เพียงอย่างเดียวทำให้ผักบั้งจีนมีความสูงจำนวนใบ ค่าคลอโรฟิลล์ ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง สูงที่สุดในขณะการใช้ดินเพียงอย่างเดียวทำให้ผักบั้งจีนมีความสูง จำนวนใบ ค่าคลอโรฟิลล์ ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

เอกสารอ้างอิง

- ครุปรกรณ์ ละเอียดอ่อน. 2562. การผลิตและพัฒนาสูตรดินปลูกจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อจำหน่าย กรณีศึกษากลุ่มสตรีแม่บ้านตำบลหนองตาด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(3): 66-77.
- ฉัตรตรา นารถพินิจ. 2543. ผลของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ฮอลโล. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม. 23 หน้า.
- ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อัมภาวัชชัย อินทร์บุญช่วย และพงษ์เพชร พงษ์ศิริวาภัย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อสมบัติดินผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35(3): 19-28.
- มนตรี ปัญญาทอง และกฤตภาค บุรณวิทย์. 2557. ความสัมพันธ์ของอินทรีย์วัตถุกับค่าความเป็นกรดของพีชหมักบางชนิด. วารสารนเรศวรพะเยา 7(2): 137-141.
- ศิวดล แจ่มจรัส. 2559. ศึกษาผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักจากเปลือกผักมะขามต่อดินพร้อมปลูก. น. 1588-1596 ใน การประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพชรบูรณ์.
- สมนึก นวลพรหม. 2548. ผลของอัตราการหว่านเมล็ดต่อผลผลิตและมาตรฐานคุณภาพของผักบั้งจีน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 15 หน้า.
- Rajeev, P.I. 2007. “Suicide fruit” now a rich harvest. (online) Available Source : <http://archive.indianexpress.com/news/-suicide-fruit--now-a-rich-harvest-/22413/> (January 3, 2021).
- Sarah, K. 2015. Morning mix: the brutal harvest of India’s ‘suicide tree’. (online) Available Source: <https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2015/05/08/the-brutal-harvest-of-indias-suicide-tree/> (January 3, 2021).

ความต้องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยของเกษตรกรตำบลน้ำบัว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

Extension Needs of Beekeeping in Longan Orchards of Farmers in Numpua Sub-district,
Wiang Sa District, Nan Province

อรจิรา คำจ้อย¹ นาริรัตน์ สีระสาร¹ และบำเพ็ญ เขียวหวาน¹
Onjira Khamchoi¹, Nareerut Seerasarn¹ and Bumpen Keowan¹

Received: June 14, 2023

Revised: August 11, 2023

Accepted: August 15, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) the knowledge of beekeeping, 2) extension needs of beekeeping and 3) problems and suggestions to extension of beekeeping. The population consisted of 250 longan farmers in Numpua sub-district, Wiang Sa district of Nan province who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2022/2023. The 154-sample size was based on the Taro Yamane formula with an error value of 0.05. Data collection was obtained by interviews schedule. The data were analyzed by using frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation, and ranking. The results indicated the following: 1) the farmers realized the importance of beekeeping and knew the benefits of beekeeping the most; 2) they needed the extension training content on beekeeping care management the most (\bar{x} = 4.19), followed by criteria and methods to follow the standards for good agricultural practices for beekeeping farms (\bar{x} = 4.03) and utilization of beekeeping yields (\bar{x} = 4.01), respectively. The farmers needed group extension methods at a high level (\bar{x} = 3.63). 3) the most problems extension of beekeeping for the farmers was capital (\bar{x} = 3.66). Their suggestions on issue production factors and maintenance management ranked first (\bar{x} = 4.24). The implications of the study suggest that relevant agencies should facilitate the transfer of knowledge that aligns with farmers' needs, including establishing local learning centers which could allow the farmers to apply this knowledge to the area, generate income, and continue to increase their longan production.

Keywords: needs, extension, beekeeping, longan farmers

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ 2) ความต้องการในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกลำไยในตำบลน้ำบัว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2565/66 จำนวน 250 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน

¹วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี

¹ Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120.

*Corresponding author: Nareerut.see@stou.ac.th

ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 154 ราย และรวบรวมข้อมูลโดยวิธีสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และการจัดลำดับ ผลการศึกษา พบว่า 1) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งพันธุ์มากที่สุดในด้านความสำคัญ และประโยชน์ของการเลี้ยงผึ้ง 2) ความต้องการด้านเนื้อหาในการส่งเสริมมีมากที่สุดในด้านจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.19) เกณฑ์กำหนดและวิธีปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง (ค่าเฉลี่ย 4.03) และการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของผึ้ง (ค่าเฉลี่ย 4.01) ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีความต้องการวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่มในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.63) 3) ปัญหาในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ เกษตรกรมีปัญหาด้านเงินทุนมากที่สุด และมีข้อเสนอแนะระดับมากที่สุดในด้านปัจจัยการผลิต และการจัดการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.24) โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการถ่ายทอดความรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกร รวมถึงมีศูนย์เรียนรู้ในพื้นที่ให้ศึกษา เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปประกอบอาชีพ สร้างรายได้ และเพิ่มผลผลิตลำไยของตนเองต่อไป

คำสำคัญ: ความต้องการ, การส่งเสริม, การเลี้ยงผึ้งพันธุ์, เกษตรกรผู้ปลูกลำไย

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำผึ้งอันดับ 2 ของอาเซียน รองจากประเทศเวียดนาม และเป็นอันดับที่ 36 ของโลก โดยในปี 2564 ประเทศไทยส่งออกน้ำผึ้งสู่ตลาดโลกจำนวน 10,315 ตัน คิดเป็นมูลค่า 22.48 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้นร้อยละ 25.00 จากปี 2563 ซึ่งตลาดส่งออกน้ำผึ้งที่สำคัญ ได้แก่ จีน อินเดีย เอเชีย มาเลเซีย สิงคโปร์ ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา จีน และซาอุดีอาระเบีย น้ำผึ้งจึงถือว่าเป็นผลผลิตที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ให้ผลตอบแทนสูง (อรมน, 2565) การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในประเทศไทยเริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2496 โดยศาสตราจารย์หลวงสมานวนกิจ คณบดีคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเริ่มแพร่ขยายไปยังภาคต่างๆ ในปี พ.ศ. 2524 เป็นต้นมา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งพันธุ์ในประเทศไทยที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตรมีจำนวน 1,248 ราย จำนวนรังทั้งหมด 360,395 รัง ผลผลิตน้ำผึ้งรวม 13,000 ตัน โดยในพื้นที่ภาคเหนือมีการเลี้ยงผึ้งพันธุ์มากที่สุด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 72,420 รัง จังหวัดแพร่ จำนวน 31,740 รัง จังหวัดเชียงราย จำนวน 30,077 รัง จังหวัดลำพูน จำนวน 17,116 รัง จังหวัดลำปาง จำนวน 8,346 รัง จังหวัดพะเยา 7,450 รังและ

จังหวัดน่าน 6,355 รัง (ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านแมลงเศรษฐกิจ จังหวัดเชียงใหม่, 2565) โดยการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ เกษตรนิคมเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไย และเป็นอาชีพเสริม ซึ่งดอกลำไยเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในการให้ความหวานและผึ้งช่วยในการผสมเกสรทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการทำสวนลำไยเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.78 (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563)

ปี 2565 จังหวัดน่านมีผลผลิตลำไยเฉลี่ยเพียง 525 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีผลผลิตต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตลำไยเฉลี่ยในภาคเหนือที่ 818 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) จากสถานการณ์ลำไยติดผลได้ไม่ดี ดอกร่วง ผลผลิตต่ำ ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกร ซึ่งการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในแปลงลำไยช่วยผสมเกสรให้ลำไยติดผลได้ดี ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งยังช่วยลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรในพื้นที่ลงได้ เนื่องจากเกษตรกรต้องระมัดระวังในการใช้สารเคมี จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลงได้ ที่สำคัญยังก่อให้เกิดการสร้างอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร ซึ่งจังหวัดน่านมีการเลี้ยงผึ้งพันธุ์น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกลำไยกว่า 23,172 ไร่ โดยในอำเภอเวียงสาเป็นแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญ

มีพื้นที่ปลูกจำนวน 7,151 ไร่ อีกทั้งยังมีเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งพันธุ์มากที่สุดในจังหวัดน่านจำนวน 38 ราย มีจำนวนรังผึ้งทั้งหมด 3,800 รัง ซึ่งในอำเภอเวียงสา มีพื้นที่ปลูกลำไย และเลี้ยงผึ้งมากที่สุดในตำบลน้ำบัว จำนวน 2,228 ไร่ เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง จำนวน 18 ราย จำนวนรังทั้งหมด 1,278 รัง ถึงแม้ว่าตำบลน้ำบัวจะมีจำนวนผู้เลี้ยงผึ้งมากที่สุดในอำเภอเวียงสา แต่มีจำนวนรังเลี้ยงผึ้งน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกลำไย เกิดปัญหาลำไยติดผลได้ไม่ดี ดอกร่วง ผลผลิตต่ำ ซึ่งการเลี้ยงผึ้งพันธุ์สามารถเพิ่มผลผลิตลำไย ทำให้ลำไยติดผลได้ดีขึ้น เนื่องจากลำไยเป็นพืชผสมข้าม มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกัน ต้องมีแมลงช่วยผสมเกสรจึงจะติดผลได้ดี อีกทั้งน้ำผึ้งดอกลำไยจัดเป็นน้ำผึ้งที่มีรสชาติ และกลิ่นดีที่สุดเป็นที่นิยมของผู้บริโภค สร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกลำไยได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความต้องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยของเกษตรกรตำบลน้ำบัว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะ เพื่อให้เกษตรกรมีการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยมากขึ้น เพิ่มผลผลิตลำไย ทำให้ลำไยติดผลได้ดีขึ้น มีรายได้เสริม และเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกลำไยในตำบลน้ำบัว อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกลำไยมากที่สุดในอำเภอเวียงสา ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับ กรมส่งเสริมการเกษตร ปี 2565/66 จำนวน 250 ราย โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) และผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน (Yamane, 1973) ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 154 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ มีลักษณะคำถามทั้งปลายเปิดและปลายปิด แบ่งเป็น 4 ตอน ประกอบด้วย (1) สภาพสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) ความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร โดยมีคำถามทั้งหมด 21 ข้อ

ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความสำคัญและประโยชน์ของการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ ชีววิทยาและสังคมของผึ้งพันธุ์ วัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ การจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ เกณฑ์กำหนดและวิธีปฏิบัติ ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง ผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ และการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของผึ้งพันธุ์ โดยวัดความรู้ของเกษตรกรให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูกต้องตามหลักวิชาการ และ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดจากหลักวิชาการ จากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดระดับความถูกต้องตามเกณฑ์ในการประเมิน ได้แก่ คะแนนระหว่าง 1 – 4 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับน้อยที่สุด คะแนนระหว่าง 5 – 8 คะแนน หมายถึง มีระดับน้อย คะแนนระหว่าง 9 – 12 คะแนน หมายถึง มีระดับปานกลาง คะแนนระหว่าง 13 – 16 คะแนน หมายถึง มีระดับมาก และคะแนนระหว่าง 17 – 21 คะแนน หมายถึง มีระดับมากที่สุด (3) ความต้องการในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร ตรวจสอบความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาชตอนที่ 3 เท่ากับ 0.890 (4) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาชตอนที่ 4.1 เท่ากับ 0.867 และตอนที่ 4.2 เท่ากับ 0.950 โดยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และการจัดลำดับ โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย ดังนี้ 1.00 – 1.80 เท่ากับน้อยที่สุด 1.81 – 2.60 เท่ากับน้อย 2.61 – 3.40 เท่ากับปานกลาง 3.41 – 4.20 เท่ากับมาก 4.21 – 5.00 เท่ากับมากที่สุด และนำเสนอผลการวิจัยโดยความเรียงเชิงวิเคราะห์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร

1.1 สภาพสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 53.25 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 60.55 ปี โดย

ร้อยละ 52.59 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีจำนวนแรงงานในการผลิตลำไย เฉลี่ย 2.15 คน และมีประสบการณ์การทำงานลำไยเฉลี่ย 17.55 ปี โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 91.56 ไม่ได้รับการฝึกอบรมเรื่องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในรอบปีที่ผ่านมา จากผลการศึกษาเนื่องจากเกษตรกรที่เป็นผู้นำในการทำการเกษตรส่วนใหญ่เป็นผู้ชาย ต้องมีการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ต้องอาศัยแรงงานจากผู้ชายเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้แรงงานในครัวเรือน เป็นการทำการเกษตรแบบสามี ภรรยา และอายุของเกษตรกรจัดอยู่ในวัยสูงอายุ เนื่องจากแรงงานวัยหนุ่มสาวนิยมไปทำงานประจำเพราะมีรายได้ที่แน่นอน ไม่ต้องใช้เงินในการลงทุน ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุค่อนข้างมาก อีกทั้งในตำบลน้ำบัวมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญคือ ลำไย มีการปลูกลำไยมาเป็นเวลานานจากรุ่นสู่รุ่น เกษตรกรจึงมีประสบการณ์ค่อนข้างมาก ในส่วนของพื้นที่อำเภอเวียงสา มีการอบรมเรื่องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งเท่านั้น ยังไม่มีการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรอื่นๆ ที่สนใจ อีกทั้งหน่วยงานที่ให้ความรู้เรื่องการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ไม่ได้อยู่ในพื้นที่จังหวัดน่าน ทำให้มีโอกาสในการอบรมน้อย ส่งผลให้เกษตรกรมีความสนใจเลี้ยงผึ้งพันธุ์น้อย ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ พัชรา และคณะ (2564) ที่ศึกษาเรื่องโมเดลการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตลำไยสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของเกษตรกรผู้ผลิตลำไยในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งพบว่า เกษตรกรผู้ผลิตลำไยในภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 55.22 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ในการทำงานลำไย เฉลี่ย 17.70 ปี อีกทั้งยังใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ บุษงา (2561) ที่ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในการผลิตลำไยนอกฤดูจังหวัดสระแก้ว โดย พบว่า เกษตรกรมีจำนวนสมาชิกที่ช่วยผลิตลำไยเฉลี่ย 2.25 คน และใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ อรรถวรรณ (2562) ได้ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี โดยพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกลำไยในอำเภอโป่งน้ำร้อนได้รับรู้ข่าวสารหรือ

ความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้ง ผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตเป็นส่วนใหญ่ และส่วนใหญ่ไม่เคยติดต่อกับศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดจันทบุรี

