





วารสารผลิตกรรมการเกษตร

Journal of Agricultural Production

วารสารผลิตกรรมการเกษตร หรือ Journal of Agricultural Production (JAP) จัดทำโดย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อการเผยแพร่ผลงานวิจัย ด้านการเกษตรหรือที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการทั้งในและนอกสถาบัน มีกำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ ปีละ 3 ฉบับ โดยกำหนดออกในเดือนเมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม ของทุกปี

นโยบายการจัดพิมพ์

รับบทความวิชาการด้านการเกษตร หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านการเกษตร เป็นต้น ตีพิมพ์ในรูปแบบ บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full length article) แบบเนื้อหาสั้น (Short communication) รวมถึงบทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ (Review article) หรือบทความปริทัศน์ โดยบทความดังกล่าวจะต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาก่อน บทความอาจจะเขียนโดยใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่บทความจะต้องมีทั้งสองภาษา บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารจะต้องส่งในรูปแบบการเขียนตามที่กำหนด (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์) ทุกบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ จะทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน และเมื่อผ่านการประเมินแล้ว กองบรรณาธิการของสวนสิทธินในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และไม่รับพิจารณาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การตีพิมพ์ของวารสาร สำหรับผู้สนใจบทความสามารถเข้าถึงเนื้อหาผลงานตีพิมพ์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Open access) มีค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์แบบปกติ 3,500 บาท หรือแบบเร่งด่วน 7,000 บาท ทั้งนี้ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์ดังกล่าว จะไม่ได้รับคืนไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆ และไม่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาคุณภาพเพื่อตอบรับการตีพิมพ์

เนื้อหาของบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมีใช้ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

บรรณาธิการวารสารผลิตกรรมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
อีเมล jap@mju.ac.th เว็บไซต์ <http://jap.mju.ac.th>
โทรศัพท์ +66 5387 3618 โทรสาร +66 5387 3628

คำบรรยายภาพปก

“ความหลากหลายทางพันธุกรรมฝรั่ง ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้ผล ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืช
จักรพันธ์เพ็ญศิริ ในพื้นที่ของ กองพลทหารราบที่ 7 อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่”

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

ศาสตราจารย์ ดร.สัญญาชัย จตุรสิทธา



บรรณาธิการอำนวยการ

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร (รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสรรค์ เครือคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ คณะผลิตกรรมการเกษตร (รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะผลิตกรรมการเกษตร (อาจารย์ ดร.วินัย แสงแก้ว)

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บรรณาธิการผู้ช่วย

อาจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหมฮ็อก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผานิตย์ นาขยัน

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.दनัย บุญเกียรติ

ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์

ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโซ

ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ขเลศ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธิ์ธารณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์

รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสรรค์ เครือคำ

รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.นครศ รั้งควัด

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่าทอง

รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ชุ่มพุกข์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พพล ศักดิ์คะทัศน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พละปัญญา

นางสาวเขมินทรา ตีบบัญญา

นายกานต์พงษ์ ชุมภู

นางอภิขนา วงศ์วารเดชะ

นายอนุศิษฐ์ บุญทาแดง

นางสาวนวลทิพย์ ชัยลิ้นฟ้า

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

MJU

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกันอีกครั้งสำหรับฉบับแรกของปีที่ 5 ของวารสารผลิตกรรมการเกษตร ซึ่งในปีนี้จะเป็ปีแรกที่เราริเริ่มต้นปรับจำนวนบทความที่จะตีพิมพ์เผยแพร่ จาก 8 เรื่องในสองปีแรกของการจัดทำวารสาร ขยับมาเป็น 10 เรื่องตั้งแต่ฉบับที่ 3 และสุดท้ายจะเป็น 15 เรื่องต่อฉบับ เริ่มจากฉบับที่ 1 ของปีที่ 5 พ.ศ. 2566 เป็นต้นไป สืบเนื่องจากบทความที่ส่งเข้าให้พิจารณาเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่มีจำนวนมากขึ้น และคิดว่าจำนวนบทความต่อฉบับดังกล่าวคงจะดำเนินการได้มากที่สุดเพียงเท่านั้น เพราะหากมากกว่านี้ น่าจะเกิยคุณภาพของการบริหารจัดการ เนื่องจากเรามีบุคลากรจำนวนจำกัด

นอกจากนี้สิ่งที่จะเปลี่ยนแปลงอีกหนึ่งเรื่องคือ หนังสือตอบรับการตีพิมพ์ จะแจ้งการตอบรับตีพิมพ์พร้อมยืนยันปีที่วารสารได้ริเริ่มเผยแพร่บทความ และจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทความต่อเรื่องให้ทราบด้วย ซึ่งจะทำให้เจ้าของบทความได้รับความสะดวกมากขึ้นในการนำแบบตอบรับการตีพิมพ์ของบทความดังกล่าว ไปประกอบการขอกำหนดตำแหน่งทางวิชาการ ตามเกณฑ์ ก.พ.อ. 2564 ในอนาคต หากทางผู้อ่านต้องการให้คำแนะนำเพิ่มเติมอะไร ที่จะเป็ประโยชน์ในวงกว้าง สามารถส่งข่าวกลับมาให้กองบรรณาธิการทราบด้วยจะเป็นพระคุณยิ่ง และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อ่านที่สนใจส่งบทความเข้าร่วมตีพิมพ์เผยแพร่กับเราต่อไป

สำหรับบทความทั้ง 15 เรื่องของฉบับนี้ มีเนื้อหาหลากหลายมากขึ้น ทั้งทางพืชสวน พืชไร่ สมุนไพร ภูมิวิทยา ปฐพีศาสตร์ และการส่งเสริมการเกษตร ซึ่งเชื่อว่าจะเป็ประโยชน์กับผู้อ่านทุกท่าน ไม่นมากก็น้อย เช่นเดิม และหวังว่าจะได้รับความสนใจจากผู้อ่านส่งบทความเข้าร่วมเผยแพร่มากขึ้นในอนาคต

สวัสดีค่ะ



รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ
บรรณาธิการ

สารบัญ



การใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืนจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ด้วยภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนเกษตร อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร <i>อนรรักษ์ เครือคำ รัชชานนท์ ผงทอง ภูวดล โดยดี เบญจพร อุมา และ วัลยษฎ์ อนันต์ปรีชากร</i>	1
ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ <i>กริช สุริยะชัยพันธ์ พหล ศักดิ์คะหัทธน์ สายสกุล พองมูล และ สถาพร แสงสุโพธิ์</i>	13
การพึ่งตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ <i>จิราบุช ธัญญาเจริญ กังสดาล กนกหงส์ พหล ศักดิ์คะหัทธน์ และ สายสกุล พองมูล</i>	27
ความสัมพันธ์ของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและคุณสมบัติดินระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูของศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ อำเภอตอสะแก๊ก จังหวัดเชียงใหม่ <i>ธีราภรณ์ คำปลิว ญัฐดนัย ลิขิตตระการ วิชญ์ภาส สังพาลี จุฑามาศ อัจฉนาเสียว สุธีระ เหมฮัก พิสิทธิ์ พูลประเสริฐ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ วรุฒ ศิริวุฒิ และ วาสนา วิญญรัตน์</i>	41
ปัจจัยที่มีผลต่ออินทรีย์วัตถุและคาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่าง ๆ ภายใต้ดินการเกษตรภาคเหนือตอนบนของไทย <i>ศุภธิดา อำทอง ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และ บัณฑิต สมจิตร</i>	62
การผลิตและการตลาดของเกษตรกรในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง <i>เสาวณีย์ เล็กบางพง จตุรงค์ พรหมวิจิต ปลายฟ้า สาครินทร์ และ ธนภฤต รัตนบุรี</i>	80
เงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชนในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย <i>ปวีรดา นาคเพ็ง บุศรา ลีมนิรันดร์กุล รุจ ศิริสถัญญ์ลักษณ์ และ จุฑาทิพย์ เฉลิมพล</i>	91
การกระจายตัวของอันดับดินในพื้นที่ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน <i>ธวัชชัย ตาอินทร์ นิวัติ อนงครักษ์ ญัฐวุฒิ ลือศักดิ์ และ ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ</i>	106
Proliferative and Differentiative Effects of Cannabidiol in Primary Human Osteoblasts <i>Natthaorn Thanai-nopparat Anupong Makeudom Sakornrat Khongkhunthian Chayarop Supanchart Suttichai Krisanaprakornkit and Pattanin Montreekachon</i>	120

สารบัญ (ต่อ)



สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำลึก (DFT) <i>ปรัชวณี พิบำรุง</i>	135
ประสิทธิภาพของชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว รำข้าว และแกลบ ในการเป็นวัสดุปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค <i>รัชณี พุทธา ทศนีย์ สีเสินชุย ศรัณพงษ์ บัณฑิตภักดิ์ สพล สมนาม และ กาญจนา จอมสังข์</i>	149
ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ตีเหมาะสมแบบกลุ่ม ของเกษตรกร ที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด <i>จิตประภัสร์ คำมะณี นวิวัฒน์ ชันโท ไตรเทพ เจริญพานิชสันติ ปัทมทริกา ชุ่มวงศ์ และ นภัทรพันธ์ โปงกันทา</i>	165
ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และปริมาณสารเคอร์คิวมินของขมิ้นชัน <i>เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์ ปัทมา หาญนอก และ กิตติคุณ พระกระจ่าง</i>	176
กลยุทธ์การส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา “ลีนจี้แม่ใจพะเยา” <i>นริสรา กาวิวังค์ วาสนา พิทักษ์พล วิพรพรรณ เนื่องเม็ก และ มนัส ทิพย์วรรณ</i>	188
การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นสำหรับการผลิตเห็ดนางรม (<i>Pleurotus ostreatus</i>) <i>เจนจิรา นามิ และ เพ็ญ เสี่ยะ</i>	203
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	216
Guide for Authors	221

การใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืนจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ด้วยภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนเกษตร อำเภอกาฬโงเอ้อ จังหวัดสกลนคร

Sustainable Utilization and Creation of Added Value from the Ecological Diversity of the Songkham River Basin with the Wisdom and Knowledge of Agricultural Communities in Akat Amnuai District Sakon Nakhon Province

อนุรักษ์ เครือคำ^{1*} รัชชานนท์ ผงทอง¹ ภูวดล โดยดี² เบญจพร อุฬา³ และ วัสยชญ์ อนันต์ปรีชากร³
Anurak Khruetakham^{1*} Rutchanon Pongtong¹ Puvadol Doydee² Benchabhorn Upha³ Watsayod Ananpreechakorn³

¹ กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

¹ Division of Research Administration and Academic Services, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon, 47000

² คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

² Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon, 47000

³ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000

³ Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, 47000

* Corresponding author: csnark@ku.ac.th

(Received: 5 September 2022; Revised: 17 November 2022; Accepted: 10 January 2023)

Abstract

This study aims to investigate: 1) the community context in Songkham river basin; 2) the use of local wisdom and community knowledge to utilize and create value added from ecological diversity; and 3) to determine the featured community products raised from the wisdom and knowledge creating value added for further commercialization. The group samples were consisted of knowledgeable people in community to represent as the purposive sampling with 29 people. Data were collected through exploration,

participatory observation, non-participatory observation, structured interview, and semi-structured interview.

The results of the study revealed that the community context was the flat plain with 2 main rivers: Yam, a small river flowing from Phu Phan mountain, and Songkham, a rather big river flowing from Phu Pha Lek mountain. There were 4 ethnic groups: Tai Yoi, Lao, Yor and Phu Tai. Mostly, people were farmers and their additional occupations included cattle rearing, local weaving and fish aquatic animal catching. The featured wisdom and body of knowledge in 3 villages (Tha Lae Dong Pla Pak, Tha Khwai, and Tha Khon) were weaving, preservation of food from aquatic animals and mat weaving. Additionally, the featured products generating their incomes to the communities were cloth weaving, indigo dyed fabric and natural dyed fabric, shawl, scarf, bag and other decorations.

Keywords: Wisdom, body of knowledge, creating value added, ecological diversity

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืนจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ด้วยภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนเกษตร ในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาบริบทของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม 2) ศึกษาการใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศ และ 3) ศึกษาผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นที่เกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชุมชนต่อยอดในเชิงพาณิชย์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้รู้จากตัวแทนชุมชนในลุ่มน้ำสงคราม ใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลผ่านการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวนทั้งสิ้น 29 คน ดำเนินการศึกษาโดยใช้การสำรวจ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง และแบบกึ่งมีโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่า 1) บริบทของชุมชนพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สภาพโดยทั่วไปของอำเภออากาศอำนวย เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำสำคัญ 2 สาย ไหลผ่าน คือ ลำน้ำยาม เป็นลำน้ำขนาดเล็ก ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาภูพาน และลำน้ำสงคราม เป็นลำน้ำค่อนข้างใหญ่ ต้นกำเนิดจากสันภูผาเหล็ก มี 4 ชนเผ่า ได้แก่ ไทโย้ย ลาว ญ้อ และกูไท ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร อาชีพเสริมทอผ้าพื้นเมือง เลี้ยงสัตว์ (โค) พื้นเมือง ไคซุน และการจับปลาและสัตว์น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ 2) การใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร พบว่า ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่เด่นชัดของชุมชนใน 3 หมู่บ้าน คือ บ้านท่าแร่แดงปลาปาก บ้านท่าควาย และบ้านท่าก้อน ได้แก่ การทอผ้า การถนอมอาหารจากสัตว์น้ำ เครื่องจักสาน และการทอเสื่อ 3) ศึกษาผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นที่เกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชุมชนต่อยอดในเชิงพาณิชย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์เด่นที่สร้างรายได้ให้กับชุมชน มีดังนี้

การทอผ้า ได้แก่ ผ้าย้อมคราม และผ้าย้อมสีธรรมชาติ เช่น ผ้าถุงมัดหมี่ ผ้าคลุมไหล่ ผ้าพันคอ กระเป๋า เครื่องประดับต่าง ๆ การทำเครื่องจักสาน และการถนอมอาหารจากสัตว์น้ำ

คำสำคัญ: ภูมิปัญญา องค์ความรู้ การสร้างมูลค่าเพิ่ม ความหลากหลายทางนิเวศ

คำนำ

ลุ่มน้ำสงคราม เป็นลุ่มน้ำสาขาหนึ่งของแม่น้ำโขงที่มีขนาดใหญ่รองจากลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำชี มีความยาวโดยประมาณ 420 กิโลเมตร ไหลผ่านครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ อุตรดิตถ์ สกลนคร บึงกาฬ หนองคาย และนครพนม (องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล, ม.ป.ป.) ลุ่มน้ำสงคราม เป็นลุ่มน้ำที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีป่าบุงป่าทาม เป็นแหล่งอาศัย แหล่งอาหาร แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ และแหล่งอนุบาลที่สำคัญของสัตว์น้ำ (สมพิณิจ, 2543) ซึ่งในแต่ละปีมีปลาเข้ามาวางไข่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามมากกว่า 17 ชนิดสายพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ส่งผลให้ลุ่มน้ำสงครามเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่ผู้คนในพื้นที่ได้พึ่งพาอาศัยใช้เป็นปัจจัยสำหรับการดำรงชีวิต ตลอดทั้งเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญหล่อเลี้ยงผู้คนกว่า 1.45 ล้านคน ที่อาศัยอยู่ในชุมชนสองฟากฝั่งบริเวณลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งการพึ่งพาอาศัยทรัพยากรของผู้คนในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม จากการศึกษาการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ในการใช้บริการของระบบนิเวศในลุ่มน้ำสงคราม ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ระบบนิเวศในบริเวณลุ่มน้ำสงครามมีมูลค่าของการบริการเชิงนิเวศ คิดเป็นประมาณ 130 ล้านบาท (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550)

ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของลุ่มน้ำสงครามที่มีความสำคัญต่อพื้นที่โดยรอบ ที่พึ่งพาและเกี่ยว

ผลประโยชน์จากการบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services) โดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม จึงส่งผลก่อให้เกิดภูมิปัญญาการดำรงชีพที่เป็นเอกลักษณ์ของลุ่มน้ำสงคราม เนื่องจากสภาพปัจจุบันความสัมพันธ์ของระบบนิเวศลุ่มน้ำสงครามกับชุมชนคือ วิถีชีวิตที่ชุมชนพึ่งพาอาศัยและใช้ทรัพยากรธรรมชาติของลุ่มน้ำในการดำรงชีวิต ทั้งในส่วนที่เป็นรายได้โดยตรงและเป็นประโยชน์ทางอ้อมที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบของรายได้ ที่สัมพันธ์กับระบบนิเวศของลุ่มน้ำสงคราม โดยเฉพาะวัฒนธรรมการทำประมงซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางระบบนิเวศของลุ่มน้ำสงครามที่มีลักษณะเฉพาะตัว และก่อให้เกิดภูมิปัญญาการทำประมงในแบบเฉพาะของผู้คนในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ที่เป็นการปรับตัวประยุกต์ใช้ความรู้และทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เพื่อเก็บเกี่ยวบริการของระบบนิเวศในลุ่มน้ำสงคราม โดยเฉพาะการจับปลาที่มีการคาดการณ์ว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามมีปริมาณการจับปลามากกว่า 45,000 ตันต่อปี ซึ่งเป็นมูลค่าและทรัพยากรของลุ่มน้ำสงครามที่ชุมชนได้รับโดยตรง ผ่านวิถีชีวิตและเศรษฐกิจของชุมชนที่พึ่งพิงการทำประมงจนกลายมาเป็นประเพณีที่สำคัญและสร้างชื่อเสียงให้แก่พื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม เช่น ประเพณี “กินปลาน้ำสงคราม” ที่เป็นประเพณีที่แสดงถึงความสำคัญของลุ่มน้ำสงครามที่เป็นแหล่งผลิตปลา และศักยภาพของชุมชนที่มีความสามารถในการจับปลาและแปรรูปปลาอันเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมของพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม จากความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศของพื้นที่ที่นำมาสู่การพัฒนาเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมของ

ผู้คนในกลุ่มน้ำสงคราม ที่พัฒนาและสืบทอด ภูมิปัญญาวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตให้เข้ากับ ภูมิศาสตร์ของพื้นที่

อย่างไรก็ตาม ดัชนีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ชี้ให้เห็นถึงคุณค่า และความสำคัญของระบบนิเวศ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามได้อย่างชัดเจน ในขณะเดียวกัน ก็เป็นดัชนีที่ช่วยบ่งบอกถึงสถานภาพของระบบนิเวศ เมื่อมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นเพียงใด ก็เป็น ภาพสะท้อนสถานภาพของทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมที่ถูกใช้มากขึ้นเท่านั้น อันส่งผลต่อการ เสื่อมโทรมของสภาพ และการต่อค่าของการบริการ ในระบบนิเวศ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการ ศึกษาบริบททั่วไปของชุมชน ภูมิปัญญาและ องค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้าง มูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำ สงคราม และศึกษาวิถีชีวิตชุมชนเด่นที่เกิดจาก ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับ ชุมชนต่อยอดในเชิงพาณิชย์ เพราะชุมชนลุ่มน้ำ มีการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศมากที่สุด นำมาเป็น อาหาร เช่น พืชน้ำต่าง ๆ สัตว์น้ำ ที่อยู่ในพื้นที่ ที่สามารถนำมารับประทานได้ พืชน้ำที่สามารถ นำมาแปรรูปทำเครื่องใช้ต่าง ๆ นำมาพัฒนา ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่สามารถเพิ่มมูลค่า และสร้างรายได้ให้เกิดในครัวเรือน ชุมชนได้ใช้ ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนที่อาศัยอยู่ โดยรอบที่ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษการนำ ภูมิปัญญาต่าง ๆ เหล่านี้มาจัดการได้อย่างไรบ้าง ชุมชนมีการจัดการและการใช้ประโยชน์จากความ หลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ได้อย่างไร เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษา มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อประชาชนที่อยู่ใน พื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งชุมชนเหล่านั้น ถือว่า ลุ่มน้ำสงครามนั้นคือชีวิต และสามารถนำข้อมูล เหล่านี้ พัฒนาต่อยอดด้านการอนุรักษ์ทรัพยากร

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมตามบริบท ของท้องถิ่น และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทาง ธรรมชาติอย่างยั่งยืน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อ การดำรงชีวิตทั้งในรุ่นปัจจุบันและชนรุ่นหลังดำรงไว้ ซึ่งวัฒนธรรมของชุมชน สอดคล้องและไม่ทำลาย ระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามภายใต้การใช้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการใช้ทรัพยากรบนพื้นฐาน ของความยั่งยืนสืบไป

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างการวิจัย

1) ผู้ให้ข้อมูลในระดับกลุ่ม ประกอบด้วย ผู้รู้จากตัวแทนชุมชนในลุ่มน้ำสงคราม โดยใช้เกณฑ์ การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลเป็นเครื่องมือในการเลือก ผู้ให้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน จำนวน 3 คน จาก 3 หมู่บ้าน จากนั้นให้ผู้นำชุมชนเสนอชื่อ ประธานกลุ่มเพื่อเป็นตัวแทนในการให้ข้อมูลกลุ่ม โดยการสัมภาษณ์การใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ ในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทรัพยากร ของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ได้จำนวน กลุ่มตัวอย่างในระดับกลุ่ม จำนวน 5 คน

2) ผู้ให้ข้อมูลในระดับปัจเจก ประกอบด้วย ผู้รู้จากตัวแทนชุมชนจากปราชญ์ท้องถิ่นในลุ่มน้ำ สงคราม จากทั้ง 3 หมู่บ้าน ซึ่งได้แก่ บ้านท่าก้อน บ้านท่าแรดงปลาปาก และบ้านท่าควาย โดยใช้ เกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลเป็นเครื่องมือในการ คัดผู้ให้ข้อมูล ผ่านการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ ตัวแทนในระดับกลุ่ม แล้วให้ตัวแทนในระดับกลุ่ม ช่วยเสนอชื่อสมาชิกกลุ่มและผู้ที่มีการใช้ภูมิปัญญา และองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากความ หลากหลายทางนิเวศทรัพยากรของชุมชนได้ กลุ่มตัวอย่างในระดับปัจเจกบุคคล จำนวน 21 คน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการสังเกตและสัมภาษณ์มีลักษณะเป็น คำถามปลายเปิด มีหลักของคำถามเพื่อทราบ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น โดยผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นผู้นำชุมชน เกษตรกร และ ประชาชนในพื้นที่ตั้งถิ่นฐานในชุมชนลุ่มน้ำสงคราม เขตพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร จากทั้ง 3 หมู่บ้าน คือ บ้านท่าแร่แดงปลาปาก บ้านท่าควาย และบ้านท่าก้อน ซึ่งเป็นการเลือก ตัวอย่างแรกจากปราชญ์ชาวบ้าน ผู้นำชุมชน ภายหลังจากทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูล เป็นคนแรกเรียบร้อยแล้ว จึงขอให้ผู้ให้ข้อมูล ช่วยเสนอรายชื่อของผู้ที่มีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ทั้งที่เป็นรายบุคคลและกลุ่มผลิตภัณฑ์ในหมู่บ้าน ท่าแร่แดงปลาปาก บ้านท่าควาย และบ้านท่าก้อน ในพื้นที่โดยรอบ ผู้วิจัยเน้นให้ประชาชนได้มีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ของการได้มา ซึ่งข้อมูลที่เป็นจริง โดยมีรูปแบบการศึกษาภาคสนาม ใช้วิธีการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น

การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและแบบไม่มีส่วนร่วม การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การสัมภาษณ์แบบ กึ่งมีโครงสร้าง และการสนทนากลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อ วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ข้อมูลในเชิง คุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา นำเสนอโดยวิธี บรรยายเพื่อนำไปสู่การอธิบายและสรุปผลตาม วัตถุประสงค์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของ ชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่าง ยั่งยืนจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร จากทั้ง 3 หมู่บ้าน คือ บ้านท่าแร่แดงปลาปาก บ้านท่าควาย และบ้านท่าก้อน (Figure 1) สรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

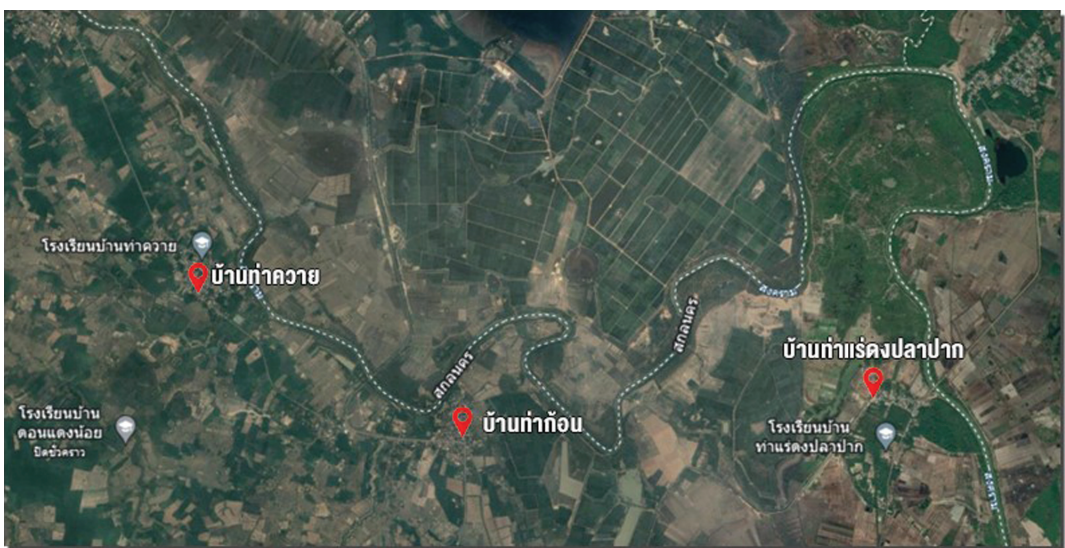


Figure 1 Location of study area

Source: Google earth

บริบททั่วไปของพื้นที่

บริบททั่วไปของชุมชนลุ่มน้ำสงคราม พื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร พบว่า สภาพโดยทั่วไปของอำเภออากาศอำนวย เป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำสำคัญ 2 สาย ไหลผ่าน คือ ลำน้ำยาม ซึ่งเป็นลำน้ำขนาดเล็ก ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาภูพาน และลำน้ำสงคราม เป็นลำน้ำค่อนข้างใหญ่ ต้นกำเนิดจากสันภูผาเหล็ก มี 4 ขนเฝ้า ได้แก่ ไทโย้ย ลาวญ้อ และภูไท ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร อาชีพเสริม ทอผ้าพื้นเมือง เลี้ยงสัตว์ (โค) พื้นเมือง โคขุน และการจับปลาและสัตว์น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ลักษณะของแม่น้ำสงคราม เป็นลำน้ำสาขาหลักของแม่น้ำโขง ตั้งอยู่ในขอบเขตลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งเป็น 1 ใน 37 ลุ่มน้ำสาขาลุ่มน้ำโขง แบ่งออกเป็นลุ่มน้ำสงครามตอนบน และลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมกันประมาณ 6,472 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำสงครามนับว่าเป็นระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมาก ปัจจุบันเป็นพื้นที่หนึ่งที่ยังคงมีพื้นที่ป่าบุ่งป่าทาม (ป่าน้ำท่วม) ที่สำคัญที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในภาคอีสานซึ่งพบกระจายทั่วไปบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำสงครามและลำน้ำสาขา มีพื้นที่ประมาณ 160,000 ไร่ นับว่ามีความสำคัญและคุณประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะการเอื้อประโยชน์ให้แก่ชุมชนท้องถิ่นทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้น วิถีชีวิตคนลุ่มน้ำสงครามจึงผูกพันกับแม่น้ำสงครามและป่าบุ่งป่าทามอย่างแยกกันไม่ออก (ปิยาพร, 2550) เนื่องจากแม่น้ำสงครามและป่าบุ่งป่าทามเป็นแหล่งทรัพยากรที่เลี้ยงดูชุมชนโดยรอบ มาอย่างยาวนาน ปัจจุบันสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดให้ลุ่มน้ำสงครามเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และ

อยู่ระหว่างการเตรียมการขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ หรือ พื้นที่แรมซาร์ไซต์ (Ramsar Site) แห่งที่ 15 ของประเทศไทย

การใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม

ผู้ให้ข้อมูลด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นและองค์ความรู้ของชุมชนโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก รวมทั้งสิ้น จำนวน 29 คน แบ่งเป็น ผู้นำชุมชนจำนวน 3 คน ผู้ให้ข้อมูลในระดับกลุ่ม จำนวน 5 คน และผู้ให้ข้อมูลด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นในระดับปัจเจกบุคคล จำนวน 21 คน จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยการสัมภาษณ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นเพศหญิง มากกว่าเพศชาย (เพศชาย=11 คน เพศหญิง=18 คน) ทั้งนี้ยังพบว่า อาชีพหลักของบุคคลเหล่านี้ คือ การทำนา ผู้ให้ข้อมูลมีอายุเฉลี่ย 58 ปี และการสำรวจการใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำสงครามด้วยภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนพบว่า การเข้าใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำสงครามของชุมชนส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อจับสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง หอย รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์เพื่อเก็บพืชผักสำหรับบริโภคในครัวเรือน เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด ฯลฯ การใช้ประโยชน์ทั้งจับสัตว์น้ำและเก็บพืชผัก พบว่า การใช้ประโยชน์จากการจับสัตว์น้ำและเก็บพืชผัก ส่วนหนึ่งเพื่อนำมาประกอบอาหารและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับจำหน่ายในท้องถิ่นเพิ่มรายได้ในครัวเรือน สอดคล้องกับการศึกษาของอนุรักษ์ และคณะ (2560) ศึกษาภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของพืชน้ำพืชน้ำในพื้นที่หนองหาร จังหวัดสกลนคร พบว่า ใช้ประโยชน์พืชน้ำพืชน้ำ

ในด้านอาหารมากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์ด้านยาสมุนไพร และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ของใช้ต่าง ๆ ตามลำดับ ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายของระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ทำให้การดำรงชีวิตของชุมชนบริเวณลุ่มน้ำได้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่เพื่อการประกอบอาชีพอย่างหลากหลาย ซึ่งภูมิปัญญา

และองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นและเด่นชัดจากการศึกษาเชิงพื้นที่ และการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้นำชุมชน ราษฎรในพื้นที่ เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม ตำบลท่ากอน และตำบลโพนงาม อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร (Table 1)

Table 1 Local Wisdom and Knowledge Utilization from Ecological Diversity of the Songkham River Basin

Utilizations	Local wisdom and Knowledge
Aquatic animals	Food
Aquatic plants	Food and making the appliances
Plants	Making the appliances

ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงครามนั้น ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเกิดจากการฝึกอบรมหรือพัฒนาอาชีพ ส่งผลให้เกิดภูมิปัญญาและองค์ความรู้ต่าง ๆ ขึ้น ดังนี้

1) ภูมิปัญญาการทอผ้า

บริเวณแม่น้ำสงครามปรากฏต้นครามขึ้นอยู่ทั่วไป ใบบิและต้นของครามสำหรับการนำมาย้อมสีผ้าของชาวบ้านได้ ทำให้เกิดภูมิปัญญาการทอผ้าขึ้นในพื้นที่ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่ค่อนข้างเด่นชัดและมีอย่างหลากหลายของชาวบ้านแทบทุกหลังคาเรือน เนื่องจากเครื่องนุ่งห่มจัดอยู่ในปัจจัย 4 ของการดำรงชีวิต และด้วยบริบทของ

ชุมชนเป็นชุมชนริมน้ำ การเพาะปลูกจึงเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดพันธุ์ไม้ เช่น ต้นคราม ที่มีความสมบูรณ์สามารถนำมาทำเป็นเนื้อครามสีสำหรับการนำมาย้อมสีผ้าให้กับชาวบ้านได้ นอกจากนี้วิถีของคนลุ่มน้ำสัญลักษณ์ที่สำคัญ คือ ปลา ชาวบ้านตำบลท่ากอนจึงได้นำรูปปลามามัดเป็นลายหมี่เพื่อแสดงถึงสัญลักษณ์ของหมู่บ้าน ซึ่งความหมายของภูมิปัญญาชาวบ้าน หรือภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นความรู้ที่ชาวไทยในสมัยโบราณได้รู้จักเก็บพืชป่า สัตว์น้ำ มาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต โดยใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดจำแนก ศึกษา และทดลองมาหลายชั่วอายุคน จนถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ดีที่สุดหรือมีประโยชน์ที่สุด พร้อมกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะความรู้เรื่องพืชอาหารและพืชสมุนไพรแล้วสั่งสอนบอกเล่าสู่ลูกหลานให้รู้จัก และสืบทอดกันต่อมาถึงปัจจุบันจึงถือว่าภูมิปัญญาชาวบ้านนั่นเอง (ฉลาดชาย, 2537) ภูมิปัญญาการทอผ้าของชุมชน

บ้านท่าก่อนเกิดขึ้นมาตั้งแต่อดีต ด้วยการหยิบจับเส้นฝ้ายมาถักทอเป็นผืนผ้าที่มีสีสันต่าง ๆ ที่หลากหลายจากต้นไม้มัน แก่นไม้ เปลือกไม้ต่าง ๆ ที่ให้สี และจากการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปมีการสร้างลวดลายบนผืนผ้าด้วยวิธีการมัดหมี่ กล่าวคือ เป็นการนำเส้นฝ้ายมาเรียงเส้นกันเป็นลำ แล้วใช้เชือกปอ (ในอดีต) มัดบริเวณที่ต้องการสร้างลวดลายเพื่อกันสีไม่ให้ติดเวลาที่ย้อม การทอผ้า จึงเป็นภูมิปัญญาที่มีมาตั้งแต่สมัยรุ่นพ่อแม่แม่ย่า เรียนรู้สืบต่อกันมา ไม่มีเป็นตัวหนังสือ แต่เป็นการบอกกล่าวกันมาผ่านการพาลงมือปฏิบัติ บางครั้งลูกหลานอยากลองลวดลายใหม่มัดลายไปตามจินตนาการ พาย้อม ถักทอเป็นผืนสวยงามและแปลกตา (สมบัติ, 2565)

2) ภูมิปัญญาการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร

ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำที่ไหลผ่านหลายสายในพื้นที่ที่เป็นแม่น้ำสาขาของลำน้ำสงครามก่อนไหลลงสู่แม่น้ำโขง เช่น น้ำอูน น้ำยาม ห้วยโนด ห้วยขาง ห้วยน้ำเย็น ห้วยน้ำอูน ห้วยสามยอด ห้วยคำแก้ว ห้วยคอง ห้วยชี ห้วยอี และห้วยน้ำเมา จึงทำให้มีพันธุ์สัตว์น้ำหลากหลายชนิด และด้วยธรรมชาติชาวบ้านดำรงชีวิตด้วยการจับปลา และจับสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ เพื่อนำมาบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น เนื่องจากปลาและสัตว์น้ำมีจำนวนมาก แต่เนื่องจากข้อจำกัดของชาวบ้านบริเวณลุ่มน้ำสงครามที่สำคัญ คือ เมื่อถึงฤดูกาลน้ำหลาก น้ำจะไหลท่วมทุ่งนา ทำให้ชุมชนไม่สามารถทำนาในช่วงฤดูกาลทำนาได้ จำเป็นต้องซื้อข้าวเพื่อบริโภคตรงกันข้ามกับพื้นที่ราบสูงที่มีพื้นที่ทำนาตามฤดูกาลแต่ขาดอาหาร ดังนั้น ในอดีตชาวบ้านในพื้นที่สูงจึงนิยมนำข้าวมาแลกอาหารในพื้นที่ลุ่ม จึงนำไปสู่การมีวัฒนธรรม “เอาข้าวแลกปลา” เกิดขึ้น ประเด็น

สำคัญของการเอาข้าวแลกปลาของชาวบ้านที่พบในอดีต คือ กว่าข้าวจะมาถึงปลา ปลาที่เน่า กว่าปลาจะกลับถึงบ้านปลาที่เสีย ชาวบ้านจึงคิดหาวิธีการในการถนอมอาหาร เพื่อให้สามารถนำปลากลับไปบริโภคถึงบ้านเรือนได้ ด้วยการนำปลามาขอดเกล็ดควักไส้ ล้างให้สะอาด หมักกับเกลือผสมรำข้าวคลุกเคล้าให้เข้ากันยัดใส่ไหปากกว้างใช้ไม้ไผ่สานคัดปากไว้ให้ปลาจมน้ำป้องกันการเน่าเสีย เรียกว่า “ปลาร้า” เก็บไว้กินได้นานนับปีภูมิปัญญาด้านการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารสอดคล้องกับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมของชุมชนลุ่มน้ำ Chantharun *et al.* (2016) พบว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาชุมชนเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและวัฒนธรรม

3) ภูมิปัญญาการทำเครื่องจักสาน

บริบทพื้นที่ซึ่งเป็นชุมชนใกล้น้ำ ติดแม่น้ำ ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการจับปลาเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมี ชาวบ้านนำไม้ไผ่ที่ขึ้นบริเวณป่าทาม มาทำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้จับปลา เป็นเครื่องจักสานที่มีขนาดรูปร่าง เล็กใหญ่ แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานเพื่อใช้ในการจับสัตว์น้ำที่ต่างชนิดกันไป เพื่อการดำรงชีวิต เช่น ข้อง ไซ ลอบ โต่งไม้ไผ่ คันเบ็ด คันสะดุ้ง ตุ่ม จั่น ฯลฯ การเรียนรู้ในการนำพืชมาใช้ประโยชน์นั้นเป็นประสบการณ์จริงเพื่อการอยู่รอด วิธีการนำพืชแต่ละชนิดมาใช้ประโยชน์ได้รับการถ่ายทอดสืบทอดกันมาหลายชั่วอายุคน จนกลายเป็นวัฒนธรรมของชนแต่ละกลุ่ม อาจมีการดัดแปลงบางสิ่งบางอย่างตามกำลังสติปัญญาของแต่ละรุ่นเพื่อให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ความรู้และประสบการณ์เพื่อการอยู่รอดเหล่านี้ที่บรรพบุรุษได้ถ่ายทอดให้แก่ลูกหลานสืบทอดกันมาตลอด

ระยะเวลาที่ยาวนาน จัดว่าเป็นภูมิปัญญาของชนแต่ละกลุ่ม ซึ่งเรียกว่า ภูมิปัญญาพื้นบ้าน (ชูศรี, 2539) นอกจากอุปกรณ์ดักจับสัตว์น้ำที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีเครื่องจักสานที่ชาวบ้านอาศัยการสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น เช่น หวดข้าว กระจตข้าว ตะกร้าสาน กระบุง ซึ่งสอดคล้องกับประเวศ (2550) ได้อธิบายว่าภูมิปัญญาเกิดจากการสะสมการเรียนรู้มาเป็นระยะเวลายาวนาน การใช้อุปกรณ์ดักจับสัตว์น้ำส่วนใหญ่ของชาวบ้านในชุมชนจากทั้ง 3 หมู่บ้าน จะมีการทำความเข้าใจข้อตกลงร่วมกันในแต่ละหมู่บ้าน ถึงการทำเพื่อประโยชน์และดำรงชีวิตแต่ไม่ได้หาเพื่อล้างทำลายเผ่าพันธุ์ เนื่องจากในแต่ละปีจะมีชาวบ้านจับสัตว์น้ำจำนวนมาก จึงอาจส่งผลกระทบต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์น้ำได้ ทำให้เกิดอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับปลา และเครื่องจักสานที่ใช้เพื่อการประกอบอาชีพของชาวบ้านที่เกิดจากภูมิปัญญาที่มีการสืบทอด สืบสาน จากรุ่นสู่รุ่นที่สอดคล้องกับบริบทด้านสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรม ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน

เกี่ยวข้องกับความรู้ความสามารถและประสบการณ์ที่บรรพบุรุษได้สร้างสรรค์และสืบทอดกันมาจนกลายเป็นองค์ความรู้ประจำท้องถิ่นผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางสังคมและการปลูกฝังเชิงวิถีคิด (กนกพร, 2555)

ข้อมูลการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในการใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงครามได้ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนที่สืบทอดต่อกันมา เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่น สามารถสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน ได้แก่ การทอผ้า ผลิตภัณฑ์เด่นคือ ผ้าย้อมคราม และผ้าย้อมสีธรรมชาติ ผ้าถุงมัดหมี่ ผ้าคลุมไหล่ ผ้าพันคอ และกระเป๋าผ้า การทอเสื่อได้แก่ เสื่อจากต้นกกสำหรับใช้นั่ง การถนอมอาหารจากสัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์เด่น คือ ปลาจ๋า ปลาส้มปลาแห้ง ข้าวเกรียบปลา และการทำเครื่องจักสาน ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มที่สำคัญ อาทิเช่น กระจตข้าว อุปกรณ์จับปลา ตะกร้า (Table 2)

Table 2 Local wisdom and knowledge utilization from ecological diversity of the songkham river basin

Local wisdom	No. of products	Percent
Indigo dyed fabric	6	38
Mat weaving	1	6
Food preservation	5	31
Basket making	4	25
Total	16	100

ผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นที่เกิดจากภูมิปัญญาองค์ความรู้ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชุมชนต่อยอดเชิงพาณิชย์

ผลการดำเนินการสนทนากลุ่มและระดมสมองร่วมกันของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลในส่วนของผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นที่เกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชุมชน และต่อยอดในเชิงพาณิชย์ พบว่า ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่เด่นชัดและทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์เด่นของชุมชน ได้แก่ เครื่องจักสาน การทอเสื่อ การผลิตผ้าย้อมคราม การถนอมอาหารและแปรรูปอาหารจากปลาและสัตว์น้ำ ซึ่งหากมีการ

บริหารจัดการองค์ความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ที่เกิดจากชุมชนได้อย่างชัดเจน จะนำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สร้างสรรค์ (Amloy, 2021) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้เพิ่มขึ้นให้กับชุมชนในพื้นที่เนื่องจากองค์ความรู้ที่ได้จากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนมีส่วนสำคัญในการอนุรักษ์ฟื้นฟู และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนได้อย่างยั่งยืน และในปัจจุบันการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้ประกอบการมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและเพิ่มช่องทางการตลาดในการจำหน่ายมากขึ้น (Figure 2)

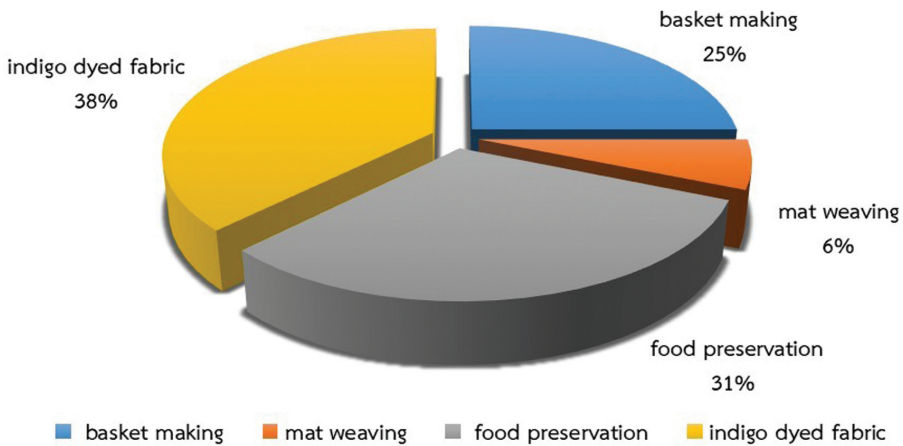


Figure 2 Local wisdom and knowledge in community

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืนจากความหลากหลายทางนิเวศลุ่มน้ำสงคราม ด้วยภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สรุปผลได้ดังนี้

1) การศึกษาบริบทของชุมชนลุ่มน้ำสงครามในพื้นที่อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร

พบว่า สภาพโดยทั่วไปของอำเภออากาศอำนวยเป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำสำคัญ 2 สาย ไหลผ่าน คือลำน้ำยาม ซึ่งเป็นลำน้ำขนาดเล็ก ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาภูพาน และลำน้ำสงคราม เป็นลำน้ำค่อนข้างใหญ่ ต้นกำเนิดจากสันภูผาเหล็ก ซึ่งประกอบด้วย 4 ชนเผ่า ได้แก่ ไทยโย้ย ลาว ญ้อ และภูไท ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประกอบอาชีพเสริม คือ การทอผ้า

พื้นเมือง การเลี้ยงสัตว์โคพื้นเมือง โคขุน การจับปลา และสัตว์น้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ

2) การใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางนิเวศ พบว่า ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ที่เด่นชัดของชุมชนใน 3 หมู่บ้าน คือ บ้านท่าแร่ตงปลาปาก บ้านท่าควาย และบ้านท่าก้อน ได้แก่ ภูมิปัญญาด้านการทอดผ้า การถนอมอาหาร และแปรรูปอาหารจากสัตว์น้ำ ภูมิปัญญาด้านการทำเครื่องจักสาน และภูมิปัญญาด้านการทอเสื่อ

3) การศึกษาผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นที่เกิดจากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชุมชนท่องเที่ยวในเชิงพาณิชย์ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้กับชุมชน คือ การทอดผ้า ได้แก่ ผ้าย้อมคราม และผ้าย้อมสีธรรมชาติ ผ้าถุงมัดหมี่ ผ้าคลุมไหล่ ผ้าพันคอ กระเป๋า เครื่องประดับต่าง ๆ การทอเสื่อ การทำเครื่องจักสาน ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มที่สำคัญ ได้แก่ กระติบข้าว อุปกรณ์จับปลา ตะกร้า และการถนอมอาหารจากสัตว์น้ำ ได้แก่ ปลาจุก ปลาต้ม ปลาแห้ง ปลาอย่างรมควัน ข้าวเกรียบปลา

จากการใช้ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ การรวมกลุ่มกันเองในชุมชน การสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญา เกิดผลิตภัณฑ์ชุมชนเด่นขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่สร้างรายได้ให้กับครัวเรือน ส่งผลให้วิถีชีวิตของชุมชนเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นและส่งผลให้คุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างดีขึ้น กล่าวคือ อาชีพหลักของกลุ่มตัวอย่างนั้น ปลูกข้าวเพียงอย่างเดียวสำหรับการบริโภคและขาย ซึ่งถือว่าเป็นรายได้ทางเดียว เมื่อเกิดกลุ่มผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาและองค์ความรู้ในแต่ละด้านขึ้นส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายผลิตภัณฑ์

ของชุมชนและสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร ฉิมพลี. 2555. รูปแบบการจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชน จังหวัดนครราชสีมา. ดุษฎีนิพนธ์ สาขาพัฒนาสังคม และการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคม และสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ฉลาดชาย รมิดานนท์. 2537. วัฒนธรรมกับความหลากหลายทางชีวภาพ. วิวัฒน์ คติธรรมนิเทศ (ผู้รวบรวม). ความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. สถาบันชุมชนท้องถิ่นและพัฒนา, กรุงเทพฯ.
- ชูศรี ไตรสนธิ. 2539. พหุภาษาพื้นบ้านของชาวเขาในภาคเหนือของประเทศไทย. การประชุมวิชาการ เรื่องทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย. องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- ประเวศ วะสี. 2530. การสร้างสรรค์ภูมิปัญญาไทยเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หมู่บ้าน.
- ปิยาพร อรุณพงษ์. 2550. มิติทางวัฒนธรรมในการจัดการทรัพยากรกลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง: กรณีศึกษาชุมชนท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม

จังหวัดนครพนม. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนามนุษย์และสังคม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมบัติ อินทะภูมิ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 2 กรกฎาคม 2565.

สมพินิจ เหมือนทอง. 2543. การแบ่งชั้นระดับน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำสงคราม. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (WWF) ประเทศไทย. (ม.ป.ป.). ข้อมูลแม่น้ำสงคราม. แหล่งข้อมูล http://www.wwf.or.th/what_we_do/wetlands_and_production_landscape/songkram_river/ (10 ตุลาคม 2564).

อนุรักษ์ เครือคำ พุฒิสรรค์ เครือคำ และวรสิทธิ์ วงศ์อดิศัย. 2560. ภูมิปัญญาและองค์ความรู้ของชุมชนในการใช้ประโยชน์ความหลากหลายของพืชน้ำพื้บ้านในพื้นที่หนองหาร จังหวัดสกลนคร. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 34(1): 81-90.

Amloy, A. 2021. Local wisdom management in communities in Thailand. J. Environmental Design. 8(1): 171-191.

Chantharun, N., K. Onrueang and A. Kenaphoom. 2016. The wisdom management concept of the indigo and Phu Tai way of life. Dhammathas Academic J. 16(1): 250-263.

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง ในจังหวัดเชียงใหม่

Factors Affecting the Organic Agriculture of Highland Farmers in Chiang Mai Province

กริช สุริยะชัยพันธ์^{1*} พหล ศักดิ์คะทนต์¹ สายสกุล ฟองมูล¹ และ สถาพร แสงสุโพธิ์²
Krit Suriyachaiapun^{1*} Phahol Sakkatat¹ Saisakul Fongmul¹ and Sathaporn
Sangsupho²

¹ สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร, คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Resource Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 50290

² วิทยาลัยบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² School of Administrative Studies, Maejo University, Chiang Mai, 50290

* Corresponding author: kritkrit02@gmail.com

(Received: 15 December 2021; Revised: 23 March 2022; Accepted: 13 June 2022)

Abstract

This study was conducted to investigate: 1) socio-economic attributes of farmers; 2) knowledge, attitudes, and readiness about organic agriculture of the farmers; 3) factors affecting the organic agriculture of highland farmer; and 4) suggestion about organic agriculture of the farmers. The sample group consisted of 276 highland farmers in Chiang Mai province and they were obtained by two-stage sampling. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics: frequency, percentage, mean, standard deviation and multiple regression analysis.

Results of the study revealed that most of the respondents were male, 45 years old on average, single, and elementary school graduates or below. The respondents had 4 household members and 2 household workforces on average. They had 3.5 rai each of organic farm land with an income earned from it for 45,984 bath per year on average.

They mainly grew vegetables and had 11 years of experience in organic farming. They were two group members in the community. The respondents contacted agricultural extension workers 6 time per year and attended an organic agriculture training once a year on average. The respondents received information about organic agriculture through various media 0.4 times a year on average. They had a high level of knowledge about organic agriculture and attitude towards it. Also, they had a high level of readiness about organic farming. The following had a positive statistical significance level of an effect on organic agriculture: marital status, income earned from organic farming, agricultural extension worker contact, information perception about organic agriculture, attitude towards organic agriculture, readiness about organic farming, and knowledge about organic agriculture. However, the following were found to be negative: educational attainment, experience in organic farming and group member in the community. The following were problems encountered in organic farming of the respondents: their farmlands were in a reserved forest; lack of capital for purchasing needed materials and equipment; seedlings were expensive but not perfect; lack of knowledge about pest and disease management; yields did not meet standards required by the market; inconvenience in transportation; and inadequate marketing channels. The following were suggestion: revision of land title to the farmers; low interest capital support; extension of new knowledge and innovation for organic farming beginning with production, processing and marketing.

Keywords: Organic agriculture, highland farmers, agricultural extension worker

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร 2) เพื่อศึกษาความรู้ ทักษะ และความพร้อมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร และ 4) เพื่อศึกษาข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ เกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์และอาศัยอยู่บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 276 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two-stage sampling) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45 ปี อยู่ในสถานภาพสมรส สำเร็จการศึกษาสูงสุดในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน มีรายได้ในภาคเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 45,984 บาทต่อปี มีพื้นที่ทำเกษตรอินทรีย์ เฉลี่ย 3.5 ไร่

ชนิดพืชที่ปลูกเป็นหลัก คือ พืชผัก มีประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 11 ปี เข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในชุมชนเฉลี่ย 2 กลุ่ม ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 6 ครั้งต่อปี เข้าร่วมฝึกอบรมด้านเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี เข้าร่วมศึกษาดูงานเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 0.4 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารจากสื่อต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 31 ครั้งต่อปี อีกทั้งเกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับมาก มีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีความพร้อมต่อการทำเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับพร้อมมาก สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ สถานภาพ รายได้จากการทำเกษตรอินทรีย์ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการเกษตร การรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ทัศนคติเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ความพร้อมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ และความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบ ได้แก่ ระดับการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์ และการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้าน สำหรับปัญหาในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่ทำกินอยู่ในเขตป่าสงวน ไม่สามารถครอบครองเป็นกรรมสิทธิ์ได้ เกษตรกรขาดแคลนทุนทรัพย์ในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการทุนแรงที่จำเป็น กล้าพันธุ์พืชมีราคาแพงและไม่สมบูรณ์ ขาดความรู้ในการจัดการโรคพืช ศัตรูพืช และแมลงศัตรูพืช ผลผลิตที่ได้รับไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการของตลาด การขนส่งที่ยากลำบากบนพื้นที่สูง และช่องทางการตลาดที่ไม่เพียงพอ ส่วนข้อเสนอแนะ คือ ควรจัดการให้เกษตรกรได้รับสิทธิในที่ดิน สนับสนุนแหล่งทุนเบียดำเพื่อหนุนเสริมการจัดซื้อเครื่องทุนแรงที่จำเป็น และการสนับสนุนองค์ความรู้และวิทยาการใหม่ในการทำเกษตรอินทรีย์อย่างครบวงจรตั้งแต่กระบวนการผลิต การแปรรูป และการตลาด

คำสำคัญ: เกษตรอินทรีย์ เกษตรกรพื้นที่สูง นักส่งเสริมการเกษตร

คำนำ

เกษตรอินทรีย์ เป็นหนึ่งทางเลือกในการพัฒนาการเกษตรของไทยอย่างยั่งยืน ทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองและพึ่งพากันได้ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและมั่นคงโดยไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับความต้องการผลิตภัณท์เกษตรอินทรีย์ที่มากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจะพัฒนาไปสู่การทำเกษตรอินทรีย์เชิงพาณิชย์ให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล นำไปสู่การแก้ไขปัญหาความยากจนและการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป (คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ, 2563)

ตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2512 ชุมชนบนพื้นที่สูงมีชีวิตความเป็นอยู่ค่อนข้างยากจน และทำการเกษตรแบบยังชีพ ซึ่งพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร (ร.9) ทรงพระราชทานความช่วยเหลือโดยตั้งมูลนิธิโครงการหลวงขึ้น และนำมาสู่การขยายผลสำเร็จของโครงการหลวงโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง รวมทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้ประชาชนและชุมชนจำนวนมากได้รับการพัฒนาคุณภาพชีวิตและแก้ไขปัญหาความยากจนของประชาชน

แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยเหตุที่ประชาชนและชุมชนบนพื้นที่สูงมีจำนวนมาก ในขณะที่ปัญหาความรุนแรงและมีข้อจำกัดในการแก้ไข เช่น พื้นที่ห่างไกลและทุรกันดาร หรือข้อจำกัดด้านทรัพยากรและการเข้าถึงของภาครัฐ ทำให้การกระจายการพัฒนาอย่างไม่ทั่วถึงหรือยังไม่อยู่ในระดับที่พึ่งพาตนเองได้ จึงทำให้ยังมีประชาชนอีกจำนวนมากที่ยังอยู่ในสภาวะยากจน โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ห่างไกลมากและด้อยโอกาส เช่น ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงในพื้นที่เฉพาะ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2562) ซึ่งมีจำนวนประชาชนมากถึงร้อยละ 73 ที่อยู่ในสภาวะยากจนทั่วไป และร้อยละ 69 มีความยากจนด้านอาหาร (มีรายได้รวมทั้งหมดไม่พอเพียงแก่การจัดหาอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพอย่างปกติสุข) (กมล และคณะ, 2561 อ้างถึงในสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2562) อีกทั้งการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติที่เกินกว่าศักยภาพในการฟื้นตัวของระบบนิเวศพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2556 ลดลงอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยประมาณปีละ 1 ล้านไร่ และการบุกรุกทำลายป่าอย่างต่อเนื่องส่งผลคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีปัญหารุนแรงมากที่สุด ในเขตภาคเหนือ โดยเฉพาะในเขตลุ่มน้ำน่าน ป่าสัก และสาละวิน ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญของประเทศ การบุกรุกและการเสื่อมโทรมของพื้นที่ป่าต้นน้ำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำส่งผลให้เกิดอุทกภัย และภัยแล้ง การชะล้างและการพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรที่สูงชันหรือเป็นภูเขา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2558 อ้างถึงในสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2562) นอกจากนี้ยังพบปัญหาการปนเปื้อนในดินและน้ำ

เนื่องจากเกษตรกรบางส่วนใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคแมลง การกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่อทั้งผู้ปลูก ผู้บริโภค และชุมชนที่อาศัยบริเวณปลายน้ำ รวมทั้งยังมีปัญหามลภาวะหมอกควันจากการเผาเศษวัสดุจากการเกษตร (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2562)

เพื่อให้การส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรม จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรระดับความรู้ ระดับทัศนคติ ระดับความพร้อมระดับการปฏิบัติหรือการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรว่าอยู่ในเกณฑ์ใด และมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ตลอดจนการได้ศึกษาถึงปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการพัฒนาและส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) กับการพัฒนาพื้นที่สูง อาทิ ยุทธศาสตร์การสร้างเสริมเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน เช่น การเสริมสร้างฐานการผลิตภาคเกษตรให้เข้มแข็งและยั่งยืน ยกกระตือรือร้นการผลิตสินค้าเกษตรเข้าสู่ระบบมาตรฐานและสอดคล้องกับความต้องการตลาด เสริมสร้างศักยภาพสถาบันเกษตรกรและการรวมกลุ่ม ส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตร และยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ บริหารจัดการน้ำเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรกับ

สิ่งแวดล้อม (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 2562) ซึ่งการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์บนพื้นที่สูงจะเป็นแนวทางการพัฒนาเกษตรกรให้ยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ทางเศรษฐกิจที่ดีขึ้นสามารถจัดหาอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพอย่างปกติสุขและสามารถใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษา คือ ประชาชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมในระบบเกษตรอินทรีย์และมีถิ่นอาศัยอยู่ในชุมชนบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 15 อำเภอ ซึ่งมีการคำนวณหาประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two-stage sampling) (ประชุม, 2541) โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการสุ่มอำเภอได้จำนวน 8 อำเภอ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยวิธีการจับสลาก ได้แก่ อำเภอภักดีนิวัฒนา อำเภอจอมทอง อำเภอเชียงดาว อำเภอแม่แจ่ม อำเภอแม่แตง อำเภอแม่แตง อำเภอสะเมิง และอำเภออมก๋อย พบว่ามีเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์จำนวน 896 คน จากนั้นกำหนดขนาดตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างครัวเรือนเกษตรกร คือ 276 คน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจากอำเภอตัวอย่าง 8 อำเภอ ด้วยวิธีการแบ่งสัดส่วนประชากร

(Proportional to size) เพื่อทราบจำนวนครัวเรือนตัวอย่างแต่ละอำเภอ ซึ่งได้จำนวนเกษตรกรตัวอย่างทั้งหมด 276 คน โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารสิ่งพิมพ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย และ 2) ข้อมูลปฐมภูมิ โดยมีการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย (วนิดา และคณะ, 2560) ซึ่งมีจำนวน 276 ชุด โดยเก็บจากเกษตรกรเป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคมของเกษตรกร ระดับความรู้ ทักษะคิด ความพร้อม และการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำเกษตรกรรมอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์พหุคูณถอยแบบคัดเลือกเข้า (Enter multiple regression analysis) และ 3) การวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้วิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่ม

(Categorize and sort) ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนที่ 1 และ 2 จะใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึก การจัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 45 ปี อยู่ในสถานภาพสมรส สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยประมาณ 4 คน มีแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน มีจำนวนแรงงานรับจ้างนอกครัวเรือนเฉลี่ย 1 คน มีรายได้จากภาคเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 45,984 บาทต่อปี มีพื้นที่ในการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 3.5 ไร่ มีประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 11 ปี เข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้านเฉลี่ย 2 กลุ่ม มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ เฉลี่ย 6 ครั้งต่อปี ฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย

0.4 ครั้งต่อปี ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 31 ครั้งต่อปี

ความรู้ ทักษะและความพร้อมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เฉลี่ย 14 คะแนน อยู่ในระดับมาก (Table 1) มีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์รวมทุกด้านเฉลี่ย 4.33 คะแนน อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยเรียงค่าเฉลี่ยแต่ละด้านจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านสุขภาพเฉลี่ย 4.51 คะแนน ด้านนิเวศวิทยาเฉลี่ย 4.39 คะแนน ด้านการดูแลเอาใจใส่เฉลี่ย 4.22 คะแนน และด้านความเป็นธรรมชาติเฉลี่ย 4.21 คะแนน (Table 2) มีความพร้อมต่อการทำเกษตรอินทรีย์รวมทุกด้านเฉลี่ย 3.68 คะแนน อยู่ในระดับพร้อมมาก โดยสามารถเรียงค่าเฉลี่ยแต่ละด้านจากมากไปน้อยดังนี้ ด้านความพร้อมทางกายภาพเฉลี่ย 3.86 คะแนน ด้านความพร้อมทางสังคมเฉลี่ย 3.78 คะแนน และด้านความพร้อมทางเศรษฐกิจเฉลี่ย 3.41 คะแนน (Table 3)

Table 1 A number and percentage of farmer on the basis of a level of knowledge about the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province

(n=276)

a level of knowledge about the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province	No.	%
Low	1	0.4
Moderate	43	15.6
High	232	84.1

\bar{x} = 17.01 Min - Max = 6 - 20 SD = 3.192

Table 2 An average mean score, standard deviation, and a level of attitudes towards the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province

(n=276)

Attitudes towards the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province	\bar{x}	S.D.	Description
Health	4.51	0.544	Most Agree
Ecology	4.39	0.514	Agree
Fairness	4.21	0.527	Agree
Care	4.22	0.612	Agree
Total	4.33	0.455	Most Agree

Table 3 An average mean score, standard deviation, and a level of readiness towards the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province

(n=276)

Readiness towards the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province	\bar{x}	S.D.	Description
Physical	3.86	0.569	More
Economy	3.41	0.896	Moderate
Society	3.78	0.797	More
Total	3.68	0.615	More

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้สถิติวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (Enter Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (วารุ, 2553) ว่าตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบกับตัวแปรตาม และมีระดับความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์ในครั้งนี้

ผู้วิจัยได้คัดเลือกตัวแปรอิสระจากการทบทวนวรรณกรรม ทั้งหมด 17 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษาสูงสุด สมาชิกในครัวเรือน แรงงานในครัวเรือน รายได้ภาคเกษตรอินทรีย์ พื้นที่ทำการเกษตร ประสบการณ์ การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มทางการเกษตรในหมู่บ้าน การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ การฝึกอบรมเกษตรอินทรีย์ การศึกษาดูงานเกษตรอินทรีย์ การรับข้อมูลข่าวสารเกษตรอินทรีย์ ความรู้เกษตรอินทรีย์ ทศนคติเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผล

Table 4 The correlation coefficient matrix between the independent variables and the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province

Variable	DOGN	GEN	AGE	STAT	EDU	MEMB	WORKF	INC	LAND	EXP	SOC	JOING	CONT	JOINT	EDT	REINF	KNOW	ATT
GEN	-0.043																	
AGE	-0.071	-0.128**																
STAT	.148*	-0.085	0.184**															
EDU	0.029	0.039	-0.338**	-0.006														
MEMB	-0.106	-0.139*	-0.153	0.138*	-0.094													
WORKF	-.049	-0.112	-0.107	0.026	-0.035	0.463**												
INC	.410**	0.064	0.155*	0.087	0.177**	-0.248**	-0.051											
LAND	0.195**	-0.153*	0.180**	0.227**	-0.101	0.036	0.095	0.152*										
EXP	-0.047	-0.057	0.516**	0.187**	-0.082	-0.098	-0.022	0.235**	0.059									
SOC	-0.019	-0.063	-0.097	0.035	0.115	0.177**	0.123*	-0.074	0.004	-0.027								
JOING	0.074	0.143*	-0.073	0.045	0.157**	0.019	0.032	0.078	-0.104	0.034	0.265**							
CONT	0.235**	0.054	-0.208**	-0.030	.097	0.143*	0.148*	0.014	-0.033	-0.061	0.134*	0.317**						
JOINT	0.009	-0.135*	-0.188**	-0.087	0.004	0.267**	0.166*	-0.185**	-0.062	-0.128*	0.189**	0.159**	0.376**					
EDT	0.017	-0.194**	-0.018	0.040	0.034	0.042	-0.009	-0.135*	0.057	-0.047	0.149*	0.061	-0.035	0.321**				
REINF	.133*	-.078	-0.031	-0.062	-0.164**	0.189**	-0.021	-0.076	-0.076	-0.045	0.054	-0.009	0.138*	0.373**	0.172*			
KNOW	0.454**	.010	0.006	0.036	.005	0.008	-0.029	0.354**	0.180**	0.012	-0.042	0.137*	0.250**	-0.031	-0.191**	0.073		
ATT	0.481**	.135	-0.071	-0.081	0.227**	-0.122*	-0.075	0.301**	-0.020	0.079	0.004	0.217**	0.107	0.009	0.007	0.131*	0.315**	
RED	0.587**	-0.039	0.0049	0.161**	0.119*	-0.183**	-0.009	0.421**	0.334**	0.108	-0.147*	0.088	0.081	-0.205**	-0.121*	-0.221**	0.356**	0.283**

Remark: Negative value means negative correlation, * statistically significant correlation level at 0.05; ** Statistically significant correlation level at 0.01
 Abbreviation: doing organic farming (DOGN), Gender (GEN), Age (AGE), Status (STAT), Education (EDU), No. of family members (MEMB), No. of household workforce (INC) Income from organic Farming (WORKF), Land for organic farming (LAND), Experience in farming (EXP), Social position (SOC), Joining a Village Group (JOING), Contact with agricultural officials (CONT), Joining training on organic farming (JOINT), Educational trip on organic farming (EDT), Receiving information on organic farming (REINF), Knowledge about organic farming (KNOW), Attitudes about organic farming (ATT), Readiness for organic farming (RED)

ต่อการทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่งผลในเชิงบวกหรือลบ ทั้งนี้การศึกษาปัญหา Multicollinearity พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงเกิน 0.80 อันจะทำให้เกิดการละเมิดข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) (สุชาติ, 2545) (Table 4) ในส่วนของตัวแปรตาม คือ การทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การเลือกพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์ 2) การจัดการน้ำ 3) การจัดการพันธุ์พืช 4) การจัดการดิน 5) การจัดการศัตรูพืช 6) การจัดการโรคพืช 7) การควบคุมวัชพืช 8) การจัดการปุ๋ย 9) การเก็บเกี่ยวและจัดการผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว 10) การขนส่งและตลาด

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 17 ตัวแปร มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ การทำเกษตรอินทรีย์ อยู่ร้อยละ 78.20 ($R^2 = 0.783$) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีทั้งหมด 10 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 7 ตัวแปร คือ สถานภาพ รายได้เกษตรอินทรีย์ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการเกษตร การรับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตรอินทรีย์ ทักษะคิดเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ และความพร้อมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในขณะที่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ ระดับการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์ โดยมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 และการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้าน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Table 5) ซึ่งสามารถวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

สถานภาพสมรส: เกษตรกรที่มีสถานภาพสมรสมีระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่มากกว่าเกษตรกรที่มีสถานภาพโสด หม้าย และหย่าร้าง อยู่ที่ 0.200 คะแนน ทั้งนี้อาจมาจากเกษตรกรมีสถานภาพสมรสนั้นมีช่วงเวลาในการพูดคุยปรึกษาเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ในครอบครัวร่วมกันเพื่อวางแผนการผลิต การแปรรูป และการตลาด เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมทางเกษตรอินทรีย์เป็นไปในทิศทางที่ดีให้เกิดรายได้ในครัวเรือน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปภพ และคณะ (2561) พบว่า สถานภาพสมรสจะมีแนวโน้มของการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในการรับข่าวสารที่ตนเองหรือคนในครอบครัวได้มา เพื่อมาปรับใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับการทำเกษตรกรรมของตนเอง และเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในการทำเกษตรจะมีโอกาสในการปรึกษาหารือกันในครัวเรือน

ระดับการศึกษา: เกษตรกรที่มีระดับการศึกษาเพิ่มขึ้น 1 ระดับ มีผลทำให้ระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ลดลง 0.188 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาเพิ่มขึ้นจะมีโอกาสเลือกทำงานประเภทอื่น ๆ มากขึ้น เช่น การรับราชการ การทำงานบริษัทเอกชน ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรรุ่นใหม่บนพื้นที่สูงจะถูกสังคมและครอบครัวกดดันคนที่สำเร็จการศึกษากลับมาทำเกษตรทำไมเพราะอาชีพเกษตรได้รับค่าตอบแทนน้อยและเป็นงานที่ต้องใช้แรงงานหนัก ซึ่งเป็นงานที่มีความยากลำบากไม่เหมือนงานที่ได้อยู่ในห้องแอร์ที่มีความสะดวกสบายและครอบครัวมีความภาคภูมิใจมากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ พหล และพุดิสสรค์ (2560) พบว่า เกษตรกรที่มีระดับการศึกษาที่สูงขึ้นสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจในการเลือกทำการเกษตรได้มากกว่า