1.2 สภาพเศรษฐกิจ พบว่า มีพื้นที่ปลูกลำไยเฉลี่ย 4.91 ไร่ มีต้นทุนจากการผลิตลำไยเฉลี่ยต่อไร่ 10,125.32 บาทต่อปี โดยมีรายได้จากการผลิตลำไยเฉลี่ยต่อไร่ 22,194.80 บาทต่อปี ร้อยละ 86.36 ใช้แหล่งเงินทุนของตนเอง จากผลการศึกษาเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลน้ำบัว เป็นที่ดอนในเขตดินแห้ง และพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำสวนและทำนา เหมาะแก่การปลูกลำไย โดยในปีที่ผ่านมาลำไยในตำบลน้ำบัวติดผลได้ไม่ดี ผลผลิตลำไยที่ได้ส่วนใหญ่จัดอยู่ในเกรด A – B ส่งผลให้ได้ราคาต่อกิโลกรัมต่ำ อีกทั้งในปีที่ผ่านมาราคาลำไยในพื้นที่จังหวัดน่านมีราคาตกต่ำ โดยราคาวันที่ 26 กรกฎาคม 2565 ราคาลังรับซื้อลำไยในพื้นที่รับซื้อลำไยเกรด AA ราคา 9 บาทต่อกิโลกรัม เกรด A ราคา 3 บาทต่อกิโลกรัม และเกรด B ราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม (ไทยรัฐออนไลน์, 2565) เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงต้นฤดูการเก็บเกี่ยว โดยลำไยขนาด AA จะมีราคาประมาณ 15- 20 บาทต่อกิโลกรัม ขนาด A จะมีราคาประมาณ 7-13 บาทต่อกิโลกรัม และขนาด B จะมีราคาประมาณ 1-6 บาทต่อกิโลกรัม (ยมนา, 2566) ส่งผลให้เกษตรกรในพื้นที่ตำบลน้ำบัวมีรายได้ลดลง แต่เกษตรกรในตำบลน้ำบัวยังมีรายได้จากกิจกรรมทางการเกษตรอื่นๆ ทำให้ยังมีเงินทุนหมุนเวียนภายในครัวเรือน และการกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินกู้ต่างๆ นั้นมีความยุ่งยากในเรื่องของเอกสารประกอบการกู้เงิน ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ยังไม่นิยมกู้ยืมเงินเพื่อมาลงทุน ซึ่งผลการศึกษาที่พบนี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ หนึ่งฤทัย (2561) ได้ศึกษาแนวทางการส่งเสริมการผลิตลำไยคุณภาพของเกษตรกรในจังหวัดแพร่ โดย พบว่า เกษตรกรในจังหวัดแพร่มีพื้นที่ปลูกลำไย เฉลี่ย 3.49 ไร่ ซึ่งแตกต่างกับผลการศึกษาของ อรรถวรรณ (2562) ซึ่งพบว่า เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตลำไยเฉลี่ย 33,400.00 บาทต่อไร่ อีกทั้งยังแตกต่างกับผลการศึกษาของ เมวิกา (2562) โดยศึกษาการส่งเสริมการผลิตและการตลาดลำไยของเกษตรกรใน

อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 81.20 มีการกู้ยืมเงิน โดยส่วนใหญ่เป็นการ กู้ยืมมาจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การเกษตร เนื่องจากเอกสารที่ส่งให้เจ้าหน้าที่ไม่มี ความยุ่งยาก

2. ความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร

พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการ เลี้ยงผึ้งพันธุ์อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 58.41) มี คะแนนเฉลี่ย 13.44 คะแนน มีคะแนนต่ำสุด 7 คะแนน และคะแนนสูงสุด 20 คะแนน (Table 1)

Table 1 Summary of farmers' level of knowledge about beekeeping in longan orchards in Numpua sub-district, Wiang Sa district, Nan province

n = 154

Score	Frequency	%	Level of knowledge
1 – 4	-	-	Lowest
5 – 8	4	2.60	Low
9 – 12	49	31.82	Moderate
13 – 16	90	58.44	High
17 – 21	11	7.14	Highest

เกษตรกรตอบได้ถูกต้องมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ด้านความสำคัญและประโยชน์ของการ เลี้ยงผึ้งพันธุ์ (ร้อยละ 87.66) ด้านการใช้ประโยชน์ จากผลผลิตของผึ้งพันธุ์ (ร้อยละ 71.86) ด้านผลผลิต จากผึ้งพันธุ์ (ร้อยละ 65.58) ตามลำดับ ส่วนที่ เกษตรกรตอบผิดมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ด้าน การจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ (ร้อยละ 48.70) ด้านเกณฑ์ กำหนด และวิธีการปฏิบัติ ตามมาตรฐานการปฏิบัติ ทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง (ร้อยละ 48.92) และด้านวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ (ร้อยละ 59.96) ตามลำดับ จากผลการศึกษาเนื่องจากใน พื้นที่ตำบลน้ำบัวเป็นที่ตั้งของกลุ่มแปลงใหญ่ผึ้ง มีเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งพันธุ์ในพื้นที่ และมีการใช้ ประโยชน์จากผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ในชีวิตประจำวัน ผลผลิตจากผึ้งพันธุ์หาได้ง่ายในพื้นที่ ส่งผลให้ เกษตรกรมีความรู้ในเรื่องดังกล่าวมากที่สุด ถึงแม้ว่า เกษตรกรจะมีความรู้ในระดับมาก แต่ยังมีหลาย ประเด็นที่เกษตรกรยังขาดองค์ความรู้ และมีความ เข้าใจผิดอยู่ ส่วนความรู้ในด้านการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ ด้านเกณฑ์กำหนด และวิธีการปฏิบัติ ตามมาตรฐาน การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง และด้าน

วัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์นั้น มีรายละเอียด หลายขั้นตอน เกษตรกรต้องได้รับการถ่ายทอดความรู้ และลงมือปฏิบัติจึงจะสามารถเข้าใจในด้านดังกล่าว ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ อรวรรณ (2562) พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ทราบถึงความสำคัญและประโยชน์ ของการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ การเตรียมความพร้อมสำหรับ การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ และผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ แต่ยังไม่ทราบเรื่องชีววิทยาและสังคมของผึ้งพันธุ์ วัสดุ อุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ การจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ เกณฑ์กำหนด และวิธีการปฏิบัติตามมาตรฐานการ ปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง และการใช้ ประโยชน์จากผลผลิตของผึ้งพันธุ์

3. ความต้องการในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร

3.1 ความต้องการในด้านเนื้อหาการส่งเสริมเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ พบว่า ภาพรวม เกษตรกรมีความต้องการในการส่งเสริมด้านเนื้อหา การส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ใน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.94) เมื่อพิจารณาแล้วเกษตรกรมีความต้องการใน ด้านเนื้อหาการส่งเสริม ด้านการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.19) รองลงมาด้านเกณฑ์

กำหนดและวิธีปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง (ค่าเฉลี่ย 4.03) ด้านการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 4.01) ด้านความสำคัญและประโยชน์ของการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.95) ด้านผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.93) ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.82) และด้านชีววิทยาและสังคมของผึ้งพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.65) ตามลำดับ (Table 2) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการฝึกอบรมเรื่องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์จากหน่วยงานต่างๆ ทำให้ขาดความรู้ ความเข้าใจ

ในการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ เพราะการเลี้ยงผึ้งพันธุ์นั้นมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การจัดการการเลี้ยงผึ้งก่อนฤดูดอกไม้บาน การจัดการการเลี้ยงผึ้งในฤดูดอกไม้บาน และการจัดการการเลี้ยงผึ้งหลังฤดูดอกไม้บาน สอดคล้องกับ อรรวรรณ (2562) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการด้านเนื้อหาการส่งเสริมเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งระดับมากที่สุด 4 ประเด็น ได้แก่ การจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ เกณฑ์กำหนด และวิธีการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง การเตรียมความพร้อมสำหรับการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ และ การใช้ประโยชน์ของผลผลิตจากผึ้งพันธุ์

Table 2 Summary of farmers' needs in terms of content for the extension of beekeeping in longan orchards in Numpua sub-district, Wiang Sa district, Nan province.

n = 154

Needs	\bar{X}	Interpret
1. Beekeeping management	4.19	High
2. Criteria and practices according to good agricultural practices for bee farms	4.03	High
3. The utilization of bee product	4.01	High
4. Importance and benefits of beekeeping	3.95	High
5. Bee products	3.93	High
6. Materials and equipment for beekeeping	3.82	High
7. Biology and social behavior of bees	3.65	High
	3.94	High

3.2 ความต้องการในด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ พบว่า เกษตรกรมีความต้องการภาพรวมในด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ใน ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.23) โดยเกษตรกรมีความต้องการในด้านวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่มในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.63) รองลงมาด้านวิธีการส่งเสริมรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.29) และด้านวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 2.76) (Table 3) โดยเกษตรกรมีความต้องการด้านการส่งเสริมแบบกลุ่ม ระดับมาก ในทุกประเด็น คือ การฝึกอบรม (ค่าเฉลี่ย 3.92) รองลงมา การจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.62) การศึกษาดูงาน (ค่าเฉลี่ย 3.52) และ สหกรณ์เรียนรู้/ศูนย์เรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย

3.45) ตามลำดับ เนื่องจากการส่งเสริมแบบกลุ่มจะทำให้เกษตรกรมีกิจกรรมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์หรือสิ่งที่เกษตรกรได้พบเจอซึ่งกันและกัน รวมถึงได้เห็นวิธีการดำเนินงานของเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จจากการศึกษาดูงานในสถานที่จริง ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งอรุณ และคณะ (2561) ได้ศึกษาการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งในจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี พบว่า เกษตรกรต้องการวิธีการสื่อสารเพื่อการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ ได้แก่ การฝึกปฏิบัติ และการทัศนศึกษา การสาธิต และการบรรยาย ในระดับมาก

Table 3 Summary of farmers' needs in terms of methods for the extension of beekeeping in longan orchards in Numpua sub-district, Wiang Sa district, Nan province.

Needs	\bar{x}	Interpret
1. Group methods	3.63	High
2. Individual methods	3.29	Moderate
3. Mass methods	2.76	Moderate
	3.23	Moderate

n = 154

4. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร

4.1 ปัญหาในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ พบว่า ปัญหาของเกษตรกรในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.35) เมื่อพิจารณาแล้วเกษตรกรมีประเด็นปัญหาด้านเงินทุนมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.66) (Table 4) เมื่อวิเคราะห์ปัญหาแยกรายประเด็นพบว่า เกษตรกรมีปัญหาขาดแคลนเงินทุน/มีภาระหนี้สินมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.81) จากผลการศึกษา เนื่องจากส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้แหล่งเงินทุนของตนเองทำการเกษตรตามกำลังทรัพย์ที่ตนเองมีและไม่มีเงินลงทุนเพียงพอต่อการลงทุนซื้ออุปกรณ์ใหม่ ซึ่งการเริ่มเลี้ยงผึ้งพันธุ์นั้นมีการลงทุนสูง วัสดุ

อุปกรณ์ในการเลี้ยงหาได้ยากในพื้นที่ ต้องสั่งซื้อจากจังหวัดอื่นๆ ทำให้มีราคาสูง อีกทั้งเกษตรกรบางส่วนมีภาระหนี้สินอยู่แล้วจึงไม่ต้องการมีภาระหนี้สินเพิ่มโดยที่ยังขาดทักษะ และความชำนาญในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ ส่งผลให้เกษตรกรยังไม่ตัดสินใจทดลองเลี้ยง ซึ่งแตกต่างจาก อรรวรรณ (2562) พบว่า สภาพปัญหาในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกรในภาพรวมมีปัญหาด้านแรงงาน ปัญหาด้านปัจจัยการผลิต และด้านการตลาดในระดับมาก ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันเนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่ใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก และด้านการตลาดนั้นในพื้นที่เป็นที่ตั้งของแปลงใหญ่ผึ้งซึ่งมีการรับซื้อผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ส่งผลให้มีระดับปัญหาน้อยกว่า

Table 4 Summary of an overview of the level of problems concerning the extension of beekeeping in longan orchards in Numpua subdistrict, Wiang Sa district, Nan province.

Problems	\bar{x}	Level of problems
1. Capital	3.66	High
2. Production factors	3.55	High
3. Management and maintenance	3.27	Moderate
4. Marketing	3.17	Moderate
5. Labor	3.10	Moderate
	3.35	Moderate

n = 154

4.2 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ พบว่า ข้อเสนอแนะของเกษตรกรในภาพรวมอยู่ใน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.05) เมื่อพิจารณาแล้วเกษตรกรมีข้อเสนอแนะ ระดับมากที่สุด คือ

ด้านปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.24) ด้านการจัดการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.24) ด้านการตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.22) ตามลำดับ และประเด็นข้อเสนอแนะ ระดับมาก 2 ประเด็น คือ ด้านเงินทุน (ค่าเฉลี่ย 3.80) และ

ด้านแรงงาน (ค่าเฉลี่ย 3.75) ตามลำดับ (Table 5) เมื่อวิเคราะห์แยกรายประเด็นพบว่า เกษตรกรมีข้อเสนอแนะคือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการแหล่งเพาะพันธุ์ผึ้งให้แก่เกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.31) ควรมีแหล่งผลิตวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยง (ค่าเฉลี่ย 4.18) เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีแหล่งเพาะพันธุ์ผึ้ง การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ควรรีใช้งานพันธุ์ที่สมบูรณ์ แข็งแรงปลอดโรค จากแหล่งเพาะพันธุ์ที่เชื่อถือได้ เช่น ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยี การเกษตรด้านแมลงเศรษฐกิจ จังหวัดเชียงใหม่ อีกทั้งในพื้นที่ไม่มีแหล่งผลิตวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยง ส่งผลให้มีต้นทุนที่สูง หากมีแหล่งผลิตในพื้นที่จะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงลงได้ และด้านการ

จัดการดูแลรักษาควรมีการคัดเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ห่างไกลจากแปลงข้างเคียงที่มีการใช้สารเคมี (ค่าเฉลี่ย 4.28) เนื่องจากผึ้งเป็นแมลงที่มีความไวต่อสารเคมีเป็นอย่างมาก หากผึ้งได้รับสารเคมี ผึ้งจะไม่สามารถดำรงชีวิต และไม่สามารถอาศัยอยู่บริเวณนั้น จะทำการย้ายรังไปที่อื่น จึงควรให้ความสำคัญกับประเด็นนี้ซึ่งใกล้เคียงกับ รุ่งอรุณ และคณะ (2561) พบว่า ข้อเสนอแนะของเกษตรกร คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีประชาสัมพันธ์การใช้สารเคมีในการฉีดป้องกันศัตรูพืชที่ถูกต้อง เพื่อลดการใช้สารเคมีในพืชอาหารของผึ้ง

Table 5 Summary of an overview of the recommendation level on the extension of beekeeping in longan orchards in Numpua subdistrict, Wiang Sa district, Nan province.

n = 154

Recommendation	\bar{x}	Interpret	Rating
1. Production factors	4.24	Highest	1
2. Management and maintenance	4.24	Highest	1
3. Marketing	4.22	Highest	3
4. Capital	3.80	High	4
5. Labor	3.75	High	5
	4.05	High	

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้รับการฝึกอบรมเรื่องการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในรอบปีที่ผ่านมา ส่งผลให้เกษตรกรมีความสนใจเลี้ยงผึ้งพันธุ์น้อย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการอบรมให้ความรู้ให้แก่เกษตรกรที่มีความสนใจ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในด้านความสำคัญและประโยชน์ของการเลี้ยงผึ้งพันธุ์มากที่สุด แต่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ ด้านเกณฑ์กำหนด และวิธีการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง และด้านวัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ ดังนั้นในการถ่ายทอดความรู้และฝึกอบรม จึงควรเพิ่มเติมในส่วนนี้ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างถูกต้อง ในส่วนความต้องการในการส่งเสริม

การเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร เกษตรกรต้องการได้รับการส่งเสริมในด้านเนื้อหาของการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์มากที่สุด เนื่องจากการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์นั้นมีหลายขั้นตอน มีรายละเอียดมาก ต้องใช้ทักษะความชำนาญ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเน้นเนื้อหาในประเด็นนี้มากที่สุด ซึ่งวิธีการส่งเสริมที่เกษตรกรต้องการคือการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยเกษตรกรสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ หรือสิ่งที่เกษตรกรได้พบเจอซึ่งกันและกัน ในส่วนของปัญหาในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร มีประเด็นปัญหาด้านเงินทุนมากที่สุด โดยเกษตรกรมีเงินทุนของตนเองไม่เพียงพอในการเริ่มเลี้ยง และไม่นิยมกู้ยืมเงินจากแหล่งอื่นๆ เนื่องจากการกู้ยืมเงินมีความยุ่งยากในเรื่องของเอกสาร อีกทั้งเกษตรกร