เกษตรกรที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าหรือไม่ได้เรียนหนังสือ เนื่องจากเกษตรกรที่มีความรู้มากและมีประสบการณ์จะมีความต้องการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมในเรื่องราวใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

รายได้การทำเกษตรอินทรีย์: เกษตรกรที่มีรายได้เกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 บาทต่อปี มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่เพิ่มขึ้น 0.00000024 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากการทำเกษตรอินทรีย์แล้วสร้างรายได้ให้คนในครัวเรือนได้มีกินมีใช้ ส่งผลให้เกษตรกรมีแรงจูงใจที่จะทำเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งการทำเกษตรอินทรีย์ยังปลอดภัยจากสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมด้วย สอดคล้องกับ พุฒิสรรค์ (2562) กล่าวว่า การที่เกษตรกรมีรายได้รวมต่อครัวเรือนที่สูงขึ้นนั้นย่อมแสดงให้เห็นถึงการผลิตที่คงที่ต่อไปบนพื้นฐานของความมีประโยชน์ของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สามารถเพิ่มรายได้และการเพิ่มโอกาสในทางเศรษฐกิจ

ประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์: เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 ปี มีผลทำให้ระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ลดลง 0.009 คะแนน เนื่องจากเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์มานานอาจจะรู้สึกว่าการทำเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยไม่เอื้อต่อเกษตรกร เช่น พื้นที่ที่ไม่ได้รับสิทธิเป็นของตนเองเป็นเหตุให้ไม่สามารถขอใบรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ เช่น มอน. มอก. อีกทั้งตลาดที่มีจำกัดทำให้เกษตรกรหลายคนเลิกทำเกษตรอินทรีย์แล้วไปทำระบบเกษตรทั่วไปแทน ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ นราศิณี และคณะ (2560) เกษตรกรมีระยะเวลาประกอบอาชีพการเกษตรเพิ่มขึ้น 1 ปี มีโอกาสที่เกษตรกรเหล่านี้จะยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 เท่า อาจเป็นเพราะว่าเกษตรกร

ที่ทำการเกษตรเป็นเวลานานมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของการเกษตรมากกว่าเกษตรกรที่เพิ่งเริ่มทำได้ไม่นาน

การเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้าน: เกษตรกรมีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น 1 กลุ่ม มีผลทำให้ระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ลดลง 0.042 คะแนน เนื่องจากการเข้าร่วมกลุ่มในหมู่บ้าน เช่น กลุ่ม อสม. กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มพ่อบ้าน กลุ่มออมทรัพย์ ฅาปนกิจสงเคราะห์ กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน กลุ่มเกษตรอินทรีย์ กลุ่มสหกรณ์การเกษตร กลุ่มแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร กลุ่มจักสาน กลุ่มวิสาหกิจ กลุ่มอาสาสมัครต่าง ๆ ฯลฯ ส่งผลทำให้เกษตรกรต้องใช้เวลาร่วมทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรไม่มีเวลามากพอที่จะดูแลแปลงปลูกได้อย่างเต็มที่ ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ ปภพ (2561) พบว่า เมื่อเกษตรกรมีการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มทางการเกษตรเพิ่มขึ้น จะทำให้เกษตรกรมีการทำเกษตรกรรมในระดับครัวเรือนตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพิ่มขึ้น

การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการเกษตร: เกษตรกรที่มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการเกษตรเพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อปี มีผลทำให้ระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่เพิ่มขึ้น 0.009 คะแนน เนื่องจากการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการเกษตรทำให้มีโอกาสเข้าถึงองค์ความรู้จากการประชาสัมพันธ์และการเผยแพร่จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ เช่น การเลือกพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์ การจัดการน้ำ การจัดการพันธุ์พืช การจัดการดิน การจัดการศัตรูพืช การจัดการโรคพืช การควบคุมวัชพืช การจัดการปุ๋ย การเก็บเกี่ยวและจัดการผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว การขนส่งและตลาด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อภิเดช และคณะ (2562) พบว่า การติดต่อกับ

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรนั้นถือเป็นช่องทางหนึ่ง
ที่เกษตรกรสามารถสอบถามในข้อมูลที่มีความ
เฉพาะหรือที่ตนเองยังขาดความรู้และไม่เข้าใจ

การรับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตรอินทรีย์:
เกษตรกรที่มีการรับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตร
อินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อปี มีผลทำให้ระดับการทำ
เกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัด
เชียงใหม่เพิ่มขึ้น 0.001 คะแนน เนื่องจากการรับ
ข้อมูลข่าวสารการทำเกษตรอินทรีย์จะทำให้เกษตรกร
เรียนรู้วิธีการทำเกษตรอินทรีย์หรือเทคนิคต่าง ๆ
ที่แตกต่างจากที่ทำอยู่และยังสามารถนำมาปรับใช้
ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่แปลงปลูกได้ดีกว่า
เกษตรกรที่ไม่ได้รับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตร
อินทรีย์ สอดคล้องกับการศึกษาของ จักรพงษ์ และ
คณะ (2559) พบว่า การได้รับข่าวสารด้านการ
เกษตรอย่างสม่ำเสมอและตรงต่อเวลาก็เป็นอีก
ปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นสำหรับเกษตรกรในการปรับ
เข้าสู่ระบบเกษตรอินทรีย์

ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์:
เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์
เพิ่มขึ้น 1 คะแนน มีผลทำให้ระดับการทำเกษตร
อินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่
เพิ่มขึ้น 0.019 คะแนน เนื่องจากความรู้ถือเป็น
ปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถทำเกษตร
อินทรีย์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเมื่อเกษตรกรมีความรู้
เกี่ยวกับหลักการทำเกษตรอินทรีย์จึงสามารถทำ
เกษตรอินทรีย์ได้ตามหลักมาตรฐานเกษตรอินทรีย์
ตั้งแต่การเลือกพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์ การจัดการน้ำ
การจัดการพันธุ์พืช การจัดการดิน การจัดการศัตรูพืช
การจัดการโรคพืช การควบคุมวัชพืช การจัดการปุ๋ย
การเก็บเกี่ยวและจัดการผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว การ
ขนส่งและตลาด ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ
การศึกษาของ นราศิณี และคณะ (2560) พบว่า
เกษตรกรมีความรู้ในการทำเกษตรอินทรีย์มาก

ส่งผลให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจในการทำเกษตร
อินทรีย์ สามารถทำได้อย่างถูกวิธี กล้าตัดสินใจและ
ลองทำเกษตรอินทรีย์

ทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์: เกษตรกร
มีทัศนคติต่อการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 คะแนน
มีผลทำให้ระดับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร
บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่เพิ่มขึ้น 0.336 คะแนน
เนื่องจากทัศนคติเป็นส่วนที่ทำให้เกษตรกรเกิด
ความเชื่อมั่น การเห็นด้วย หรือความต้องการที่จะ
นำหลักการทำเกษตรอินทรีย์มาปฏิบัติและปรับใช้
ในการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง
ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะสังเกตพบว่าคนที่มีความ
ที่ติดต่อกับเกษตรอินทรีย์จะมีความพยายามสูงที่จะ
ศึกษาเรียนรู้การทำเกษตรอินทรีย์ และมีการปฏิบัติ
เกษตรอินทรีย์อย่างจริงจัง ซึ่งสอดคล้องกับการ
ศึกษาของ นราศิณี และคณะ (2560) พบว่า
เกษตรกรมีทัศนคติที่ติดต่อกับการทำเกษตรอินทรีย์
จะมีความสนใจและต้องการเรียนรู้วิธีการใหม่
ในการทำเกษตรอินทรีย์เพื่อให้การทำเกษตร
อินทรีย์เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ความพร้อมต่อการทำเกษตรอินทรีย์:
เกษตรกรที่มีความพร้อมต่อการทำเกษตรอินทรีย์
เพิ่มขึ้น 1 คะแนน มีผลทำให้ระดับการทำเกษตร
อินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่
เพิ่มขึ้นอีก 0.363 คะแนน เนื่องจากความพร้อมเป็น
อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการทำเกษตรอินทรีย์ได้
เช่น ที่ดิน เงินทุน แรงงาน องค์ความรู้ เป็นต้น
จึงกล่าวได้ว่าคนที่มีความพร้อมก็สามารถทำเกษตร
อินทรีย์ได้เลยในทันที ซึ่งมีความแตกต่างจากคนที่
ยังไม่มีความพร้อมที่อาจจะยังไม่สามารถทำเกษตร
อินทรีย์ได้เลยในทันที หรือหากจะทำเกษตรอินทรีย์
ก็จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือหรือหนุนเสริมจาก
ภาคีเครือข่ายที่มีอยู่ เช่น โครงการสนับสนุนการทำ
เกษตรอินทรีย์ โครงการเกษตรกรคนรุ่นใหม่ เป็นต้น

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จักรพงษ์ และคณะ (2559) พบว่า ความรู้ความเข้าใจด้านมาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์และความพร้อมในการปลูกพืชอินทรีย์ถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้เกษตรกรเข้าร่วมโครงการอาหารสัตว์อินทรีย์

Table 5 An analysis of factors affecting the organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province

Independent variables	Dependent variable		
	Organic agriculture of highland farmers in Chiang Mai province		
	B	T	Sig.
1. Gender	-0.061	-1.397	0.164
2. Age	-0.004	-1.677	0.095
3. Status	0.200	3.418	0.001**
4. Highest level of education	-0.188	-3.418	0.001**
5. No. of family members	-0.022	-1.220	0.224
6. No. of household workforce	-0.019	-0.691	0.490
7. Income from organic farming	2.407E-6	3.668	0.000**
8. Farming area	-0.004	-0.498	0.619
9. Experience in farming	-0.009	-2.995	0.003**
10. Joining a Village Group	-0.042	-2.308	0.022*
11. Contact with agricultural officials	0.009	3.297	0.001**
12. Joining training on organic farming	-0.002	-0.131	0.896
13. Educational trip on organic farming	0.046	1.779	0.076
14. Receiving information on organic farming	0.001	3.031	0.003**
15. Knowledge about organic farming	0.019	2.433	0.016*
16. Attitudes about organic farming	0.336	6.458	0.000**
17. Readiness for organic farming	0.363	8.734	0.000**
Constant	1.303	4.682	0.000**
$R^2 = 0.782 (78.20\%)$ $F=22.414$ $Sig. F=0.000**$			

* statistically significant level at 0.05; ** Statistically significant level at 0.01

Remarks: B is to show the regression coefficients of each independent variable along with the constant values to be used in constructing the forecasting equations.

T is the statistical value and the test probability of which independent variable should be used in the equation. If the T value is significantly high, it can be used in the equation.

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการทำ เกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัด เชียงใหม่

จากการศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะการทำ เกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัด เชียงใหม่ พบว่า 1) พื้นที่ทำกินอยู่ในเขตป่าสงวน ไม่สามารถครอบครองเป็นกรรมสิทธิ์ได้ อีกทั้ง ในพื้นที่ที่มีความยากต่อการขอใบรับรองมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์ รวมถึงเป็นเนินสูงจึงทำให้มีความ ลำบากในการทำเกษตรอินทรีย์ 2) ขาดแคลน ทุนทรัพย์ในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการท่นแรงที่ใช้ ในแปลงปลูก เช่น เครื่องตัดหญ้า เครื่องพรวนดิน 3) กล้าพันธุ์พืชมีราคาแพงและไม่ทราบแหล่ง จำหน่าย อีกทั้งเมล็ดหรือกล้าพันธุ์ที่เกษตรกรได้รับ ไม่อุดมสมบูรณ์ 4) ขาดความรู้การจัดการโรคพืช ศัตรูพืช และแมลงศัตรูพืช 5) ผลผลิตไม่ได้คุณภาพ ตามที่ต้องการของตลาด 6) การขนส่งที่ยากลำบาก บนพื้นที่สูงด้วยการที่มีสภาพถนนเป็นลูกรัง 7) ช่องทางการตลาดที่ไม่เพียงพอจึงไม่สามารถผลิต เพื่อจำหน่ายได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นเกษตรกร จึงมีข้อเสนอแนะที่ต้องการให้หน่วยงานของรัฐ เอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการส่งเสริมและ พัฒนาการทำเกษตรอินทรีย์ ดังนี้ 1) ควรจัดการให้ เกษตรกรได้รับสิทธิในที่ดินเพื่อง่ายต่อการขอ ใบรับรองเกษตรอินทรีย์ 2) สนับสนุนแหล่งทุนเบี่ย ต่ำเพื่อหนุนเสริมการจัดซื้อเครื่องท่นแรงที่จำเป็น และ 3) การสนับสนุนองค์ความรู้และวิทยาการใหม่ ในการทำเกษตรอินทรีย์อย่างครบวงจรตั้งแต่ กระบวนการผลิต การแปรรูป และการตลาด เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตร อินทรีย์ของเกษตรกรบนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการ ทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น ได้แก่ สถานภาพ รายได้ เกษตรอินทรีย์ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ทางการ เกษตร การรับข้อมูลข่าวสารการทำเกษตรอินทรีย์ ทศนคติเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ ความพร้อม เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ และความมั่งเกี่ยวกับ การทำเกษตรอินทรีย์ และปัจจัยที่มีผลต่อการทำ เกษตรอินทรีย์ลดลง ได้แก่ ระดับการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ในการทำเกษตรอินทรีย์ และการ เข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มในหมู่บ้าน

ในส่วนของปัญหาต่อการทำเกษตรอินทรีย์ ของเกษตรกรบนพื้นที่สูง คือ พื้นที่ทำกินอยู่ในเขต ป่าสงวน ไม่สามารถครอบครองเป็นกรรมสิทธิ์ได้ ขาดแคลนทุนทรัพย์ในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ ในการท่นแรง กล้าพันธุ์พืชมีราคาแพง และกล้าพันธุ์ ที่ไม่สมบูรณ์ อีกทั้งเกษตรกรขาดความรู้การจัดการ โรคพืช ศัตรูพืช และแมลงศัตรูพืช ส่งผลต่อคุณภาพ ผลผลิตไม่ได้คุณภาพ ที่สำคัญช่องทางการตลาดมี จำกัด ดังนั้นหน่วยงานของรัฐ เอกชน และหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องมีการส่งเสริมและพัฒนาการทำเกษตร อินทรีย์ ควรจัดการให้เกษตรกรได้รับสิทธิในที่ดิน สนับสนุนแหล่งทุนเบี่ยต่ำเพื่อหนุนเสริมการจัดซื้อ เครื่องท่นแรงที่จำเป็น และสนับสนุนองค์ความรู้ หรือวิทยาการใหม่ในการทำเกษตรอินทรีย์อย่าง ครบวงจรตั้งแต่กระบวนการผลิต การแปรรูป และ การตลาด เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ.

2563. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนากษตรอินทรีย์แห่งชาติฉบับที่ 1 พ.ศ. 2551-2554.

จักรพงษ์ พวงงามชื่น พูนพัฒน์ พูนน้อย และทองเลียน บัวจุม. 2559. ความพร้อมและความต้องการของเกษตรกรในการส่งเสริมการปลูกพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ สำหรับโรงงานอาหารสัตว์อินทรีย์ภาคเหนือตอนบน. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 33(3): 35-45.

นราศิณี แก้วไหลมา สุรพล เศรษฐบุตร บุศรา ลีมนิรันดร์กุล และประทานทิพย์ กระมล. 2560. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร 33(3): 387-395.

ปภพ จีรัตน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์ และสายสกุล ฟองมูล. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรกรรมในระดับครัวเรือนตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(1): 55-67.

ประชุม สุวดี. 2541. การสุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. วารสารพัฒนาบริหารศาสตร์ 38(3): 103-130.

พหล ศักดิ์คะทัศน์ และพุฒิสรรค์ เครือคำ. 2560. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเลือกทำการเกษตรแบบเคมีหรือแบบอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 34(2): 66-77.

พุฒิสรรค์ เครือคำ ทวีชัย คำทวี และปภพ จีรัตน์.

2562. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับทัศนคติต่อการถ่ายทอดนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกรชนเผ่าบนพื้นที่สูงในพื้นที่โครงการหลวง. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(1): 29-41.

วนิดา วาตีเจริญ รังสรรค์ เลิศในस्थ्य และสมบัติ ธิฆทรัพย์. 2560. ระเบียบวิธีวิจัย จากแนวคิดทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ. วาโร เฟิงส์สวัสดิ์. 2553. สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. สุวีริยาสาส์น, กรุงเทพฯ. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

2562. แผนการวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2545. การใช้สถิติในงานวิจัยอย่างถูกต้องและได้มาตรฐานสากล. เฟื่องฟ้า พรินติ้ง, กรุงเทพฯ.

อภิเดช ชัยพิริยะกิจ สายสกุล ฟองมูล พุฒิสรรค์ เครือคำ ปภพ จีรัตน์ ณาวิศม์ เวชสิทธิ์นรกิจ และทวีชัย คำทวี. 2562. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลพะวอ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(1): 43-53.

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd. Harper and Row Publication, New York.

การพึ่งตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่

Self Reliance of Community Enterprises in Chiang Mai Province

จิราνούช ธัญญเจริญ กังสดาล กนกหงส์* พหล ศักดิ์คะทัศน์ และ สายสกุล ฟองมูล

Jiranuch Thanyajaroen Kangsadan Kanokhong* Phahol Sakkatat and Saisakul Fongmul

สาขาวิชาการส่งเสริมและสื่อสารการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Agricultural Extension and Communications, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: kangsadan@hotmail.com

(Received: 4 January 2022; Revised: 8 June 8, 2022; Accepted: 13 June 2022)

Abstract

This study was conducted to investigate: 1) socio-economic attributes of community enterprises in Chiang Mai province 2) a level of self-reliance of the community enterprises 3) factors effecting self-reliance of the community enterprises 4) To study the problems, obstacles and recommendations on the self-reliance of community enterprises in Chiang Mai comprised 253 groups in 7 districts (unit of analysis). Each group consisted of the president, secretary, treasurer and member. A set of questionnaires was used for data collection administered with one representative of each group. Obtained data were analyzed by using descriptive statistics and Multiple regression.

Results of the study revealed that each community enterprise group had 15.56 member on average; The average age of community enterprise members is 45.81 years and they were upper secondary school graduates. They had established the groups for 5.33 years on average and 31.35 percent were agricultural groups. More than one. Half of the community enterprise groups 64.82 percent were basis ones in terms of a level of business. Most of the community enterprise groups 83.39 percent gained capital through fund assembly with the group. Each group sold products of their group and 24.08 percent focused on made to order. They had an annual circulating capital participation for

231,181.82 baht, and 36.36 percent, participation of members of the community enterprise group. There were communication and opinion exchange within the group 72.33 percent. More than one-half of the community enterprises 64.82 percent joined a training but 63.63 percent no work binding. In terms of self-reliance of the community enterprises, as a whole, it was found at a high level: Spirit(Mind), socially/culture, natural resource, technology and economy, respectively. Age of group members a level of business and participation in operation had a positive relationship with self-reliance of the community enterprises. However, group type had a negative relationship with self-reliance of the community enterprises. Some groups of the community enterprises lacked of modern technology for production and food preservation. Besides, the COVID 19 pandemic had an effect on worryness and decreased incomes. Some community enterprises group did not have enough raw materials for production while some did not have knowledge transfer to new generations. For suggestions, the public sector should support technology and the community should hold encouragement activities such as flea market. In addition, it should have the extension of networks between the community enterprises and raw material producers both inside and outside the community. People in the community should be promoted to produce raw materials. Lastly, the Agriculture District office should promote new generations to be aware of local wisdom conservation.

Keywords: Self-reliance, community enterprise

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐาน เศรษฐกิจ และสังคมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน 2) เพื่อศึกษาระดับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน 4) เพื่อศึกษาปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพึ่งตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผู้วิจัยใช้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 7 อำเภอ 253 กลุ่ม เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of analysis) โดยให้ประธานกลุ่มเป็นตัวแทนกลุ่มละ 1 คน ในการตอบแบบสอบถาม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติพรรณนาและการวิเคราะห์การถดถอยพหุ การวิจัยครั้งนี้พบว่า จำนวนสมาชิกภายในกลุ่มเฉลี่ยอยู่ที่ 15.56 คน มีอายุเฉลี่ย 45.81 ปี ซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่จบการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเภทของกลุ่มเป็นการเกษตร ร้อยละ 31.35 มีระยะเวลาในการตั้งกลุ่มเฉลี่ย 5.33 ปี ซึ่งมีระดับกิจการอยู่ในขั้นพื้นฐาน ร้อยละ 62.84 มีแหล่งที่มาของเงินทุน ร้อยละ 83.39 ส่วนใหญ่เน้นที่ตั้งกลุ่มขึ้นมาเป็นการระดมทุนกันภายในกลุ่มซึ่งมีวิธีการจัดจำหน่ายสินค้าของวิสาหกิจชุมชน

ร้อยละ 24.08 เป็นผลผลิตตามคำสั่งซื้อ มีเงินทุนหมุนเวียน เฉลี่ย 231181.82 บาท/ปี และการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ร้อยละ 36.36 ทำร่วมกันเกือบทุกครั้งรวมทั้งมีการสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ร้อยละ 72.33 สมาชิกวิสาหกิจชุมชนนั้นได้รับการฝึกอบรม ร้อยละ 64.82 ซึ่งไม่มีการทำงานเชื่อมโยงลักษณะเครือข่ายกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่นหรือองค์กรอื่น ร้อยละ 63.63 ในด้านการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า กลุ่มมีการพึ่งตนเองโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีการพึ่งตนเองอยู่ในระดับมากในทุกด้าน ได้แก่ ด้านจิตใจ ด้านสังคม และวัฒนธรรม ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านเทคโนโลยีและด้านเศรษฐกิจ ตามลำดับ ในส่วนของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ได้แก่ อายุของสมาชิกกลุ่มระดับกิจกรรมของกลุ่ม การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในเชิงลบ ได้แก่ ประเภทของกลุ่ม ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจบางกลุ่มมีปัญหาขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัยทั้งเทคโนโลยีการผลิตสินค้า เทคโนโลยีการถนอมอาหาร อีกทั้งการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ส่งผลต่อจิตใจ ทำให้สภาพจิตใจแย่ และในด้านเศรษฐกิจทำให้รายได้ลดลง วิสาหกิจบางกลุ่มนั้นมีวัตถุดิบในชุมชนไม่เพียงพอต่อการผลิตสินค้า จึงต้องนำเข้าวัตถุดิบจากชุมชนอื่น ๆ บางวิสาหกิจไม่มีการส่งต่อความรู้ไปยังคนรุ่นหลัง เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การที่คนรุ่นใหม่ไม่ค่อยสนใจในภูมิปัญญาท้องถิ่น หรือไม่ทราบในการมีอยู่ของชุดความรู้ในภูมิปัญญานั้น ๆ ข้อเสนอแนะ ภาครัฐควรมีการสนับสนุนงบประมาณในส่วนของการเทคโนโลยี ชุมชนควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มขวัญกำลังใจ อีกทั้งควรมีตลาดนัดชุมชนเพื่อเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจภายในชุมชน รวมไปถึงควรขยายเครือข่ายระหว่างวิสาหกิจชุมชนและผู้ผลิตวัตถุดิบทั้งภายในและภายนอกชุมชน โดยส่งเสริมให้คนในชุมชนเพาะปลูกวัตถุดิบที่ขาดแคลนมากขึ้น และสำนักงานเกษตรอำเภอที่รับผิดชอบในส่วนงานของวิสาหกิจชุมชนควรส่งเสริมให้คนรุ่นใหม่หันมาสนใจอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

คำสำคัญ: การพึ่งตนเอง วิสาหกิจชุมชน

คำนำ

วิกฤตเศรษฐกิจไทยเมื่อ พ.ศ. 2540 รัฐบาลจึงหาทางที่จะสร้างรายได้ให้กับประชาชนและประเทศชาติ ทั้งนี้ต้องหาทางเปลี่ยนมุมมองในชุมชนให้เห็นว่าสิ่งที่ตนมีอยู่นั้นหรือทุนเดิมที่มีอยู่ในชุมชน คือทรัพย์สินที่มีราคา สามารถเพิ่มรายได้ประเทศไทยจึงมีการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขึ้น (ทรงศักดิ์ และคณะ, 2546) จังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งอารยธรรมที่เก่าแก่ มีการสั่งสมวัฒนธรรม ประเพณีและภูมิปัญญาพื้นบ้าน มีหัตถกรรมที่

หลากหลายซึ่งในปัจจุบันในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทั้งหมดที่มาขอจดทะเบียน (ณ วันที่ 18 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564) จำนวน 2,647 กลุ่ม (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2564) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการจดทะเบียนนั้นมีทั้งที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องบ้าง ไม่ต่อเนื่องบ้างหรือยกเลิกกิจการ ดังนั้นการพัฒนาการจัดการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสู่การพึ่งตนเองอย่างยั่งยืนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นรากฐานการพัฒนาประเทศที่สำคัญ ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของ

ประเทศไทยต้องมีการพัฒนาการจัดการของกลุ่มอย่างเป็นระบบ รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ซึ่งการพัฒนาจัดการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสู่การพึ่งตนเองอย่างยั่งยืน ต้องประกอบด้วยการพึ่งตนเองใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเทคโนโลยี 2) ด้านเศรษฐกิจ 3) ด้านทรัพยากรธรรมชาติ 4) ด้านจิตใจ 5) ด้านสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งเป็นแนวคิดให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพัฒนาสู่การพึ่งตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพึ่งพาตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนให้สามารถพึ่งตนเองได้และสามารถดำเนินกิจการได้อย่างยั่งยืน (สัจญา, 2536)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังต่อไปนี้ โดยกลุ่มประชากรคือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 7 อำเภอ ซึ่งประกอบด้วย อำเภอแม่ฮาด อำเภอแม่ริม อำเภอฝาง อำเภอไชยปราการ อำเภอแม่อาย อำเภอเชียงดาว อำเภอพร้าว อำเภอสะเมิง อำเภอแม่ริม อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอฮอด จำนวนทั้งหมด 688 กลุ่ม ผู้วิจัยได้ใช้วิธีคำนวณเพื่อหาขนาดของกลุ่มประชากรตัวอย่างจากสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 253 กลุ่ม งานวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เป็นแบบสอบถาม โดยมีประธานกลุ่มเป็นตัวแทนในการตอบแบบสอบถามกลุ่มละ 1 คน ซึ่งแบบสอบถามมีลักษณะเป็นคำถามปลายปิดและคำถามปลายเปิด โดยแบ่งข้อคำถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานของวิสาหกิจชุมชน เศรษฐกิจ และสังคมของวิสาหกิจชุมชน ตอนที่ 2 ระดับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนใน 5 ด้าน

ได้แก่ ด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐกิจ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านจิตใจ ด้านสังคมและวัฒนธรรม ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพึ่งตนเองของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1) การวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐาน เศรษฐกิจ สังคมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ใน 5 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐกิจ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านจิตใจ ด้านสังคมและวัฒนธรรม โดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) คือค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจัดกลุ่มให้เป็นคะแนน เพื่อใช้ในการจัดลำดับดังนี้ 4.21-5.00 คือ ระดับมากที่สุด 3.41-4.20 คือ ระดับมาก 2.61-3.40 คือ ระดับปานกลาง 1.81-2.60 คือ ระดับน้อย 1.00-1.80 คือ ระดับน้อยที่สุด 3) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพึ่งตนเอง 5 ด้าน โดยใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) และนำเสนอข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงพรรณนา

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐาน เศรษฐกิจ และสังคม ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ผลการศึกษาพบว่า จำนวนสมาชิกภายในกลุ่มเฉลี่ยอยู่ที่ 15.56 คน มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 45.81 ปี จบการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

อีกทั้งประเภทของกลุ่มเป็นการเกษตร ร้อยละ 31.35 มีระยะเวลาในการตั้งกลุ่มเฉลี่ย 5.33 ปี ซึ่งมีประเภทกิจการอยู่ในขั้นพื้นฐาน มีแหล่งที่มาของเงินทุนส่วนใหญ่ในขั้นพื้นฐาน มีแหล่งที่มาของเงินทุนส่วนใหญ่นั้นที่ตั้งกลุ่มขึ้นมาเป็นการระดมทุนกันภายในกลุ่มซึ่งมีวิธีการจัดจำหน่ายสินค้าของวิสาหกิจชุมชนเป็นผลิตตามคำสั่งซื้อ มีเงินทุนหมุนเวียนเฉลี่ย 231,181.82 บาท/ปี และการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทำร่วมกันเกือบทุกครั้ง รวมทั้งมีการสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อีกทั้งวิสาหกิจชุมชนนั้นได้รับการฝึกอบรม ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่มีการทำงานเชื่อมโยงลักษณะเครือข่ายกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่นหรือองค์กรอื่น

การพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่า การพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพึ่งตนเองใน 5 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐกิจ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านจิตใจ ด้านสังคมและวัฒนธรรม โดยรวมการพึ่งตนเองอยู่ในระดับมาก (4.02) โดยสามารถพึ่งตนเองได้ในระดับมากที่สุดด้านจิตใจ 4.24 รองลงมาด้านสังคมและวัฒนธรรม 4.16 ด้านทรัพยากรธรรมชาติ 4.08 ด้านเทคโนโลยี 3.88 และด้านเศรษฐกิจ 3.60 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Level of self-sufficiency of community enterprises in 5 aspects

Self-reliance	\bar{x}	SD	Description
Technology	3.88	0.62	High
Economic	3.60	0.87	High
Natural resource	4.08	0.57	High
Spirit(Mind)	4.24	0.68	Very high
Social-cultural	4.16	0.64	High
Total	4.02	0.67	High

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยในแต่ละด้าน วิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่มีระดับการพึ่งตนเองได้ดังนี้ (Table 2-Table 6)

จากการวิเคราะห์การพึ่งตนเองด้านเทคโนโลยี พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งพาตนเองได้อยู่ในระดับมาก (\bar{x} =3.88) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมากทุกประเด็น คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความรู้ที่เพียงพอ

ต่อการแก้ไขปัญหาหรือซ่อมแซมเครื่องมือเครื่องใช้ เมื่อเกิดปัญหาขึ้นได้ด้วยกลุ่มของตนเอง (\bar{x} =3.94) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการนำเครื่องมือเครื่องใช้ในการดำเนินงานของกลุ่มมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน (\bar{x} =3.88) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการนำเครื่องมือเครื่องใช้ในการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า (\bar{x} =3.85) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ตามท้องถิ่นที่เหมาะสม

เพื่อลดต้นทุนในการผลิตของกลุ่ม (\bar{x} =3.84) จะเห็นได้ว่ากลุ่มมีความรู้เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาหรือซ่อมแซมเครื่องมือเครื่องใช้เมื่อเกิดปัญหาขึ้น เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้นได้มีการเข้าการฝึกอบรมเกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องใช้ที่กลุ่มได้นำมาใช้ในกระบวนการผลิต และมีประสบการณ์มาพอสมควร จึงทำให้กลุ่มมีความรู้เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาหรือซ่อมแซมเครื่องมือเครื่องใช้เมื่อเกิดปัญหาขึ้นเป็นลำดับแรก ซึ่งเป็นไปทิศทางตรงกันข้ามกับ

ณรัชชอร์ (2553) ที่ได้กล่าวว่า การพึ่งตนเองด้านเทคโนโลยีของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านในเขตเทศบาลเมืองกระทู้มสามารถพึ่งตนเองในเรื่องวิธีการบำรุงรักษา รวมทั้งการซ่อมแซมดัดแปลง พัฒนา หรือคิดประดิษฐ์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นได้ไม่มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดด้านความรู้ด้านเทคโนโลยีและข้อจำกัดด้านเวลาซึ่งต้องใช้เวลาส่วนใหญ่ในการประกอบอาชีพ (Table 2)

Table 2 Mean standard deviation and interpret of self reliance level on technology

Self-reliance	\bar{x}	SD	Description
Technology			
1. Community enterprise groups have sufficient knowledge to fix problems or repair tools when problems arise with their own groups.	3.94	0.85	High
2. Community enterprise groups can use appropriate and valuable tools.	3.85	0.84	High
3. Community enterprise groups use the existing tools appropriately to reduce production costs.	3.84	0.80	High
4. Community enterprises use tools to improve operational efficiency.	3.88	0.79	High
Total	3.88	0.62	High

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

จากการวิเคราะห์การพึ่งตนเองด้านเศรษฐกิจพบว่า โดยภาพรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งตนเองได้อยู่ระดับมาก (\bar{x} =3.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีการพึ่งตนเองได้ในระดับมากทุกประเด็น ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการระดมหุ้นหรือเงินหมุนเวียนภายในกลุ่มตลอด (\bar{x} =3.72)

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการบริหารจัดการเงินให้มีสภาพคล่องในการใช้จ่ายอยู่ตลอด (\bar{x} =3.67) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการสะสมเงินออมอย่างเป็นระเบียบและมีความต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาานาน (\bar{x} =3.59) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการสะสมเงินทุนสำรองเพื่อใช้ในภาวะฉุกเฉิน (\bar{x} =3.55) จะเห็นได้ว่าวิสาหกิจ

ชุมชนมีการระดมหุ้นหรือเงินหมุนเวียนภายในกลุ่มในกระบวนการผลิต และสร้างรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยเลือกใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน เป็นการช่วยอุดหนุนเศรษฐกิจของชุมชนและช่วยให้กลุ่มประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากขึ้นในภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำ ณ ปัจจุบันสืบเนื่องมาจากโรคระบาดโควิด 19 นั้น สมาชิกจึงต้องปรับตัวเพื่อให้มีรายได้ที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต การเก็บออมเงิน การจัดสรรรายได้ในกลุ่มให้เป็นระบบ จะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของกลุ่มได้ และสามารถดำเนินงานต่อไปได้อย่างมั่นคง วิภารัตน์ (2562) พบเช่นเดียวกันว่า การพึ่งตนเอง

ด้านเศรษฐกิจมีการพึ่งพาตนเองในระดับมาก สามารถสร้างรายได้จากการเข้าร่วมเป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง มีรายได้เพียงพอต่อรายจ่ายและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข เช่นเดียวกับ ธวัชชัย และคณะ (2559) กล่าวว่า การพึ่งตนเองทางด้านเศรษฐกิจ คือ กลุ่มมีการพึ่งตนเองด้านเศรษฐกิจจากการมีเงินทุนจากหุ้นสมาชิกในกระบวนการผลิต และมีการลดต้นทุนการผลิตจากการใช้วัตถุดิบที่รับซื้อในชุมชนก่อนเป็นหลัก เพื่อลดการซื้อสมุนไพรจากภายนอกชุมชนและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่าง ๆ (Table 3)