ยังขาดประสบการณ์ในการเลี้ยง และไม่มีความรู้เพียงพอ เกษตรกรยังขาดความมั่นใจว่าหากมีใช้เงินของตนเองลงทุนหรือกู้ยืมเงินมาลงทุน จะประสบความสำเร็จและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าหรือไม่ ส่งผลให้เกษตรกรยังไม่มีการตัดสินใจเลี้ยงผึ้งพันธุ์ โดยการเริ่มเลี้ยงผึ้งพันธุ์นั้นมีการลงทุนสูง วัสดุอุปกรณ์ในการเลี้ยงหาได้ยากในพื้นที่ ต้องสั่งซื้อจากจังหวัดอื่นๆ อีกทั้งเกษตรกรบางส่วนมีภาระหนี้สินอยู่แล้ว จึงไม่ต้องการ มีภาระหนี้สินเพิ่ม และในส่วนข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ มีข้อเสนอแนะในด้านปัจจัยการผลิต และด้านการจัดการดูแลรักษามากที่สุด โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการแหล่งเพาะพันธุ์ผึ้งให้แก่เกษตรกร เนื่องจากการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ควรใช้นางพญาผึ้งที่สมบูรณ์ แข็งแรง ปลอดภัย จากแหล่งเพาะพันธุ์ที่เชื่อถือได้ และเกษตรกรควรมีการคัดเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ห่างไกลจากแปลงข้างเคียงที่มีการใช้สารเคมี เนื่องจากผึ้งเป็นแมลงที่มีความไวต่อสารเคมีเป็นอย่างมาก หากผึ้งได้รับสารเคมีผึ้งจะไม่สามารถดำรงชีวิต และไม่สามารถอาศัยอยู่บริเวณนั้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมในพื้นที่ควรนำข้อมูลไปใช้เพื่อจัดทำแผนการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในสวนลำไยให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ ได้แก่ ด้านการจัดการดูแลผึ้งพันธุ์ ด้านเกณฑ์กำหนดและวิธีปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง รวมถึงด้านการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของผึ้งพันธุ์ เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในด้านดังกล่าวนี้

1.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการอบรมให้ความรู้ให้แก่เกษตรกรที่มีความสนใจ รวมถึงศึกษาดูงานในฟาร์มของเกษตรกรในพื้นที่ ที่ประสบความสำเร็จ เพื่อให้เกษตรกรได้แลกเปลี่ยน ชักถาม รวมถึงเห็นสภาพการดำเนินงานจริงของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งพันธุ์ และมีฐานการเรียนรู้ในพื้นที่ให้แก่เกษตรกรได้เข้าไปศึกษา เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปประกอบ

อาชีพเสริม สร้างรายได้ และเพิ่มผลผลิตลำไยของตนเองได้

1.3 ภาครัฐควรมีนโยบายสนับสนุนภาคการเกษตร เพื่อสร้างแรงจูงใจให้แก่เกษตรกรรุ่นใหม่ให้มีความสนใจในด้านการเกษตรเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงวัย และเกษตรกรรุ่นใหม่ยังมีน้อย

1.4 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการบูรณาการการวางแผนการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ เพื่อหาแนวทางในการส่งเสริม และสนับสนุนองค์ความรู้ตลอดจนการจัดการตลาด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ในพื้นที่ และพืชชนิดอื่นๆ ที่สามารถเป็นแหล่งอาหารแก่ผึ้งพันธุ์ได้ เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบ และใช้ข้อมูลเป็นแนวทางในการวางแผนการส่งเสริมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือมีผลต่อการตัดสินใจเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกร เพื่อให้การเลี้ยงผึ้งพันธุ์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการสร้างรายได้เสริม และเป็นทางเลือกใช้สารเคมีไม่เปลืองค่าใช้จ่าย

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้ง เพื่อพัฒนาคุณภาพมาตรฐานสินค้า ให้ผลผลิตจากผึ้งพันธุ์ที่มีมาตรฐานตามความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การผลิตน้ำผึ้งคุณภาพ. เอกสารวิชาการ. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 164 หน้า.
- ไทยรัฐออนไลน์. 2565. ลำไยราคาร่วงรายวัน ชาวสวน จ.น่าน ตัดต้นเผาถ่านขายจ่ายค่าแรงคนเก็บ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.thairath.co.th/news/local/north/2456652> (30 พฤศจิกายน 2565)

- บุหงา จินดาวานิชสกุล. 2561. แนวทางการส่งเสริมการเกษตรแปลงใหญ่ในการผลิตลำไยนอกฤดูจังหวัดสระแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 118 หน้า
- พัชรา แสนสุข, เฉลิมศักดิ์ ตุ่มหิรัญ, จินดา ขลิบทอง และพาวิณ มะโนชัย. 2564. โมเดลการส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตลำไยสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของเกษตรกรผู้ผลิตลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย. วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ 6(5): 95-110.
- เมวิกา นางแล. 2561. การส่งเสริมการผลิตและการตลาดลำไยของเกษตรกรในอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 109 หน้า
- ยมนา ปานันท์. 2566. บทความคาดหวังการผลิตรายการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย (ลำไยภาคเหนือ ปี 2565). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://maejopoll.mju.ac.th/article.aspx?id=4217> (19 เมษายน 2566)
- รุ่งอรุณ อ้นสุดใจ, เฉลิมศักดิ์ ตุ่มหิรัญ และจินดา ขลิบทอง. 2561. การส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งในจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดสระบุรีและจังหวัดลพบุรี. หน้า 1829-1842. ใน: การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านแมลงเศรษฐกิจจังหวัดเชียงใหม่. 2565. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.aopdb04.doae.go.th/beefarm.htm> (10 พฤศจิกายน 2565).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ลำไย เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผล ระดับประเทศ ภาค และจังหวัด ปี 2565. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/longan%20holdland%2065.pdf> (30 เมษายน 2566)
- สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. เทคโนโลยีการผสมเกสรเพิ่มผลผลิตลำไยด้วยผึ้ง. วารสารส่งเสริมการเกษตร 53(294): 27-29.
- หนึ่งฤทัย กองนำ. 2561. แนวทางการส่งเสริมการผลิตลำไยคุณภาพของเกษตรกรในจังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 107 หน้า.
- อรมน ททรัพย์ทวีธรรม. 2565. พาณิชยน์และผู้ผลิตน้ำผึ้งและโกโก้ใช้ช่องทางเอพีทีเอเจาะตลาดต่างประเทศ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.infoquest.co.th/2022/175361> (25 พฤศจิกายน 2565).
- อรวรรณ ศิริเอนก. 2562. แนวทางการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยของเกษตรกรผู้ปลูกลำไย อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 103 หน้า.
- Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition, Harper and Row, New York. 1,130 p.

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกในเขตจังหวัดราชบุรีและนครปฐม: ด้วยมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์

Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for Location Selection of an Export Fruit and Vegetable Factory in Ratchaburi and Nakhon Pathom Provinces: A Logistics Cost Perspective

กฤษฎา ดลปัญญา¹ และกิตติชัย อธิกุลรัตน์^{2*}
Kitsada Dolpanya¹ and Kittichai Athikurat^{2*}

Received: July 6, 2023

Revised: August 11, 2023

Accepted: August 16, 2023

Abstract: This research utilized an analytical hierarchy process (AHP) in order to identify criteria that affect the location selection as well as select a suitable location for the new location of an export fruit and vegetable factory in Ratchaburi and Nakhon Pathom provinces from the point of view of logistics costs. The prioritization of potential locations was conducted by reviewing relevant literature and consulting specialists, which involved screening the criteria associated with the selection process, the criteria consisted of transport cost, inventory holding cost, administration cost, raw material cost, cost of labor, and availability of facilities. Data were collected in the factory from three professionals who were asked questions from pairwise comparison assessment form. Data analysis was conducted using several criteria to assist in decision-making for the selection of a new factory location. The results of the analysis showed that the third alternative was the most important alternative for the factory in terms of logistics costs. The weight of the mean importance was 0.484. The third alternative was located in Klong Yong sub-district, Phutthamonthon district, Nakhon Pathom province, which is appropriate to operate as a new location for an export fruit and vegetable factory.

Keywords: location selection, AHP, logistics costs

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ดำเนินการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อระบุเกณฑ์ที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้ง พร้อมทั้งทำการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่ในจังหวัดราชบุรีและนครปฐม ด้วยมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพตามเกณฑ์ต่างๆ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

¹ ภาควิชาการจัดการโลจิสติกส์ระหว่างประเทศ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76120

¹ Department of International Logistics Management, Faculty of Management Science, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120

² ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

² Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

*Corresponding author: kittichai.a@eng.kmutnb.ac.th

และผู้เชี่ยวชาญดำเนินการคัดกรองเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยเกณฑ์จะประกอบไปด้วย ต้นทุนการขนส่งสินค้า ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ต้นทุนการบริหารจัดการ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนด้านแรงงาน และความพร้อมด้านสาธารณูปโภค การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ด้วยการดำเนินถามคำถามในแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน ที่มีอำนาจในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใช้เกณฑ์จำนวนหลายเกณฑ์ มาเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ทางเลือกที่สามเป็นทางเลือกที่ทางโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ให้ความสำคัญมากที่สุด ในมุมมองต้นทุนด้านโลจิสติกส์ มีค่าน้ำหนักของความสำคัญเฉลี่ยเท่ากับ 0.484 ซึ่งทางเลือกที่สามมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการเป็นสถานที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่

คำสำคัญ: การเลือกทำเลที่ตั้ง, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP), ต้นทุนด้านโลจิสติกส์

คำนำ

การส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร เป็นอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลในรายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทย โดยสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (National Accounts Division, 2021; 2022) ซึ่งในปี 2565 มีมูลค่า 49,490.0 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้นจากปี 2564 ซึ่งมีมูลค่า 45,477.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ แต่ถ้าวินิจฉัยอุตสาหกรรมผักและผลไม้เพื่อการส่งออกกลับมีมูลค่าลดลงเนื่องจากสถานการณ์ไวรัสโคโรนา (COVID-19) จากมูลค่า 8,742.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เหลือ 8,380.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ อุตสาหกรรมผักและผลไม้เพื่อการส่งออกจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้การจัดการต้นทุนโลจิสติกส์มีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมผักและผลไม้ เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการส่งมอบผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดเป้าหมายได้ทันเวลา ลดต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวม การพิจารณาต้นทุนด้านโลจิสติกส์หนึ่งในปัจจัยในกระบวนการเลือกสถานที่ที่เหมาะสม ทำให้องค์กรธุรกิจสามารถตัดสินใจวางตำแหน่งโรงงานอย่างมีกลยุทธ์เพื่อลด

ค่าใช้จ่ายและเพิ่มรายได้สูงสุด นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเพิ่มเติมด้วยการเพิ่มเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งจำนวน 3 เกณฑ์ (Richards, 2014; Gothwal and Saha, 2015; Rushton *et al.*, 2022) สำหรับองค์ธุรกิจในการอุตสาหกรรมผักและผลไม้ ดังนี้ 1) ต้นทุนวัตถุดิบ (raw material cost) 2) ต้นทุนด้านแรงงาน (cost of labor) และ 3) ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค (availability of facilities) (Gothwal and Saha, 2015; Rahman *et al.*, 2018) เพื่อองค์ธุรกิจสามารถดำเนินการตัดสินใจ ประเมินและเปรียบเทียบสถานที่ที่มีศักยภาพอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาจากความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ของต้นทุนโลจิสติกส์รวมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นจากการทบทวนวรรณกรรมเพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง (Boardman Liu *et al.*, 2008; Cinar and Ahiska, 2009; Richards, 2014, Koç and Burhan, 2015)

การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมเพื่อการดำเนินงานขององค์ธุรกิจ จะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการดำเนินงาน (Gothwal and Saha, 2015; Koç and Burhan 2015; Alost *et al.*, 2021) ความสามารถในการแข่งขันและผลกำไรโดยรวมขององค์ธุรกิจ

องค์กรธุรกิจจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพื่อให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในสถานการณ์ทางการตลาดที่ผันผวน โดยแนวคิดในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันสามารถคือกลยุทธ์ในการบริหารต้นทุน เพื่อให้องค์กรธุรกิจเพิ่มความสามารถในการแข่งขันโดยหนึ่งในต้นทุนที่สำคัญต่อองค์กรธุรกิจคือต้นทุนด้านโลจิสติกส์ (National Accounts Division, 2022) ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ต้นทุนการขนส่งสินค้า (transport cost) เป็นค่าขนส่งที่ครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปทั้งขาเข้าและขาออก 2) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (inventory holding cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการถือครองสินค้าและต้นทุนการบริหารคลังสินค้า เพื่อให้แน่ใจว่าวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมต่อการผลิตและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา และ 3) ต้นทุนในการบริหารจัดการ (administration cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมโลจิสติกส์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการประสานงานด้านโซ่อุปทาน (supply chain collaboration) ดังนั้นการเลือกทำเลที่ตั้ง (location selection) จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อช่วยองค์กรธุรกิจในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและเพิ่มผลกำไร สามารถดำเนินการโดยการลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ ทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้า ลดต้นทุนต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังและลดต้นทุนในการบริหารจัดการได้ (Muha, 2019; Pohit *et al.*, 2019)

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) จากมุมมองด้านการจัดการโลจิสติกส์ จะเป็นวิธีการที่เป็นการวิเคราะห์เชิงกระบวนการและเป็นระบบที่ช่วยในการตัดสินใจและจัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพ นอกจากนี้องค์กรธุรกิจสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการต้นทุนด้านโลจิสติกส์ และ AHP สามารถรองรับสถานการณ์การตัดสินใจที่หลากหลายและปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง (Brunelli, 2014; Mu *et al.*, 2017) ซึ่งในบริบทของการเลือก

สถานที่ตั้ง การพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยและหลักเกณฑ์อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละองค์กรธุรกิจ นอกจากนี้บริบทที่โรงงานได้ดำเนินการประยุกต์ใช้ AHP จะช่วยให้มีความยืดหยุ่นในการรวมเกณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถดำเนินการปรับการประเมินตามความจำเป็น รวมทั้งยังเป็นกระบวนการตัดสินใจที่โปร่งใส (Saaty, 1994; Brunelli 2014) เมื่อมีการประยุกต์ใช้ AHP เพื่อสนับสนุนเหตุผลในการตัดสินใจและความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ของเกณฑ์สามารถจัดทำเป็นเอกสารได้อย่างชัดเจน ทำให้ AHP ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจและอำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมและการยอมรับของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Saaty, 2001b; 2008)

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานผู้ผลิตและแปรรูปผักและผลไม้เพื่อการส่งออกต่างประเทศ ที่มีที่ตั้งโรงงานในปัจจุบันอยู่ที่จังหวัดราชบุรี มีความต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว โดยการตระหนักถึงต้นทุนด้านโลจิสติกส์ มีความต้องการศึกษาเพื่อคัดเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่ ประกอบไปทางเลือกด้านทำเลที่ตั้งจำนวน 3 แห่ง คือ แห่งที่ 1 ต.ปากแรต อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี แห่งที่ 2 ต.เขาขลุ่ย อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี และแห่งที่ 3 ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้ง ด้วย AHP พร้อมกับทำการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ (Brunelli, 2014)

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เป็นการสำรวจเกี่ยวกับเป้าหมาย เกณฑ์ในการเลือกและทางเลือก สำหรับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วยมุมมองการจัดการด้านต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการตัดสินใจและวางแผนปรับปรุงในอนาคต การวิจัยนี้จะเป็นการใช้ประชากรเป้าหมาย

ในการดำเนินการวิจัย และการประยุกต์ใช้ AHP มี การดำเนินการดังนี้ (Saaty, 2008; Brunelli, 2014) 1) กำหนดประชากรที่เป็นผู้เชี่ยวชาญของโรงงานผัก และผลไม้เพื่อการส่งออกที่มีที่ตั้งโรงงานในปัจจุบัน อยู่ที่จังหวัดราชบุรี จำนวน 3 ท่าน ที่มีอำนาจในการ ตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งและมีประสบการณ์ ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยมีประสบการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านจัดการโลจิสติกส์ เพื่อ คัดกรองเลือกเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจจากการ ทบทวนวรรณกรรมและเกณฑ์ที่ถูกเสนอแนะจาก ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญดำเนินการ คัดกรองเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องโรงงานผักและผลไม้ เพื่อการส่งออก โดยเกณฑ์ที่ถูกคัดเลือกได้มีการ ประยุกต์ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ระหว่างคำถามกับ วัตถุประสงค์ ซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 จะแสดงถึง คำถามเกี่ยวกับเกณฑ์ที่เลือกมีความสอดคล้องต่อ วัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่ตรงต่อวัตถุประสงค์ ของทางโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก 2) การ สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยแบบ ประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่ออกแบบเพื่อ จัดลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพสำหรับ การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ 3) การเก็บ รวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ที่ดำเนินการ เป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก 4) การ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย AHP เพื่อดำเนินการเลือกทำเล ที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วย มุมมองด้านการจัดการต้นทุนโลจิสติกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นแบบ ประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่ออกแบบเพื่อจัด ลำดับความสำคัญของสถานที่ที่มีศักยภาพสำหรับ การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ โดยการใช้อยู่สเกล การเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparison scale) โดยผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจะต้องเปรียบเทียบความ สำคัญ โดยระดับน้ำหนักของความสำคัญจะมีการวัด โดยการแสดงค่าตัวเลข ดัง Table 1 และแบบประเมิน ค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินค่าการ เปรียบเทียบแบบคู่ 2) การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ ในการตัดสินใจภายใต้เป้าหมายที่กำหนด 3) การ เปรียบเทียบทางเลือกทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพภายใต้ ทางเลือกแต่ละทางเลือก

ตัวอย่างแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่

คำถาม: ท่านให้ความสำคัญเกณฑ์ที่มากกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งเท่าไร

ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ซ้าย กับเกณฑ์ ขวา ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกณฑ์ซ้าย มีความสำคัญ มากกว่าเกณฑ์ขวา อยู่ในระดับน้ำหนักความสำคัญ กว่าระดับสำคัญมาก คำตอบจะเป็น “7” หมายถึง เกณฑ์ซ้ายมีความสำคัญมากกว่าเกณฑ์ขวา อยู่ 7 เท่า

คู่ที่	เกณฑ์ซ้าย	เกณฑ์ซ้ายสำคัญกว่าเกณฑ์ขวา							เท่ากัน	ทางเลือกขวาสำคัญกว่าทางเลือกซ้าย							เกณฑ์ขวา				
		9	8	7	6	5	4	3		2	1	2	3	4	5	6		7	8	9	
1	ต้นทุนการขนส่งสินค้า			7																	ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

ในทางตรงกันข้ามสำหรับคำถามเดียวกัน ถ้าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกณฑ์ขวา มีความสำคัญ

มากกว่าเกณฑ์ซ้าย อยู่ในระดับน้ำหนักความสำคัญ กว่าระดับสำคัญมาก คำตอบจะเป็น “1/7”

คู่ที่	เกณฑ์ซ้าย	เกณฑ์ซ้ายสำคัญกว่าเกณฑ์ขวา							เท่ากัน	ทางเลือกขวาสำคัญกว่าทางเลือกซ้าย							เกณฑ์ขวา				
		9	8	7	6	5	4	3		2	1	2	3	4	5	6		7	8	9	
1	ต้นทุนการขนส่งสินค้า																				ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ของโรงงาน ที่ดำเนินการเป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5 ปี มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการจัดการโลจิสติกส์ การดำเนินงานเก็บข้อมูลจะอยู่ในช่วงวันที่ 15 – 16 มิถุนายน 2566 ซึ่งเป็นวันและเวลาที่สถานประกอบสะดวกในการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลจำนวน 2 วัน และช่วงเวลาอยู่ระหว่าง 9:00 น. ถึง 16:00 น. โดยผู้วิจัยจะดำเนินการถามคำถามในรูปแบบประเมินค่าการเปรียบเทียบแบบคู่ ที่เกี่ยวกับเกณฑ์และทางเลือกที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ในมุมมองการจัดการด้านต้นทุนโลจิสติกส์

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใช้เกณฑ์จำนวนหลายเกณฑ์มาเพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน โดยวิธีการเกี่ยวกับ AHP มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแต่ละตัวเลือก ในกรณีของ

การเลือกสถานที่ตั้งของโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก เกณฑ์จะประกอบด้วยเกณฑ์ต่างๆ ดังเช่น ต้นทุนการขนส่งสินค้า ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง และต้นทุนในการบริหารจัดการโลจิสติกส์ การวิจัยนี้จะมีการเพิ่มเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งแห่งใหม่ (Gothwal and Saha, 2015) ที่ดำเนินการเป็นโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก

2) การพัฒนาลำดับชั้นที่จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจและเกณฑ์ที่ช่วยในการประเมินแต่ละตัวเลือก ลำดับชั้นจะประกอบด้วยสามระดับชั้นคือ เป้าหมาย เกณฑ์ และทางเลือก โดยเป้าหมายจะแสดงให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ ในขณะที่ เกณฑ์ และทางเลือกจะเป็นองค์ประกอบย่อยที่ช่วยในการตัดสินใจ

3) การเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparisons) จะเป็นการเปรียบเทียบแบบคู่ระหว่าง เกณฑ์และทางเลือกแต่ละคู่ จะมีการประเมินเกณฑ์ในแต่ละคู่ และมีการกำหนดความสำคัญในแต่ละคู่ โดยทั่วไปจะมีการใช้มาตราส่วนตัวเลขตั้งแต่เลข 1 ถึง 9 โดยที่ 1 แสดงถึงความสำคัญเท่ากันและเลข 9 แสดงถึงความสำคัญมากที่สุด

Table 1 The fundamental scale of absolute number (Saaty, 2001a; 2008)

Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal Importance	Two activities contribute equally to the objective
3	Moderate Importance	Experience and judgment slightly favor one activity over another
5	Strong Importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
7	Very Strong or Demonstrated Importance	An activity is favored very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
9	Extreme Importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
2, 4, 6, 8	For Compromise between the Above Values	Sometimes one needs to interpolate a compromise judgment numerically because there is no good word to describe

4) การกำหนดน้ำหนักโดยที่น้ำหนักจะถูกกำหนดสำหรับแต่ละเกณฑ์และทางเลือก น้ำหนักจะ

แสดงถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์และทางเลือก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการตัดสินใจ

Table 2 Pairwise Comparisons (Saaty; 2008)

Criteria C1, C2, C3, ..., Cn	A1	A2	A3	...	An	
A1	1	a12	a13	...	a1n	
Criteria or Alternatives	A2	1/a12	1	a23	...	a2n
	A3	1/a13	1/a23	1	...	a3n
	⋮	⋮	⋮	⋮	1	⋮
	An	1/a1n	1/a2n	1/a3n	...	1

5) การตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) (Saaty, 2001b) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการเปรียบเทียบแบบคู่ นั้นสอดคล้องกัน และปราศจากอคติ ซึ่งถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าสูงกว่า 0.10 ที่ การเปรียบเทียบแบบคู่จะมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนหรือยอมรับไม่ได้ ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ กรณีที่ค่า C.R. = 1 หมายความว่า การตัดสินใจไม่สอดคล้องกัน 10 เปอร์เซ็นต์ เหมือนกันเปรียบเทียบนั้นได้รับการสุ่ม การตรวจสอบความสอดคล้อง C.R. สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (\text{Equation 1})$$

$$C.I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (\text{Equation 2})$$

โดย C.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง λ_{\max} คือ ผลรวมของค่าการวิเคราะห์ของแต่ละเกณฑ์ในแต่ละแถว n คือ จำนวนเกณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ

โดยที่ค่า Random Consistency Index (R.I.) คือดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่มที่ได้มาจากการเปรียบเทียบแบบคู่ที่สร้างมาแบบสุ่มจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 ตัวอย่างซึ่งค่า R.I. นำเสนอโดย Saaty (1987) ดัง (Table 3)

Table 3 Random consistency index for $n = 6$ (criteria) and $n = 3$ (alternatives)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency index (R.I.)	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

6) การสังเคราะห์จะดำเนินการโดยพิจารณา น้ำหนักที่ถูกสังเคราะห์ เพื่อคำนวณคะแนนรวมสำหรับแต่ละทางเลือก ทางเลือกที่มีคะแนนสูงสุด จะถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด โดยที่ทางเลือกด้านทำเลที่ตั้งจำนวน 3 แห่ง คือ แห่งที่ 1 (ALT2) ต.ปากแตร อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี แห่งที่ 2 (ALT2) ต.เขาขลุง อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี และแห่งที่ 3 (ALT3) ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการวิเคราะห์ในการตัดสินใจคัดเลือกทำเลที่ตั้งสำหรับโรงงานแห่งใหม่ ซึ่งเป็นเป้าหมายของ

การดำเนินการ โดยขั้นตอนต่อไปเป็นการเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้ง ด้วยการคัดกรองเลือกเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจในมุมมอง ต้นทุนด้านโลจิสติกส์จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจำนวน 3 ท่าน โดยการประยุกต์ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่ตรงต่อวัตถุประสงค์ของทางโรงงานผักและผลไม้เพื่อการส่งออก ซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.5 พบว่าเกณฑ์ที่โรงงานใช้ในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน ที่มีค่าเกิน 0.5 ประกอบไปด้วยเกณฑ์จำนวน 6 เกณฑ์ ดังนี้ 1) ต้นทุนการขนส่งสินค้า (transport cost)(C1) 2) ต้นทุนการเก็บรักษา

สินค้าคงคลัง (inventory holding cost)(C2)
 3) ต้นทุนการบริหารจัดการ (administration cost) (C3)
 4) ต้นทุนวัตถุดิบ (raw material cost)(C4)
 5) ต้นทุนด้านแรงงาน (cost of labor)(C5) และ 6) ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค (availability of facilities) (C6)

โดย (Figure 1) จะแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ เกณฑ์และทางเลือก สำหรับการตัดสินใจคัดเลือกโรงงานแห่งใหม่

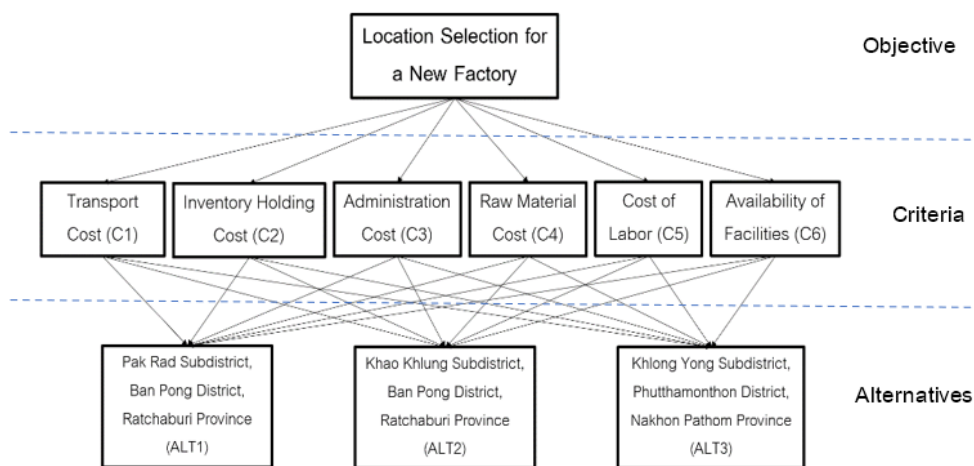


Figure 1 The Hierarchical Structure of Factory Location Selection

(Table 4) แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์จำนวน 6 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือก

ทำเลที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ที่มาจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านของโรงงาน

Table 4 Normalized matrix and priority with respect to six criteria assigned by experts

Criteria	Expert1	Expert2	Expert3	Criteria Weights	Priority
C1	0.407	0.408	0.380	0.398	1
C2	0.054	0.067	0.079	0.067	3
C3	0.069	0.059	0.056	0.061	4
C4	0.375	0.362	0.396	0.378	2
C5	0.051	0.059	0.054	0.055	5
C6	0.045	0.044	0.035	0.041	6
	$\lambda_{max}= 6.317;$ CI= 0.027; CR= 0.022	$\lambda_{max}= 6.605;$ CI= 0.121; CR= 0.098	$\lambda_{max}= 6.541;$ CI= 0.108; CR= 0.087		

ผลการวิเคราะห์ใน (Table 4) พบว่า ผลจากการตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) จากผู้เชี่ยวชาญของโรงงานทั้ง 3 ท่าน มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงให้เห็นว่าการเปรียบเทียบแบบคู่ (pairwise comparisons) นั้นสอดคล้องกัน และปราศจากอคติ โดยมีเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการขนส่งสินค้า (C1) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.398 อันดับที่สองจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.378 อันดับที่สามจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (C2) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.067 อันดับที่สี่จะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการบริหารจัดการ (C3) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.061 อันดับที่ห้าจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนด้านแรงงาน (C5) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.055 และอันดับที่หกจะเป็นเกณฑ์ทางด้าน

ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค (C6) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.041

การวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกแต่ละทางเลือกด้วยการพิจารณาเกณฑ์ที่กำหนดไว้แต่ละเกณฑ์ ดัง (Table 4) และจะพบว่าในแต่ละเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก จะมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกัน เช่นถ้าพิจารณาที่เกณฑ์ต้นทุนการขนส่ง (C1) เปรียบเทียบกับทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก จะพบว่า ทางเลือกที่ 3 (ALT3) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด แต่ถ้าพิจารณาที่เกณฑ์ต้นทุนวัตถุดิบ (C4) จะพบว่าทางเลือกที่ 1 (ALT1) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด ดังนั้นจะดำเนินการวิเคราะห์หาคะแนนรวมสำหรับแต่ละทางเลือกจากเกณฑ์ทั้งหมด 6 เกณฑ์จะทำให้ทางเลือกที่มีคะแนนสูงสุดจะถือว่าเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด ดัง (Table 5)

Table 5 Normalized comparison matrix for three possible factories according to each criterion

C1	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.120	0.273	0.111	0.168
ALT2	0.040	0.091	0.111	0.081
ALT3	0.840	0.636	0.778	0.751
$\lambda_{max}= 3.050$; CI= 0.025; CR= 0.043				
C3	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT2	0.333	0.200	0.143	0.225
ALT3	0.333	0.600	0.429	0.454
$\lambda_{max}= 3.047$; CI= 0.023; CR= 0.040				
C5	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT2	0.333	0.200	0.429	0.321
ALT3	0.333	0.200	0.429	0.321
$\lambda_{max}= 3.000$; CI= 0.000; CR= 0.000				