Table 3 Mean standard deviation and interpret of self reliance level on economic

Self-reliance	\bar{X}	SD	Description
Economic			
1. Community enterprise groups have mobilized stocks or working capital within the group.	3.72	1.02	High
2. Community enterprise groups have mobilized stocks or working capital within the community.	3.48	1.08	High
3. Community enterprise groups provide liquidity management.	3.67	0.90	High
4. Community enterprise groups have accumulated reserves for emergency use.	3.55	0.93	High
5. Community enterprise groups have been accumulating their savings in an orderly manner and continuously over a long time.	3.59	0.98	High
Total	3.60	0.87	High

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

จากการวิเคราะห์การพึ่งตนเองด้านทรัพยากรธรรมชาติ พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งตนเองได้อยู่ระดับมาก (\bar{X} =4.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีการพึ่งตนเองได้ในระดับมากทุกประเด็น ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด (\bar{X} =4.19) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการนำองค์ความรู้ด้านทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมของวิสาหกิจชุมชน (\bar{X} =4.11) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในชุมชนมาต่อยอดเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าหรือบริการได้ (\bar{X} =4.06) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีวัตถุดิบที่นำมาผลิตโดยที่ไม่พึ่ง

วัตถุดิบจากแหล่งชุมชนอื่น (\bar{X} =3.97) จะเห็นได้ว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด เช่นเดียวกับกับ กมลวรรณ (2558) การพึ่งตนเองด้านทรัพยากรธรรมชาติโดยได้นำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในชุมชนมาประยุกต์ได้อย่างคุ้มค่า อีกทั้งยังช่วยลดและรักษาธรรมชาติในชุมชนไม่ให้หมดสิ้นไป โดยได้มีการร่วมกันรณรงค์สร้างจิตสำนึกในการประหยัดทรัพยากร และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด นำทรัพยากรธรรมชาติไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูง และรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้ดำรงสืบไป (Table 4)

Table 4 Mean standard deviation and interpret of self reliance level on natural resource

Self-reliance	\bar{X}	SD	Description
Natural resource			
1. Community enterprise groups use natural resource knowledge to carry out activities.	4.11	0.59	High
2. Community enterprise groups are aware of the community's cost-effective and optimal use of natural resources.	4.19	0.70	High
3. The raw materials provided by community enterprises do not depend on other communities.	3.97	0.71	High
4. Community enterprise groups can natural resources in the community in order to increase the value of products or services.	4.06	0.74	High
Total	4.08	0.57	High

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

จากการวิเคราะห์การพึ่งตนเองด้านจิตใจ พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} =4.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมากที่สุด คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนยึดหลักคำสอนที่ว่า ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน เพื่อที่จะทำให้กลุ่มมีกำลังใจในพึ่งตนเองได้ (\bar{X} =4.29) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการดูแลเอาใจใส่และคอยให้กำลังใจซึ่งกันและกัน (\bar{X} =4.28) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความสามัคคี รั้งฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (\bar{X} =4.25) หากสมาชิกในกลุ่มกระทำการผิดพลาดขึ้น สมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ สามารถยอมรับและให้อภัยได้ (\bar{X} =4.21) จะเห็นได้ว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้นยึดหลักคำสอนที่ว่า ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน เพื่อที่จะทำให้กลุ่มมีกำลังใจในพึ่งตนเองได้ ซึ่งได้มีความสำคัญเป็นลำดับแรก และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนั้นยึดนำมาแนวทางในการที่จะเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ และองค์กรที่นำแนวคิดเศรษฐกิจจะปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จ

เช่นเดียวกับ ณรัชชอร์ (2553) กล่าวว่า การพึ่งตนเองทางด้านจิตใจมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ในแง่ของการกระตุ้นให้บุคคลคิดแสวงหาหลักการและแนวทางเพื่อนำมาพัฒนาตนเองและสังคม ซึ่งการพึ่งตนเองอยู่ในระดับมากที่สุด โดยได้มีการเฝ้าหาความรู้ในการปรับปรุงสินค้าให้ดีขึ้น มีจิตใจมุ่งพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ สมาชิกส่วนใหญ่มีความเข้มแข็งทางด้านจิตใจ เป็นเพราะวิถีชีวิตที่พอเพียงของชาวบ้านนั่นเอง โดยหมู่บ้านส่วนใหญ่จะนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำเนินชีวิต มีภูมิคุ้มกันในตนเอง นั่นคือสิ่งสำคัญที่ทำให้ชุมชนมีการพึ่งตนเองทางด้านจิตใจ พร้อมทั้งจะเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ และองค์กรที่นำแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้เป็นหลักในการดำเนินชีวิต รวมทั้งตระหนักในคุณธรรม เป็นเหตุให้สมาชิกกองทุนหมู่บ้านมีการพึ่งตนเองทางจิตใจอยู่ในระดับมากที่สุด (Table 5)

Table 5 Mean standard deviation and interpret of self reliance level on spirit(mind)

Self-reliance	\bar{X}	SD	Description
Spirit(Mind)			
1. Community enterprise groups care and encourage each other.	4.28	0.70	Very high
2. Community enterprise groups are harmonious.	4.25	0.81	Very high
3. Community enterprise groups help solve problem together.	4.17	0.84	High
4. Community enterprise groups forgive each other.	4.21	0.83	Very high
5. Community enterprise groups use the principle of self-reliance.	4.29	0.73	Very high
Total	4.24	0.68	Very high

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

จากการวิเคราะห์การพึ่งตนเองด้านสังคม และวัฒนธรรม พบว่า โดยภาพรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.16) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมากที่สุด คือ การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนมีส่วนช่วยในการพัฒนาชุมชนได้ (\bar{X} =4.25) ประเด็นที่เหลือมีการพึ่งตนเองได้อยู่ในระดับมาก คือ การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนมีความสอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน (\bar{X} =4.19) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการนำความรู้ดั้งเดิมผสมผสานภูมิปัญญาสากลมาใช้ในการพัฒนาสินค้าหรือบริการ (\bar{X} =4.11) การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนทำให้คนในชุมชนมีความเอื้อเฟื้อและเกื้อกูลซึ่งกันและกัน (\bar{X} =4.10) จะเห็นได้ว่าการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนมีส่วนช่วยในการพัฒนาชุมชนได้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบางกลุ่มมีการถ่ายทอดความรู้พื้นฐานของ

การทอผ้าพื้นบ้าน และบางกลุ่มมีการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้สมุนไพรพื้นบ้าน และเป็นแหล่งท่องเที่ยวให้กับชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับ Department of agricultural Extension (2014) กล่าวว่า การพึ่งตนเองทางด้านสังคมและวัฒนธรรมสามารถช่วยในการพัฒนาชุมชนได้ ในด้านสร้างการมีส่วนร่วมกับทั้งภายในและภายนอกชุมชน โดยตั้งกลุ่มเป็นศูนย์การเรียนรู้ เป็นจุดถ่ายทอดความรู้พื้นฐานการใช้สมุนไพรพื้นบ้าน เพื่อรักษาอาการเจ็บป่วยเบื้องต้นให้กับคนในชุมชน และในด้านการช่วยเหลือและเกื้อกูลกันในชุมชน กลุ่มจะแบ่งเงินรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ของกลุ่มในแต่ละปีไว้ 3% ต่อปี เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมสาธารณประโยชน์ของกลุ่ม เช่น ซื้อข้าวสารแจกผู้สูงอายุในชุมชน มอบเงินทุนให้โรงเรียน (Table 6)

Table 6 Mean standard deviation and interpret of self reliance level on social-cultural

Self-reliance	SD	Description	
Social-cultural			
1. Community enterprise operations can develop communities.	4.25	0.65	Very high
2. Community enterprise operations makes community members generous and help each other.	4.10	0.75	High
3. Community enterprise operations is consistent with the lifestyle of community.	4.19	0.67	High
4. Community enterprise groups brings together between traditional and international knowledge to develop products or services.	4.11	0.79	High
Total	4.16	0.64	High

Remarks: 4.21-5.00=Very high, 3.41-4.20=High, 2.61-3.40=Moderate, 1.81-2.60=Low, 1.00-1.80=Lowest

ปัจจัยที่มีผลต่อการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน ในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่ ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ ทั้งนี้เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระ 13 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนสมาชิก อายุเฉลี่ยของสมาชิกกลุ่ม ระดับการศึกษาของสมาชิกกลุ่ม ประเภทของกลุ่มวิสาหกิจ ระยะเวลาในการก่อตั้งกลุ่ม ประเภทกิจการ แหล่งเงินทุน ช่องทางการจัดจำหน่าย จำนวนเงินทุนหมุนเวียน รายได้ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การได้รับการฝึกอบรมของวิสาหกิจชุมชนในปีที่ผ่านมา การทำงานร่วมกับเครือข่ายอื่นกับตัวแปรตาม คือ การพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและส่งผลในเชิงบวกและเชิงลบกับตัวแปรตาม

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่า $F=0.000$ แสดงให้เห็นว่ามีตัวแปรอย่างน้อย 1 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple coefficient of determination, R^2) พบว่าค่า $R^2=0.192$ หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 19.2 และตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร พบว่ามีตัวแปรจำนวน 4 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีความสัมพันธ์เชิงบวกจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ อายุของสมาชิกกลุ่ม ระดับกิจการ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของสมาชิกภายในกลุ่ม และมีความสัมพันธ์เชิงลบจำนวน 1 ตัวแปร ได้แก่ ประเภทของกลุ่ม ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) อายุเฉลี่ยของสมาชิกกลุ่ม พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน

หมายความว่า วิสาหกิจชุมชนที่สมาชิกมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 45.81 ปี ทำให้กลุ่มนั้นมีการพึ่งตนเองเพิ่มขึ้น .012 เนื่องจากเป็นช่วงวัยกลางคนมีประสบการณ์ชีวิต และองค์ความรู้ที่ได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาหนึ่งส่งผลให้สมาชิกในช่วงวัยกลางคนนี้มีความเชี่ยวชาญในการทำงานสูง มีความมั่นคงทางด้านจิตใจสามารถอดทนภายใต้แรงกดดันต่าง ๆ ได้ มีความคิดอย่างเป็นระบบ กระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้สามารถนำสิ่งเหล่านี้มาร่วมกันดำเนินงานกับผู้อื่นภายในกลุ่มวิสาหกิจได้ ซึ่งสมาชิกแต่ละคนมักมีความรู้ความชำนาญที่แตกต่างกันในแต่ละด้าน ทำให้เมื่อร่วมมือกันจะเกิดผลสำเร็จได้มากกว่า

2) ประเภทกิจการ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน หมายความว่า วิสาหกิจชุมชนที่อยู่ในประเภทก้าวนั้นมีผลทำให้กลุ่มนั้นมีการพึ่งตนเองเพิ่มขึ้น .303 เนื่องจากวิสาหกิจชุมชนประเภทก้าวนั้นเป็นกิจการที่พัฒนาต่อเนื่องจากวิสาหกิจชุมชนพื้นฐาน ใช้ความรู้ประสบการณ์ มีเทคโนโลยีที่สูงขึ้นในการผลิต มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและด้วยรูปแบบที่ทันสมัย มีการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐานสากล อีกทั้งยังได้ส่งออกสู่ตลาดใหญ่ภายนอกหรือตลาดแข่งขันทั้งระดับในประเทศ จนถึงการส่งออกไปต่างประเทศ เช่น ผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ชนิดต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการวิสาหกิจชุมชนวิสาหกิจชุมชนประเภทก้าวนั้น เป็นวิสาหกิจชุมชนที่สามารถพึ่งตนเองได้

3) การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของสมาชิกภายในกลุ่ม พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน หมายความว่า วิสาหกิจชุมชนที่สมาชิกมีการทำงานร่วมกันนั้น

มีผลทำให้กลุ่มนั้นมีการพึ่งตนเองเพิ่มขึ้น .397 เนื่องมาจากการที่สมาชิกมีส่วนร่วมในการดำเนินงานนั้นทำให้สามารถทำงานไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถพูดคุยปรึกษากันได้ในด้านการผลิต การตลาด ทำให้เกิดการร่วมมือกันในการทำงาน มีการระดมสมองในความคิดที่สร้างสรรค์ แลกเปลี่ยนใหม่ รวมถึงการพัฒนาสินค้าให้กับกลุ่ม ช่วยกันแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มและมีการร่วมแรงร่วมใจกันจากหลายฝ่าย ทั้งสมาชิกภายในกลุ่มที่ช่วยกันผลิตสินค้าออกมา หน่วยงานภายนอกที่ช่วยสนับสนุน หรือแม้แต่ภาครัฐ

4) ประเภทของกลุ่ม พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน หมายความว่า ถ้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีความหลากหลายของประเภทมีผลทำให้การพึ่งตนเองลดลง .106 หรือในทางกลับกันถ้าเป็นวิสาหกิจ

ชุมชนที่ไม่ได้มีความหลากหลายของประเภทมีผลทำให้การพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนเพิ่มขึ้น เนื่องจากคนไทยประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลัก ทำให้มีวิสาหกิจชุมชนประเภทนี้มากที่สุด โดยส่วนใหญ่วิสาหกิจประเภทการเกษตรมากที่สุดและเป็นกิจการระดับขั้นพื้นฐาน เนื่องด้วยพื้นฐานการประกอบอาชีพเกษตรเป็นทุนเดิม ทำให้คนในชุมชนมีความคุ้นชินกับการเกษตร พร้อมทั้งประสบการณ์ที่สั่งสมมาอย่างยาวนานทำให้เกิดความเชี่ยวชาญในด้านการเกษตรสูง แต่ในแง่ของการแปรรูป ในส่วนของบรรจุภัณฑ์ การตลาด อาจจะเป็นเรื่องใหม่สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ทำการเกษตรเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ได้มีองค์ความรู้ในส่วนนี้จึงต้องได้รับการฝึกอบรมและใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้ใหม่ ด้วยเหตุนี้ทำให้เลือกประกอบวิสาหกิจชุมชนประเภทเดียว (Table 7)

Table 7 Factors affecting self-reliance level of community enterprises in Chiang Mai province

Independent	Self-reliance	
	Beta	t-value
Overall self-reliance		
Constant	3.147	14.660
Average age of group members	.012	2.945**
Type of business	.303	4.715**
participation in the operations of members within the group	.397	2.754
type of group	-.106	-3.253**
	R ² =.192	F value 14.745

Remarks: * Statistically significant level at 0.05,

** Statistically significant level at 0.01

สรุปผลการวิจัย

วิสาหกิจชุมชนนั้นมีการบริหารจัดการทุน โดยจะตระหนักถึงการใช้จ่ายทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งการซื้อขายภายในชุมชนทำให้คนในชุมชนมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ในด้านการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน พบว่า โดยภาพรวมวิสาหกิจชุมชนมีการพึ่งตนเองอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การพึ่งตนเองด้านจิตใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ การพึ่งตนเองด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านเทคโนโลยี ด้านเศรษฐกิจ อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ และการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชนพบว่า มีอยู่ 4 ตัวแปร ได้แก่ 1) อายุเฉลี่ยของสมาชิก กลุ่ม 2) ประเภทกิจการ 3) การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของสมาชิกภายในกลุ่ม 4) ประเภทของกลุ่ม ที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน

เมื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคการพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน พบว่า กลุ่มวิสาหกิจบางกลุ่มมีปัญหาขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทั้งเทคโนโลยีการผลิตสินค้า เทคโนโลยีการถนอมอาหาร อีกทั้งการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ส่งผลต่อจิตใจทำให้สภาพจิตใจแย่และในด้านเศรษฐกิจทำให้รายได้ลดลง วิสาหกิจบางกลุ่มนั้นมีวัตถุดิบในชุมชนไม่เพียงพอต่อการผลิตสินค้า จึงต้องนำเข้าวัตถุดิบจากชุมชนอื่น ๆ บางวิสาหกิจไม่มีการส่งต่อความรู้ไปยังคนรุ่นหลัง เนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การที่คนรุ่นใหม่ไม่ค่อยสนใจในภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือไม่ทราบในการมีอยู่ของชุดความรู้ในภูมิปัญญานั้น ๆ ข้อเสนอแนะ ภาครัฐควรมีการสนับสนุนงบประมาณในส่วนของเทคโนโลยี ชุมชนควรมีการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มขวัญกำลังใจ อีกทั้งควรมี

ตลาดนัดชุมชนเพื่อเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจภายในชุมชน รวมไปถึงควรขยายเครือข่ายระหว่างวิสาหกิจชุมชนและผู้ผลิตวัตถุดิบทั้งภายในและภายนอกชุมชน โดยส่งเสริมให้คนในชุมชนเพาะปลูกวัตถุดิบที่ขาดแคลนมากขึ้น และสำนักงานเกษตรอำเภอที่รับผิดชอบในส่วนงานของวิสาหกิจชุมชนควรส่งเสริมให้คนรุ่นใหม่หันมาสนใจอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ ศรีซัน. 2558. การดำเนินชีวิตโดยการพึ่งตนเองตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ กรณีศึกษา: เกษตรกรบ้านหนองคอกไก่อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี.
- ณรัชชอร์ พิพัฒนธนากร. 2553. การพึ่งตนเองของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านในเขตเทศบาลเมืองกระทุ่มล้ม อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ อารี วิบูลย์พงศ์ ไพรัช กาญจนการุณ ประทานทิพย์ กระมล และ นันทมน ชีระกุล. 2546. วิสาหกิจหัตถกรรมพื้นบ้านกิจการถวัลย์ไม้ไผ่จักสาน. โครงการวิจัย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธวัชชัย พินิจใหม่ สุदारัตน์ แซ่มเงิน สาวิตรี รังสิภัทร์ และทิพวัลย์ สีจันทร์. 2560. การพึ่งตนเองของวิสาหกิจชุมชน: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนแปรรูปสมุนไพรพื้นบ้านนาโพธิ์ ตำบลท่าแร่ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน 10(3): 70-80.

วิภารัตน์ วงษ์พั้ง. 2562. การพึ่งตนเองและปัจจัย
ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการวิสาหกิจ
ชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวหอม
มะลิในจังหวัดร้อยเอ็ด. วารสารแก่นเกษตร
47(พิเศษ)1: 1080-1088.

สัญญา สัญญาวิวัฒน์. 2536. การพัฒนาสังคม.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. 2564. รายชื่อ
วิสาหกิจชุมชนที่จดทะเบียน เชียงใหม่ฯ:
สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่.

Department of Agricultural Extension. 2014.
Outstanding community enterprise in
2014. N.P.: n.p.

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory
Analysis. 2nd Edition. Harper and Row
Publications, New York.

ความสัมพันธ์ของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและคุณสมบัติดิน ระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูของศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อัน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

Relationships of Soil Microarthropods and Soil Properties between Forest Restoration Areas of The Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province

ธีราภรณ์ คำปลิว¹ ณัฐดนัย ลิขิตตระการ^{2,3} วิชญ์ภาส สังกาลี⁴ จุฑามาศ อัจฉนาเสียว⁴ สุธีระ
เหมียวก⁴ พิธิษฐ พูลประเสริฐ⁵ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์⁶ วรุต ศิริวุฒิ⁷ และ วาสนา วิรุณรัตน์^{1*}
Teeraporn Kumpli¹ Natdanai Likhitrakarn^{2,3} Witchaphart Sungpalee⁴ Chuthamat
Atnaseo⁴ Sutheera Hermhuk⁴ Pisit Poolprasert⁵ Piyawan Suttiprapan⁶ Warut
Siriwut⁷ and Wassana Wiroonrat^{1*}

¹ สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Soil Science Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

² สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

³ ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์แห่งมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ Biodiversity and Utilization Research Center of Maejo University, Maejo University, Chiang Mai 50290

⁴ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

⁴ Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

⁵ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

⁵ Division of Biology, Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000

⁶ ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

⁶ Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

⁷ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

⁷ Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok 10400

* Corresponding author: virunrat@gmail.com

Abstract

In order evaluate the relationship between soil microarthropod community and soil properties across forest restoration areas within the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province which differed by rehabilitation methods, included, forest restoration area with rainwater, forest restoration area with irrigation system, forest restoration area with reservoir and forest restoration area with rainwater outside the center, the soil samples were collected with a spade, from 15×15 centimeter quadrats at 5 centimeter depth on 8 March 2018 (Dry season) and 7 September 2018 (Wet season) for each study area with nine soil samples each. A total of 8,113 individual soil microarthropods were counted and were classified into 21 different taxa. Acari were the dominant taxa in all study sites and had the highest population density-at 2,496.3±3,921.3 individuals per meter² (41%), followed by Protura at 1,103.1±5,162.3 individuals per meter² (16%), Collembola at 388.9±553.2 individuals per meter² (15%) and Hymenoptera (Formicidae) at 377.8±493.6 individuals per meter² (14%), respectively. Population densities of soil microarthropods in the dry season (8,753±11,042 individuals per meter²) was significantly higher than those of the rainy season (1,113.6±740.1 individuals per meter²) ($P<0.05$). Forest restoration area irrigation system where there was an irrigated water flows throughout the year, had good quality soil with some favorable physical chemical and biological properties, and had highest population density of soil microarthropods (11,901±14,400 individuals per meter²). This was followed by forest restoration area with rainwater outside the center (5,316±4,208.7 individuals per meter²), forest restoration area with rainwater (1,614±1,360.1 individuals per meter²), and forest restoration area with reservoir (901.2±643.2 individuals per meter²), respectively. Despite the low quality soil properties and having the lowest population density of soil microarthropods, the forest restoration area with reservoir had the highest Shannon and Evenness Indexes indicating higher level of diversity compared to other areas.

Keywords: Soil microarthropods, biological diversity indexes, soil properties, restoration areas

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสังคมสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและคุณสมบัติดินในพื้นที่ป่าฟื้นฟูของศูนย์การศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างดินตามลักษณะการพัฒนาป่าไม้ 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร และพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ ทำการเก็บตัวอย่างดิน

ด้วยพลั่วขนาด 15×15 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร จำนวน 9 ซ้ำต่อพื้นที่ศึกษา เก็บสองตัวอย่าง ในวันที่ 8 มีนาคม 2561 (ช่วงฤดูแล้ง) และ 7 กันยายน 2561 (ช่วงฤดูฝน) ผลการศึกษาพบ จำนวนสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินทั้งหมด 8,113 ตัวอย่าง สามารถจำแนกออกเป็น 21 กลุ่มสัตว์ กลุ่มใดเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความโดดเด่นที่สุดที่พบในทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งพบความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดถึง 2,496.3±3,921.3 ตัวต่อตารางเมตร (41 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ กลุ่มเสี้ยนนมพบ 1,103.1±5,162.3 ตัวต่อตารางเมตร (16 เปอร์เซ็นต์) กลุ่มแมลงหางดีดพบ 388.9±553.2 ตัวต่อตารางเมตร (15 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มมด 377.8±493.6 ตัวต่อตารางเมตร (14 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในช่วงฤดูแล้ง (8,753±11,042 ตัวต่อตารางเมตร) สูงกว่าปริมาณความหนาแน่นในช่วงฤดูฝน (1,113.6±740.1 ตัวต่อตารางเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทานที่เป็นบริเวณที่มีน้ำชลประทานไหลผ่านพื้นที่ตลอดปี ซึ่งมีสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการของดินที่ดี พื้นที่นี้พบปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินมากที่สุด (1,1901±14,400 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ (5,316±4,208.7 ตัวต่อตารางเมตร) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน (1,614±1,360.1 ตัวต่อตารางเมตร) และพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร (901.2±643.2 ตัวต่อตารางเมตร) ตามลำดับ แม้ว่าพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร มีสมบัติบางประการของดินค่อนข้างไม่ดี และพบปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินน้อยที่สุดเช่นกัน แต่กลับมีค่าความหลากหลายชนิดของแซนนอน-ไวเนอร์ และค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น

คำสำคัญ: สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ คุณสมบัติของดิน พื้นที่ป่าฟื้นฟู

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2525 บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีพื้นที่โดยประมาณ 8,500 ไร่ เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม เนื่องจากการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า และผลจากไฟไหม้ป่า ดินจึงถูกน้ำชะล้างเป็นส่วนใหญ่ เหลือเป็นหินลูกรังและกรวด ยากต่อการทำการเกษตร หรือใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่ ปัจจุบันมีการฟื้นฟูพัฒนาต้นน้ำและพื้นที่ป่าให้ฟื้นกลับคืนสู่ความอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง ซึ่งในระยะแรกนั้นทางศูนย์มีพื้นที่ป่าไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด แต่หลังจากการพัฒนาดำเนินงานทางด้านกรฟื้นฟูป่ามาอย่างต่อเนื่อง ยาวนานเกือบ 40 ปี ทำให้พื้นที่ศูนย์ได้ฟื้นกลับคืน

เป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ก็ได้ทยอยเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้อย่างหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ต่างมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับทั้งชนิดและปริมาณ โดยเฉพาะสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน (Soil microarthropods) ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศในดินอย่างมาก โดยช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารให้มีขนาดเล็กลง เพิ่มธาตุอาหารในดิน และเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยอาหาร นอกจากนี้ การเคลื่อนที่ของสัตว์เหล่านี้ ยังส่งผลต่อโครงสร้างของดิน ทำให้เกิดพื้นที่อยู่อาศัย รวมทั้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและอากาศ ส่งผลให้มีสิ่งมีชีวิตอื่นเข้ามาอยู่อาศัยเพิ่มขึ้น (John, 1970; Sylvia *et al.*,

2005) ซึ่งในระบบนิเวศดินตามธรรมชาติ ทั้งจุลินทรีย์และสัตว์ขาปล้องในดินต่างมีส่วนสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินให้กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้อย่างรวดเร็ว (Volobuev, 1964) เพื่อก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารกลับคืนสู่ระบบนิเวศต่อไป

นอกจากนั้นสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศในดิน รวมทั้งมักมีอวัยวะรับสัมผัสที่ไวต่อสารเคมีที่สะสมในดินและค่อนข้างจะอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เมื่อเกิดการทำลายสภาพแวดล้อมของดินอย่างรุนแรง ซึ่งอาจเป็นผลจากการบุกรุกทำลายป่าก็จะทำให้จำนวนและชนิดของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินเหล่านั้นมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วหรือหายไปจากพื้นที่นั้นได้ (Webster *et al.*, 2001) ทำให้ปัจจุบันมีแนวคิดในการนำสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินมาใช้เป็นวิธีหนึ่งในการประเมินคุณภาพทางชีวภาพของดิน (Parisi *et al.*, 2005) ดังตัวอย่างการศึกษาของ N'Dri *et al.* (2017) ได้ศึกษาความหลากหลายของกลุ่มไร (Acari) ในตัวอย่างดินจากป่าฟื้นฟู พบว่าตัวอย่างไรมีปริมาณตัวอย่างลดลง 60 เปอร์เซ็นต์ และความหลากหลายชนิดก็ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ ต้นไม้ในพื้นที่ดังกล่าวถูกตัดโค่นออกไปจากพื้นที่ แต่หลังจากการฟื้นฟูป่า 7 ปี พื้นที่ดังกล่าวจะมีปริมาณตัวอย่างไรเพิ่มขึ้นกว่าเดิม 150 เปอร์เซ็นต์ และมีความหลากหลายชนิดเพิ่มขึ้นจากเดิม 63 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก็ดีขึ้นเช่นกัน

ดังนั้นการศึกษาดังนี้ มีวัตถุประสงค์ศึกษาปริมาณและความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในพื้นที่ป่าฟื้นฟูแบบต่าง ๆ ของศูนย์การศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อำเภอดอยสะเก็ด

จังหวัดเชียงใหม่ และหาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินกับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูดังกล่าว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการการฟื้นฟูป่าในพื้นที่ รวมทั้งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของพื้นที่ป่าอย่างมีประสิทธิภาพของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีลักษณะการพัฒนาป่าไม้ด้วยวิธีการฟื้นฟู 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ มีลักษณะพื้นที่เบื้องต้น (Khamyong *et al.*, 2016; Sutthawan *et al.*, 2016) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน (Forest restoration area with rainwater, A1) (18°53'01"N, 99°13'28"E) ที่มีลักษณะเป็นป่าเต็งรังบนสันเขาที่มีดินตื้นมากและมีหินโผล่อยู่ทั่วไป (Very shallow soil) (ความสูง 519 เมตรจากระดับน้ำทะเล) ลาดชันมาก จัดเป็นดิน Order Entisols มีปริมาณอนุภาคทรายในชั้นดินลึก 30 เซนติเมตร ค่อนข้างสูง ผืนแปรอยู่ระหว่าง 62.72-76.70 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคทรายแบ่ง 4.00-10.0 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาคดินเหนียว 17.20-33.28 เปอร์เซ็นต์ โดยมีดินเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในดินล่าง ดินบนมีเนื้อดินแบบร่วนปนทราย (Sandy loam) ดินล่างเป็นแบบดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) พันธุ์ไม้เด่นที่พบมากที่สุดคือ รัง (*Shorea siamensis*)

2) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน (Forest restoration area with irrigation system, A2) (18°52'01" N, 99°13'28" E) พื้นที่นี้เป็นป่าเบญจพรรณ บริเวณเชิงเขาข้างริมห้วย ที่มีคูน้ำเล็ก ๆ ไหลผ่านพื้นที่ตลอดปี ทำให้พื้นที่นี้มีความชื้นสูงมาก ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน สภาพพื้นที่มีความลาดชันเล็กน้อย (ความสูง 402 เมตรจากระดับน้ำทะเล) เป็นป่าเบญจพรรณที่มีไผ่บงขึ้นเล็กน้อย มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ดินลึก (Deep soil) จัดเป็นดินใน Order Alfisols เป็นดินที่ลึกมากกว่า 1 เมตร ดินบนมีเนื้อดินแบบดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) พันธุ์ไม้เด่นที่พบมากที่สุดคือ สัก (*Tectona grandis*)

3) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร (Forest restoration area with reservoir, A3) (18°52'47"N, 99°13'32"E) เป็นพื้นที่ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงและเหียงเป็นพันธุ์ไม้เด่น โดยตั้งอยู่บริเวณเชิงเขา ใกล้ฝายเก็บน้ำที่มีปริมาณน้ำมาก เก็บไว้ตลอดปี อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 495 เมตร ดินลึกปานกลาง (Moderately deep soil) มีปริมาณกรวดปานกลาง มีการสะสมดินเหนียวในดินล่างค่อนข้างมาก จัดเป็นดินใน Order Alfisols ดินบนมีเนื้อดินแบบร่วนปนทราย (Sandy loam) พันธุ์ไม้เด่นที่พบมากที่สุดคือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*)

4) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ (Forest restoration area with rainwater outside the center, A4) (18°54'14"N, 99°13'18"E) เป็นพื้นที่ป่าเต็งรังที่ราบ พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 512 เมตร ดินลึกมากเป็นดินเหนียวที่มีความลึกมากกว่า 2 เมตร จัดเป็นดินใน Order Oxisols ดินบนมีเนื้อดินแบบดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) พันธุ์ไม้เด่น

ที่พบมากที่สุดคือ เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*)

การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์หาคุณสมบัติบางประการของดิน และปริมาณและความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดิน จำนวน 2 ครั้ง เป็นตัวแทนช่วงเวลาของฤดูกาล ได้แก่ 8 มีนาคม 2561 (ช่วงฤดูแล้ง) และ 7 กันยายน 2561 (ช่วงฤดูฝน) ในแต่ละพื้นที่ศึกษาป่าพื้นที่ฟูฯ เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ขนาด 15x15 เซนติเมตร ความลึก 5 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน แต่สำหรับการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาหาปริมาณและความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน จะมีการเก็บพื้นที่ศึกษาป่าพื้นที่ฟูฯ จำนวน 9 ซ้ำ โดยจะต้องระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายตัวอย่างดิน หากเกิดการกระทบกระเทือนรุนแรงอาจส่งผลต่อปริมาณและความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินได้

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน โดยการนำตัวอย่างดินที่เก็บมาผึ่งในที่ร่มให้แห้ง ทำการบดดินโดยโกร่งบดดิน แล้วนำมาร่อนบนตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับนำไปวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 วัดด้วยพีเอช มิเตอร์ (pH meter) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธีของ Kjeldahl ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) โดยสกัดตัวอย่างดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II อ่านค่าด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

(Spectrophotometer) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) สกัดด้วยแอมโมเนียอะซิเตดที่ pH 7 (1 M NH₄OAc pH 7) และอ่านค่าด้วยเครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ (Flame photometer) วัดระดับความชื้นของดินโดยการชั่งน้ำหนัก (By weight) และโดยปริมาตร (By volume) สำหรับดินอีกส่วนหนึ่งนำไปร่อนด้วยตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%Organic Matter) โดยวิธีของ Walkley & Black (นงลักษณ์, 2548) และตรวจวัดความชื้นในดินโดยการชั่งน้ำหนัก (By weight) และโดยปริมาตร (By volume) และวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C, MBC) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass nitrogen, MBN) ด้วยเทคนิคการรมด้วยคลอโรฟอร์มและสกัด (Amato and Ladd, 1988)

การแยกตัวอย่างสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน

ทำการแยกตัวอย่างสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กจากตัวอย่างดินด้วยกรวยแยกเบอร์ลีส (Berlese funnel) ซึ่งภายในมีตะแกรงลวดขนาดรูตะแกรง 2x2 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินใส่ด้านบนของกรวย ใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์ เปิดให้ความร้อนเพื่อให้สัตว์ขาปล้องที่อาศัยอยู่ในดินเคลื่อนที่หนีผ่านตะแกรงลงสู่ภาชนะที่บรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการจำแนกกลุ่มสัตว์ขาปล้องและตรวจนับปริมาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereoscopic microscope) โดยอ้างอิงเอกสารการจำแนกสัตว์ขาปล้องขนาดเล็ก (Dindal, 1990; Naumann *et al.*, 1991; Triplehorn and Johnson, 2005) เก็บรักษากลุ่มสัตว์แยกออกจากกัน และใส่ป้ายรหัส

ของแต่ละตัวอย่างลงในหลอดเก็บตัวอย่างสัตว์เดียวกัน เพื่อสะดวกในการนำตัวอย่างสัตว์เหล่านี้กลับมาศึกษาใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลของสัตว์ขาปล้องที่พบจากการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) รวมทั้งวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) โดยใช้ดัชนีความหลากหลายชนิดของแซนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener's index) ซึ่งปรับค่ามาตรฐานความสม่ำเสมอโดยใช้สมการของพิลาว (Pielou's evenness index) จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความเด่นของซิมป์สัน (Simpson's dominance index) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่าความหลากหลายชนิดของแซนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener index, H) (Shannon, 1948)