C2	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.429	0.600	0.333	0.454
ALT2	0.143	0.200	0.333	0.225
ALT3	0.429	0.200	0.333	0.321
$\lambda_{max}= 3.083$; CI= 0.041; CR= 0.071				
C4	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.600	0.429	0.454
ALT2	0.111	0.200	0.429	0.247
ALT3	0.333	0.200	0.429	0.321
$\lambda_{max}= 3.082$; CI= 0.041; CR= 0.071				
C6	ALT1	ALT2	ALT3	Priority
ALT1	0.333	0.600	0.143	0.359
ALT2	0.111	0.200	0.429	0.247
ALT3	1.000	0.200	0.429	0.543
$\lambda_{max}= 3.077$; CI= 0.038; CR= 0.066				

Table 6 Composite weights (CW) for three possible factories

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Overall Priority
Criteria Weights	0.398	0.067	0.061	0.378	0.055	0.041	
ALT1	0.172	0.408	0.333	0.622	0.333	0.392	0.386
ALT2	0.081	0.258	0.212	0.258	0.333	0.261	0.189
ALT3	0.831	0.333	0.484	0.182	0.333	0.333	0.484

ผลการวิเคราะห์ทางเลือกใน (Table 6) พบว่า ทางเลือกที่สาม (ALT3) มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.484 รองลงมาคือทางเลือกที่ 1 (ALT1) โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.386 และทางเลือกที่มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ทางเลือกที่ 2 (ALT2) โดยมีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.189 หรืออาจจะกล่าวได้ว่าค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ยของทางเลือก ALT3 > ALT1 > ALT2 ดังนั้นทางเลือกที่ 3 (ALT3) เป็นทางเลือกที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดในมุมมองด้านลอจิสติกส์ ทางเลือกที่สามมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ดังนั้นผลการวิเคราะห์พบว่าทำให้ความสำคัญของเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างดีในการวิเคราะห์ AHP จะทำให้การประเมินมีความแม่นยำ และวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saaty and Ergu (2015) และ Kahraman *et al.* (2016) ได้เน้นความสำคัญของการกำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนด้วยวิธีการ AHP เพื่อให้แน่ใจว่ามีการเปรียบเทียบเกณฑ์และทางเลือก โดยมีการประเมินที่สอดคล้องกัน ซึ่งได้แนะนำว่าถ้าเกณฑ์ที่ไม่ชัดเจนหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่เหมาะสม อาจนำไปสู่ผลลัพธ์ต่อการตัดสินใจที่ไม่น่าเชื่อถือได้

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานในเขตจังหวัดราชบุรีและนครปฐม ด้วยการประยุกต์ใช้วิธี AHP พร้อมกับทำการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่ตั้งโรงงานแห่งใหม่ในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ พบว่าเกณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งในมุมมองด้านต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออก จะมีทั้งหมด 6 เกณฑ์ โดยมีเกณฑ์จำนวน 2 เกณฑ์ที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดสำหรับการตัดสินใจ จะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนการขนส่งสินค้า (C1) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.398 และรองลงมาจะเป็นเกณฑ์ทางด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.378 ในส่วนของการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

แห่งใหม่จากการวิเคราะห์การหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกภายใต้แต่ละเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าทางเลือกที่ 3 (ALT3) มีค่าน้ำหนักของเกณฑ์เฉลี่ย 0.484 ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากที่สุดในมุมมองด้านต้นทุนด้านโลจิสติกส์ โดยทางเลือกที่สามจะมีทำเลที่ตั้งอยู่ที่ ต.คลองโยง อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการเป็นสถานที่ตั้งโรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออกแห่งใหม่

การวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) โรงงานฝักและผลไม้เพื่อการส่งออกควรมีการพิจารณาดำเนินการสำรวจเกณฑ์แบบพลวัตในระหว่างกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากต้นทุนด้านโลจิสติกส์และสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จากความผันผวนของตลาดหรืออิทธิพลจากภายนอก นอกจากนี้สามารถพิจารณาข้อมูลตามช่วงเวลาและดำเนินการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งให้เข้ากับเกณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป 2) เกณฑ์ที่ทางโรงงานให้ความสำคัญมากสำหรับช่วยในการตัดสินใจ พบว่าจะเป็นเกณฑ์ด้านต้นทุนขนส่งสินค้า (C1) และด้านต้นทุนวัตถุดิบ (C4) ดังนั้นโรงงานควรพิจารณาในรายละเอียดเพิ่มเติมของเกณฑ์ทั้ง 2 ด้าน เช่น ด้านต้นทุนขนส่งจะสามารถประกอบไปด้วยต้นทุนขนส่งคงที่ ต้นทุนขนส่งผันแปร ต้นทุนขนส่งรวม และต้นทุนขนส่งเที่ยวกลับ ในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบสามารถประกอบไปด้วย การจัดการแหล่งวัตถุดิบ การจัดการแรงงาน และการจัดการซัพพลายเออร์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 1) สามารถทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปรียบเทียบวิธีการ AHP กับวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Analysis: MCDA) แบบอื่นๆ เช่น ELECTRE, SAW, PROMETHEE และ TOPSIS เพื่อพิจารณาว่าวิธีการตัดสินใจแบบใดเหมาะสมที่สุด สำหรับสถานการณ์ที่ต้องการดำเนินการวิจัย 2) การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการศึกษาเฉพาะด้วยวิธี AHP ซึ่งเป็นวิธีการที่เน้นที่วัตถุประสงค์เดียวเป็นหลัก อาจจะไม่สามารถ

วิเคราะห์ความซับซ้อนของการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งได้ทั้งหมด ซึ่งในสถานการณ์จริงอาจมีหลายวัตถุประสงค์ในการพิจารณาดำเนินการตัดสินใจขั้นสุดท้าย ดังนั้นจะต้องมีการวิจัยแนวทางแบบผสมผสานที่รวมวิธีการ AHP เข้ากับวิธีการตัดสินใจอื่นๆ เพื่อจัดการกับวัตถุประสงค์หลายๆ ด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) การวิจัยครั้งต่อไปสามารถดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการผสมผสานวิธีการ AHP กับเทคนิค MCDA แบบอื่นๆ เพื่อเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- Alosta, A., O. Elmansuri and I. Badi. 2021. Resolving a location selection problem by means of an Integrated AHP-RAFSI approach. *Reports in Mechanical Engineering* 2(1):135-142.
- Boardman Liu, L., P. Berger, A. Zeng and A. Gerstenfeld. 2008. Applying the analytic hierarchy process to the offshore outsourcing location Decision. *Supply Chain Management: An International Journal* 13(6):435-449.
- Brunelli, M. 2014. *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. Springer. New York City.p.83.
- Cinar, N. and S. S. Ahiska. 2009. A Decision support model for bank branch location selection. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering* 3(12):26-31.
- Gothwal, S. and R. Saha. 2015. Plant Location Selection of a Manufacturing Industry using Analytic Hierarchy Process Approach. *International Journal of Services and Operations Management* 22(2):235-255.
- Kahraman, C., E. Boltürk, S. Ç. Onar and K. Göztepe. 2016. Multiattribute warehouse location selection in humanitarian logistics using hesitant fuzzy AHP. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process* 8(2).
- Koç, E. and H. A. Burhan. 2015. An application of analytic hierarchy process (AHP) in a real world problem of store location selection. *Advances in Management and Applied Economics* 5(1):41-50.
- Mu, E., M. Pereyra-Rojas, 2017. Understanding the Analytic Hierarchy Process. *Practical Decision Making: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP) using Super Decisions* . pp7-22. *in* Springer. New York City.
- Muha, R. 2019. An overview of the problematic issues in logistics cost management. *Pomorstvo* 33(1):102-109.
- National Accounts Division. 2021. Thailand's Logistics Report 2020. N. Office of the National Economic and Social Development Council, ed, Bangkok. 29 p.
- National Accounts Division. 2022. Thailand's Logistics Report 2021. N. Office of the National Economic and Social Development Council, ed, Bangkok. 29 p.
- Pohit, S., D. B. Gupta, D. Pratap and S. Malik. 2019. Survey of literature on measuring logistics cost: A developing country's perspective. *Journal of Asian Economic Integration* 1(2):260-282.

- Rahman, M., M. Ali, U. Hossain and T. Mondal. 2018. Facility Location Selection for Plastic Manufacturing Industry in Bangladesh by using AHP Method. *International Journal of Research in Industrial Engineering* 7(3):307-319.
- Richards, G. 2014. *Warehouse Management-A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Cost in the Modern Warehouse*. Second Edition ed. Great Britain and the United States Kogan Page Limited. Kogen Page Limited. 352 p.
- Rushton, A., P. Croucher and P. Baker. 2022. *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Kogan Page Publishers.
- Saaty, R. W. 1987. The analytic hierarchy process - What it is and how it is used. *Mathematical Modelling* 9 (3-5):161-176.
- Saaty, T. L. 1994. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces* 24(6):19-43.
- Saaty, T. L. 2001a. *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex World*. RWS publications. United States. 73 p.
- Saaty, T. L. 2001b. Fundamentals of the analytic hierarchy process. Pages 15-35 in *The analytic hierarchy process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Managing Forest Ecosystems*. Vol. 3. Springer, Dordrecht.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences* 1(1):83-98.
- Saaty, T. L. and D. Ergu. 2015. When is a decision-making method trustworthy? Criteria for evaluating multi-criteria decision-making methods. *International Journal of Information Technology & Decision Making* 14(06):1171-1187.

**ความต้องการในการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกรในตำบลภูคา
อำเภอปัว จังหวัดน่าน**

The Needs for Extension of Arabica Coffee Production for Farmers in Phu Kha Sub-district,
Pua District, Nan Province

แสงรวี ไชยโย¹ นารีรัตน์ สีระสาร^{1*} และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม¹

Sangrawee Chaiyo¹, Nareerut Seerasarn^{1*} and Sineenuch Khrutmuang Sanserm¹

Received: June 21, 2023

Revised: August 11, 2023

Accepted: August 18, 2023

Abstract: The purposes of this research were to study (1) socio-economic conditions, (2) Arabica coffee production conditions, and (3) extension needs of Arabica coffee production. The population of this study was 130 Arabica coffee farmers, Phu Kha Subdistrict, Pua District, Nan Province who registered as economic crop producer in the production year of 2022/2023 with Department of Agricultural Extension. Structured interviews were used for data collection. Statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation and ranking. The results of the research founded that most of farmers were male with an average age of 54.55 years old. The average members in household were 2.79 persons. They had Arabica coffee production experience of 5.56 years on average. Their average household income was 74,053.85 baht per year and an average household debt of 8,000.00 baht per year. Conditions of Arabica coffee production, most of the farmers get the breeding from buying companies. Using the method of propagation by seed, plant under the shade, use rainwater for cultivation, did not use of chemicals to control weeds, diseases and insects. In terms of the extension need production of Arabica coffee in the 2 highest levels on issue (1) Insect prevention (2) Disease prevention. Therefore, officials should follow up and visit farmers in the area continuously. Training to educate farmers on prevention and elimination of diseases and insects in Arabica coffee for farmers to apply the knowledge gained to use in the production of Arabica coffee.

Keywords: needs for extension, Arabica coffee production, Nan province

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ (2) สภาพการผลิตกาแฟอาราบิก้า และ (3) ความต้องการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้า ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ผลิตกาแฟอาราบิก้า ตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตรปีการผลิต 2565/66 จำนวน 130 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 54.55 ปี มีจำนวนแรงงานเฉลี่ย 2.79 คน มีประสบการณ์ในการปลูกกาแฟอาราบิก้า เฉลี่ย 5.56 ปี

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120.

*Corresponding author: Nareerut.see@stou.ac.th

มีรายได้รวมครัวเรือนเฉลี่ย 74,053.85 บาทต่อปี และมีหนี้สินครัวเรือนเฉลี่ย 8,000.00 บาทต่อปี สภาพการผลิตกาแฟอาราบิก้า เกษตรกรส่วนใหญ่ได้พันธุ์มาจากบริษัทรับซื้อ ใช้วิธีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ปลูกได้รวมเงา ใช้น้ำฝนในการเพาะปลูก ไม่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดวัชพืช โรค และแมลง ในส่วนของความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าในระดับมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) การป้องกันกำจัดแมลง (2) การป้องกันกำจัดโรค ดังนั้นเจ้าหน้าที่ควรมีการติดตามและเยี่ยมเยียนเกษตรกรในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง มีการอบรมให้ความรู้เกษตรกรในเรื่องการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในกาแฟอาราบิก้า เพื่อให้เกษตรกรได้นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการผลิตกาแฟอาราบิก้า

คำสำคัญ: ความต้องการการส่งเสริม การผลิตกาแฟอาราบิก้า จังหวัดน่าน

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีการผลิตและการส่งออกเป็นอันดับที่ 29 ของโลก (สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564) ปี 2564 มีพื้นที่ปลูกกาแฟทั่วประเทศทั้งสิ้น 268,211 ไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 228,555 ไร่ ผลผลิตรวมทั่วประเทศ 21,771 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564ก) ทั้งนี้ประเทศไทยมีความต้องการกาแฟอยู่ที่ประมาณ 78,900 ตันต่อปี จึงได้มีการนำเข้ากาแฟดิบจากประเทศเวียดนาม สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และอินโดนีเซีย และมีการส่งออกเมล็ดกาแฟดิบ ซึ่งตลาดที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และแคนาดา ซึ่งอัตรานำเข้ากาแฟดิบปี 2564 มีจำนวน 58,609.14 ตัน มูลค่า 110.69 ล้านดอลลาร์สหรัฐ การนำเข้าสูงขึ้นจากปี 2562 ซึ่งมีจำนวน 44,831.73 ตัน มูลค่า 80.66 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพิ่มขึ้นจำนวน 13,777.41 ตัน มูลค่า 30.03 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564ข)

ภาคเหนือเป็นแหล่งการผลิตกาแฟที่สำคัญของประเทศไทย ปี 2564 การผลิตกาแฟคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.80 ของประเทศไทย ซึ่งมีแหล่งการผลิต 8 จังหวัดหลัก ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย น่าน แม่ฮ่องสอน ลำปาง แพร่ อุตรดิตถ์ พะเยา มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด 99,759 ไร่ ผลผลิตรวม 9,081 ตัน ผลผลิตลดลงจาก ปี พ.ศ.2563 ที่มีผลผลิตจำนวน 11,174 ตัน ลดลง 2,093 ตัน ขณะที่ปี 2564 จังหวัดน่าน มีพื้นที่ปลูกกาแฟ 12,507 ไร่

โดยผลิตกาแฟอาราบิก้า มีพื้นที่ยืนต้น 10,919 ไร่ ให้ผลผลิตทั้งหมด 8,820 ไร่ ผลผลิตรวม 573 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 52 กิโลกรัมต่อไร่ และผลิตกาแฟโรบัสต้า มีพื้นที่ยืนต้น 1,588 ไร่ และให้ผลผลิตทั้งหมด 1,313 ไร่ ผลผลิตรวม 73 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 46 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 12.70 ของเนื้อที่ยืนต้น และมีผลผลิตรวม 646 ตัน ซึ่งลดลงจาก ปี พ.ศ. 2561 ที่มีผลผลิตรวมจำนวน 760 ตัน ลดลง 114 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) เนื่องจากเกษตรกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตกาแฟที่สูง ขาดองค์ความรู้ในการผลิตกาแฟที่มีคุณภาพ และยังมีวิธีการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวแบบเดิม ซึ่งยังไม่มีการนำเทคโนโลยีการผลิตมาใช้ ปัญหาโรคและแมลง ที่ทำให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพ เกษตรกรจึงต้องมีการพึ่งพาปัจจัยภายนอก เช่น ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตาบลฎาคา เป็นแหล่งผลิตกาแฟของ อำเภอปัว จังหวัดน่าน ซึ่งในปี 2563 มีปริมาณผลผลิต 12.38 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2564 ที่มีปริมาณผลผลิต 9.96 ตัน ซึ่งปริมาณลดลง 2.42 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564) เนื่องจากเกษตรกรยังคงประสบปัญหาด้านกระบวนการผลิต การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวส่งผลให้เกษตรกรในตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน มีผลผลิตและรายได้ลดลง

จากสถานการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการศึกษาถึงความต้องการในการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกรในตำบลภูคา

อำเภอบัว จังหวัดน่าน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเป็นแนวทางการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกรในอำเภอบัว จังหวัดน่าน ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ ตอบโจทย์ต่อความต้องการของเกษตรกร สามารถแก้ไขปัญหานำไปสู่การพัฒนาผลผลิต และกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่ตำบลภูคา อำเภอบัว จังหวัดน่าน ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปีการเพาะปลูก 2565/66 ทั้งหมด จำนวน 130 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ (2) สภาพการผลิตกาแฟอาราบิก้า (3) ความต้องการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร นำผลการสัมภาษณ์เกษตรกรมาทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น โดยหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ด้วยการโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการทดสอบ ระดับความต้องการของเกษตรกรที่มีความต้องการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาเท่ากับ 0.945 จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์คะแนนน้ำหนักเฉลี่ยดังนี้ 1.00 - 1.80 เท่ากับน้อยที่สุด 1.81 - 2.60 เท่ากับน้อย 2.61 - 3.40 เท่ากับปานกลาง 3.41 - 4.20 เท่ากับมาก และ 4.21 - 5.00 เท่ากับมากที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพพื้นฐานทางสังคมและสภาพทางเศรษฐกิจของเกษตรกร

ด้านสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 76.20 เป็น เพศชาย ซึ่งมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของ

ณัฐตากานต์ และพงษ์ศักดิ์ (2560) พบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย ร้อยละ 72.2 และเกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 54.55 ปี ร้อยละ 83.10 ไม่ได้รับการศึกษา รองลงมา ร้อยละ 7.70 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 6.20 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และร้อยละ 3.10 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. มีจำนวนสมาชิกครัวเรือน เฉลี่ย 4.15 คน เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในวัยทำงานและออกจากพื้นที่ไปทำงานต่างจังหวัด ทำให้แรงงานในการทำการเกษตรมีจำนวนน้อย โดยมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของ จุฬารัตน์ (2561) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตกาแฟในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า เกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 44.31 ปี ไม่ได้รับการศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.50 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ทำอาชีพเกษตรกรรมมาตั้งแต่เด็กจึงไม่ให้ความสำคัญกับการศึกษาในระดับสูง อีกทั้งเนื่องด้วยพื้นที่ห่างไกลเดินทางลำบาก และขาดเงินทุนในการศึกษา

ด้านเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรมีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 74,053.85 บาทต่อปี ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับจังหวัด ที่มีรายได้รวมของครัวเรือนเฉลี่ย 246,671.04 บาทต่อปี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2564) โดยมีรายได้จากภาคการเกษตรเฉลี่ย 49,253.85 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 66.51 ของรายได้รวมของครัวเรือน รายจ่ายรวมของครัวเรือนเฉลี่ย 37,353.85 บาทต่อปี รายจ่ายรวมเฉพาะภาคการเกษตรของครัวเรือนเฉลี่ย 16,176.92 บาทต่อปี หนี้สินเฉลี่ย 8,000.00 บาท เกษตรกรร้อยละ 18.50 ใช้แหล่งเงินทุนในการทำการเกษตรจาก ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) รองลงมา ร้อยละ 14.60 มีแหล่งเงินทุนในการทำการเกษตรจากกองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 7.70 มีแหล่งเงินทุนในการทำการเกษตรจากเพื่อนบ้าน และร้อยละ 6.90 มีแหล่งเงินทุนในการทำการเกษตรจากญาติพี่น้อง

2. สภาพการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร

การผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรร้อยละ 95.40 ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ซึ่งได้รับการสนับสนุนมาจากบริษัทรับซื้อ

ร้อยละ 23.10 ได้พันธุ์มาจากการเก็บเมล็ดพันธุ์เอง และร้อยละ 8.50 ได้พันธุ์มาจากการซื้อ ร้อยละ 96.20 ใช้วิธีการปลูกใต้ร่มเงาของไม้ยืนต้นในสภาพป่า ร้อยละ 3.80 ใช้วิธีการปลูกกลางแจ้ง โดยไม่มีไม้ยืนต้นพรางแสง ร้อยละ 90.00 ใช้วิธีการปลูกในระยะร่อง 2x2 เมตร ร้อยละ 76.20 ใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ร้อยละ 86.20 มีการกำจัดวัชพืช ร้อยละ 73.80 มีการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช ร้อยละ 100.00 ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวกาแฟอาราบิก้า โดยการผลิตกาแฟอาราบิก้าตามกระบวนการตามหลักวิชาการ จะทำให้สามารถพัฒนาผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการเกษตร (2562) ส่วนการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกร จำหน่ายผลผลิตเฉลี่ย 20.05 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาผลผลิตที่ทางบริษัทรับซื้อในราคาที่ดี ทำให้เกษตรกรมีรายได้ราคาต่อผลผลิตมากกว่าการขายผลผลิตตามท้องตลาด ซึ่งราคาผลผลิตมีความใกล้เคียงกับนพดล (2559) ศึกษาการผลิตและเทคนิคการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดน่าน พบว่า เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ย 19.43 บาทต่อกิโลกรัม

3. ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้า

3.1 ความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้า พบว่า ภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการในการส่งเสริมเพื่อการผลิตกาแฟอาราบิก้า อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.22) โดยประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการมากที่สุด 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การป้องกันกำจัดแมลง (ค่าเฉลี่ย 4.40) และ (2) การป้องกันกำจัดโรค (ค่าเฉลี่ย 4.34) รองลงมาเกษตรกรมีความต้องการรับบริการส่งเสริมในระดับมาก 1 ประเด็น ได้แก่ (1) การควบคุมวัชพืช (ค่าเฉลี่ย 4.03)

รองลงมาเกษตรกรมีความต้องการรับบริการส่งเสริมในระดับปานกลาง 11 ประเด็น ได้แก่ (1) การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ค่าเฉลี่ย 3.40) (2) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.38) (3) การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์กาแฟ (ค่าเฉลี่ย 3.35) (4) การป้องกันการสูญเสียหน้าดิน (ค่าเฉลี่ย 3.27) (5) วิธีการขยายพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.08) (6) การใช้อินทรีย์วัตถุ (ค่าเฉลี่ย 3.07) (7) การแปรรูปผลผลิตกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 3.02) (8) การเก็บรักษาผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.01) (9) การใช้ปุ๋ยเคมี (ค่าเฉลี่ย 3.00) (10) วิธีการปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.66) และ (11) การคัดเลือกพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.62) ขณะที่เกษตรกรมีความต้องการรับบริการส่งเสริมในระดับน้อย 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การเตรียมพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.51) และ (2) การเตรียมดินปลูกกาแฟ (ค่าเฉลี่ย 2.39) ดัง (Table 1) เนื่องจากเกิดการระบาดของโรคและแมลงที่ทำให้ผลผลิตของเกษตรกรลดลง ทำให้เกษตรกรมีความสนใจในด้านการป้องกันกำจัดโรคและแมลงซึ่งสอดคล้องคล้อยกับงานวิจัยของณัฐิตากานต์ และพงษ์ศักดิ์ (2560) ศึกษารูปแบบและกระบวนการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่โครงการหลวงและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง พบว่า เกษตรกรได้รับการอบรมจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมโครงการหลวง และนักวิชาการที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการเข้าไปตรวจเยี่ยมพื้นที่ปลูกให้คำปรึกษาร้อยละ 72.70 และมีความต้องการ คือ การจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาเรื่องโรคและแมลง การปรับปรุงแนวทางการประกันราคาผลผลิต การจัดกองทุนกู้ยืมความต้องการการสนับสนุนเครื่องมือในการผลิต และความต้องการการสนับสนุนด้านการตลาด

Table 1 The extension needs of Arabica coffee production for farmers

N=130

Needs	\bar{x}	S.D	Result	Ranking
1. Selection of planting areas	2.62	1.022	Moderate	14
2. Seed selection	3.35	0.834	Moderate	6
3. Preparing the planting area	2.51	1.080	Low	15
4. Method of growing	2.66	1.113	Moderate	13
5. Arabica coffee propagation	3.08	1.012	Moderate	8
6. Soil preparation for Arabica coffee planting	2.39	1.115	Low	16
7. Increasing soil fertility	3.40	0.813	Moderate	4
8. Prevention of soil loss	3.27	0.805	Moderate	7
9. Using natural organic matter	3.07	1.125	Moderate	9
10. Using chemical fertilizers	3.00	1.128	Moderate	12
11. Weed control	4.03	0.609	High	3
12. Arabica coffee diseases and prevention	4.34	0.578	Highest	2
13. Pest control	4.40	0.579	Highest	1
14. Post-harvest management	3.38	1.130	Moderate	5
15. Storing produce	3.01	1.299	Moderate	11
16. Processing of Arabica coffee products	3.02	1.378	Moderate	10
Average	3.22	0.976	Moderate	

3.2 ความต้องการวิธีการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร พบว่า วิธีการส่งเสริมที่เกษตรกรต้องการในภาพรวมในระดับมาก ซึ่งมีวิธีการส่งเสริมอยู่ 3 รูปแบบ เมื่อแยกเป็นรายประเด็น พบว่า (1) วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.92) (2) วิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.57) และ (3) วิธีการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 3.42) ดัง (Table 2) โดยวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่มเป็นวิธีที่เกษตรกรมีความ

ต้องการมากที่สุด เมื่อแยกรายประเด็น คือ เกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมถ่ายทอดความรู้โดยการอบรม สาธิต และพาเกษตรกรไปดูแปลงเกษตรกรต้นแบบ ซึ่งเกษตรกรสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำวิธีการจากที่ได้ไปดูในพื้นที่จริงมาปรับใช้ในพื้นที่ตัวเอง ให้เกิดการพัฒนาและแก้ไขปัญหาได้อย่างทันเหตุการณ์

Table 2 extension method needs of Arabica coffee production for farmers

N=130

Needs	\bar{x}	Result
1. Individual method	3.57	High
1.1 Extension officers visit the farm	4.11	High
1.2 Farmers come to contact the staff at the office	3.61	High
1.3 Contact by phone	3.00	Moderate

Table 2 (continued).

N=130

Needs	\bar{x}	Result
2. Group method	3.92	High
2.1 Training	3.98	High
2.2 Demonstration	3.92	High
2.3 Field trips/study trips	3.85	High
3. Mass method	3.42	High
3.1 Exhibitions	3.54	High
3.2 Technology transfer day event	3.52	High
3.3 Preparation of publications	3.39	Moderate
3.4 Radio program preparation	3.24	Moderate

สรุป

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อยู่ในช่วงวัยเข้าสู่ผู้สูงอายุ เนื่องจากพื้นที่อยู่ห่างไกล ขาดโอกาสทางการศึกษา เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยรายได้หลักของครัวเรือนมาจากภาคการเกษตร และกึ่งมีธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) การผลิตกาแฟอาราบิก้า เกษตรกรใช้วิธีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ใช้วิธีการปลูกได้ร่นเงา อาศัยน้ำฝนในการเพาะปลูกเป็นหลัก โดยการดูแลรักษาใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มีการกำจัดวัชพืช การกำจัดโรคและแมลง โดยไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมการผลิตกาแฟอาราบิก้าในระดับมากที่สุด ได้แก่ การป้องกันกำจัดแมลง และการป้องกันกำจัดโรค ซึ่งเกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมถ่ายทอดความรู้โดยการอบรม สาธิต และศึกษาดูงาน เพื่อให้เกษตรกรสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำวิธีการจากที่ได้เรียนรู้ในพื้นที่จริงมาปรับใช้ในพื้นที่ตัวเอง และเนื่องจากเกษตรกรประสบปัญหาในเรื่องของโรคและแมลงที่มีการระบาดในพื้นที่ ทำให้เกษตรกรมีความต้องการในการส่งเสริมการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในกาแฟอาราบิก้า ซึ่งเกษตรกรยังขาดองค์ความรู้ในเรื่องการป้องกันกำจัดโรคและแมลง ดังนั้นข้อเสนอแนะ คือ เจ้าหน้าที่ควรมีการติดตาม และเยี่ยมเยียนเกษตรกร

ในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง มีการอบรมให้ความรู้ในเรื่องการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในกาแฟอาราบิก้า เพื่อให้เกษตรกรได้นำความรู้ที่ได้รับจากการส่งเสริมไปปรับใช้ในการผลิตกาแฟอาราบิก้า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

- (1) ควรมีการส่งเสริมและให้คำแนะนำกับเกษตรกรเกี่ยวกับความรู้ในเรื่องกระบวนการผลิตกาแฟอาราบิก้าให้กับเกษตรกร
- (2) ควรมีการส่งเสริมให้ความรู้กับเกษตรกรในด้านการป้องกันกำจัดโรคและแมลงในกาแฟอาราบิก้า ในรูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ มีการสาธิตและพาเกษตรกรไปศึกษาดูงาน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และกลับมาพัฒนาผลผลิตของตัวเอง
- (3) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรมีการลงพื้นที่ติดตามและเยี่ยมเยียนเกษตรกรในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2562. คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟอาราบิก้า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.doa.go.th/hc/sisakat/wp/uploads/2021/08/การผลิตกาแฟอาราบิก้า-1.pdf. (7 พฤศจิกายน 2565).

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [www.https:// https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_coffee_63_fmdbfd](https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_coffee_63_fmdbfd). (20 พฤศจิกายน 2565).
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [www.https:// https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_coffee_64_fmdbfd](https://farmer.doae.go.th/report/report65/report_coffee_64_fmdbfd). (20 พฤศจิกายน 2565).
- จุฬารัตน์ คำภา. 2561. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตกาแฟในจังหวัดแม่ฮ่องสอน. การค้นคว้าอิสระ เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 131 หน้า.
- ณัฐตากานต์ ปินทุภาค และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2560. รูปแบบและกระบวนการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่โครงการหลวงและโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง. แก่นเกษตร 45 (ฉบับพิเศษ) 1: 523-524.
- นพดล อุปถัมภ์. 2559. การผลิตและเทคนิคการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 110 หน้า.
- สำนักการค้าสินค้า กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2564. สินค้ากาแฟและผลิตภัณฑ์กาแฟ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [www.https://api.dtn.go.th/files/v3/60ab89bfef41404c064045a6/download](https://api.dtn.go.th/files/v3/60ab89bfef41404c064045a6/download). (13 พฤศจิกายน 2565).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564ก. กาแฟแยกตามพันธุ์ เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผลผลิตผลผลิตต่อไร่ ปี 2564. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: [www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Varieties%20coffee%2064.pdf](https://oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Varieties%20coffee%2064.pdf). (13 พฤศจิกายน 2565).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564ข. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1ตารางแสดงรายละเอียดกาแฟ/TH-TH>. (13 พฤศจิกายน 2565).
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2564. รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน เป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ.2547-2564. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <https://www.statbbi.nso.go.th>. (13 พฤศจิกายน 2565).