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\ln p_i)$$

โดยที่ pi คือ สัดส่วนของจำนวนตัวของสัตว์ขาปล้องในแต่ละกลุ่มต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่พบในสิ่งมีชีวิตที่ศึกษานั้น (เมื่อ i = 1, 2, 3, ..., s)

เมื่อ s คือ จำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดในเส้นทางศึกษา

2. ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index, J) ของสัตว์ขาปล้องโดยใช้ดัชนีความสม่ำเสมอจากสูตรคำนวณของ Mulder *et al.* (2004)

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

เมื่อ J คือ ดัชนีความสม่ำเสมอ

H คือ ค่าความหลากหลายชนิดของแขนงนอน-
ไวเนอร์

Hmax คือ ค่าสูงสุดของ H' หรือค่า
ความหลากหลายชนิดของแขนงนอน-
ไวเนอร์

S คือ จำนวนชนิดสัตว์ขาปล้องในดิน
ทั้งหมดที่พบในพื้นที่ศึกษา

3. ดัชนีความโดดเด่น (Dominant index, Do) ของสัตว์ขาปล้อง แสดงให้เห็นถึงสภาพการณ์ที่มีการปรากฏของสัตว์ขาปล้องชนิดที่โดดเด่นในแหล่งพื้นที่อาศัยนั้น โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Do = 1-J$$

เมื่อ J คือ ดัชนีความสม่ำเสมอ

เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน ปริมาณและความหลากหลายชนิดของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินระหว่างพื้นที่ที่มีการพัฒนาป่าไม้รูปแบบต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกศูนย์ฯ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน One-way Kruskal Wallis Test เปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละช่วงเวลา โดยใช้วิธี T-Test และคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของสมบัติทางเคมีของดินกับปริมาณของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลปัจจัยแวดล้อม และคุณสมบัติของดินโดยวิธีของ Redundancy Analysis (RDA) ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) และ 0.01 ($P \leq 0.01$) ในโปรแกรม R version 3.1

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1) คุณสมบัติบางประการของดิน

เปรียบเทียบความแตกต่างของสมบัติบางประการของดินตามลักษณะการพัฒนาป่าไม้ด้วยวิธีการฟื้นฟู 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ (Table 1) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของดินมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยบริเวณพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร มีค่าความเป็นกรดต่างของดินต่ำที่สุดทั้งสองช่วงเวลา โดยถือว่า อยู่ในระดับกรดจัด (Strongly acid) ตามเกณฑ์การประเมินของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) เนื่องจากตั้งอยู่บริเวณเชิงเขาและไหล่เขาที่เป็นต้นน้ำของลำห้วยสาขา อีกทั้งดินบนมีเนื้อดินแบบร่วนปนทราย (Sandy loam) แต่จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของดินอยู่ในระดับกรดจัด ซึ่งค่าความเป็นกรดของดินเป็นผลมาจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร่งของปฏิกิริยาทางเคมีก็สูงขึ้นด้วย เบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ทำให้มีไฮโดรเจนไอออนสะสมที่ผิวอนุภาคของดินเหนียวในปริมาณมาก (Zhang *et al.*, 2006; Brady and Weil, 2008) อีกทั้งยังอาจเกิดจากลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันสูงกว่าพื้นที่อื่น มีการกร่อนของดินเกิดขึ้นค่อนข้างสูง ทำให้เบสิกแคทไอออนต่าง ๆ ถูกพัดพาสูญหายไปได้ง่ายกว่า ส่งผลทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด (Staff of soil science, 1998) แต่เมื่อเปรียบเทียบในเชิงเวลา พบว่า ค่าความเป็นกรดต่างของดินทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

Table 1 Soil properties (pH, %OM, %N and Available P) between forest restoration areas of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province

Sites	pH		%OM		%N		Available P (milligrams per kilogram soil)	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	W	Dry	Wet
A1	6.47±0.26a	6.62±0.07ab	5.49±2.04ab	5.48±0.10ab	0.27±0.10ab	0.27±0.00b	47.77±50.12a	46.45±38.67
A2	6.44±0.13ab	7.04±0.63a	9.20±2.89a	10.48±5.25a	0.46±0.14a	0.52±0.26a	6.90±2.98b	12.69±12.16
A3	5.14±0.33b	5.32±0.41b	2.61±0.46b	2.23±0.29b	0.13±0.02b	0.11±0.01ab	4.45±2.23b	5.10±1.72
A4	5.69±0.41ab	5.93±0.45ab	7.78±1.44ab	7.96±0.98ab	0.39±0.07ab	0.40±0.05ab	2.96±1.25b	2.72±0.93
Kruskal-Wallis chi-squared	8.95*	9.05*	8.44*	9.36*	8.44*	9.36*	7.82*	7.62ns

Remarks: ns = not significant, * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

Forest restoration area with rainwater (A1), Forest restoration area with irrigation system (A2), Forest restoration area with reservoir (A3), Forest restoration area with reservoir (A4)

Table 2 Soil properties (Exchangeable K, %soil moisture, Biomass C and Biomass N) between forest restoration areas of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province

Sites	Exchangeable K (milligrams per kilogram soil)				%soil moisture				Biomass C				Biomass N			
	Dry	Wet	t-test		Dry	Wet	t-test		Dry	Wet	t-test		Dry	Wet	t-test	
A1	146.1±31.49	69.22±6.71ab	*		10.04±2.22ab	31.47±2.52ab	**		38.42±9.50b	113.13±32.19b	*		46.15±1.52b	58.10±5.15b	*	
A2	119.62±7.60	34.90±15.75b	**		17.44±4.16a	44.88±10.60a	*		295.44±184.30a	398.53±142.71a	ns		87.26±29.49a	103.76±22.83a	ns	
A3	100.09±38.00	70.49±25.54ab	ns		2.60±0.43b	16.90±0.98b	**		57.93±35.02ab	135.23±55.67ab	**		49.27±5.60ab	61.63±8.91ab	ns	
A4	206.8±73.34	152.55±56.25a	ns		10.66±0.61ab	26.91±1.40ab	**		116.44±16.97ab	194.01±36.43ab	*		58.63±2.72ab	71.04±5.83ab	*	
Kruskal-Wallis																
chi-squared	4.33ns	8.74*			9.46*	10.39*			9.46*	8.44*			9.46*	8.44*		

Remarks: ns = not significant, * p-value < 0.05, ** p-value < 0.01

Forest restoration area with rainwater (A1), Forest restoration area with irrigation system (A2), Forest restoration area with reservoir (A3), Forest restoration area with reservoir (A4)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) บริเวณพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุดทั้งสองช่วงเวลา ในฤดูแล้งมีปริมาณ 9.20 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนมีปริมาณ 10.48 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับสูงมาก เนื่องจากเป็นป่าเบญจพรรณ บริเวณเชิงเขาริมห้วย พื้นที่ที่มีความชื้นสูงมากในช่วงฤดูฝน ดินที่อยู่ระดับใต้ผิวดินลงไปมีรากพืชยึดหนาแน่น ในดินมีอินทรีย์วัตถุในปริมาณค่อนข้างมากจึงช่วยให้ดินมีโครงสร้างดี เม็ดดินเกาะกันทำให้ดินคงทนต่อการสลาย สำหรับพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธารมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุด โดยมีเพียง 2.61 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้ง และในฤดูฝนมีเพียง 2.23 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับปานกลาง ด้วยลักษณะกายภาพของพื้นที่เป็นป่าเต็งรังบนสันเขาที่มีดินตื้นมากและมีหินโผล่อยู่ทั่วไป มีการกร่อนของดินเกิดขึ้นค่อนข้างสูง โครงสร้างของดินไม่ดี ในดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ ทำให้การตกทับถมของเศษใบไม้มีน้อยและกระบวนการย่อยสลายโดยสัตว์หน้าดินและจุลินทรีย์ในพื้นที่เกิดขึ้นน้อยเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลาทุกการพัฒนาป่าไม้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินมีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งปลดปล่อยไนโตรเจนที่สำคัญให้แก่ดิน (Brady and Weil, 2008) กล่าวคือ บริเวณพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน มีปริมาณไนโตรเจนรวมของดินสูงที่สุดทั้งสองช่วงเวลา ในฤดูแล้งมีปริมาณ 0.46 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนมีปริมาณ 0.52 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธารไนโตรเจนรวมของดิน

น้อยที่สุด โดยมีเพียง 0.13 เปอร์เซ็นต์ในฤดูแล้ง และในฤดูฝนมีเพียง 0.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลาทุกการพัฒนาป่าไม้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน (Available P) ในช่วงฤดูแล้งพบว่ามีค่าความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายในศูนย์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินสูงที่สุด 47.77 milligrams per kilogram soil แตกต่างจากพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน และในฤดูฝนไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบแต่ละพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยวิธีการอื่น ๆ แต่ยังคงมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินสูงกว่าทุกพื้นที่ ด้วยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินอยู่ในรูปอนุมูลฟอสเฟต คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-} ซึ่งได้จากกระบวนการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุและการละลายของสารประกอบฟอสเฟตต่าง ๆ ในดิน ออกมาอยู่ในสารละลายดิน (Soil solution) ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลกัน เมื่อพืชดูดดึงฟอสเฟตในสารละลายดินไปใช้จะทำให้ปริมาณในส่วนนี้ลดลง ฟอสเฟตในส่วนของ soil solid จะถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อชดเชย (Bray and Kurtz, 1945)

ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K) พบว่า ฤดูฝนมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนนอกศูนย์ฯ มีปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด 152.55 milligrams per kilogram soil อย่างไรก็ตามในฤดูแล้งถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติในแต่ละพื้นที่ แต่แนวโน้มที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินในพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนนอกศูนย์ฯ ยังคงมีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 206.8

milligrams per kilogram soil (Table 2) ซึ่งพื้นที่ การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ เป็น ป่าเต็งรังบนพื้นที่ราบและมีร่องรอยของการเผา ในช่วงแล้งส่งผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่ สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่พัฒนาป่าไม้ประเภทอื่น อย่างไรก็ตาม ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถ แลกเปลี่ยนได้ในดินดังกล่าวข้างต้นมีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วย น้ำฝนภายในศูนย์ฯ และพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วย น้ำฝนร่วมกับระบบชลประทาน โดยฤดูแล้งมีค่า สูงกว่าฤดูฝน

ความชื้นในดินทั้งสองช่วงเวลามีความแตกต่าง ทางสถิติ พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน ฤดูแล้งมีความชื้นในดินสูงสุด 17.44 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูฝนมีความชื้นในดินสูงสุด 44.88 เปอร์เซ็นต์ ด้วยลักษณะพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน อยู่บริเวณเชิงเขาริมห้วยที่มีการทับถมของใบไม้สัก จำนวนมาก แต่สำหรับพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วย ฝายต้นน้ำลำธารมีความชื้นในดินต่ำที่สุด โดยฤดูแล้ง มีเพียง 2.60 เปอร์เซ็นต์ และฤดูฝนมีเพียง 16.90 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากตั้งอยู่บริเวณเชิงเขาและไหล่เขา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลาของพื้นที่ การพัฒนาป่าไม้พบความแตกต่างทางสถิติ ระหว่าง ฤดูแล้งและฤดูฝนทุกพื้นที่ โดยฤดูฝนจะมีความชื้น ในดินสูงกว่าฤดูแล้ง

สำหรับปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ ทั้งปริมาณ Microbial biomass C และ biomass N เป็นไป ในทิศทางเดียวกันคือ มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งสองช่วงเวลา ($P < 0.05$) โดยพื้นที่การพัฒนา ป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน มีปริมาณ Microbial biomass C และ biomass N ในฤดูแล้งสูงสุด 295.44 microgram C per gram soil และ 87.26

microgram N per gram soil และฤดูฝนสูงสุด 398.53 microgram C per gram soil และ 103.76 microgram N per gram soil ตามลำดับ ในพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน มีปริมาณ MBC และ MBN สูง เนื่องจากพื้นที่ สามารถเก็บกักความชื้นไว้ในดินได้ อีกทั้งยังเป็น ป่าเบญจพรรณบริเวณเชิงเขาริมห้วยที่มีหน้าดินลึก ซึ่งเมื่อมวลชีวภาพพืชสูง มีเศษซากพืชหรือใบไม้ ที่ร่วงหล่นคืนสู่พื้นดินมาก มีแนวโน้มของปริมาณ MBC, MBN และอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น (Vityakon *et al.*, 2000; Thippayarugs *et al.*, 2008) สำหรับพื้นที่การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนมีปริมาณ Microbial biomass C และ biomass N ต่ำที่สุด ในฤดูแล้ง 38.4 microgram C per gram soil และ 46.15 microgram N per gram soil ฤดูฝน 113.13 microgram C per gram soil และ 58.10 microgram N per gram soil ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบปริมาณ Microbial biomass C และ biomass N แต่ละช่วงเวลาพบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในพื้นที่ การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนในศูนย์ฯ และพื้นที่ การพัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนนอกศูนย์ฯ

ความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็ก ในดิน

หลังจากการวิเคราะห์จำแนกชนิดของสัตว์ ขาปล้องขนาดเล็กจากตัวอย่างดินที่เก็บมาจาก พื้นที่การพัฒนาป่าไม้ทั้ง 4 ประเภท พบสัตว์ ขาปล้องขนาดเล็กในดินทั้งหมด 8,113 ตัวอย่าง (Table 3) โดยจำแนกออกเป็น 8 ชั้น (class) ได้แก่ ชั้นอะเรคนิดา (Arachnida) ชั้นกิ้งกือ (Diplopoda) ชั้นตะขาบ (Chilopoda) ชั้นตะขาบฝอย (Symphyla) ชั้นตะขาบจิว (Pauropoda) ชั้นมาลาโคสตราคา

(Malacostraca) ชั้นแมลงปากหุบ (Entognatha) และชั้นแมลงที่แท้จริง (Insecta) ซึ่งตัวอย่างในชั้นอะแครนิตาสามารถจำแนกได้ 3 อันดับ (order) ได้แก่ อันดับไร (Acari) อันดับแมงมุม (Araneae) อันดับแมงป่องเทียม (Pseudoscorpions) ชั้นมาลาโคสตราคา (Malacostraca) มีสมาชิกที่พบคือ อันดับตัวกะปิ (Isopoda) ชั้นแมลงปากหุบ (Entognatha) จำแนกได้ 3 อันดับ ได้แก่ อันดับเสี้ยนนม (Protura) อันดับแมลงหางติด (Collembola) อันดับแมลงสองง่าม (Diplura) และชั้นแมลงที่แท้จริง (Insecta) สามารถจำแนกได้ 8 อันดับ ได้แก่ อันดับแมลงสามง่ามป่า (Zygentoma) อันดับแมลงสาบ (Blattodea) ที่แยกเป็น แมลงสาบ (Cockroaches) กับ ปลวก (Isoptera) อันดับเหาเทียม (Psocoptera) อันดับเพลี้ยไฟ (Thysanoptera) อันดับมวน (Hemiptera) อันดับด้วง (Coleoptera) อันดับผึ้งต่อแตน พบวงศ์เดียวคือ วงศ์มด (Hymenoptera: Formicidae) อันดับผีเสื้อ (Lepidoptera) และอันดับแมลงวัน (Diptera)

โดยจำนวนสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินที่พบทั้งหมดนี้พบว่า กลุ่มไรมีปริมาณที่พบสูงสุดถึง 4,044 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 49.85 ของตัวอย่างสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กที่พบทั้งหมด รองลงมาคือ กลุ่มเสี้ยนนม พบจำนวน 1,787 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.02 ถัดมาคือ กลุ่มแมลงหางติด พบจำนวน 630 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7.76) กลุ่มมดจำนวน 612 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7.54) และกลุ่มมวนจำนวน 293 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.61) ตามลำดับ โดยสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กทั้งห้ากลุ่มนี้ได้เคยถูกรายงานว่าพบได้ในปริมาณมากในหลายพื้นที่ เช่นเดียวกับการวิจัยนี้ (ณัฐดนัย และธนิษฐา, 2550; Duyar and Makineci, 2016; เกษม และคณะ, 2557) โดยเฉพาะกลุ่มไรกับแมลงหางติดที่พบว่า

เป็นกลุ่มเด่นที่ครอบครองพื้นที่ในบริเวณฯ ป่าสน ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ (Marra and Edmonds, 2005) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสัตว์ขาปล้องกลุ่มนี้มีขนาดเล็ก ยากต่อการมองเห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจะพบว่ามีการวิจัยที่ศึกษาความหลากหลายของสัตว์จากตัวอย่างดินที่มีความใกล้เคียงกัน แต่ใช้เพียงวิธีแยกตัวอย่างที่พบด้วยตาเปล่าเท่านั้น ทำให้ผลการสำรวจอาจไม่พบสัตว์กลุ่มนี้หรืออาจพบน้อยมาก ยกเว้นกลุ่มมดที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งยังจดจำได้ง่าย (ธินิ และคณะ, 2556; ณัฐดนัย และคณะ, 2559)

สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินกับการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล

จากการเก็บตัวอย่างดินเพื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่า สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในฤดูแล้งพบได้ทั้งหมดจำนวน 7,090 ตัวอย่าง ซึ่งคิดเป็นความหนาแน่นโดยเฉลี่ย $8,753 \pm 11,042$ ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินทั้งหมดที่พบในฤดูฝนที่พบเพียง 902 ตัวอย่าง ($1,113.6 \pm 740.1$ ตัวต่อตารางเมตร) ปริมาณของสัตว์ขาปล้องที่พบในฤดูฝนลดลงเกือบ 8 เท่าจากปริมาณที่พบในฤดูแล้ง (Table 3) ซึ่งปรากฏการณ์ของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กลดลงในช่วงฤดูฝนนั้นได้รายงานไว้สอดคล้องกับงานวิจัยที่กระทำในพื้นที่ป่าในบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์และพื้นที่ป่าบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ที่สามารถพบปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในฤดูแล้งมีปริมาณสูงกว่าพบในฤดูฝน โดยเฉพาะกลุ่มไรที่พบมากในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝนถึง 1.5-4.5 เท่า (ณัฐดนัย และธนิษฐา, 2550;

สิริมาตร และคณะ, 2560) อย่างไรก็ตาม สัตว์
ขาปล้องได้ถูกรายงานว่าสามารถพบในปริมาณสูง
ในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้งของพื้นที่แปลง
ปลูกยางพาราบนดินลูกรังและดินร่วนปนทรายที่

จังหวัดขอนแก่น แต่งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งศึกษาเพียง
สัตว์ขาปล้อง 4 กลุ่มหลักที่พบในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น
อันได้แก่ แมงมุม มด ปลวก และด้วง เท่านั้น
(ลำไย และคณะ, 2551)

Table 3 Mean and standard deviation of population density (individuals) of soil microarthropods between four forest restoration areas of the Huai Hong Krai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province
(Abundance/15x15 cm²±SD)

Class	Order	Dry Season (8/3/2018)				Wet Season (7/8/2018)			
		A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Arachnida	Acari	46.4±26.9	234.1±95.8	18.2±5.8	131±54.4	1.3±1.6	6.4±3.4	2.1±1.4	9.7±3.1
Arachnida	Araneae	1.1±1.5	3.4±7.4	0.4±0.8	1.1±1.3	0.9±1	1±0.8	0.3±0.5	0.9±1.3
Arachnida	Pseudoscorpions	0	0.6±0.5	0	0.1±0.3	0.4±0.7	0.8±0.6	0.7±1.3	0
Diplopoda	Unidentified	0.1±0.3	0.3±0.5	0.1±0.3	0.2±0.4	0	0.2±0.4	0.2±0.4	0.1±0.3
Chilopoda	Unidentified	0	0.1±0.3	0.1±0.3	0.4±1	0.3±0.5	0.6±0.7	0.2±0.4	0
Symphyla	Unidentified	0	4±6.1	0.4±0.7	1.1±1.1	0	0.3±0.7	0	0.3±0.7
Paupoda	Unidentified	0	2.2±5.6	0.1±0.3	0.7±1.9	0	0.8±1.5	0.1±0.3	0.1±0.3
Malacostraca	Isopoda	0	0.1±0.3	0	0.1±0.3	0	0	0	0.2±0.4
Entognatha	Protura	0	193.9±274.3	0.6±1.6	2.7±3.1	0.2±0.4	1.1±1.9	0	0.1±0.3
Entognatha	Collembola	0.8±0.8	31.2±14.7	2±2.4	22.2±8.5	2.2±1.6	7.1±2.5	1.3±1.9	3.1±2
Entognatha	Diplura	0	0.1±0.3	0	0.1±0.3	0.8±1	1.1±1.9	0.2±0.4	0.8±1
Insecta	Zygentoma	0.1±0.3	0	0	0	0	0	0	0
Insecta	Blattodea: Cockroaches	0.1±0.3	0.1±0.3	0	0.3±0.5	0	0.1±0.3	0	0.1±0.3
Insecta	Blattodea: Isoptera	0	1.9±2.1	0	0.1±0.3	0	3.3±2.1	0.3±0.7	0
Insecta	Psocoptera	0.4±0.7	0.9±1.1	0±0	0.3±0.5	0.2±0.4	0.1±0.3	0	0.2±0.6
Insecta	Thysanoptera	0.8±1.2	1.7±2.5	0.4±0.7	1.6±1.1	0	0	0.1±0.3	0.1±0.3
Insecta	Hemiptera	0.1±0.3	6.7±7.3	2.4±2.8	10.1±4.3	0.1±0.3	0.3±0.5	0	0.2±0.4
Insecta	Coleoptera	3.2±1.4	4.6±1.3	1.4±1.6	2.2±1.8	4.1±3.1	3.9±3	1.3±1.8	11.8±8.3
Insecta	Hymenoptera: Formicidae	4.6±10.6	5.8±6	3±6.4	27.2±13.1	3.8±5.8	13.6±7.7	1.7±2.3	8.4±5.3
Insecta	Lepidoptera	0	0.2±0.4	0.2±0.4	0.1±0.3	0	0	0	0
Insecta	Diptera	0.4±0.8	2.8±2.2	2.3±2.5	1.2±1	0	0.1±0.3	0	0
Total		58.2±29.1	494.7±326.8	31.9±10.9	203±62.8	14.4±8.1	40.9±13.4	8.7±5.5	36.2±8.8

Remarks: Forest restoration area with rainwater (A1), Forest restoration area with irrigation system (A2), Forest restoration area with reservoir (A3), Forest restoration area with reservoir (A4)

ความแตกต่างของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูที่แตกต่างกัน

พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน พบปริมาณของ กลุ่มสัตว์ขาปล้องค่อนข้างน้อย โดยพบจำนวนสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กทั้งหมด 654 ตัวอย่าง สามารถคิดเป็นความหนาแน่นโดยเฉลี่ย $1,614 \pm 1,360.1$ ตัวต่อตารางเมตร แบ่งเป็นตัวอย่างที่พบในฤดูแล้งจำนวน 524 ตัวอย่าง ($2,587.6 \pm 1,295.4$ ตัวต่อตารางเมตร) และลดลงเหลือเพียง 130 ตัวอย่างในฤดูฝน (642.0 ± 359.3 ตัวต่อตารางเมตร) ทั้งยังมี

ค่าดัชนีความโดดเด่นสูงสุดถึง 0.64 ในฤดูแล้ง และ 0.19 ในฤดูฝน ซึ่งหมายความว่ามียังมีกลุ่มสัตว์เพียงไม่กี่กลุ่มเท่านั้นที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ โดยหากพิจารณาในแต่ละซ้ำของทั้งสองฤดูจะพบกลุ่มสัตว์ขาปล้องเฉลี่ยเพียง 4.8 กลุ่มเท่านั้น โดยกลุ่มหลักที่พบคือ กลุ่มไร (79.77 เปอร์เซ็นต์) มด (7.82 เปอร์เซ็นต์) และด้วง (5.53 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ทำให้พื้นที่นี้มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอ และความหลากหลายชนิดของแชนนอน-ไวเนอร์ที่ค่อนข้างต่ำ (Table 4)

Table 4 Number of average individuals per m², Shannon-Wiener index, Evenness index and Dominant index soil micro-arthropods were found in four forest restoration areas of the Huai Hong Krai Royal Development Study Center, Doi Saket District, Chiang Mai Province

Sites	Average Individuals/m ²		Shannon Index (H)		Evenness Index (J)		Dominance Index (Do)	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
Forest restoration area with rainwater (A1)	2,587.6±1,295.4bc	642.0±359.3b	0.86	1.91	0.19	0.61	0.65	0.19
Forest restoration area with irrigation system (A2)	21,985±14,525a	5,345.6±5,888.2a	1.25	2.04	0.17	0.45	0.38	0.18
Forest restoration area with reservoir (A3)	901.2±643.2c	1,417.3±483.9b	1.59	2.08	0.35	0.67	0.35	0.15
Forest restoration area with reservoir (A4)	9,022.1±2,793.1ab	1,609.9±392.9a	1.25	1.67	0.18	0.35	0.45	0.24
Kruskal-Wallis chi-squared	28.53***	25.64***						

พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน พบ ปริมาณของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินสูงที่สุด จำนวน 4,821 ตัวอย่าง (1,1901±14,400 ตัวต่อ ตารางเมตร) ในช่วงฤดูแล้งที่พบมากถึง 4,453 ตัวอย่าง (21,985±14,525 ตัวต่อตารางเมตร) โดยเฉพาะ กลุ่มไรที่พบมากถึง 2,107 ตัวอย่าง (5,345.6± 5,888.2 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือกลุ่มเสี้ยน นมที่พบจำนวน 1,745 ตัวอย่าง (4,333.3±9,626.4 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) จากปริมาณที่พบใน พื้นที่อื่น แม้แต่ในฤดูฝนก็พบสัตว์ขาปล้องขนาดเล็ก ในดินก็มีปริมาณสูงถึง 368 ตัวอย่าง (1,817.3±593.49 ตัวต่อตารางเมตร) โดยมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอ ความหลากหลายของแซนนอน-ไวเนอร์ และค่าดัชนี ความโดดเด่นปานกลาง (Table 4) โดยปริมาณ สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและค่าดัชนีความ หลากหลายมีค่าที่ใกล้เคียงกับพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วย น้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ ทั้งสองฤดู ซึ่งเป็นพื้นที่ศูนย์ฯ ไม่ได้เข้าไปการจัดการการฟื้นฟูป่าแต่อย่างไร โดย ในพื้นที่ภายนอกศูนย์ฯ นี้ สามารถพบปริมาณสัตว์ ขาปล้องขนาดเล็กได้มากถึง 2,153 ตัวอย่าง (5,316± 4,208.7 ตัวต่อตารางเมตร) แบ่งเป็น 1,834 ตัวอย่าง (9,022.1±2,793.1 ตัวต่อตารางเมตร) ในฤดูแล้ง และ 326 ตัวอย่าง (1,609.9±392.9 ตัวต่อ ตารางเมตร) ในฤดูฝน (Table 4) ตามลำดับ

พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร สามารถพบสัตว์ขาปล้องในปริมาณต่ำที่สุดเพียง 365 ตัวอย่าง (901.2±643.2 ตัวต่อตารางเมตร) โดยแบ่งเป็น 287 ตัวอย่าง (1,417.3±483.9 ตัว ต่อตารางเมตร) ที่พบในฤดูแล้ง และ 78 ตัวอย่าง (385.2±246.1 ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบในฤดูฝน แต่หากพิจารณาค่าความหลากหลายของแซนนอน-ไวเนอร์และค่าดัชนีความสม่ำเสมอกลับมีค่าสูงสุด

ทั้งยังมีค่าความโดดเด่นที่ต่ำที่สุด (Table 4) หาก เปรียบเทียบกับพื้นที่วิจัยอื่น พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วย ฝายต้นน้ำลำธารแม้จะมีปริมาณสัตว์ขาปล้อง ขนาดเล็กในดินปริมาณต่ำที่สุด แต่กลับมีค่าความ หลากชนิดสูงที่สุด ทั้งยังมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ หรือหมายความว่าในพื้นที่ไม่มีสัตว์ขาปล้อง ขนาดเล็กชนิดใดที่มีปริมาณมากหรือโดดเด่นเกินไป ในพื้นที่ที่ทำการสำรวจนั่นเอง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัตว์ขาปล้อง ขนาดเล็กในดินกับคุณสมบัติดิน

ผลการวิเคราะห์ชนิดของสัตว์ขาปล้อง ขนาดเล็กในดินกับปัจจัยดินในฤดูแล้ง ด้วยวิธีการ Redundancy Analysis (RDA) โดยมีค่า Eigenvalues ของแกน 1 (Axis 1) เท่ากับ 0.97 และแกน 2 (Axis 2) เท่ากับ 0.87 ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของ Pearson correlation ระหว่าง ชนิดของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินกับปัจจัยดิน มีค่า 0.8 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้อธิบาย ปัจจัยดินที่มีผลต่อการปรากฏของสัตว์ขาปล้อง ขนาดเล็กในดิน ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ Monte Carlo Permutation Test พบว่า สมบัติทาง กายภาพและเคมีของดินทั้ง 8 ปัจจัยข้างต้นมีผลต่อ การปรากฏตัวของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน ในพื้นที่ป่าฟื้นฟูของศูนย์ฯ สามารถอธิบายการจัด กลุ่มความสัมพันธ์ได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามปัจจัย ความชื้นดิน เป็นปัจจัยมีความสัมพันธ์ต่อการ ปรากฏของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) พบว่า กลุ่มที่ 1 (Group 1) ปัจจัยด้านความชื้นของดิน ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของ ไร (Acari) แมลงหางดีด (Collembola) มด (Hymenoptera)

เพลี้ย (Hemiptera) เพลี้ยไฟ (Thysanoptera) กิ้งกือ (Diplopoda) หนอนผีเสื้อ (Lepidoptera) ปลวก (Isoptera) และแมลงสาบป่า (Blattodea) กลุ่มที่ 2 (Group 2) ปัจจัยด้านชีวมวลไนโตรเจน (biomass N) และชีวมวลคาร์บอน (biomass C) มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของ ตัวงดิน (Coleoptera) เสี้ยนนม (Protura) ตัวกะปิ (Isopoda) ตะขาบฝอย (Symphyla) ตะขาบจิ๋ว

(Pauropoda) แมงมุม (Araneae) แมงป่องเทียม (Pseudoscorpions) เหาหนังสือ (Psocoptera) แมลงสองง่าม (Diplura) และหนอนแมลงวัน (Diptera) และกลุ่มที่ 3 (Group 3) พบสัมพันธ์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ มีความสัมพันธ์ ต่อการปรากฏของแมลงสามง่ามป่า (Zygentoma) (Figure 1A)

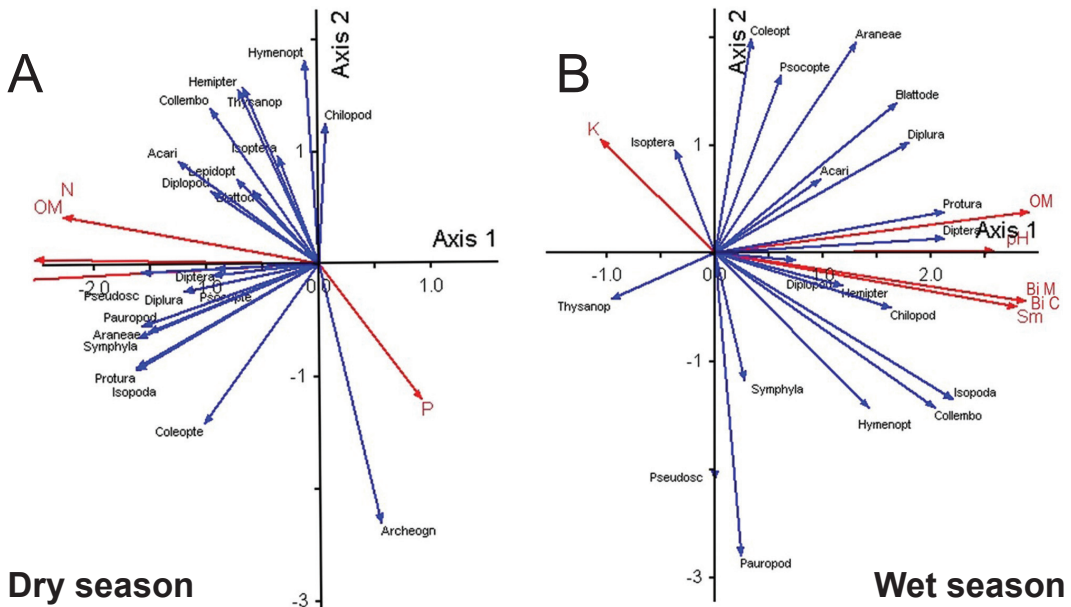


Figure 1 Redundancy analysis (RDA) model plots of the effects of the environmental variables on soil microarthropod abundance A in dry season B in wet season

ผลการวิเคราะห์ชนิดของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินกับปัจจัยดินในฤดูฝน ด้วยวิธีการ RDA โดยมีค่า Eigenvalues ของแกน 1 (Axis 1) เท่ากับ 0.96 และแกน 2 (Axis 2) เท่ากับ 0.95 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson Correlation ระหว่างชนิดของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินกับปัจจัยดินมีค่า 0.5 จึงมีความเหมาะสมสำหรับ

การใช้อธิบายปัจจัยดินที่มีผลต่อการปรากฏของ สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ Monte Carlo Permutation Test พบว่า ปัจจัยดิน 8 ปัจจัยข้างต้นมีผลต่อการปรากฏของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในพื้นที่ป่าฟื้นฟูของศูนย์ฯ เช่นเดียวกัน โดยสามารถอธิบายการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ได้เป็น 3 กลุ่ม กล่าวคือปัจจัยด้านความชื้นของดิน เป็นปัจจัย

มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพบว่า กลุ่มที่ 1 (Group 1) ปัจจัยด้านปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจนทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่างของดิน มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของเสี้ยนนม (Protura) หนอนแมลงวัน (Diptera) แมลงสองง่าม (Diplura) แมลงสาบ (Blattodea) แมงมุม (Araneae) ไร (Acari) ตัวงดิน (Coleoptera) และเหาหนังสือ (Psocoptera) กลุ่มที่ 2 (Group 2) ปัจจัยด้านชีวมวลไนโตรเจน และชีวมวลคาร์บอน และความชื้นของดิน มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของตะขาบจิว (Pauropoda) แมงป่องเทียม (Pseudoscorpions) ตัวกะปิ (Isopoda) แมลงหางติด (Collembola) มด (Hymenoptera) ตะขาบ (Chilopoda) ตะขาบฝอย (Symphyla) เพี้ย (Hemiptera) และกิ้งกือ (Diplopoda) และกลุ่มที่ 3 (Group 3) ปัจจัยด้านโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของปลวก (Isoptera) (Figure 2B) หากพิจารณาผลการวิเคราะห์ของทั้งสองฤดูจะพบว่าปริมาณความชื้นของดินได้มีผลต่อการปรากฏตัวของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินส่วนใหญ่ และปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์ที่สำคัญกับปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ (2014) และ เกษม และคณะ (2557) ที่พบว่าปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์ในทิศทางบวกกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรีย์วัตถุนั้นก็ยังจะแปรผันตามปริมาณความชื้นในดินที่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลในแต่ละปีเช่นกัน