ความต้องการได้รับการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมัน
ของเกษตรกรอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

Extension Needs of Using Fertilizer Based on Soil Analysis in the Production of Oil Palm
for Farmers in Kantang District, Trang Province

สมุห์ภัทร์ สังข์ไชย¹ นารีรัตน์ สีระสาร^{1*} และบำเพ็ญ เขียวหวาน¹
Samuphat Sungchai¹, Nareerut Seerasarn^{1*} and Bumpen Keowan¹

Received: July 11, 2023

Revised: August 18, 2023

Accepted: August 21, 2023

Abstract: The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions of farmers, 2) the practice about of using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm for farmers, 3) knowledge about using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm and 4) extension needs of using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm. The population consisted of 2,114 oil palm farmers in Kantang district, Trang province who registered with the Department of Agricultural Extension in the production year of 2022. The 337-sample size was based on Taro Yamane formula with the error value of 0.05. Data collection was obtained by interview schedule. The data were analyzed by using frequency, percentage, mean, minimum, maximum, standard deviation and ranking. The results indicated the following: (1) Farmers had an average of 9.74 years of experience in oil palm production. The average oil palm plantation area was 8.98 rai and the average oil palm yield was 3.21 tons per rai per year. The average income from oil palm production was 187,775.07 baht per year per household. (2) Farmers' practices in using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm. Fertilizer is used according to general fertilizer recommendations, 62.00 percent. (3) Farmers knowledge about using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm at moderate (8.60) and 4) Farmers have a high level of need for academic content extension on the principle of fertilizer application based to the soil analysis average 3.90 in terms of forms and methods of individual extension have a high level of need in the issue Agricultural extension officers visited farmers in the area to follow up with farmers thoroughly and continuously average 4.15. Agricultural extension officers in the area should be support farmers in the area by themselves in order to be able to solve the problems of farmers according to the needs of farmers.

Keywords: extension, using fertilizer base on soil analysis, oil palm production

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) การปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร (3) ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร และ (4) ความต้องการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิต

¹ วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนากาเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จ.นนทบุรี 11120

¹ Agricultural Extension School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, 11120.

*Corresponding author: Nareerut.see@stou.ac.th

ปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรไว้กับกรมส่งเสริมการเกษตร ในปีการผลิต 2565 จำนวน 2,114 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 337 ราย สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการจัดลำดับ ผลการวิจัยพบว่า (1) เกษตรกรมีประสบการณ์ในการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 9.74 ปี มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 8.98 ไร่ ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 3.21 ตันต่อไร่ต่อปี มีรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 187,775.07 บาทต่อปีต่อครัวเรือน (2) เกษตรกรมีการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมัน โดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยทั่วไป ร้อยละ 62.00 (3) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอยู่ในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 8.60 และ (4) เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านเนื้อหาวิชาการระดับมากในประเด็นหลักการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเฉลี่ย 3.90 และวิธีการส่งเสริมรายบุคคลระดับมากในประเด็น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรลงพื้นที่ติดตามเกษตรกรอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง เฉลี่ย 4.15 โดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ควรมีการเข้าไปส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่ด้วยตนเอง เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาของเกษตรกรตามความต้องการของเกษตรกรได้

คำสำคัญ: การส่งเสริม, การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน, การผลิตปาล์มน้ำมัน

คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งในระดับโลกและระดับประเทศไทย เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ปริมาณน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ โดยในปี พ.ศ. 2564 มีประเทศอินเดีย ประเทศจีน และสหภาพยุโรปที่มีการนำเข้าปาล์มน้ำมันสูงตามลำดับ โดยความต้องการใช้ปาล์มน้ำมันของโลกอยู่ที่ 73.29 ล้านตัน ซึ่งปาล์มน้ำมันนั้นสามารถผลิตได้เฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นเท่านั้น และการผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลกอยู่ที่ 72.87 ล้านตัน โดยแหล่งผลิตปาล์มน้ำมันที่สำคัญอยู่ในภูมิภาคอาเซียน ซึ่งประเทศอินโดนีเซียผลิตปาล์มน้ำมันได้ 43.5 0 ล้านตัน ประเทศมาเลเซียผลิตปาล์มน้ำมันได้ 17.85 ล้านตัน และประเทศไทยผลิตปาล์มน้ำมันได้ 16.90 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

ประเทศไทยได้เริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันครั้งแรกในปี พ.ศ.2480 ที่ตำบลบ้านปรก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุกร่วมกับแสงแดดจัด มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22-32 องศาเซลเซียส แสงไม่ต่ำกว่า 2,000 ชั่วโมงต่อปี ต้องการน้ำเฉลี่ย 3-6 มิลลิเมตรต่อวัน คิดเป็นไม่เกิน 2,160 มิลลิเมตรต่อปี

(ธีระพงศ์, 2559) ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมชนิดเดียวของประเทศไทยที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง มะพร้าว เป็นต้น โดยปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 6.08 ล้านไร่ ผลผลิต 16.79 ล้านตัน และคิดเป็น 2,764 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากในทางตอนใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดกระบี่ และจังหวัดชุมพร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

เกษตรกรในอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เริ่มมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่จากการปลูกยางพาราเป็นการปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ.2564 มีพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรไว้กับกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 20,954 ไร่ 2,114 ครัวเรือน (สำนักงานเกษตรอำเภอกันตัง, 2564) ซึ่งการทำสวนปาล์มน้ำมันให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีรายได้ที่คุ้มค่ากับการลงทุนนั้น เกษตรกรต้องเข้าใจในลักษณะของต้นปาล์มน้ำมัน มีการปรับสภาพพื้นที่ให้เหมาะสม การดูแลรักษาและการจัดการตามช่วงการเจริญเติบโต มีความรู้เกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิต การจัดการปุ๋ยและธาตุอาหารในสวนปาล์มน้ำมันซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปจนความจำเป็น

จะส่งผลต่อสภาพดินและทำให้ต้นทุนสูง และด้วยภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่ปุ๋ยเคมีมีราคาแพง ยิ่งทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จะช่วยให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้ถูกสูตรและถูกอัตรา นอกจากจะทำให้ปาล์มได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอแล้วยังสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ทั้งในกรณีลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงจากที่เคยใช้ในปริมาณมากเกินไป หรือจะต้องใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นจากเมื่อก่อนที่ใช้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น แต่ผลผลิตที่ได้จะเพิ่มขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ยแบบเดิม ซึ่งถือว่าการลดต้นทุนต่อหน่วยการผลิตได้อีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าวจึงสนใจศึกษาเรื่องความต้องการได้รับการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกรและได้ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ขึ้นทะเบียนเกษตรกรกับกรมส่งเสริมการเกษตร ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 2,114 คน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 337 คน รวบรวมข้อมูลโดยวิธีสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ มีลักษณะคำถามทั้งปลายเปิดและปลายปิด แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ (1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) การปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร (3) ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร เป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับธาตุอาหารพืช ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ย ความรู้เกี่ยวกับหลักการเก็บตัวอย่างดินและตรวจวิเคราะห์ดิน และความรู้เกี่ยวกับหลักการในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีทั้งหมด 15 ข้อ โดยวัด

ความรู้ของเกษตรกรให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูกต้องตามหลักวิชาการ และ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดจากหลักวิชาการ จากนั้นนำคะแนนรวมมาจัดระดับความรู้ตามเกณฑ์ในการประเมิน โดยคะแนนรวม 1-3 คะแนน หมายถึง มีความรู้ที่น้อยที่สุด คะแนนรวม 4-6 คะแนน หมายถึง มีความรู้ที่น้อย คะแนนรวม 7-9 คะแนน หมายถึง มีความรู้ปานกลาง คะแนนรวม 10-12 คะแนน หมายถึง มีความรู้มาก และคะแนนรวม 13-15 คะแนน หมายถึง มีความรู้มากที่สุด (4) ความต้องการการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ (4) เป็นคำถามให้เลือกตอบตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert type scale) 5 ระดับ กำหนดให้แต่ละข้อมี 5 ระดับ ดังนี้ ระดับมากที่สุด มีคะแนนเท่ากับ 5 คะแนน ระดับมาก มีคะแนนเท่ากับ 4 คะแนน ระดับปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน ระดับน้อย มีคะแนนเท่ากับ 2 คะแนน และระดับน้อยที่สุด มีคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน โดยนำคะแนนรวมมาหาค่าเฉลี่ยแล้วจัดอันดับตามเกณฑ์เฉลี่ย ดังนี้ 1.00 – 1.80 เท่ากับน้อยที่สุด 1.81 – 2.60 เท่ากับน้อย 2.61 – 3.40 เท่ากับปานกลาง 3.41 – 4.20 เท่ากับมาก 4.21 – 5.00 เท่ากับมากที่สุด โดยตอนที่ (4) มีการตรวจสอบความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสัมภาษณ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นจากสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช เท่ากับ 0.959 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (frequencies) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และการจัดลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพสังคม และเศรษฐกิจของเกษตรกร

1.1 สภาพสังคม พบว่า เกษตรกรร้อยละ 73.90 เป็นเพศชาย เนื่องจากอาชีพการเกษตร เป็นอาชีพที่ต้องใช้แรงงานหนักในบางกิจกรรมทำให้

เพศชายมีความเหมาะสมในแต่ละกิจกรรม ประกอบกับการมีความรู้และประสบการณ์ในการทำการเกษตรที่ผ่านมามากกว่าเพศหญิง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาย (2552) ได้ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อยในอำเภอบึงสามพัน จังหวัดกระบี่ ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ในส่วนของประสบการณ์ในการปลูกปาล์ม น้ำมัน พบว่าเกษตรกรอำเภอกันตังมีประสบการณ์เฉลี่ย 9.74 ปี เนื่องจากราคายางพาราในระยะหลังเริ่มตกต่ำ ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้มีการปรับตัวเปลี่ยนแปลงการปลูกพืชเศรษฐกิจ จากยางพารามาเป็นปาล์มน้ำมันในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลให้เกษตรกรในพื้นที่มีประสบการณ์ในการปลูกมากพอสมควร สอดคล้องกับ รัตนพล (2563) ที่ได้ศึกษาการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของเกษตรกรอำเภอดงควัก จังหวัดพังงา พบว่าเกษตรกรในพื้นที่ อำเภอดงควัก จังหวัดพังงา ซึ่งมีประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ขณะที่การอบรมเกี่ยวกับการปลูกปาล์มน้ำมัน พบว่าเกษตรกรเคยผ่านการอบรม เฉลี่ยเพียง 1.18 ครั้ง เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มเข้าสู่ช่วงอายุสูงวัย ทำให้ความพร้อมที่จะเข้ารับการอบรม ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการผลิตปาล์มน้ำมันน้อยลง โดยจะอาศัยประสบการณ์การปลูกปาล์มน้ำมันที่ผ่านมาในการดูแลต้นปาล์มน้ำมันซึ่งเกษตรกรคิดว่าได้ผลดีอยู่แล้ว และในส่วนของความร่วมมือ พบว่า เกษตรกรร้อยละ 60.80 เป็นสมาชิกกลุ่มและลูกค้าธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.) ซึ่งจะเป็นการเปิดบัญชีของธนาคารเพื่อทำธุรกรรมทางการเงินต่างๆ ในขณะที่การรวมกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมทางการเกษตร มีการรวมกลุ่มเป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ ร้อยละ 38.60 และเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกร ร้อยละ 9.20 ซึ่งถือว่าเกษตรกรมีการรวมกลุ่มกันทำกิจกรรมทางการเกษตรน้อย เนื่องจากในพื้นที่ขาดผู้นำในการรวมกลุ่ม และขาดความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์ต่างๆ ของการรวมกลุ่มทำกิจกรรมทางการเกษตรนั่นเอง

1.2 สภาพเศรษฐกิจ จำนวนแรงงานในการทำการเกษตร พบว่า มีแรงงานในการทำการเกษตรเฉลี่ย 2.26 คน จากการสัมภาษณ์เกษตรกร

การใช้แรงงานน้อยเนื่องจากเกษตรกรต้องการลดต้นทุนจากค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน เพราะมีต้นทุนจากค่าปุ๋ยสูงอยู่แล้ว โดยจะใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก และรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบปีที่ผ่านมา เฉลี่ย 187,775.07 บาทต่อปีต่อครัวเรือน ซึ่งมีความแตกต่างกับ รัตนพล (2563) ที่พบว่า เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 71,103.56 บาทต่อปีต่อครัวเรือน เนื่องจากในรอบปีที่ผ่านมาราคापาล์มน้ำมันสูงขึ้นมาอยู่ที่ กิโลกรัมละ 7.89 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของรายจ่ายจากการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบปีที่ผ่านมา พบว่า เกษตรกรมีรายจ่ายจากการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 65,306.82 บาทต่อปี แตกต่างกับ รัตนพล (2563) ที่พบว่า เกษตรกรมีรายจ่ายจากการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 19,798.00 บาทต่อปี เนื่องจากในปี พ.ศ.2565 ที่ผ่านมาภาวะสงครามรัสเซียกับยูเครนเกิดขึ้นส่งผลให้ราคาปุ๋ยสูงขึ้นซึ่งต้นทุนในการผลิตปาล์มน้ำมันร้อยละ 60.00 เป็นค่าปุ๋ยเคมี (ชัยรัตน์, 2544) ทำให้รายจ่ายในการผลิตปาล์มน้ำมันในรอบปีที่ผ่านสูงขึ้นตามไปด้วย ด้านแหล่งเงินทุนในการปลูกปาล์ม น้ำมัน พบว่า เกษตรกรร้อยละ 41.50 ใช้แหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.) ในการปลูกปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเกษตรกรมีความจำเป็นต้องกู้เงินเพื่อใช้เป็นต้นทุนในการผลิตปาล์มน้ำมัน เพราะประสบปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำในช่วงที่ผ่านมา

2.การปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของเกษตรกร

การปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ประกอบด้วย ขั้นตอน การศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ การเก็บตัวอย่างดิน การส่งดินเพื่อตรวจวิเคราะห์ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำปุ๋ยทั่วไป ซึ่งพบว่าเกษตรกรร้อยละ 54.60 มีการศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่ในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน การส่งดินเพื่อตรวจวิเคราะห์ และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าเกษตรกร

มีการปฏิบัติค่อนข้างน้อย เนื่องจากเมื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แล้วพบว่าขั้นตอนในการปฏิบัติค่อนข้างซับซ้อน มีหลายขั้นตอน และไม่มีหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือ สนับสนุนการปฏิบัติดังกล่าวมากเท่าที่ควร จึงทำให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเน้นไปที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีแบบเดิมเป็นหลัก ซึ่งจะพบว่าเกษตรกรร้อยละ 62.00 มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ย

ทั่วไป (Table 1) ซึ่งเป็นการปฏิบัติตามแนวทางการปลูกปาล์มน้ำมันทั่วไป เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยในปริมาณมากเพื่อทดแทนธาตุอาหารในส่วนที่สูญเสียไปกับผลผลิตและใช้สร้างผลผลิตรอบใหม่ต่อไป สอดคล้องกับ สมชาย (2552) ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำในการปลูกปาล์มน้ำมัน

Table 1 The practice of using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm for farmers

Item	%
1. Applying fertilize according to general fertilizer recommendations	62.00
2. Learning how to collect soil samples for analysis	54.60
3. Collecting soil samples for soil analysis	20.20
4. Using fertilizer based on soil analysis	14.50
5. Submitting soil sample for soil analysis	12.50