ความแตกต่างของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและคุณสมบัติของดินระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟู

หากพิจารณารูปแบบการฟื้นฟูป่าทั้ง 4 รูปแบบพบว่า พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ มีการฟื้นฟูด้วยน้ำฝนตามธรรมชาติแบบเดียวกับพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน แต่พื้นที่ศึกษาภายนอกศูนย์ฯ กลับพบปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กและมีความดัชนีความหลากหลายที่สูงกว่า (Table 4) ทั้งยังพบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ดินของพื้นที่ศึกษาภายนอกศูนย์ฯ นั้นมีปริมาณสูงที่สุด (Table 3) และมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่สะสมในดิน ปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและค่าดัชนีความหลากหลายที่ใกล้เคียงกับพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน ที่ถือว่ามีความสัมพันธ์ของดินที่ดีและมีปริมาณและค่าความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กสูงที่สุดในบรรดาพื้นที่พัฒนาป่าภายในศูนย์ฯ ซึ่งความแตกต่างที่สำคัญของพื้นที่ศึกษาภายนอกศูนย์ฯ ก็คือ พื้นที่นี้มีการเกิดไฟป่าเกิดขึ้นได้ในบางครั้ง แต่พื้นที่ศึกษาภายในศูนย์ฯ มีการจัดการตลอดเพื่อไม่ให้เกิดการเผาป่าในพื้นที่ศูนย์ฯ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Potapova (1999) ที่พบว่า ปริมาณสัตว์ในดินมีปริมาณและความหลากหลายชนิดสูงกว่าในพื้นที่ป่าที่มีการเผาไหม้เกิดขึ้นไม่นานเมื่อ 24 ปีก่อน เทียบกับพื้นที่ป่าที่ไม่มีการเผาไหม้เป็นเวลานานเมื่อ 143 ปีก่อน ดังนั้นเป็นไปได้ว่าไฟป่าอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในกระตุ้นการเพิ่มปริมาณและความหลากหลายของสัตว์ในดินของพื้นที่ได้อีกทาง เนื่องจากไฟป่าจะช่วยสลายเศษซากพืชเบื้องต้นให้แก่พื้นที่ป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าผลัดใบเขตร้อน (Wanthongchai *et al.*, 2014) แม้พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธารจะมีความดัชนีความหลากหลายสูงที่สุด แต่กลับมีปริมาณของสัตว์ขาปล้องในดินต่ำที่สุด ซึ่งอาจ

เกิดจากผลของลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่นั้น อันได้แก่ การสะสมของอินทรีย์วัตถุในดินที่มีปริมาณต่ำที่สุด ปริมาณธาตุอาหาร ไม่ว่าจะเป็น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ก็มีปริมาณต่ำ ทั้งดินยังมีความเป็นกรดสูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น (Table 1) ที่ทำให้ปริมาณสัตว์ขาปล้องอาจไม่สามารถจะเพิ่มจำนวนสูงได้มากไปกว่านี้ จากข้อมูลดังกล่าวนี้อาจให้สมมติฐานได้ว่า พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธารมีสภาพระบบนิเวศที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มสังคมสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (Climax community) มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยอนุมานว่าด้วยลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่ศึกษา ทำให้สัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินมีการปรับตัวด้านลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจัยของพื้นที่ที่มีจำกัด จึงจะสามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่นี้ได้

พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทาน เป็นพื้นที่ภายในศูนย์ฯ ที่มีคุณสมบัติดินดีที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่มีปริมาณสูงที่สุด มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ก็มีปริมาณที่สูง (Table 1) อีกทั้งยังพบปริมาณสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินมากที่สุด แต่มีค่าดัชนีความหลากหลายในระดับปานกลาง ที่แสดงให้เห็นถึงระบบนิเวศในดินของพื้นที่อยู่ในระยะกำลังพัฒนาไปเป็นกลุ่มสังคมสิ่งมีชีวิตขั้นสุด โดยมีองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพสนับสนุนอย่างเต็มที่

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มไรเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความโดดเด่นที่สุดที่สามารถพบในทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งพบความหนาแน่นโดยเฉลี่ยมีปริมาณมากที่สุดถึง 2,496.3±3,921.3 ตัวต่อตารางเมตร (41 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือกลุ่มเสี้ยนนมพบ 1,103.1±5,162.3 ตัวต่อตารางเมตร

(16 เปอร์เซ็นต์) กลุ่มแมลงหางดีดพบ 388.9±553.2 ตัวต่อตารางเมตร (15 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มมด 377.8±493.6 ตัวต่อตารางเมตร (14 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้งพบปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดิน (8,753±11,042 ตัวต่อตารางเมตร) สูงกว่าปริมาณความหนาแน่นในช่วงฤดูฝน (1,113.6±740.1 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยระบบชลประทานมีสมบัติทางกายภาพเคมีและชีวภาพบางประการของดินที่ดี พื้นที่นี้พบปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินมากที่สุด (1,190±14,400 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝนภายนอกศูนย์ฯ (5,316±4,208.7 ตัวต่อตารางเมตร) พื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยน้ำฝน (1,614±1,360.1 ตัวต่อตารางเมตร) และพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธาร (901.2±643.2 ตัวต่อตารางเมตร) ตามลำดับ แม้ว่าพื้นที่พัฒนาป่าไม้ด้วยฝายต้นน้ำลำธารมีสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินค่อนข้างไม่ดี และพบปริมาณความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินน้อยที่สุดเช่นกัน แต่กลับมีค่าความหลากหลายของแซนนอน-ไวเนอร์และค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) และทุนสนับสนุนวิจัย ประจำปี 2563 คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ ทั้งขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาแนะนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่องานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกษม คงนิรันดรสุข กาญจนา ชินสำราญ วุฒิ ทักษิณธรรม และสุรภาพ สุทธิวิเศษ. 2557. ความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็ก ในดินที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences 15(2): 45-53.
- ณัฐดนัย ลิขิตตระการ และธนัญญา ไชยชนะ. 2550. ประชากรตามฤดูกาลของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร 23(ฉบับพิเศษ): 397-402.
- ณัฐนรี สาระพิมพ์ สุภัตรา ถิกสถิตย์ สมณิมิตร พุกงาม และยุทธพงษ์ ศิริมังคละ. 2559. สมบัติบางประการทางอุทกวิทยาของดินและสัตว์หน้าดิน ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยขมิ้น จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 16(2): 49-62.
- ณัฐวุฒิ ธานี. 2557. ความหลากหลายของชนิดของแมลงในดินและความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา. รายงานผลการวิจัย. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ธินี เสวตร ดวงรัตน์ ธงภักดิ์ และชุลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินกับพื้นที่ดินเค็ม. การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14. น. 631-638.
- นงลักษณ์ ประณะพงษ์. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- ลำไย อธิธิจันทร์ ทัศนีย์ แจ่มจรรยา ยุพา หาญบุญทรง และวิทยา ตรีโลเกศ. 2551. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินในสวนยางพารา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3) (พิเศษ): 98-101.
- สิริมาตร จิตปาโล เดชา วิวัฒน์วิทยา และวิยะวัฒน์ ใจตรง. 2560. โครงสร้างทางสังคมของสัตว์ขาปล้องในดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวนศาสตร์ 36(1): 11-21.
- Amato, M., and J.N. Ladd. 1988. Assay for microbial biomass based on ninhydrin reactive nitrogen in extracts of fumigated soil. *Soil Biology and Biochemistry* 20: 107-114.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. 14th ed. Prentice Hall, Inc., NJ.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- Dindal, D.L. 1990. *Soil Biology Guide*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons. 1,376 p.
- Duyar, A. and E. Makineci. 2016. Seasonal and altitudinal variations of soil arthropods in *Abies nordmanniana*

- subsp. *bormmulleriana* forests. *Bosque* 37(2): 335-345.
- John, A.W. 1970. *Ecology of Soil Animals*. England: McGraw-Hill Publishing Company Limited. 280 p.
- Khamyong, S., P. Sutthaw and S. Paramee. 2016. Dry Dipterocarp Forest on Sandstone of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province I. Assessment of Plant Species Diversity and Carbon Storage. *Thai Journal of Forestry* 35(3): 42-55.
- Marra, J.L. and R.L. Edmonds. 2005. Soil Arthropod Response to Different Patch Types in a Mixed-Conifer Forest of the Sierra Nevada. *Forest Science* 51(3): 255-265.
- Mulder, C.P.H., E. Bazeley-White, P.G. Dimitrakopoulos, A. Hector, M. Sherer-Lorenzen and B. Schmid. 2004. Species evenness and productivity in experimental Plant communities. *Oikos* 107: 50-63.
- N'Dri, J.K., F.A. Seka, P.K. Pokou and R.A.G. N'Da. 2017. Abundance and diversity of soil mite (Acari) communities after conversion of tropical secondary forest into rubber plantations in Grand-Lahou, Côte d'Ivoire. *Ecological Research* 32: 909-919.
- Naumann, I.D., P.B. Came, J.F. Lawrence, E.S. Nielsen, J.P. Spradbery, R.W. Taylor, M.J. Whitten and M.J. Littlejohn. 1991. *The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers*, 2nd edition. Division of Entomology, CSIRO, Australia. Melbourne University Press, Melbourne, Australia, and Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Parisi, V., C. Menta, C. Gardi, C. Jacomini and E. Mozzanica, 2005. Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture Ecosystems and Environment* 105: 323-333.
- Potapova, N.A., 1999. Postfire demutations of population of soil invertebrates. pp. 519-529. *In: Smirnova, O.V. and E.S. Shaposhnikov (eds.). Succession Processes in Nature Resereves of Russia and Problems of Conservation of Biological Diversity*. Russian Botanical Society, St. Petersburg. [in Russian]
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 623-656.
- Staff of soil science. 1998. *Basic of soil science*. 8th edition. Kasetsart University Press, Bangkok.
- Sutthawan, P., S. Khamyong, S. Paramee and N. Anongrak. 2016. Dry Dipterocarp Forest on Sandstone of the Huai Hong

- Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province II. Monitoring Plant Diversity and Carbon Storage. *Thai Journal of Forestry* 35(3): 56-71.
- Sutthawan, P., S. Khamyong, S. Paramee and N. Anongrak. 2016. Dry dipterocarp forest on sandstone of the Huai Hong Khrai royal development study center, Chiang Mai Province II. Monitoring plant diversity and carbon storage. *Thai Journal of Forestry* 35(3): 56-71.
- Sylvia, D.M, J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel and D.A. Zuberer. 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology* 2nd Edition. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Thippayarugs, S., B. Toomsan, P. Vityakon, V. Limpinuntana, A. Patanothai and G.G. Cadisch. 2008. Interactions in decomposition and N mineralization between tropical legume residue components. *Agroforestry Systems* 72: 137-148.
- Triplehorn, C.A. and N.F. Johnson, 2005. Borror and DeLong's *Introduction to the Study of Insects*. 7th Edition. USA: Rinehart and Winston Inc.
- Vityakon, P., S. MeepechGeorg, C. Cadisch and B. Toomsan. 2000. Soil organic matter and nitrogen transformation mediated by plant residues of different qualities in sandy upland and paddy soils. *NJAS: wageningen journal of life sciences* 48(1): 75-90
- Volobuev, V.R. 1964. *Ecology of soils*. Isreal Program for Scientific Translations, Ltd.
- Wanthongchai, K., J. Bauhus and J.G. Goldammer. 2014. Effects of past burning frequency on woody plant structure and composition in dry dipterocarp forest. *Thai Journal of Forestry* 33(3), 109-130.
- Webster, E.A., D.W. Hopkin, J.A. Chudek, S.F.I. Haslam, M. Simek and T. Picek. 2001. The relationship between microbial carbon and resource quality of soil carbon. *Journal of Environmental quality* 30: 147-150.
- Zhang, G., Zeng, G.M., Jiang, Y.M., Du, C.Y., Huang, G.H., Yao, J.M., Zeng, M., Zhang, X.L. & Tan, W. 2006. Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a subtropical evergreen mixed forest, China. *Silva Fennica* 40(3): 417-428.

ปัจจัยที่มีผลต่ออินทรีย์วัตถุและคาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่าง ๆ ภายใต้ดินการเกษตรภาคเหนือตอนบนของไทย

Factors Affecting on Soil Organic Matter and Organic Carbon Fractions under Agricultural Soils of Upper Northern Thailand

ศุภธิดา อ่ำทอง^{1*} ชاکริต โชติอมรศักดิ์² และ บัณฑิต สมจิตร์¹

Suphathida Aumtong^{1*} Chakrit Chotamonsak² and Bandit Somchit¹

¹ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Soil Science Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

² ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

² Department of Geography Chiang Mai University Chiang Mai 50200

* Corresponding author: Aumthongsuphathida@gmail.com

(Received: 1 September 2021; Revised: 28 April 2022; Accepted: 7 July 2022)

Abstract

This study proposed the effect of agricultural land uses on soil organic matter (SOM), soil organic carbon (SOC), and labile soil carbon fractions (LSCF), and the relationship between organic carbon fractions and SOM and SOC agricultural soil in the upper northern region. Soil samples were collected from the difference of crop-land use types (i.e. paddy soil, maize, and longan plantation) from the upper north of Thailand (i.e. Lampang, Phrae, Nan, Payao, Lamphoon, Chiang Rai, Mae Hong Son, and Chiang Mai) were sampled by the grid method (1 grid = 10×10 km²) at a depth of 0-30 cm, and then the SOM, SOC, and LSCF were analyzed by reference methods from soil samples. The soil data were analyzed by Two ways and One way ANOVA, and the relationships between LSCF to SOM and SOC were calculated by the Principal Component Analysis method. The results showed that the higher means of SOM and SCF (e.g. WSC, C-FPSF, and C-LPSF) contents in maize soil than rice soil. Meanwhile, the longan soil had the highest proportion of SFC/SOC (% of SOC) ($P<0.05$) (about 13.398-17.814%), which was higher than that of rice and maize soil samples. As for the location effects, Phrae province had the highest content of SOM,

while Chiang Rai province had the highest content of SOC. The LSCF were related to the SOC and SOM, which differ according to the crop-land uses. In this study, the amount of SOM, SOC, LSCF, and LSCF/SOC in rice soil (i.e. paddy soil) was lower than longan soil. As a result of soil management such as tillage and synthesis fertilizers could affect the LSCF a higher than longan plantation. The rice soil was plowed and contributed to a high decomposition rate. Meanwhile, possibly a high SOM formation rate in maize soil, there was high LSCF content and corresponding high SOM content. There was the highest percentage of LSCF/SOC which was consistent with high SOM content. Because the plant residues were continuing input in the longan plot area, there were minimum soil disturbances also. There was a combination of organic and chemical fertilization, that enhanced the Negative Priming. These could be the reasons that the amount of SOM and SOC in the longan soil was higher than in the paddy soil. Additionally, these soil data were the spatial study. They came from many pieces of information (i.e. soil type, quantity and type of clay mineral, geography, soil property, climate, and geomorphology of various provinces). These affect the formation and decomposition of SOM, SOC, and LSCF within crop-land types and in the condition of various provinces. The SOM, SOC, and LSCF could be assessing soil health indicators. Moreover, they were the capability of the modulators of Carbon cycling, which could be contributing to the carbon sequestration in the agricultural soils. That could be for soil health improvement and the mitigation of climate change.

Keywords: Soil organic matter, labile soil carbon fractions, management, abiotic factor

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ที่ดินทางเกษตรต่อปริมาณศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Soil organic matter, SOM) และคาร์บอนอินทรีย์ (Soil organic carbon, SOC) และคาร์บอนอินทรีย์ส่วนง่ายต่อการย่อยสลาย (Labile soil carbon fractions, LSCF) ตลอดจนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่าง ๆ และ SOM และ SOC ในดินการเกษตรภาคเหนือตอนบน โดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร โดยใช้วิธีการ (ขนาดพื้นที่ 10×10 km²) พื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย จากพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย (ลำปาง แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน เชียงราย แม่ฮ่องสอน และเชียงใหม่) ทำการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน (SOM), คาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดในดิน (SOC) และคาร์บอนอินทรีย์ในส่วนที่ง่ายย่อยสลายได้ง่าย (Labile Organic Carbon) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Two way ANOVA และ One way ANOVA และศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่าง LSCF ต่อ SOM และ SOC โดย Principal component analysis (PCA) การศึกษาพบว่าดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณเฉลี่ย SOM และ SOC สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ปลูกข้าว ($P < 0.05$) และลำไย ขณะที่ SCF ได้แก่ WSC, C-FPSF และ C-LPSF ของดินลำไยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($P < 0.05$) สำหรับปริมาณสัดส่วนของ SFC/SOC (เปอร์เซ็นต์ของ SOC) พบว่าดินลำไยมีสัดส่วนของ WSC, HWSC, CLPSF, CFPSF สูงสุด ($P < 0.05$) สำหรับผลของพื้นที่พบว่าจังหวัดแพร่มีปริมาณ SOM สูงสุด ส่วนจังหวัดเชียงรายมีปริมาณ SOC สูงสุด นอกจากนี้ LSCF นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOC และ SOM ซึ่งจะแตกต่างกันตามรูปแบบของการปลูกพืชแต่ละชนิด อาจจะกล่าวได้ว่าระบบการปลูกพืชและสภาพพื้นที่มีผลต่อปริมาณ SOM, SOC, LSCF จากการศึกษาพบว่าปริมาณ SOM, SOC, LSCF และ LSCF/SOC ในดินปลูกข้าวต่ำกว่าดินปลูกลำไย เป็นผลมาจากการจัดดิน เช่น การไถพรวนและการใส่ปุ๋ยเคมีจึงมีผลให้ต่อ LSCF ตามระบบการปลูกพืชต่าง ๆ ดินปลูกข้าวมีการไถพรวนดิน อาจเป็นอัตราการย่อยสลายมีสูงอัตราการสร้าง SOM สำหรับดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณของ LSCF สูงและสอดคล้องกับปริมาณ SOM สูงด้วย โดยปลูกดินลำไยนั้นพบว่ามีส่วนเปอร์เซ็นต์ของ LSCF/SOC สูงสุดและสอดคล้องกับปริมาณ SOM สูง เนื่องจากการจัดการที่เกษตรกรปลูกข้าวไว้พื้นที่แปลงลำไย การรบกวนดินไม่มากเพราะไม่มีการไถพรวน รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ผสมปุ๋ยเคมีซึ่งการเกิดปรากฏการณ์ Negative Priming Effect อีกทั้งลักษณะและองค์ประกอบเศษชีวัน อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณ SOM และ SOC ในดินปลูกลำไยและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณสูงกว่าดินปลูกข้าว นอกจากนี้ข้อมูลดินที่ได้เกิดจากการศึกษาเชิงพื้นที่ซึ่งได้ประเมินผลของพื้นที่ (จังหวัด) ซึ่งมาจาก ชนิดดิน ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว สภาพพื้นที่ สมบัติของดินต่าง ๆ ภูมิอากาศ ธรณีสัณฐานวิทยา โดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อการเกิดและการย่อยสลายของ SOM, SOC และ LSCF นำมาใช้เป็นดัชนีประเมินคุณภาพดิน นอกจากนี้สามารถเป็นตัวขับเคลื่อนของวัฏจักรคาร์บอนที่มีผลต่อการเก็บกักคาร์บอนโดยดินเกษตรที่ส่งผลต่อการเก็บคาร์บอนไว้ในดินเกษตรซึ่งมีผลต่อคุณภาพดินและลดผลกระทบจากเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: อินทรีย์วัตถุ คาร์บอนอินทรีย์ส่วนสลายตัวเร็ว การจัดการ อชีวปัจจัย

คำนำ

ความมั่นคงด้านอาหาร ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ดินเสื่อมโทรม และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สิ่งเหล่านี้เป็นความท้าทายต่อความอยู่รอดของมนุษยชาติที่กำลังเผชิญอยู่และจำเป็นต้องร่วมมือเพื่อตั้งรับต่อความท้าทายดังกล่าวนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคการเกษตร พื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรมีประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของ

พื้นที่ทั้งหมดของโลก และพื้นที่การเกษตรประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่เกษตรกำลังอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ไม่ว่าจะเป็นการชะล้างพังทลายของดิน ดินแน่นแข็ง ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เป็นต้น (Chambers *et al.*, 2016) สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรของภาคเหนือตอนบน มีพื้นที่ทำการเกษตรรวมทั้งสิ้น 10.56 ล้านไร่ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของภาคเหนือของประเทศไทย โดยมีพื้นที่ปลูกข้าว

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย ประมาณ 33, 21 และ 13.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรของภาคเหนือ ตามลำดับ (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร, 2016; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2016)

การสูญเสียและการลดลงของอินทรีย์คาร์บอนในดินเกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรเป็นประเด็นที่มีความสำคัญ เพราะมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพดินเพื่อการเกษตรในการผลิตพืชและสัตว์ ตลอดจนมีผลต่อคุณภาพของน้ำและสภาพอากาศด้วย ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน สุขภาพของดินที่ดีสามารถส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดินที่อาจช่วยลดการเกิดโรคและการเข้าทำลายของศัตรูพืชต่าง ๆ เป็นแหล่งของธาตุอาหารและน้ำสำหรับพืช หรือแม้กระทั่งแก้ปัญหาด้านความยากจนของคนโดยผ่านกลไกของการเติบโตทางเศรษฐกิจ ตลอดจนการใช้เป็นแนวทางการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (Singh *et al.*, 2018) SOM ซึ่งเป็นส่วนที่มีการสลายตัวต่อเนื่องของสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ และอัตราการย่อยสลายจะลดลงเมื่อถูกดักจับด้วยแร่ดินเหนียวและเม็ดดิน ซึ่งมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ ภายภาพ และเคมี ซึ่งมีบทบาทต่อการย่อยสลาย ดังกล่าว (Lehmann and Kleber, 2015) โดยทั่วไป SOM มีคาร์บอนประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ หรือเป็นส่วนของอินทรีย์คาร์บอน (Soil organic carbon) แต่อย่างไรก็ตาม ในการหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมด จำเป็นต้องมีวิธีการที่ถูกต้องด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาเกี่ยวกับพลวัตของคาร์บอนหรือการเก็บรักษาคาร์บอนไว้ในดิน

คาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่าง ๆ (Soil carbon fractions) จำแนกตามลักษณะของในการถูก

ย่อยสลายโดยสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) ส่วนที่ง่ายต่อย่อยสลาย (easily decomposable หรือ labile soil carbon fraction (LSCF)) (2) กลุ่มที่ดักจับไว้ในดินด้วยกลไกกายภาพและเคมี (Stabilized by physicochemical mechanisms หรือ semi-labile organic carbon) และ (3) กลุ่มที่ยากต่อการย่อยสลาย (Biochemically recalcitrant หรือ recalcitrant organic carbon fractions) (Qin *et al.*, 2021) การศึกษาค้นคว้านี้ได้พิจารณาบทบาทของคาร์บอนอินทรีย์ส่วนย่อยสลายง่าย หรือ (LSCF) (Chen *et al.*, 2009) ซึ่งเมื่อปริมาณ SOM และ SOC เพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของ LSCF ในดินปลูกข้าว (ศุภธิดา และปวีณนุช, 2561) สำหรับที่มาของ LSCF ส่วนใหญ่มาจากเศษซากพืชที่ยังไม่ย่อยสลาย หรืออาจผ่านการย่อยสลายเพียงบางส่วน และอาจรวมถึงสารอินทรีย์ที่ได้จากรากพืช เช่น โพลีแซคคาไรด์ ที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์จุลินทรีย์ แป้ง และเอมิเซลลูโลสของเศษซากพืช (Rovira *et al.*, 2012) ซึ่งจะเป็นการชะลอเวลาการปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศได้ โดยเฉพาะในส่วนของ Recalcitrant pool ที่อาจจะใช้เวลาเป็นพันปีในการย่อยสลาย (Qin *et al.*, 2021) การที่ LSCF มีลักษณะตอบสนองค่อนข้างชัดเจนต่อรูปแบบการใช้ที่ดิน เพราะคาร์บอนอินทรีย์ส่วนนี้เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ตอบสนองอย่างรวดเร็ว และสะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงของการใช้ที่ดิน (Aumtong *et al.*, 2009; ศุภธิดา และคณะ, 2562ก) ซึ่งสามารถนำมาใช้ประเมินคุณภาพของดินได้ และสามารถเห็นการตอบสนองต่อรูปแบบการใช้ที่ดินได้ชัดเจนกว่าการใช้ค่า SOM (Rahmati *et al.*, 2020) ตลอดจนสามารถประเมินผลผลิตภาพของดินในประเด็นการหมุนเวียนของธาตุอาหารได้อีกด้วย (Kooch *et al.*,

2020) และการจัดการดิน (Kara and Bolat, 2008) ผลระบบการปลูกพืชต่อปริมาณของ LSCF ที่มีต่อปริมาณ SOM และ SOC โดย LSCF มาจากส่วนที่ไต่ดิน (ราก) และส่วนที่เหนือดิน เช่น เศษซากใบพืช กิ่งก้าน ต้น เป็นต้น และรวมถึงชิ้นส่วนที่ผ่านการย่อยสลายบางส่วนจากกิจกรรมของจุลินทรีย์และสัตว์ในดินมาช่วงเวลาหนึ่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางด้านโครงสร้างของเศษซากพืชดังกล่าวไปเพียงบางส่วน ซึ่ง LSCF ส่วนนี้ได้แก่ Particulate organic matter (POM) ซึ่งมาจากเศษซากอินทรีย์ที่อาจผ่านการรบกวนของสัตว์และจุลินทรีย์ (Bioturbation) หรือการจัดการบางอย่าง เช่น การไถพรวน เช่น C-LPSF (Large particle size fraction) และ C-FPSF (Fine particle size fraction) เพราะส่วนของ POM นี้แทรกอยู่เม็ดดินขนาดต่าง ๆ (Aumtong *et al.*, 2009) สำหรับสารอินทรีย์ส่วนที่ละลายได้ (Dissolved organic matter, DOC) เป็นพวกรวมอินทรีย์ที่อาจมีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่หรือน้ำหนักโมเลกุลสูงไปจนโครงสร้างโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น สารในกลุ่มของ WSC (Water soluble carbon) และ HWSC (Hot water soluble carbon) และอาจพบฮิวมิก (Humic) และฟุลวิก (Fulvic acids) โปรตีน กรดอินทรีย์ และคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ LSCF เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายแล้วจะมีผลต่อปริมาณ SOC (Gmach *et al.*, 2020) และปริมาณ SOM (Angst *et al.*, 2021) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการใช้ที่ดินปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไยของแปดจังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยต่อปริมาณ SOM, SOC และ LSCF และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง SOM, SOC และ LSCF ในดินเกษตรแบบต่าง ๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดิน วางแผนแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยเก็บตัวอย่างดินทั้ง 8 จังหวัด ได้แก่ น่าน แพร่ พะเยา ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน กำหนดการเก็บรูปแบบกริดให้มีพื้นที่ 10×10 ตารางกิโลเมตร จากนั้นใช้แผนที่การใช้ที่ดิน ได้แก่ การปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย ซ้อนทับแผนที่กลุ่มชุดดิน โดยเลือกสามอันดับแรกที่มีพื้นที่มากที่สุด ทำการกำหนดตำแหน่ง (ละติจูดและลองจิจูด) เพื่อเก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร (ประกอบด้วยจำนวน 3-5 ตัวอย่างย่อย) โดยกำหนดให้ห่างจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ประมาณ 1-3 เมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินย่อยดังกล่าวมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่างดิน (ตัวอย่างรวมต่อ 1 กริด) ซึ่งดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนธันวาคม 2561 ถึงมีนาคม 2562 สำหรับการจัดการดินและเศษซากพืชของข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไยในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจากการสัมภาษณ์เกษตรกรและข้อมูลทุติยภูมิแหล่งต่าง ๆ โดยการปลูกข้าวส่วนใหญ่มีปลูกสองครั้ง คือช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ไม่มีการเผาซากตอซังและไม่มีการนำออกไปเพื่อกิจกรรมอื่น แต่จะไถกลบตอซังและฟางข้าวลงดิน สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้นจะปลูกสองครั้งต่อปีเช่นกัน มีการไถเศษต้นและเปลือกข้าวโพด มีการใส่ปุ๋ยเคมีปุ๋ยอินทรีย์ และมีการใส่ผสม และดินลำไยมีการทิ้งเศษใบ กิ่ง และต้นไว้ในพื้นที่และไม่มีการนำออกไปจากแปลงปลูก รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี แบ่งได้ 3 กลุ่มตามพื้นที่จังหวัด (Table 1)

Table 1 The pattern of soil and crop residue management of soil samples

Location	Plant	Soil preparation		Fertilizer Applications			Burning stubble		Stubble management	
		Tillage	No-tillage	Chemical fertilizer	Organic fertilizer	Mixed Chemical and Organic fertilizers	Burn	Not burn	Removed from field	Incorporated In soil
Chiang Rai, Nan, Phayao, Phrae, Mae Hong Son, Lamphun	rice	/				/		/		/
	Maize	/				/		/		/
	Longan		/			/		/		/
Chiang Mai	rice	/		/	/			/		/
	Maize	/		/				/		/
	Longan		/			/		/		/
Lampang	rice	/		/	/			/		/
	Maize	/		/				/		/
	Longan		/			/		/		/

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และส่วนต่าง ๆ ของคาร์บอนในดิน: วิเคราะห์ LSCF ของตัวอย่างดิน Permanganate-Oxidizable Carbon 0.02 M และ 0.03 M (POXC 0.02 M และ POXC 0.03 M) (ดัดแปลงจาก Weil *et al.*, 2003), Water Soluble Carbon (WSC) และ Hot Water Soluble Carbon (HWSC) (Ghani *et al.*, 2003), Carbon in Large Particle Size Fraction (C-LPSF) และ Carbon in Fine Particle Size Fraction (C-FPSF) (Nelson and Sommers, 1982), Soil Organic Carbon (SOC) (Nelson and Sommers, 1982) และ Soil Organic Matter (SOM) (Walkley and Black, 1934)

การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ Analysis of Variances (ANOVA) ของข้อมูลตามแผนการ

ทดลอง Two ways ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกรณีผลของรูปแบบการปลูกและพื้นที่ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผลของระบบการปลูกพืชต่อเปอร์เซ็นต์ของ LSCF/SOC ด้วยวิธี One way ANOVA ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง LSCF ต่าง ๆ ต่อปริมาณ SOM และ SOC โดยใช้การวิเคราะห์ Principle Component Analysis โดยใช้โปรแกรม SPSS version 26

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของรูปแบบการปลูกพืชต่อปริมาณ SOM, SOC และ LSCF: จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า

ดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณเฉลี่ยของ SOM, SOC, POXC0.02, HWSC สูงสุดเท่ากับ 2.46 เปอร์เซ็นต์, 1.59 เปอร์เซ็นต์, 686.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, 1069.30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม, 51.68 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบดินที่ปลูกข้าวและลำไย WSC, C-FPSF และ C-LPSF ของดินลำไยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.65, 186.64 และ 344.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

(Table 2) ในขณะที่ดินปลูกข้าวพบว่า SOM และ SOC ต่ำสุด และเมื่อพิจารณาสัดส่วนของ LSFC/SOC (เปอร์เซ็นต์ SOC) พบว่าดินลำไยมีสัดส่วนของ WSC, HWSC, C-LPSF, C-FPSF สูงสุด ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบดินข้าวและดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อาจจะสามารถกล่าวได้ว่าดินลำไยมี LSFC/SOC (13.3980-17.8140 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าดินข้าวและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Table 3)

Table 2 The mean of SOM, SOC, and SCF contents from Paddy, Maize, and Longan soil

Land use		SOM	SOC	POXC 0.02M	POXC 0.03M	WSC	HWSC	C-LPSF	C-FPSF
		%		(mg kg ⁻¹)					
Paddy soil	n=1014	2.33 b	1.34 b	639.44 b	966.10 b	30.47 b	44.21 b	131.04 b	235.77 c
	Max	4.93	2.99	951.79	1761.43	127.14	138.06	1179.36	1263.99
	Min	0.07	0.09	0.62	54.78	3.90	5.46	1.30	10.14
Longan	n=459	2.27 b	1.57 a	636.02 b	1064.40 a	37.65 a	49.27 a	186.64 a	344.40 a
	Max	5.24	3.25	971.27	2022.61	111.54	122.46	927.68	1037.40
	Min	0.07	0.09	53.04	53.48	3.90	7.80	8.19	22.36
Maize	n=1015	2.46 a	1.59 a	686.20 a	1069.30 a	37.13 a	51.68 a	180.09 a	286.94 b
	Max	5.54	5.33	990.22	2080.86	134.94	130.26	1465.75	1456.78
	Min	0.07	0.09	77.56	19.64	2.34	5.46	2.99	19.63

Remarks: The difference of lower-case letter within a column is land use which means the treatments differ significantly ($P<0.05$)

พื้นที่การปลูกพืชของจังหวัดต่าง ๆ ต่อปริมาณ SOM, SOC และ LSCF: เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ SOM ของดินปลูกพืชทั้งสามชนิดของจังหวัดภาคเหนือตอนบนอยู่ในช่วง 1.84-3.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่า SOM สูงสุดคือจังหวัดลำพูน ($P<0.05$) สำหรับปริมาณ SOC พบว่าจังหวัดเชียงรายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ ($P<0.05$) และสำหรับ LSCF พบว่าจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณของ POXC 0.02, WSC,

HWSC และ C-FPSF สูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 756.58, 73.07, 81.79 และ 449.93 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนของปริมาณ POXC 0.03 M พบว่าจังหวัดแพร่มีปริมาณสูงสุด ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น และ C-LPSF ของจังหวัดลำปาง (250.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และมีปริมาณสูงสุด ขณะที่จังหวัดพะเยามีปริมาณต่ำสุด (87.91 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (Table 4)

Table 3 The proportion of percentage of LSCF by total organic carbon (SOC) from three types of land uses

% of SOC	Paddy soil (n=1014)	Longan (n=459)	Maize (n=1015)
POXC 0.02	5.4312 A	4.7642 B	5.0244 AB
POXC 0.03	8.7046 A	7.8156 B	7.9207 B
WSC	0.2591 B	0.3473 A	0.2895 B
HWSC	0.3851 A	0.4499 A	0.3892 A
CLPSF	1.1868 B	1.6070 A	1.1868 B
CFPSF	2.2011 B	3.1781 A	2.3474 B
LSCF 0.02	9.4721 B	17.8140 A	9.4012 B
LSCF 0.03	12.7360 A	13.3980 A	12.298 A

Remarks: The differences of upper-case letter within a row that means differ significantly in land use ($P < 0.05$); LSCF 0.02 calculated by POXC fraction, and LSCF 0.03 calculated by POXC 0.03

Table 4 The content of SOM, SOC, and LSCF from each province from upper northern Thailand

Treatment		SOM	SOC	POXC 0.02M	POXC 0.03M	WSC	HWSC	C-LPSF	C-FPSF
		%		(mg kg ⁻¹)					
LP	n=339	2.05 DE	1.78 B	682.01 B	191.20 F	22.65 E	41.70 E	222.43 B	229.90 CD
	Max	4.17	5.33	990.22	588.4	81.9	97.5	1184.56	898.56
	Min	0.09	0.39	317.53	19.64	3.9	11.7	3.51	22.75
PH	n=228	3.26 A	1.71 B	663.19 BCD	1369.40 A	34.42 B	48.03 D	145.53 D	149.89 E
	Max	5.54	3.77	917.98	2080.86	62.4	124.8	797.94	923
	Min	1.17	0.39	329.15	534.04	7.8	15.6	3.38	21.19
NN	n=234	1.96 EF	1.31 CD	637.21 CD	1040.30 D	24.59 DE	57.97 C	139.12 D	262.28 C
	Max	3.43	2.6	952.94	1742.08	52.26	119.34	841.23	1163.76
	Min	0.07	0.26	121.2	197.84	5.46	10.14	3.77	19.63
PY	n=198	2.12 D	1.32 CD	594.43 E	1150.50 C	33.44 B	74.89 B	87.91 E	209.92 D
	Max	3.65	2.56	971.27	1725.43	70.2	109.2	406.38	825.37
	Min	0.29	0.09	17.24	263.89	7.8	15.6	1.95	30.68
LN	n=201	1.84 F	1.24 D	570.00 E	952.80 E	31.54 BC	25.81 H	250.35 A	389.79 B
	Max	3.65	2.38	932.16	1700.18	60.06	46.8	663.78	1263.99
	Min	0.07	0.17	0.62	492.17	5.46	7.8	12.74	43.68
CR	n=513	2.43 C	1.89 A	629.07 D	1149.00 C	25.51 D	31.55 G	107.41 E	255.22 C
	Max	3.52	2.38	932.16	1700.18	60.06	46.8	663.78	1263.99
	Min	0.38	0.17	1.56	177.72	0	5.46	1.3	36.92

Table 4 The content of SOM, SOC, and LSCF from each province from upper northern Thailand (Cont.)