3. ความรู้ในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร

มีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีคำถามทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับปุ๋ย การเก็บตัวอย่างดิน และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่า เกษตรกรได้คะแนนเฉลี่ย 8.60 ซึ่งอยู่ในระดับความรู้ปานกลาง (Table 2) แตกต่างกับ รัตนพล (2563) ที่พบว่าเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันในระดับน้อย โดยจากการสัมภาษณ์ ประเด็นที่เกษตรกรตอบถูก 3 อันดับแรก คือ ธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ตอบถูก ร้อยละ 98.80 รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยให้ได้ประสิทธิภาพควร

พิจารณาจากผลวิเคราะห์ดิน ตอบถูกร้อยละ 90.80 และการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เพื่อให้ทราบปริมาณธาตุอาหารในดิน ตอบถูกร้อยละ 86.40 โดยเกษตรกรที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องและมีความรู้ อยู่ในระดับมากนั้น จะเป็นเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของกลุ่มแปลงใหญ่ซึ่งเคยผ่านประสบการณ์การอบรมเกี่ยวกับการปลูกปาล์มน้ำมันหรือมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมาบ้างแล้ว แต่ส่วนที่มีความรู้ในระดับน้อยนั้นจะเป็นเกษตรกรที่ขาดการเข้าร่วมกลุ่ม หรือไม่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันมาก่อนเลยซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรในกลุ่มนี้จะเป็นผู้สูงอายุ

Table 2 Knowledge of using fertilizer according to soil analysis data of oil palm farmers in Kantang district, Trang province

Score	Level of knowledge	f	%
1 – 3	Minimum	7	2.10
4 – 6	Low	102	30.30
7 – 9	Moderate	70	20.80
10 – 12	High	132	39.10
13 – 15	Maximum	26	7.70

Min = 3, Max = 14, \bar{x} = 8.60, S.D. = 3.008

4. ความต้องการในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร

4.1 ด้านเนื้อหาวิชาการ พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรต้องการการส่งเสริมด้านเนื้อหาวิชาการในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.73 (Table 3) ประเด็นที่พบว่าเกษตรกรต้องการมาก คือ หลักการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ย 3.90 (Table 3) เนื่องจากเกษตรกรมีความรู้ในระดับปานกลาง และต้องการที่จะเรียนรู้ความรู้ด้านวิชาการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อมาปรับใช้ในการผลิตปาล์มน้ำมันของตนเองเพื่อให้สามารถช่วยในการลดต้นทุน และเพื่อการใช้ปุ๋ยให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด สอดคล้องกับ ปุรวิชญ์ และพลากร (2563) ที่ศึกษาความต้องการความรู้ในการทำสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันรายย่อยในจังหวัดสตูล พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความต้องการความรู้เกี่ยวกับการปลูกปาล์มน้ำมันในระดับมาก

4.2 ด้านการสนับสนุนและบริการ พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรต้องการการส่งเสริมด้านการสนับสนุนและบริการในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.85 (Table 3) โดยประเด็นที่เกษตรกรต้องการได้รับการสนับสนุนและบริการสูง คือ การบริการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีค่าเฉลี่ย 4.20 (Table 3) และการบริการส่งดินไปตรวจวิเคราะห์ให้มีความสะดวก รวดเร็ว เพราะนอกจากเกษตรกรขาดการอบรมให้ความรู้ด้านวิชาการแล้ว ยังขาดความเข้าใจและไม่สามารถเข้าถึงในระบบการบริการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ของหน่วยงานราชการได้ และการตรวจวิเคราะห์ดินกับหน่วยงานเอกชนมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เกษตรกรจึงมีความต้องการให้มีการเข้ามาสนับสนุนและบริการในประเด็นนี้ เพื่อนำเอาผลการ

วิเคราะห์ดิน มาใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงบำรุงดิน และเพื่อให้การใส่ปุ๋ยเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดต่อไป

4.3 ด้านรูปแบบและวิธีการส่งเสริม

การส่งเสริมรายบุคคล พบว่า เกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้าไปเยี่ยมเยียน ติดตามเกษตรกรในพื้นที่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.15 (Table 3) เนื่องจากเกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่ลงมาติดตามเกษตรกรในพื้นที่เอง ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงสภาพพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรได้ชัดเจน และทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรสามารถถ่ายทอดความรู้ แก่ปัญหา และชี้แจงแนวทางการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับ รัตนพล (2563) ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเข้ามาเยี่ยมเยียนในพื้นที่เอง

การส่งเสริมรายกลุ่ม พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรต้องการให้มีการส่งเสริมรายกลุ่มในระดับมาก โดยประเด็นที่เกษตรกรต้องการมากที่สุด คือ ส่งเสริมให้มีแหล่งเรียนรู้ในกลุ่ม/ชุมชน มีค่าเฉลี่ย 4.00 (Table 3) ซึ่งจะเป็นจุดที่เกษตรกรมีการเข้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยตนเองได้จากภายในชุมชน

การส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรต้องการให้มีการส่งเสริมแบบมวลชนในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.54 (Table 3) ซึ่งประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมแบบมวลชนสูง คือ ต้องการให้มีการจัดทำคลิปวิดีโอเพื่อเผยแพร่ความรู้ผ่านทางออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 3.77) เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรมีสมาร์ทโฟนซึ่งช่วยให้การเข้าถึงระบบออนไลน์ต่างๆ ได้ง่าย สะดวก และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

Table 3 Extension needs of using fertilizer based on soil analysis in the production of oil palm

Extension needs	\bar{x}	Level of extension needs
1. Academic content	3.73	High
1.1 Principles of using fertilizer based on soil analysis	3.90	High
1.2 Comparison of conventional fertilization and fertilization based on soil analysis	3.84	High

Table 3 (continued).

Extension needs	\bar{x}	Level of extension needs
2. Support and service	3.85	High
2.1 Soil sampling collection service for analyze soil fertility	4.20	High
2.2 Soil delivery service for analysis to be convenient and fast	4.13	High
3. Forms and methods of extension	3.58	High
3.1 Individual method	3.37	Moderate
3.1.1 Visit and follow farmers in the area	4.15	High
3.1.2 Office calls	2.60	Low
3.2 Group method	3.82	High
3.2.1 Extension to the formation of learning plots	4.00	High
3.3 Mass method	3.54	High
3.3.1 Video clips to disseminate knowledge online	3.77	High

สรุป

เกษตรกรมีความรู้ในการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกปาล์มน้ำมันในระดับปานกลาง โดยส่วนใหญ่จะใช้ประสบการณ์ในการปลูกปาล์มน้ำมันในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา เป็นแนวทางในการปลูกปาล์มน้ำมัน และการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่จะเป็นการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไป ซึ่งในปี พ.ศ.2565 เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่ารายจ่ายเกือบ 3 เท่า จากสถานการณ์ราคาปาล์มน้ำมันพุ่งสูงขึ้น แต่ในปี พ.ศ.2566 นี้ สถานการณ์ราคาปาล์มน้ำมันกลับสู่ปกติแล้ว แต่ราคาปุ๋ยยังคงสูงอยู่ ซึ่งปุ๋ยถือเป็นปัจจัยหลักของต้นทุนการปลูกปาล์มน้ำมัน ทำให้เกษตรกรต้องมีการปรับตัวในการใส่ปุ๋ยเพื่อลดต้นทุนในการผลิตลง และเกษตรกรส่วนใหญ่เคยเข้ารับการอบรมถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมันมาน้อยครั้ง ดังนั้นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรมีการเข้าไปส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับหลักการ และวิธีการการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันกับเกษตรกรให้มากขึ้น โดยรูปแบบและวิธีการส่งเสริมที่เกษตรกรต้องการคือให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรลงพื้นที่ด้วยตนเอง ดังนั้นเจ้าหน้าที่จึงควรมีการลงพื้นที่ส่งเสริม ติดตามเกษตรกรด้วยตนเอง อย่างต่อเนื่องและทั่วถึง เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและสามารถแนะนำแนวทางแก้ปัญหาได้ตรงจุด และเกษตรกรมีความต้องการ

ให้เกิดแหล่งเรียนรู้การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในชุมชนขึ้น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการเข้าไปส่งเสริมให้เกิดแหล่งเรียนรู้การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในชุมชนเพื่อให้เป็นสถานที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ของเกษตรกรซึ่งกันและกัน และนอกจากนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการให้บริการในการเก็บตัวอย่างดินและส่งดินไปตรวจวิเคราะห์ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำผลตรวจวิเคราะห์ดินที่ได้ มาปรับใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ข้อเสนอแนะ

- 1) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ควรนำเอาข้อมูลไปใช้เพื่อจัดทำแผนการส่งเสริมการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมัน ให้สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ ได้แก่ การเน้นไปที่การลงพื้นที่ไปถ่ายทอดความรู้ด้วยตนเอง เน้นเนื้อหาวิชาการในด้านหลักการและวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และส่งเสริมให้เกิดแหล่งเรียนรู้ในชุมชน
- 2) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ควรมีการจัดทำสื่อที่ใช้ถ่ายทอดความรู้ที่เข้าถึงง่ายตามความต้องการของเกษตรกร เช่น คลิปวิดีโอ สื่อออนไลน์ เป็นต้น

3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการบูรณาการในการเข้ามาบริการเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปตรวจวิเคราะห์ให้เกษตรกรให้เกษตรกรอย่างทั่วถึง

4) ภาครัฐควรมีนโยบายสนับสนุนการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้กับเกษตรกรอย่างจริงจัง เนื่องจากค่าปุ๋ยจัดเป็นต้นทุนหลักในการทำสวนปาล์มน้ำมัน หากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และสามารถนำไปปฏิบัติได้เอง ก็จะสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้

มีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร

2) ควรมีการศึกษาและพัฒนาการจัดทำสื่อต่างๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องให้แก่เกษตรกร

3) ศึกษาผลการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยแบบทั่วไปกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการส่งเสริมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2544. โครงการความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. เอกสารวิชาการ. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 112 หน้า.
- ธีระพงษ์ จันทรมิณ. 2559. การผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพ. ห้างหุ้นส่วนขนาดใหญ่ ดิจิตอลพรีนซ์. สงขลา. 124 หน้า.
- ปुरुวิชัย พิทยาภินันท์ และพลากร สัตย์ชื่อ. 2563. ความต้องการความรู้ในการทำสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันรายย่อยในจังหวัดสตูล. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 14(2):1-24.

รัตนพล คุ่มภัย. 2563. การส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี. 92 หน้า.

สมชาย พรุเพชรแก้ว. 2552. การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกรรายย่อยในอำเภอบึงปิด จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี. 129 หน้า.

สำนักงานเกษตรอำเภอกันตัง. 2564. แผนพัฒนาการเกษตรอำเภอกันตัง ปี 2565. แผนพัฒนาการเกษตร. สำนักงานเกษตรอำเภอกันตัง, จังหวัดตรัง. 50 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2565. รายงานประจำปี. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพมหานคร:165 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร ราคาสินค้ารายเดือนประจำปี 2565 (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: <https://www.oae.go.th/view/1/ราคาสินค้าเกษตร/TH-TH>. (1 พฤษภาคม 2566).



ใบสมัครสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว (ชื่อ).....(สกุล).....

ในฐานะ ส่วนบุคคล
 องค์กร/หน่วยงาน (ชื่อ).....

การสื่อสารที่ติดต่อได้ โทรศัพท์..... โทรศัพท์มือถือ.....
 แฟกซ์..... E-mail.....

ที่อยู่จัดส่งวารสาร.....
.....
.....

มีความประสงค์สมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
เป็นเวลา (เช็กรับสมัครเป็นสมาชิกตามระยะเวลาที่ต้องการ)

- สมาชิก 1 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 300 บาท
 สมาชิก 2 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 600 บาท
 สมาชิก 5 ปี ตั้งแต่ปี..... อัตราค่าสมาชิก 1,500 บาท

พร้อมนี้ข้าพเจ้าได้ชำระค่าสมาชิก มูลค่า.....บาท

โดยโอนเงินเข้าบัญชี ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)

ชื่อบัญชี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เลขที่บัญชี 7692000001-0

พร้อมส่งหลักฐานการโอนเงินมายัง E-mail : agriscim@gmail.com

โดยแจ้งวันที่ และเวลา ที่โอนเงิน

หมายเหตุ :

1. ส่งใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการไปที่ :
กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ
คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
2. ท่านที่ประสงค์จะส่งวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสั่งซื้อได้ในราคาฉบับละ 100 บาท (รวมค่าจัดส่ง)

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE AND MANAGEMENT

A Technical Journal of the Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

Volume 7, Issue 2 May - August 2024

Status and Guidelines for Developing the Strength of Community Enterprises for Local Economy Development in Nong Rong Sub-district, Phanom Thuan District, Kanchanaburi Province Kanungrat Kummanee, Jirattinart Thungngern and Panchit Seeniang.....	5
Genetic Diversity and Heterotic Grouping of Waxy Corn Inbred Lines Based on Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP) Markers Sireethorn Suponsang, Wichayarat Chobthamkit, Kitiya Amkul, Orn-u-ma Tanadul, Chadamas Jitlaka and Kularb Laosatit.....	16
Efficiency Test of Antagonistic Microorganisms to Control Rice Brown Spot Disease Thitinan Wongpak, Amornsri Khun-In and Wanwilai Intanoo.....	28
The <i>In Vitro</i> Shoot Regeneration of Tobacco in Response to Light Spectra and Cytokinin Pattira Wiyasing, Adisak Kaewkam, Kanchanaphon Sinchuyprab and Sermsiri Chanprame.....	38
The Study of Nutrient Composition Variation of Protein Source Feedstuff Wacharaporn Tanumtuen, Wannee Chewprecha and Waraphan Jintanawit.....	49
Growth and Yield of Over-year Oil Palm Seedling in Krabi Province, Thailand Sirinapha Khongcharoen, Somkid Damnoi, Patcharin Tanya, Surakitti Srikul, Rapee Dokmaithes, Peerasak Srinives, Anek Limsrivilai and Weeraphan Sridokchan.....	58
A Financial Analysis on Experimental Oil Palm Production in Thailand: The Cases of Normal and Over-year Seedling Plantation Somkid Damnoi, Sirinapha Khongcharoen, Weeraphan Sridokchan, Patcharin Tanya, Peerasak Srinives, Anek Limsrivilai and Rapee Dokmaithes.....	67
Effects of Ultra-drying and Storage Oxygen Concentrations on Hot-chili Seed Quality after Storage Anuratchanee Yonpaladyot, Surapong Dumrongkittikul, Kietsuda Luengwilai, Sermsiri Chanprame and Thammasak Thongket.....	77
Development of Growing Media Using <i>Cebera odollam</i> Gaerth Fruit for Water Convolvulus Production Teerayut Klumchaun, Phornsawan Saengsai, Puripan Chaidee, Niyom Buaban and Pantipa Limsanguan.....	87
Extension Needs of Beekeeping in Longan Orchard Farmers in Numpua Sub-district, Wiang Sa District, Nan Province Onjira Khamchoi, Nareerut Seerasarn and Bumpen Keowan.....	93
Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for Location Selection of an Export Fruit and Vegetable Factory in Ratchaburi and Nakhon Pathom Provinces: A Logistics Cost Perspective Kitsada Dolpanya and Kittichai Athikurat.....	103
The Needs for Extension of Arabica Coffee Production for Farmers in Phu Kha Sub-district, Pua District, Nan Province Sangrawee Chaiyo, Nareerut Seerasarn and Sineenuch Khrutmuang Sansern.....	114
Extension Needs of Using Fertilizer Based on Soil Analysis in the Production of Oil Palm for Farmers in Kantang District, Trang Province Samuphat Sungchai, Nareerut Seerasarn and Bumpen Keowan.....	121

ISSN 2586-9655

ISSN 2985-1904 (online)