Treatment		SOM	SOC	POXC 0.02M	POXC 0.03M	WSC	HWSC	C-LPSF	C-FPSF
		%			(mg kg ⁻¹)				
MS	n=468	2.69 B	1.07 E	668.70 BC	1148.20 C	30.27 C	38.95 F	186.55 C	248.49 C
	Max	4.93	2.1	927.95	1721.53	78	101.4	1465.75	979.55
	Min	0.45	0.1	138.26	183.25	0	7.8	5.07	10.14
CM	n=354	2.34 C	1.36 C	756.58 A	1223.40 B	73.07 A	81.79 A	159.95 D	449.93 A
	Max	4.19	2.43	911.58	1764.49	134.94	138.06	652.6	1456.78
	Min	0.16	0.1	138.26	183.25	0	7.8	5.07	10.14
% C.V.		31.81	33.72	29.60	29.60	42.49	36.81	89.15	69.67

Remarks: The difference of upper-case letters within a column means a difference significantly in location ($P < 0.05$)

LP=Lampang, PH=Phrae, NN=Nan, PY=Payao, LN=Lamphun, CR=Chiang Rai, MS=Mae Hong Son and CM=Chiang Mai

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ (จังหวัด) กับ

รูปแบบการปลูกพืช: จากผลวิเคราะห์ปริมาณ SOM, SOC และ LSCF ทั้ง 8 จังหวัด พบว่าการปลูกลำไยในจังหวัดแพร่มีปริมาณ SOM, SOC, POXC 0.03 และ WSC สูงสุด เท่ากับ 3.67 เปอร์เซ็นต์, 2.28 เปอร์เซ็นต์, 1879.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 45.50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ในส่วนของ POXC 0.02 และ HWSC การปลูกข้าว ในจังหวัดเชียงใหม่ (781.27 และ 82.593 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่งสูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ ในขณะที่เดียวกันปริมาณ C-LPSF ของรูปแบบการปลูกลำไยในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และ C-FPSF ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 328.68 และ 332.53 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามผลของปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างพื้นที่จังหวัดและรูปแบบการปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ข้อมูลไม่ได้นำเสนอ)

ความสัมพันธ์ระหว่าง LSCF ต่อปริมาณ

SOM และ SOC ในดิน: จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ PCA พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ SOC และ LSCF มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณ SOM โดยดินปลูกข้าวและลำไยพบว่า ปริมาณ HWSC และ WSC สัมพันธ์กับปริมาณ SOM เท่ากับ 26 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1 a, c) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง SOC, POXC 0.02 และ POXC 0.03 กับ SOM ในดินปลูกข้าวและลำไยเท่ากับ 20 และ 23 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1 c) ตามลำดับ และ C-LPSF และ C-FPSF มีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOM ในดินปลูกข้าวและลำไยเท่ากับ 19 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า POXC 0.03, C-FPSF, HWSC และ WSC มีความสัมพันธ์ต่อ SOM เท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ SOC และ POXC 0.02 เท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ ส่วน C-LPSF มีความสัมพันธ์กับ SOM เท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1 a, c)

ในดินปลูกข้าว LSCF ในส่วน WSC และ HWSC (30 เปอร์เซ็นต์), POXC 0.02 และ POXC 0.03 (22 เปอร์เซ็นต์) และ C-LPSF และ C-FPSF (20 เปอร์เซ็นต์) (Figure 1 b) สำหรับของความสัมพันธ์ระหว่าง LSCF ที่มีความสัมพันธ์กับ SOC พบว่าดินปลูกกล้วยและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Figure

1 d, f) พบว่า HWSC, WSC, POXC 0.02 และ POXC 0.03 มีความสัมพันธ์ SOC (39 และ 39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และพบว่า C-LPSF และ C-FPSF มีความสัมพันธ์กับ SOC (25 และ 25 เปอร์เซ็นต์)

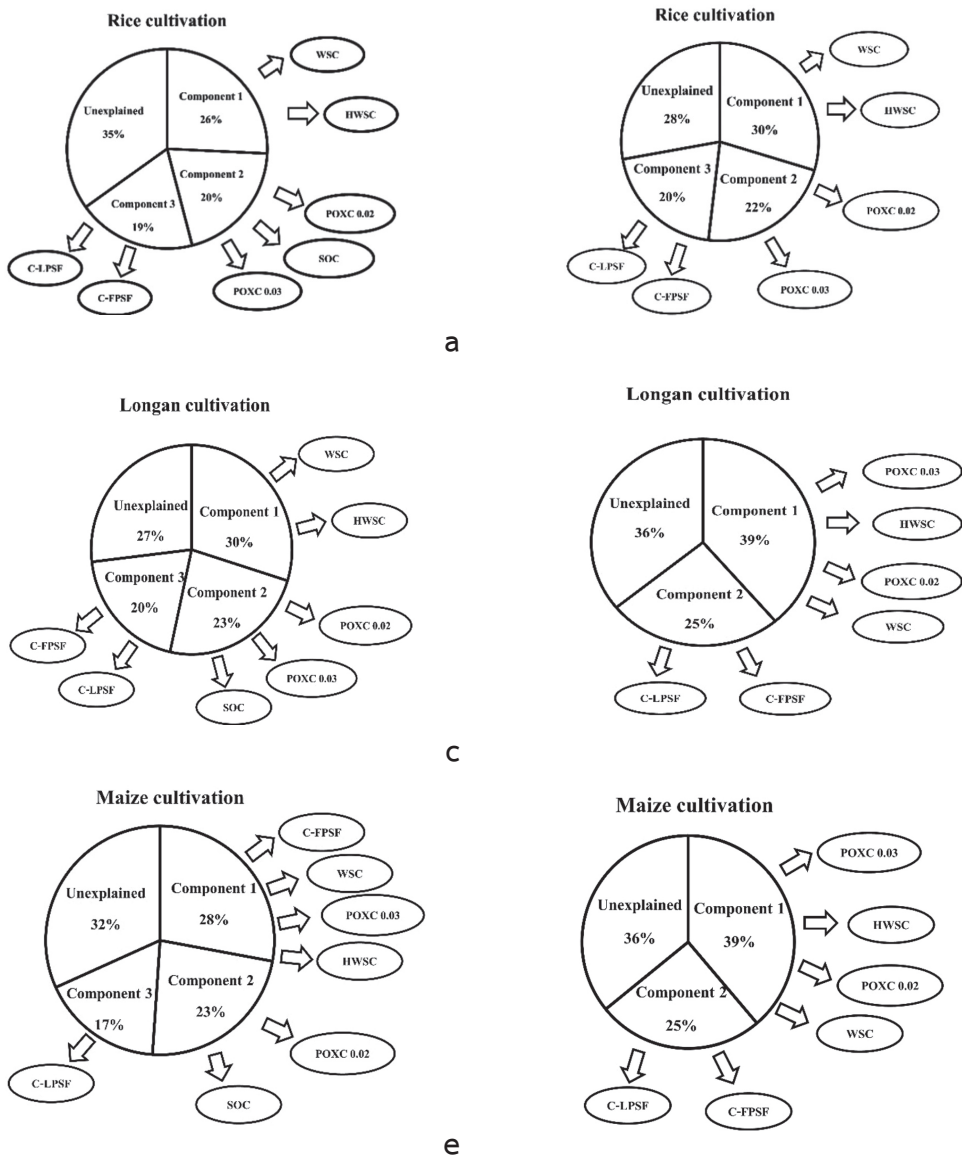


Figure 1 The principal component analysis (PCA) of relations between SOM, SOC, and LSCF from agricultural soils (1-a (rice), 1-c (longan), 1-e (maize)=SOM; 1-b (rice), 1-d (longan), 1-f (maize)=SOC)

จะเห็นได้ว่า LSCF นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOC และ SOM ซึ่งจะแตกต่างกันตามรูปแบบของการปลูกพืชแต่ละชนิด และอาจมีความสัมพันธ์กับการจัดการดิน พืช และปุ๋ย ตลอดจนสมบัติของดินชีวปัจจัยของพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชนั้น ๆ ด้วย

รูปแบบการปลูกพืชต่อปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนที่ย่อยสลายง่ายและปริมาณคาร์บอนอินทรีย์: ปริมาณ SOC ในดินในแต่ละระบบการปลูกพืชขึ้นเกิดจากความสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนระหว่างปริมาณและชนิดของสารอินทรีย์ที่เข้าไป (Input) กระบวนการที่ทำให้เกิดการเสถียรอยู่ในดิน และกระบวนการสูญหายไปจากดิน ผลการศึกษาที่ตั้งได้กล่าวข้างต้นว่า ปริมาณ SOM, SOC, LSCF และ LSCF/SOC ในดินปลูกข้าวต่ำกว่าดินลำไย ($P < 0.05$) และสำหรับดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณของ LSCF สูงและสอดคล้องกับปริมาณ SOM ด้วย จากการศึกษานี้อาจจะกล่าวได้ว่า ปริมาณของเศษซากอินทรีย์ในส่วนเหนือดินและใต้ดิน มีบทบาทสำคัญต่อปริมาณ SOC ของดินชั้นบน ซึ่งรายงานของ Vos *et al.* (2019) โดยรายงานว่าปริมาณ SOC ในบริเวณดินชั้นบนจำนวนสูงกว่า 2,500 ตัวอย่างดินที่เก็บมาจากพื้นที่ทำการเกษตร และยังมีรายงานว่าปริมาณ SOC ในดินนั้นเป็นผลจากรูปแบบการปลูกพืชอีกด้วย นอกจากนี้ ประวัติการใช้ที่ดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว และค่าการนำไฟฟ้าของดิน ที่มีผลต่อปริมาณ SOC เช่นกัน (Vos *et al.*, 2019) ในขณะที่ชั้นส่วนรากพืชมีบทบาทสำคัญต่อ SOC ในดินชั้นล่าง (Qin *et al.*, 2021) จากการจัดการดินของระบบการปลูกพืชแต่ละประเภทนั้น (Table 1) อาจจะกล่าวได้ว่าระบบการปลูกลำไยมีปริมาณการเข้าของสารอินทรีย์ที่สูงกว่าดินปลูกข้าวและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในขณะที่การไถพรวนมีระดับความรุนแรงที่ต่ำกว่าข้าวและข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ บทบาทของ LSCF ต่อการสร้างและย่อยสลาย SOM ที่ปลูกพืชต่าง ๆ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าดินปลูกข้าวมีการไถพรวนดิน แต่ไม่มีการนำเศษซากต่อซังออกจากพื้นที่และไม่มีการเผา (Table 1) อาจมีการย่อยสลายของ SOC ที่สูงกว่าดินปลูกลำไยและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพราะดินมีสภาพที่ขาด N เมื่อมีการไถกลบเศษซากต่อซังข้าวจึงทำให้จุลินทรีย์ต้องการใช้ N จึงเร่งไปใช้ N จาก SOM ซึ่งการไถกลบเศษขึ้นส่วนพืชไม่ว่าจะเป็นส่วนต้นหรือรากสามารถกระตุ้นการสลายตัวของ SOM ได้ (Kuziyakov and Domanski, 2000) เพราะปริมาณคาร์บอนที่เข้าไปในระบบดินทำให้จุลินทรีย์ต้องการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มขึ้นโดยเข้าไปย่อยสลายจาก SOM ในดิน (หรือที่เรียกว่า Positive Prime Effect) ซึ่งทำให้ปริมาณ SOM ลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากดินปลูกข้าวที่มีปริมาณสัดส่วน LSCF/SOC (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณ SOM ต่ำด้วย เนื่องจาก LSCF ไปกระตุ้นหรือเร่งจุลินทรีย์ดินย่อยสลาย SOM ในดิน รวมทั้งส่วนรากข้าวที่นั่นชักนำให้การย่อยสลาย SOM ได้ด้วย (Shahbaz *et al.*, 2018) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานว่าดินปลูกข้าวมีศักยภาพการปล่อยก๊าซ CO₂ เฉลี่ยสูงกว่าดินปลูกลำไยและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ศุภธิดา และคณะ, 2562ข) อาจส่งผลให้มีการสูญเสีย SOM จากดินปลูกข้าวนั่นเอง จึงพบว่าปริมาณ SOM และ SOC ต่ำในดินปลูกข้าว นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Phosphorus) สามารถทำให้ WSC และ HWSC ในสารละลายดินเพิ่มขึ้นและทำให้การย่อยสลาย SOM เพิ่มขึ้น (Spohn *et al.*, 2022) แต่อย่างไรก็ตาม การสร้าง SOC ก็เป็นผลมาจากการจัดการเศษซากพืชของการปลูกข้าว เช่น การทิ้งเศษซากต่อซังและฟางข้าวแล้วไถกลบในแปลง รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์

สามารถเป็นแหล่งของ SOM ได้เช่นกัน ในขณะที่ การใส่ปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่ม SOC โดยจากการเพิ่มมวลชีวภาพของส่วนต่อซังและฟางข้าวทำให้ได้เศษซากพืชเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถเป็นแหล่งของ SOC ได้ รวมทั้งสภาพการซังน้ำเป็นสาเหตุสำคัญทำให้มีการสะสม SOC มีสูงกว่าดินปลูกพืชอื่น (Qin *et al.*, 2021) สำหรับดินปลูกลำไยนั้นพบว่ามีส่วนเปอร์เซ็นต์ของ LSCF/SOC สูงสุด และปริมาณ SOM สูงเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าการจัดการทิ้งเศษซากพืชในพื้นที่แปลงลำไยมีผลต่อปริมาณ LSCF ดังกล่าว เนื่องจากปริมาณของชิ้นส่วนอินทรีย์ที่มีปริมาณมากโดยไม่มีการนำออกจากแปลงลำไย การจัดการเศษเหลือทางการเกษตรในดินปลูกลำไย โดยการใส่ซากต้นและรากชำต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน จัดว่าเป็นการส่งเสริมการสร้างของ SOC โดยกระบวนการย่อยสลายของ SOC อาจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะวันที่ 0-7 ภายหลังจากใส่อินทรีย์เข้าไปในดิน หรือเรียกว่า “triggering” effect” แต่หลังจากวันที่ 7 เป็นต้นไปการย่อยสลายจะลดลง ซึ่งสารอินทรีย์ที่เติมเข้าไปนั้นไปเพียงการกระตุ้นกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ดินเท่านั้น หรือเป็นการตอบสนองต่อปริมาณสารอินทรีย์ ในปริมาณที่เพียงเล็กน้อยหรือปริมาณสูงซึ่งอาจจะใช้เวลาเป็นชั่วโมงถึงหลายวัน โดยจากการศึกษา ด้วยวิธีการ Mass Balance ซึ่งใช้เทคนิคไอโซโทป ^{14}C พบว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของ ^{14}C ที่ใส่ลงให้กับดินชนิดต่าง ๆ พบว่าภายหลังจากใส่ไป 60 วัน ^{14}C ที่ถูกใส่เข้าไปใหม่ไม่สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ โดยเรียกสารอินทรีย์กลุ่มนี้ว่า Microbial residues mass ถึงแม้ว่าจะมีการเติมซูโครส (Sucrose) และ เซลลูโลส (Cellulose) ซ้ำไปอีกก็ไม่ได้ทำให้การย่อยสลายของ ^{14}C เพิ่มขึ้น (Aumtong *et al.*, 2011) ซึ่ง Mass residues ดังกล่าวนี้นำไปสร้าง

เป็น SOM ต่อไป การรบกวนดินไม่มากเพราะไม่มีการไถพรวนและไม่มีการเผา รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี อีกทั้งลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีเศษชิ้นส่วนพืชที่มีผลต่อการย่อยสลายที่เกิดขึ้นช้าเมื่อเปรียบเทียบกับดินปลูกข้าวและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยชิ้นส่วนใบลำไยและรากลำไยมีสารในกลุ่ม acid-insoluble fraction, ลิกนิน แทนนิน หรือซูเบอร์ลิน เป็นต้น (Bertrand *et al.*, 2006) ซึ่งจุลินทรีย์ดินไม่ชอบสารเหล่านี้ เนื่องจากมีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อนจึงทำให้เกิดปรากฏสภาพ Negative Priming Effect (negative PE) โดยจุลินทรีย์สามารถสร้างเอนไซม์มาย่อย SOC ได้ โดยเกิดเกิดขึ้นเพียงระยะเวลานั้น ๆ ทำให้จุลินทรีย์เปลี่ยนรูปแบบการเติบโตจากเร็วมาเป็นช้าและเปลี่ยนใช้ SOC แทน จึงมีอัตราการย่อยสลาย SOM ลดลง แต่อาจจะเกิดขึ้นเพียงระยะเวลานั้น ๆ ภายหลังจากใส่เศษซากพืช (Blagodatsky *et al.*, 2010) ซึ่งอาจสะท้อนถึงความชอบของจุลินทรีย์ที่มีต่อซากอินทรีย์ด้วย ซึ่งการศึกษานี้จะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์ของ LSCF/SOC สูงในดินปลูกลำไย นอกจากนี้การเกิดปรากฏการณ์ Negative Priming Effect อาจเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ปริมาณธาตุอาหารมีเพียงพอจึงทำให้จุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลาย SOC ลดลง (Liu *et al.*, 2018) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ปริมาณ SOM และ SOC ในดินปลูกลำไยและดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีปริมาณสูงกว่าดินปลูกข้าว จากผลการศึกษานี้กล่าวได้ว่า ปริมาณ SOM, SOC, LSCF และ LSCF/SOC ในดินปลูกข้าวต่ำกว่าดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลำไย อาจเป็นอัตราการย่อยสลายมีสูงอัตราการสร้าง SOM นั่นเอง สำหรับดินข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีปริมาณของ LSCF สูง และ

สอดคล้องกับปริมาณ SOM สูงด้วย อาจเนื่องจากการมีการไถกลบเศษซากพืช รวมทั้งมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณ N สูง ทำให้การย่อยสลายของ SOM ลดลงด้วย โดยเป็นผลมาจากการไถพรวนดิน การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ การจัดการเศษเหลือทางเกษตร ที่มีผลต่อการย่อยสลายและการสร้าง SOC โดยเป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนของ LSCF จากการศึกษาครั้งนี้โดยการวิเคราะห์ข้อมูล PCA พบว่า POXC 0.02 และ POXC 0.03 มีศักยภาพที่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพดินได้ใกล้เคียงกับ SOM (ศุภธิดา และคณะ, 2562g; Aumtong *et al.*, 2009) สำหรับข้อมูลของสัดส่วนของ LSCF/SOC ที่สูงในดินปลูกลำไยและปริมาณธาตุอาหารที่สูง เช่น N, P, K, Ca, Mg ซึ่งอาจให้เห็นถึงการส่งเสริมการสร้าง SOM จากปรากฏการณ์ Negative Priming effects (Liu *et al.*, 2018) และกลไกการดูดยึด LSCF เช่น WSC และ HWSC ไว้บนแร่ดินเหนียว เป็นการลดการถูกย่อยสลายและเสริมสร้าง SOM ในดินเมื่อเวลาผ่านไป

ผลของจังหวัดต่อการเกิดและการย่อยสลาย

SOM ในดิน: การพิจารณาในเรื่องนี้จะมีปัจจัยต่าง ๆ ประกอบ เช่น ภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ กระบวนการกำเนิดของดินในพื้นที่นั้น ความสูงของพื้นที่ ตลอดจนความลึกของดิน ซึ่งเป็นสภาพที่พบในงานวิจัยในเชิงพื้นที่ การศึกษานี้ได้ประเมินผลของพื้นที่ (จังหวัด) ซึ่งมีชนิดดิน (กลุ่มชุดดินหรืออันดับดิน) ที่มีความหลากหลาย ซึ่งชนิดดินมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้าง (Formation) การเก็บรักษา และการย่อยสลายของ SOM ในดินแต่ละชนิดแตกต่างกัน (Kogel-Knabner and Amelung, 2021) สำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก (Plot scale) อาจมีความแตกต่างชนิดดิน เนื้อดิน และสภาพพื้นที่

อาจไม่มาก ซึ่งความแตกต่างของกลุ่มชุดดินหลักที่พบมีอย่างน้อยแตกต่างกันไปตามขนาดพื้นที่ (Bekele *et al.*, 2013; Gessesse *et al.*, 2020) เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ขนาดใหญ่ การศึกษาครั้งนี้ชนิดดินที่พบในพื้นที่ศึกษาเป็นกลุ่มดิน Ultisol, Entisol และ Alfisol เป็นส่วนใหญ่ และกระจายในพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิด สำหรับอันดับดิน Ultisol สามารถพบแร่ดินเหนียวหรือคอลลอยด์ดินชนิดต่าง ๆ เช่น Fe-oxides, Kaolinitic และ Gibbsite ซึ่งเป็นคอลลอยด์ดินที่มีความสามารถในการดูดซับ SOC ค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีพื้นที่ผิวไม่สูง (Kogel-Knabner and Amelung, 2021) นอกจากนี้ รายงานว่า hydroxypoly cations ของ Fe^{3+} และ Al^{3+} เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเก็บรักษา SOC ไว้กับเนื้อผิวแร่ (Mineral matrix) ของอินทรีย์สารเหล่านี้ รวมทั้งสารเซสควิออกไซด์ ซึ่งมี Al และ Fe เป็นส่วนหนึ่งของการจับยึด SOC ซึ่งอาจทำให้ SOC เหล่านี้อยู่ในดินได้ยาวนานเป็นพันปี (Kogel-Knabner and Amelung, 2021) ถือว่าเป็นการชะลอการปล่อยก๊าซ CO_2 ออกมาจากดินด้วย นอกจากนี้ บทบาทของปริมาณอนุภาค silt และ clay ต่อปริมาณ SOC โดยเนื้อดินละเอียดจะใช้เวลาการย่อยสลาย SOC ที่ยาวนานกว่าดินเนื้อหยาบ เนื่องจาก silt และ clay มีการดูดซับของ LSCF เช่น WSC และ HWSC ไว้ที่พื้นผิวของอนุภาคดังกล่าวซึ่งจุลินทรีย์ใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ยาก ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยสลาย LSCF ลดลง (Kalbitz *et al.*, 2003) รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ถูกดูดซับไว้บนพื้นผิวของแร่ดินเหนียวอาจเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีโมเลกุลขนาดใหญ่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของโมเลกุล (Conformational changes) เช่น การที่โมเลกุลของกรดอะมิโนมีการแทรกในโครงข่ายของอนุภาคดินเหนียวซึ่งทำให้การ

ย่อยสลายลดลง นอกจากนี้ ค่า CEC มีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณอนุภาค Clay หมู่ acidic functional group (COO⁻) ของพวกแอนไอออนอินทรีย์ (Organic anions) ซึ่งเป็นตำแหน่งประจุลบบนพื้นที่ผิวแร่ดินเหนียวและเป็นตำแหน่งที่ใช้ในการดูดซับพวก polyvalent cations สำหรับดินปลูกข้าวที่มีปริมาณ SOM และ SOC ที่ต่ำสาเหตุอาจจะเป็นไปได้ว่าเกิดจากการที่ปริมาณ SOC ถูกชะลงสู่ดินชั้นล่างโดยน้ำชลประทานและน้ำฝนของแต่ละพื้นที่ในอุทกวิทยาดิน (Soil hydrology) ของดินปลูกข้าว ซึ่งประเด็นนี้จะเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่และความลึกของดินด้วย (Qin *et al.*, 2021) อาจจะได้กล่าวได้ว่าการประยุกต์ใช้เพื่อประเมินคุณภาพดินและการเก็บรักษาคาร์บอนในดิน โดยเฉพาะการศึกษารุ่นนี้ ข้อมูลในเชิงพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญจำเป็นต้องพิจารณาขนาดของพื้นที่ศึกษาเพราะมีความสัมพันธ์กับชีวปัจจัย (Abiotic factor) ต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณ SOM และ SOC เช่น ชนิดดิน ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว สภาพอากาศ ธรณีสัณฐานวิทยา สภาพพื้นที่ ตลอดจนสมบัติของดินต่าง ๆ โดยจำเป็นต้องพิจารณาไปพร้อมกับการจัดการดิน ซึ่งมีผลต่อการสร้างและย่อยสลาย SOC ซึ่งในการศึกษาพลวัตของคาร์บอนในดินมีสิ่งที่ควบคุมหลายประการซึ่งเป็นการยากในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ SOM, SOC และ LSCF ที่จะอธิบายเพียงปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะการศึกษาในระดับเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ที่จะมีปัจจัยดังนั้นขนาดพื้นที่ (Scale issue) ควรนำไปพิจารณาในการคาดการณ์ (Modeling) สำหรับการเก็บรักษาคาร์บอน (Delgado-Baguerzo *et al.*, 2018) สำหรับบทบาทของปริมาณ LSCF นั้น จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อ SOM และ

SOC อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นอัตราเร็วการย่อยสลายที่เร็วและมีการตอบสนองที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เช่น ระบบการปลูก อุณหภูมิ ความชื้น การจัดการดิน การจัดการปุ๋ย เป็นต้น (McLauchlan and Hobbie, 2004) ดังนั้นความเข้าใจปริมาณ SOM, SOC และ LSCF ใช้เป็นดัชนีประเมินคุณภาพดินโดยเฉพาะการจัดการดินต่าง ๆ ทางเกษตร และบทบาทของ SOM, SOC และ LSCF ต่อเก็บรักษาคาร์บอนในดินซึ่งสามารถใช้เป็นพิจารณาเป็นแนวทางในการเก็บรักษาคาร์บอนไว้ในดินเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดินภาคเกษตรสู่บรรยากาศ

สรุปผลการวิจัย

ผลของการใช้ที่ดินทางเกษตรภายใต้ดินปลูกพืชสามรูปแบบ ได้แก่ ข้าว ข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไย ในพื้นที่แปดจังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยต่อปริมาณ SOM, SOC และ LSCF พบว่า การปลูกพืชทั้งสามรูปแบบนี้ ลำไยและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลต่อปริมาณ SOM, SOC และ SCF สูงกว่าดินปลูกข้าว ในขณะที่ผลของพื้นที่พบว่า ปริมาณเฉลี่ยสูงสุด SOM คือจังหวัดลำพูน แต่จังหวัดเชียงรายปริมาณของ SOC ค่าเฉลี่ยสูงสุดและส่วนของ LSCF พบว่าจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณเฉลี่ยของ POXC 0.02, WSC, HWSC และ C-FPSF สูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง SOM, SOC และ LSCF พบว่า SOC, POXC 0.02, POXC 0.03, WSC และ HWSC มีความสัมพันธ์ต่อ SOM ในดินปลูกลำไยและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งสูงกว่าดินปลูกข้าว แต่ C-LPSF และ C-FPSF มีความสัมพันธ์กับ SOM และ SOC รองลงมา การพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ SOM, SOC และ LSCF โดยจำเป็นต้องพิจารณาการจัดการดิน

เช่น ชนิดพืช การไถกลบเศษซากพืช และ/หรือ การใส่ปุ๋ย เป็นต้น ร่วมกับข้อมูลจากพื้นที่เพราะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดและการย่อยสลายของปริมาณ SOM, SOC และ LSCF เช่น ชนิดดิน ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว สภาพอากาศของแต่ละพื้นที่ ธรณีสัณฐานวิทยา สภาพพื้นที่ ตลอดจนสมบัติของดินต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

ศุภธิดา อ่ำทอง และปวีณ์นุช ปวงวงศ์คำ. 2561. ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่าง ๆ และการเก็บสะสมภายใต้ดินปลูกข้าว. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 34(2):1-13.

ศุภธิดา อ่ำทอง ทวี ชัยพิมลผลิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. 2562. ความสัมพันธ์ของคาร์บอนอินทรีย์โดยเพอร์แมนังกาเนตออกซิไดร์เซเบิลกับอินทรีย์วัตถุเพื่อเป็นดัชนีคุณภาพของดินไร่และดินปลูกข้าว. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(1): 1-10.

ศุภธิดา อ่ำทอง ทวี ชัยพิมลผลิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. 2562. ศักยภาพการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนจากดินทำการเกษตรของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. E-Proceeding ในการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. น. 392-403.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. พื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพด และลำไยของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล <https://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0>

<http://www.ndoae.doe.go.th/zoning/data/2017/files/pdf4.pdf> (25 สิงหาคม 2564).

สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. 2529. ข้อมูลพื้นฐานของภาคเหนือตอนบน. แหล่งข้อมูล <http://www.ndoae.doe.go.th/zoning/data/2017/files/pdf4.pdf> (25 สิงหาคม 2564).

Angst, G., K.E. Mueller, K.G.J. Nierop and M.J. Simpson. 2021. Plant-or microbial-derived? A review on The molecular composition of stabilized soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry* (156): 108-189.

Aumtong, S., J. Magid, S. Bruun and A. Neergaard. 2009. Relating soil carbon fractions to land use in sloping uplands in northern Thailand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (131): 229-239.

Aumtong, S., A. Neergaard and J. Magid. 2011. Formation and remobilization of soil microbial residue. Effect of clay content and repeated additions of cellulose and sucrose. *Biology and Fertility of Soils* (47): 863-874.

Bekele, A., L. Kellman and H. Beltrami. 2013. Plot level spatial variability of soil organic carbon, nitrogen, and their stable isotopic compositions in temperate managed forest soils of Atlantic Canada. *Soil Science Journal* (178): 400-416.

- Bertrand, I., B. Chabbert, B. Kurek and S. Recous. 2006. Can the Biochemical Features and Histology of Wheat Residues Explain their Decomposition in Soil?. *Plant and Soil*. (281): 291-307.
- Blagodatsky, S., E. Blagodatskaya, T. Yuyukina and Y. Kuzyakov. 2010. Model of apparent and real priming effects: linking microbial activity with soil organic matter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* 42(8): 1275-1283.
- Chambers, L.E., P. Barnard, E.S. Fzanska, A.J. Hobday, M.R. Keatley, N. Allsopp and L.G. Underhill. 2016. Southern Hemisphere biodiversity and global change: Data gaps and strategies. *Austral Ecology* 42(1): 20-30.
- Chen, H., R. Hou, Y. Gong, H. Li, M. Fan, and Y. Kuzyakov. 2009. Effects of 11 years of conservation tillage on soil organic matter fractions in wheat monoculture in Loess Plateau of China. *Soil and Tillage Research* (106): 85-94.
- Delgado-Baquerizo, M., S.B. Karunaratne, P. Trivedi and B.K. Singh. 2018. Climate, geography, and soil abiotic properties as modulators of soil carbon storage. *Soil Carbon Storage. Modulators, Mechanisms and Modeling* 137-165.
- Gessesse, T.A., A. Khamzina, G. Gebresamuel and W. Amelung. 2020. Terrestrial carbon stocks following 15 years of integrated watershed management intervention in semi-arid Ethiopia. *CATENA*. (190): 104543.
- Ghani, A., M.M. Dexter and K. Perrott. 2003. Hot-Water Extractable Carbon in Soil: A Sensitive Measurement for Determining Impacts of Fertilization, Grazing and Cultivation. *Soil Biology and Biochemistry* 35(9): 1231-1243.
- Gmach, M.R., M.R. Cherubin, K. Kaiser and C.E.P. Cerri. 2020. Processes that influence dissolved organic matter in the soil: a review. *Scientia Agricola* 77(3).
- Kalbitz, K., J. Schmerwitz, D. Schwesig and E. Matzner. 2003. Biodegradation of soil-derived dissolved organic matter as related to its properties. *Geoderma* (113): 273-291.
- Kara, O. and I. Bolat. 2008. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartin Province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* (32): 281-288.
- Kogel-Knabner, I. and W. Amelung. 2021. Soil organic matter in major pedogenic soil groups. *Geoderma* (384): 114785.
- Kooch, Y., M.A. Mehr and S.M. Hosseini. 2020. The effect of forest degradation intensity on soil function indicators in northern Iran. *Ecology Indicator* (114): 106324.

- Kuzyakov, Y. and G. Domanski. 2000. Carbon Input by Plants into the Soil. Review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* (163): 421-431.
- Lehmann, J. and M. Kleber. 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature* 528(7580): 60-68.
- Liu, Y., H. Zang, T. Ge, J. Bai, S. Lu, P. Zhou, P. Peng, O. Shibistova, Z. Zhu, J. Wu and G. Guggenberger, 2018. Intensive fertilization (N, P, K, Ca, and S) decreases organic matter decomposition in paddy soil. *Applied Soil Ecology* (127): 51-57.
- McLaughlan, K.K. and S.E. Hobbie. 2004. Comparison of Labile Soil Organic Matter Fractionation Techniques. *Soil Science Society of America Journal* (68): 1616-1625.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommer. (1982) Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition*. ASA-SSSA, Madison, 595-579.
- Qin, Z., X. Yang, Z. Song, B. Peng, L.V. Zwieter, C. Yu, S. Wu, M. Mohammad and H. Wang, 2021. Vertical distributions of organic carbon fractions under paddy and forest soils derived from black shales: Implications for potential of long-term carbon storage. *Catena* (198): 105056.
- Rahmati, M., I. Eskandari, M. Kouselou, V. Feiziasl, G.R. Mahdavinia, N. Aliasgharzag and B. McKenzie. 2020. Changes in soil organic carbon fractions and residence time five years after implementing conventional and conservation tillage practices. *Soil & Tillage Research* (200): 104632.
- Rovira, P., J. Romanya` and B. Duguay. 2012. Long-term effects of wildfires on the biochemical quality of soil organic matter: a study on Mediterranean shrublands. *Geoderma* (179-180): 9-19.
- Singh, M., B. Sarkar, S. Sarkar, J. Churchman, N.S. Bolan, S. Mandal, M. Menon, T.J. Purakayastha and D.J. Beerling. 2018. Stabilization of soil organic carbon as influenced by clay mineralogy. *Advanced Agronomy* (148): 33-84.
- Spohn, M., K. Diakov, F. Aburto, S. Doetterl and J. Borovec. 2022. Sorption and desorption of organic matter in soils as affected by phosphate. *Geoderma* (405): 115377.
- Shahbaz, M., A. Nasir and D. Roubaud. 2018. Environmental Degradation in France: The Effects of FDI, Financial Development, and Energy Innovations. *Energy Economics* 74: 843-857.
- Shahbaz, M., H. Shahzad, S. Alam, and N. Apergis. 2018. Globalization, Economic Growth, and Energy Consumption in the BRICS Region: The Importance of

- Asymmetries. *Journal of International Trade & Economic Development* 27(8): 985-1009.
- Vos, C., A. Don, E.U. Hobbey, R. Prietz, A. Heidkamp and A. Freibauer. 2019. Factors controlling the variation in organic carbon stocks in agricultural soils of Germany. *European Journal of Soil Science* (70): 550-564.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Science* 37(1): 29-38.
- Weil, R.R., M.A. Islem, J.J. Stien, J.B. Gruver and S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimate active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture* 18(1): 1-17.

การผลิตและการตลาดของเกษตรกรในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทย ในจังหวัดพัทลุง

Production and Marketing of Farmers in the Beekeeping Farmer Group in Phatthalung Province

เสาวณีย์ เล็กบางพง^{1*} จตุรงค์ พรหมวิจิต² ปลายฟ้า สาครินทร์¹ และ ธนภฤต รัตนบุรี¹
Saowanee Lekbangpong^{1*} Jaturong Promvichit² Plaifa Sakarin¹ and Thanakrit
Rattanaburee¹

¹ หลักสูตรเทคโนโลยีการเกษตรและการพัฒนาชุมชน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขต
พัทลุง จังหวัดพัทลุง 93210

¹ Agricultural Technology and Community Development, Faculty of Technology Community
Development, Thaksin University, Phatthalung Campus, Phatthalung 93210

² สำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง 93000

² Phatthalung Provincial Agriculture Office, Phatthalung 93000

* Corresponding author: Lekbangpong04@gmail.com

(Received: 15 December 2021; Revised: 22 April 2022; Accepted: 7 July 2022)

Abstract

The main objective of this research is to study the production and marketing of farmers in the beekeeping farmer group in Phatthalung Province. Based on a sample of 130 people, data were collected by questionnaire. The results found that the most farmers in the beekeeping farmer group were males with an average age of 54.65 years, and graduated from primary school. Beekeeping was a supplemental income of the farmers. The average of household members was 3.88 people per household with an average of 2 workers per household and with an average area of apiculture of 14.07 rai. There are two types of beekeeping: traditional and an innovative beekeeping. The popular type of honey production was a traditional beekeeping. An average number for honey harvesting of the traditional beekeeping and an innovative beekeeping was 1.46 and 2.63

times per year, respectively. Honey Bee farms were located in rubber plantation area with sufficient food sources. Overall, honey was manually harvested using equipment to protect beekeepers. Products of honey have distributed to customers through the direct farm and online shops. A 750 cubic centimeter bottled honey was distributed for retail price of 500 baht and for wholesale price of 350 baht. A 250 cubic centimeter bottled honey has distributed for retail price of 250 baht and for wholesale price of 230 baht. However, these honey products are not branded. Moreover, the average incomes of the traditional beekeeping and the innovative beekeeping were 11,905.70 and 18,337.50 baht per year, respectively. Therefore, relevant agencies should transfer knowledge of production, marketing, product processing including increasing or creating opportunities for beekeepers to learn and practice skills and has continued to develop marketing.

Keywords: Thai honey bees, production, marketing, beekeeper

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตและการตลาดของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทย ในจังหวัดพัทลุง จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 130 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถาม ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 54.65 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีการเลี้ยงผึ้งเป็นอาชีพเสริม จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.88 คนต่อครัวเรือน แรงงานเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน มีพื้นที่เฉลี่ย 14.07 ไร่ มีการเลี้ยงผึ้ง 2 รูปแบบ คือ การเลี้ยงผึ้งแบบดั้งเดิมและแบบนวัตกรรม มีการเลี้ยงผึ้งแบบดั้งเดิมมากที่สุด จำนวนครั้งในการเก็บผลผลิตต่อปีเฉลี่ย 1.46 ครั้ง และการเลี้ยงแบบนวัตกรรม จำนวนครั้งในการเก็บผลผลิตต่อปีเฉลี่ย 2.63 ครั้ง สถานที่ตั้งเป็นบริเวณสวนยางพารา มีแหล่งอาหารที่เพียงพอ มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำผึ้งด้วยตนเอง ใช้อุปกรณ์ในการป้องกันการจับผึ้ง ผลผลิตน้ำผึ้งจำหน่ายไปยังลูกค้าที่หน้าร้านโดยตรงและแบบออนไลน์ น้ำผึ้งบรรจุขวดขนาด 750 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางจำหน่ายสำหรับขายปลีกราคา 500 บาท และสำหรับขายส่งราคา 350 บาท และน้ำผึ้งบรรจุขวดขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางจำหน่ายสำหรับขายปลีกราคา 250 บาท และสำหรับขายส่งราคา 230 บาท อย่างไรก็ตามผลผลิตน้ำผึ้งนี้ยังไม่มิตราสินค้า นอกจากนี้รายได้จากการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยรูปแบบดั้งเดิมเฉลี่ย 11,905.70 บาทต่อปี และรูปแบบนวัตกรรมเฉลี่ย 18,337.50 บาทต่อปี ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีถ่ายทอดความรู้ด้านการผลิต การตลาด การแปรรูปผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการเพิ่มหรือสร้างโอกาสให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งได้เรียนรู้ ได้ฝึกฝนให้เกิดทักษะ และมีการพัฒนาด้านการตลาดอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ผึ้งโพรงไทย การผลิต การตลาด เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง

คำนำ

การเลี้ยงผึ้งมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากผึ้งเป็นแมลงเศรษฐกิจ ที่สามารถเพิ่มมูลค่าการส่งออกให้กับประเทศ อีกทั้งยังได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งเกษตรกรสามารถนำมาประกอบเป็นอาชีพ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตพืชในทางการเกษตรและพืชในธรรมชาติ มีบทบาทสำคัญในความสมดุลของระบบนิเวศเพราะผึ้งเป็นแมลงผสมเกสรที่ไม่เฉพาะเจาะจงและออกหาอาหารตลอดทั้งปี ปัจจุบันได้มีการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่มีส่วนผสมของน้ำผึ้ง เช่น เครื่องดื่มพร้อมดื่ม นมผงเด็ก ผลิตภัณฑ์จากนม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น (สมิตร และคณะ, 2560) โดยกรมส่งเสริมการเกษตร (2556) ได้ระบุว่า การเลี้ยงผึ้งในประเทศไทย แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ วิธีการเลี้ยงโดยวิธีแบบดั้งเดิม และการเลี้ยงโดยวิธีแบบใหม่ (นวัตกรรม) ซึ่งการเลี้ยงผึ้งโพรงแบบดั้งเดิม ส่วนใหญ่จะเลี้ยงเป็นอาชีพเสริม ไม่ค่อยมีเวลาให้กับผึ้งมากนัก วัสดุที่ใช้เลี้ยงจะเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น มีลักษณะเป็นโพรงให้ผึ้งเข้าอยู่อาศัยได้ ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด การเลี้ยงผึ้งแบบนี้ลงทุนน้อย แต่ก็ได้ผลผลิตน้อยด้วย สำหรับการเก็บผลผลิตจะตัดเอาทั้งน้ำผึ้งและตัวอ่อนติดไปด้วยทั้งรัง ทำให้ผึ้งตัวอ่อนตายไปด้วย ส่วนวิธีการเลี้ยงโดยวิธีแบบใหม่ (นวัตกรรม) การเลี้ยงผึ้งโพรงที่มีรังผึ้งและคอนมาตรฐาน ผู้เลี้ยงสามารถจัดการรังผึ้งได้สะดวก สามารถตรวจเช็ครวงผึ้งได้ สามารถเปลี่ยนนางพญาแยกรังหรือขยายรัง ขนย้ายรังไปในแหล่งอาหารได้สะดวก และได้ผลผลิตน้ำผึ้งมากขึ้น อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต้องเข้าใจขั้นตอน และวิธีการเลี้ยงที่ถูกต้องจึงจะประสบความสำเร็จในการเลี้ยง

ทั้งนี้การเลี้ยงผึ้งในปัจจุบันสามารถทำเป็นอาชีพเสริมได้ จึงเป็นทางเลือกใหม่ของเกษตรกร โดยผึ้งจะหาอาหารจากพืชโดยการเก็บน้ำหวานและเรณู ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่สำคัญที่ใช้ในการดำรงชีวิต สำหรับการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยในปัจจุบัน ได้ขยายตัวขึ้นทุกปีโดยเฉพาะในพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์เหมาะสมเป็นอย่างมากเนื่องจากการเลี้ยงผึ้งโพรงแทบจะไม่มีต้นทุนในการเลี้ยง เพียงแต่ทำรังผึ้งให้อยู่ในสวนผลไม้ เช่น สวนเงาะ ลองกอง มังคุด ทุเรียน ส้ม เป็นต้น ผึ้งโพรงจะให้ผลผลิตตลอดทั้งปีสร้างรายได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจังหวัดพัทลุงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของผึ้งแหล่งใหญ่แห่งหนึ่ง เป็นเมืองเกษตรกรรมที่มีความหลากหลายทางทรัพยากรและสภาพของพื้นที่ในลักษณะที่เรียกว่า เขา ป่า นา เล โดยมีการประกอบอาชีพทางการเกษตรอย่างหลากหลายตามสภาพพื้นที่ ได้แก่ อาชีพทำนา สวนผลไม้ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ปลูกพืชผัก จึงเหมาะสมแก่การเลี้ยงผึ้งโพรงไทยเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริมที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในทุกพื้นที่ เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารผึ้งกระจายอยู่ทั่วทั้งจังหวัด และมีการเลี้ยงผึ้งเป็นแบบธรรมชาติ โดยมีการทำกล่องรังผึ้งจากวัสดุที่หาได้ในพื้นที่ และนำไปวางในบริเวณพื้นที่ที่มีแหล่งอาหารเพียงพอ ซึ่งเป็นการจัดการทรัพยากรและระบบการผลิตแบบดั้งเดิม แต่เกษตรกรยังมีข้อจำกัดหลายประการในการผลิต การจำหน่าย และการเข้าถึงตลาด จึงได้ดำเนินการศึกษาการผลิตและการตลาดของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง เพื่อเป็นแนวทางในการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยทั้งข้อมูลด้านการผลิต การตลาด และการแปรรูป ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอแก่เจ้าหน้าที่หรือ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา และส่งเสริมเกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการผลิตและการตลาดของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทย ในจังหวัดพัทลุง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 17 กลุ่ม ดังนี้ วิสาหกิจชุมชนผึ้งโพรงตำบลปันแต 38 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงโดนดด้วน 17 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงโคกม่วง 48 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงเขาชัยสน 27 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงห่านโพธิ์ 33 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านหุยาน 22 ราย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงแลชันโรงบ้านส้มตริต 12 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงไทยลำสินธุ์ 17 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านคลองหรั่ง 27 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งแปลงใหญ่ อำเภอบางแก้ว 40 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งแปลงใหญ่ อำเภอดงตาล 40 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านแม่ขรี 27 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านหัวช้าง 17 ราย วิสาหกิจชุมชนเลี้ยงผึ้งโพรงภูบรรทัด 12 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงเพื่อสุขภาพ อำเภอดงตาล 20 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านเกาะเต่า 27 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านตะพาน 9 ราย รวมทั้งหมด 433 ราย (สำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง, 2562) โดยผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากร้อยละ 30 ของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงทั้งหมด และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิอย่างเป็นสัดส่วน (proportional stratified random sampling) เพื่อเทียบสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างจากเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงแต่ละกลุ่ม ดังนี้ วิสาหกิจชุมชนผึ้งโพรง ตำบลปันแต 11 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรง

โดนดด้วน 5 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงโคกม่วง 14 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงเขาชัยสน 8 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงห่านโพธิ์ 10 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านหุยาน 7 ราย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงแลชันโรงบ้านส้มตริต 4 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงไทยลำสินธุ์ 5 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านคลองหรั่ง 8 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งแปลงใหญ่ อำเภอบางแก้ว 12 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งแปลงใหญ่ อำเภอดงตาล 12 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านแม่ขรี 8 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านหัวช้าง 5 ราย วิสาหกิจชุมชนเลี้ยงผึ้งโพรงภูบรรทัด 4 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงเพื่อสุขภาพ อำเภอดงตาล 6 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านเกาะเต่า 8 ราย กลุ่มเลี้ยงผึ้งโพรงบ้านตะพาน 3 ราย รวมกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งสิ้น 130 ราย ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random) ด้วยการจับฉลาก (lottery method) แบบไม่ใส่คืนตามรายชื่อแต่ละกลุ่มเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย คำถามปลายเปิด (open-ended question) คำถามปลายปิด (close-ended questions) ซึ่งในการสร้างเครื่องมือวิจัยจะทำการศึกษาจากแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา มีการวัดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (Index of item objective congruence; IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ราย ได้ค่า

IOC เท่ากับ 0.60-1.00 จากการทดสอบความเชื่อมั่นแบบ (Cronbach's alpha coefficient) กับเกษตรกรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ พบว่า มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73 ซึ่งมากกว่า 0.70 จึงถือได้ว่ามีค่าความเชื่อมั่นในระดับสูง (สมชาย วรภิเษกเศรษฐกุล, 2553)

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากแหล่งข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง 2) ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เช่น หนังสือ บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลพื้นฐาน การผลิต การตลาดของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทย ในจังหวัดพัทลุง ด้วยการแจกแจงความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง

เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 54.65 ปี

จบการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.62 มีอาชีพหลักเกี่ยวกับด้านการเกษตร คิดเป็นร้อยละ 76.15 มีรายได้เฉลี่ย 94,950.00 บาทต่อปี เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยส่วนใหญ่ในจังหวัดพัทลุงเลี้ยงผึ้งเป็นอาชีพเสริม คิดเป็นร้อยละ 80.00 มีรายได้จากอาชีพเสริมจากการจำหน่ายน้ำผึ้งเลี้ยงผึ้งโพรงไทย เฉลี่ย 11,738.42 บาทต่อปี จำนวนสมาชิกในครัวเรือนในจังหวัดพัทลุงเฉลี่ย 3.88 คนต่อครัวเรือน แรงงานครัวเรือนสำหรับภาคการเกษตรในจังหวัดพัทลุงเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน มีพื้นที่เฉลี่ย 14.07 ไร่ เกษตรกรมีพื้นที่ทำการเกษตรน้อยกว่า 5 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 33.08

การผลิตของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง

เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงเกือบทั้งหมดเลี้ยงผึ้งด้วยรูปแบบการเลี้ยงแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) คิดเป็นร้อยละ 93.85 และการเลี้ยงแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ร้อยละ 6.15 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ยังมีความรู้ไม่เพียงพอ และมีข้อจำกัดในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ ต้นทุนในการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยที่มีผลต่อการเรียนรู้ และการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงผึ้งโพรงแบบนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ไสภาวรณ และคณะ (2556) ที่ศึกษาเรื่องการผลิตผึ้งโพรงไทยของเกษตรกร ตำบลสระแก้ว อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และพบว่า เกษตรกรไม่ปฏิเสธความรู้เพิ่มเติมจากหน่วยงานราชการที่เข้าไปให้ความรู้ แต่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติได้ในบางเรื่อง เช่น การเข้าคอน เนื่องจากเกษตรกรมีข้อจำกัดเรื่องอายุ และวัสดุอุปกรณ์ เกษตรกรมุ่งเน้นการผลิตเพื่อประโยชน์ในเชิงเกษตรและนิเวศสมดุล ไม่เน้นปริมาณ

ผลผลิต แต่ต้องการรายได้เพิ่มจากปริมาณที่จำกัดของน้ำผึ้งในแต่ละปี และต้องการความรู้เพิ่มเติมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อการขยายผลไปยังรุ่นลูกหลานและผู้ที่สนใจต่อไป เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง สามารถแยกแต่ละรูปแบบได้ดังนี้ 1) รูปแบบการเลี้ยงแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) คิดเป็นร้อยละ 93.85 จำนวนลังล่อผึ้งของเกษตรกรเฉลี่ย 15.98 ลัง จำนวนครั้งในการเก็บผลผลิตต่อปีเฉลี่ย 1.46 ครั้ง เนื่องจากเกษตรกรเชื่อว่า น้ำผึ้งเดือนห้า (เดือนเมษายน) เป็นน้ำผึ้งที่ดีที่สุดเพราะเป็นช่วงหน้าแล้ง น้ำผึ้งที่เก็บมาจะมีความชื้นต่ำ และปริมาณผลิตน้ำผึ้งต่อรอบการเก็บ

เฉลี่ย 2.69 กิโลกรัม 2) รูปแบบการเลี้ยงแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ร้อยละ 6.15 จำนวนลังล่อผึ้งของเกษตรกรเฉลี่ย 9.13 ลัง จำนวนครั้งในการเก็บผลผลิตต่อปีเฉลี่ย 2.63 ครั้ง ปริมาณผลิตน้ำผึ้งต่อรอบการเก็บเฉลี่ย 3.57 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับกรมส่งเสริมการเกษตร (2556) ที่ระบุว่า การเลี้ยงผึ้งโพรงไทยแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) มีความสะดวกในการเก็บน้ำผึ้งและประหยัดเวลาการทำงานของผึ้งในการสร้างรวงใหม่ และสามารถเก็บน้ำผึ้งโพรงไทยต่อปีได้ 2-3 เท่าของการเลี้ยงแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) (Table 1)

Table 1 Production patterns of farmers in the beekeeping farmer group in Phatthalung province

n=130

Subject matter	Traditional		Innovative	
	quantity	percentage	quantity	percentage
Thai beekeeping model	122	93.85	8	6.15
Number of bee bait crates for farmers				
less than 5 crates	28	22.95	7	87.50
6 – 10 crates	36	29.51	0	0.00
11 – 15 crates	18	14.75	0	0.00
16 – 20 crates	20	16.39	1	12.50
21 – 25 crates	6	4.92	0	0.00
26 – 30 crates	6	4.92	0	0.00
more than 31 crates	8	6.56	0	0.00
Average farmer's honey bee crates	15.98 crates		9.13 crates	
Standard deviation (S.D.)	19.29		12.72 s	

Table 1 Production patterns of farmers in the beekeeping farmer group in Phatthalung province (Cont.)

n=130

Subject matter	Traditional		Innovative	
	quantity	percentage	quantity	percentage
Number of harvesting times per year				
1 time	66	54.10	0	0.00
2 times	56	45.90	4	50.00
3 times	0	0.00	3	37.50
4 times	0	0.00	1	12.50
Average number of harvesting times per year	1.46 times		2.63 times	
Standard deviation (S.D.)	0.50		0.74	
Amount of honey production per harvesting cycle				
less than 2 kg	65	53.28	3	37.50
3 – 4 kg	56	45.90	4	50.00
5 – 6 kg	1	0.82	0	0.00
7 – 8 kg	0	0.00	0	0.00
9 - 10 kg	0	0.00	1	12.50
Average amount of honey production per harvesting cycle	2.69 kg		3.57 kg	
Standard deviation (S.D.)	1.36		2.77	

สถานที่ตั้งรังผึ้งโพรงไทย พบว่า เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่มีการตั้งรังล่อผึ้งในบริเวณสวนยางพารา คิดเป็นร้อยละ 52.31 และ รองลงมาคือ ตั้งรังล่อผึ้งบริเวณไร่นาสวนผสม คิดเป็นร้อยละ 27.69 และสวนเงาะน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.31 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรสะดวกในการวางรังล่อผึ้งไว้ทำสวนหรือบริเวณใกล้บ้านเพื่อให้มีความสะดวกในการบริหารจัดการดูแลรักษา รวมทั้งบริเวณบ้านยังมีป่าและแหล่งอาหารผึ้งอย่างสมบูรณ์และเพียงพอ

ซึ่งสอดคล้องกับ นิรมล และคณะ (2564) ที่กล่าวว่า ความสมดุลของระบบนิเวศ เป็นระบบความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมโดยรอบสถานที่ตั้งรังผึ้งที่มีผลต่อพืชอาหาร ความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผึ้ง และการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรผึ้งในความสมดุลของระบบนิเวศนั้น ๆ เกษตรกรในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่มีแหล่งอาหารที่เพียงพอต่อการเลี้ยงผึ้งโพรงไทย คิดเป็นร้อยละ 63.85 และมีกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยระบุว่าไม่มีแหล่งอาหารเลี้ยงผึ้งที่เพียงพอ คิดเป็นร้อยละ

36.15 อาจเนื่องมาจากในบริเวณที่เกษตรกรตั้งแปลงมีพืชอาหารของผึ้งส่วนใหญ่ไม่ออกดอกในช่วงฤดูฝน จึงทำให้ผึ้งไม่มีแหล่งอาหารเพียงพอ และผึ้งมีการหนีอพยพออกนอกรังเลี้ยงไปอยู่ที่อื่นในช่วงฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับ สมฤทธิ์ (2559) ที่กล่าวว่าในช่วงฤดูฝนผึ้งจะลดจำนวนประชากรในรังลงเนื่องจากดอกไม้หายาก เพราะเป็นช่วงผลิบและออกผล ประกอบกับผึ้งย้ายรังเข้าไปอยู่ป่าทึบ เพื่อป้องกันรังจากน้ำฝนและลมแรง แต่จะมีจำนวนผึ้งเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เพราะพืชชนิดต่าง ๆ ออกดอกจำนวนมาก ผึ้งจึงออกหาอาหารได้มากขึ้น และเพิ่มจำนวนประชากรผึ้งขึ้น เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงในกรณีที่ไม่มีแหล่งอาหารเพียงพอส่วนใหญ่จะปล่อยให้ผึ้งหาอาหารเองตามธรรมชาติ ถึงฤดูกาลก็มาหมดฤดูกาลก็ไป มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.46 รองลงมาคือมีการปลูกพืชและไม้ดอกเป็นแหล่งอาหารทดแทนให้กับผึ้ง คิดเป็นร้อยละ 13.85 และเกี่ยวน้ำตาลตั้งไว้ที่รัง นำผลไม้มาตั้งใกล้ ๆ รัง น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 1.54 เท่ากัน ศัตรูผึ้งโพรงไทยที่เจอมากที่สุดคือ มด คิดเป็นร้อยละ 80 เกษตรกรโดยส่วนใหญ่ป้องกันหรือกำจัดมดด้วยวิธีการใช้ผ้าชุบน้ำมันเครื่องผูกเสาขาตั้งฐานรังผึ้งไว้ ร้อยละ 76.64 ซึ่งสอดคล้องกับ สมนึก และธนาธิ (2544) ความอันตรายของมดในการทำลายที่อยู่อาศัยของผึ้งรังผึ้งที่อ่อนแอ มักถูกฝูงมดงานและมดทหารบุกรุกเพื่อแย่งน้ำผึ้งและตัวอ่อนภายในรัง ส่วนผึ้งงานที่ตกเป็นเหยื่อของมดก็จะถูกลากกลับรังด้วย ในบางครั้งอาจถึงกับต้องสูญเสียรังนั้น เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่ทำล้งล่อผึ้งสำหรับการเลี้ยงผึ้งด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.46 รองลงมาคือ ได้มาจากภาครัฐสนับสนุน/โครงการเอกชน คิดเป็นร้อยละ 58.46

เก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำผึ้งด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 71.54 มีการใช้อุปกรณ์ในการป้องกันการจับผึ้งร้อยละ 96.15 และมีการเว้นรวงผึ้งไว้ในรัง คิดเป็นร้อยละ 87.69 มีการลดความชื้นก่อนจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 78.46 และใช้ขวดแก้วในการบรรจุน้ำผึ้งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.92

การตลาดของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง

เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่ จำหน่ายน้ำผึ้งโดยมีลูกค้ามาซื้อน้ำผึ้งถึงฟาร์มมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.54 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่จะจำหน่ายน้ำผึ้งแบบขายปลีก ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเป็นผู้บริโภคที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับฟาร์มเลี้ยงผึ้ง และราคาจากการซื้อในฟาร์มจะถูกกว่าแหล่งอื่น ๆ บางกลุ่มจะเป็นการเปิดเป็นศูนย์การเรียนรู้ ให้มีการศึกษาดูงาน และมีการเลือกซื้อน้ำผึ้งกลับบ้านไปด้วย รองลงมาคือ จำหน่ายน้ำผึ้งโดยผ่านช่องทางออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 21.54 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรบางกลุ่มเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยขนาดกลาง มีศักยภาพในการผลิตน้ำผึ้งที่เพียงพอและมีแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้งที่หลากหลาย ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค จึงส่งผลให้มีการขยายตลาดผ่านช่องทางออนไลน์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ภรณ์ และคณะ (2563) การวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่าของการเลี้ยงผึ้งแบบธรรมชาติในพื้นที่ป่า: กรณีศึกษาชุมชนห้วยหินลาดใน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พบว่า การจำหน่ายผลผลิตน้ำผึ้งโพรงผ่านช่องทางออนไลน์ยังเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ราคาขายผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันการตลาดในสื่อออนไลน์และอินเทอร์เน็ตมีมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อสินค้าได้มากขึ้น (Table 2)

Table 2 A distribution channels of farmers in the beekeeping farmer group in Phatthalung province

n=130

Honey distribution channel	Yes		No	
	quantity	percentage	quantity	percentage
Farm	119	91.54	11	8.46
Online channel	28	21.54	102	78.46
Sell through group	18	13.85	112	86.15
Community market	13	10.00	117	90.00
Trade show	9	6.92	121	91.54
Middleman	1	0.77	129	99.23

เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่ จำหน่ายน้ำผึ้งในรูปแบบขายปลีก คิดเป็นร้อยละ 78.46 อาจเนื่องมาจากเกษตรกรบางกลุ่มเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งขนาดเล็ก ไม่มีศักยภาพในการผลิตน้ำผึ้งให้เพียงพอต่อการจำหน่ายในรูปแบบค้าส่งได้ โดยแบ่งขนาดขนาดต่าง ๆ ดังนี้

1) ขนาดขนาด 750 cc มีการจำหน่ายปลีก ในราคา 500 บาทต่อขวด มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.08 รองลงมาคือ ราคา 400 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 26.92 ส่วนขนาดขนาด 750 cc มีการจำหน่ายส่งในราคา 350 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 13.08 รองลงมาคือ ราคา 400 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 5.39

2) ขนาดขนาด 250 cc มีการจำหน่ายปลีกในราคา 250 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 4.62 รองลงมาคือ ราคา 200 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 3.08 ส่วนขนาดขนาด 250 cc มีการจำหน่ายส่งในราคา 200 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 3.08 รองลงมาคือ ราคา 230 บาทต่อขวด คิดเป็นร้อยละ 0.77

เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่ ยังไม่มีตราสินค้าเป็นของตนเอง

คิดเป็นร้อยละ 83.85 และยังไม่มีการจัดโปรโมชั่นในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ผึ้งโพรงไทยเพื่อจูงใจลูกค้า คิดเป็นร้อยละ 89.23 สุรชัย และบุหงา (2562) รายงานว่า การสร้างตราสินค้าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง ในการสร้างตราสินค้า สิ่งสำคัญอันดับแรกคือ การวิเคราะห์หาเอกลักษณ์ของตราสินค้า ความแตกต่างจากตราสินค้าใกล้เคียง เพื่อเป็นจุดขายให้กับตราสินค้า และกลุ่มเป้าหมายชัดเจน โดยใช้วิธีการสื่อสารให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายของตราสินค้า เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุงยังไม่มีกรแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง คิดเป็นร้อยละ 83.08 และเกษตรกรส่วนน้อยที่มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง เช่น การแปรรูปเป็นสบู่ โลชั่น ครีมอาบน้ำ ไขผึ้ง ทากันปากแตก แชมพู คิดเป็นร้อยละ 16.92 โดย

1) จำหน่ายสบู่เฉลี่ย 38.64 บาท/ชิ้น 2) จำหน่ายโลชั่นราคาเฉลี่ย 57.40 บาทต่อชิ้น 3) จำหน่ายครีมอาบน้ำราคาเฉลี่ย 54.75 บาทต่อชิ้น 4) จำหน่ายไขผึ้งทาปากราคาเฉลี่ย 47.25 บาทต่อชิ้น และ 5) จำหน่ายแชมพูราคาเฉลี่ย 53.33 บาทต่อชิ้น เกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง

มีรายได้จากการจำหน่ายน้ำผึ้งเฉลี่ย 11,738.42 บาท ต่อปี และมีรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เฉลี่ย 3,800.00 บาทต่อปี โดยมีรายได้จากการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยรูปแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) เฉลี่ย 11,905.70 บาท และรายได้จากการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยรูปแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) เฉลี่ย 18,337.50 บาทต่อปี

สรุปผลการวิจัย

การเลี้ยงผึ้งของเกษตรกรในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง มี 2 รูปแบบ คือ การเลี้ยงผึ้งแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) และการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) โดยทั้ง 2 รูปแบบจะมีความแตกต่างกันในเรื่องการทำล่อผึ้งในการเลี้ยงผึ้ง ซึ่งส่งผลต่อการจัดการรังผึ้ง การเก็บผลผลิต ปริมาณผลผลิตและการขนย้ายรังผึ้งจากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเลี้ยงผึ้งแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) มากกว่าการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 54.66 ปี จบระดับการศึกษาประถมศึกษา มีข้อจำกัดเรื่องวัสดุอุปกรณ์ และต้นทุนในการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยที่มีผลต่อการเรียนรู้และการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงผึ้งโพรงแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ซึ่งสามารถส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ได้ เนื่องจากจากการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) มีจำนวนล่อผึ้ง จำนวนครั้งในการเก็บผลผลิตต่อปี และปริมาณผลผลิตน้ำผึ้งต่อรอบการเก็บมากกว่าการเลี้ยงผึ้งแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) ส่วนด้านการตลาดของเกษตรกรในกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง พบว่า เกษตรกรบางกลุ่มเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งขนาดเล็ก ยังไม่มีศักยภาพในการผลิตน้ำผึ้งให้เพียงพอต่อการจำหน่ายรูปแบบ

ค้าส่ง ยังไม่มีตราสินค้าเป็นของตนเอง และไม่มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง มีการจำหน่ายน้ำผึ้งแบบขายปลีก โดยมีลูกค้าซื้อถึงหน้าฟาร์ม ส่วนเกษตรกรบางกลุ่มเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งขนาดกลาง มีการพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง เช่น สบู่ โลชั่น ครีมอาบน้ำ ไขผึ้งทาแก้ปากแตก แชมพู เป็นต้น มีช่องทางการจำหน่ายหน้าฟาร์มและมีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย ดังนั้นหากต้องการให้มีเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ควรมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) อย่างต่อเนื่อง เน้นรูปแบบการฝึกปฏิบัติควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านทฤษฎี เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจ ความชำนาญ ในการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการยอมรับของเกษตรกรเป็นหลัก รวมไปถึงการส่งเสริมองค์ความรู้เรื่องการตลาด การพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง การสร้างตราสินค้า การประชาสัมพันธ์ และช่องทางการขายที่มีความหลากหลายเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจากผึ้ง ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และสร้างแรงจูงใจ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยต่อไปในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะ

1. กรมส่งเสริมการเกษตรและสำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการให้ความรู้และส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) รวมทั้งส่งเสริมการตลาด การแปรรูป ประชาสัมพันธ์สรรพคุณ คุณค่าของน้ำผึ้ง ให้เป็นที่รู้จักของบุคคลทั่วไป และกลุ่มเป้าหมายอย่างชัดเจน รวมทั้งการติดตามอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้ง เนื่องจากเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัด

พัทลุงยังมีการเลี้ยงผึ้งในรูปแบบดั้งเดิม (ไม่เข้าคอน) ซึ่งทั้งที่การเลี้ยงผึ้งโพรงไทยในรูปแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) สามารถสร้างรายได้ต่อปีได้มากกว่า โดยเกษตรกรในหลายกลุ่มยังขาดองค์ความรู้ ความชำนาญ และอุปกรณ์ในการเลี้ยงผึ้งโพรงไทยในรูปแบบนวัตกรรม (เข้าคอน)

2. กรมส่งเสริมการเกษตรและสำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการจัดอบรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้งโพรงไทยให้กับเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทย เนื่องจากเกษตรกรบางกลุ่มยังขาดความรู้ในการแปรรูปผึ้งโพรงไทยเพื่อเพิ่มมูลค่า และเพื่อดึงดูดความสนใจจากลูกค้าและผู้ที่สนใจ

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีศึกษาเชิงลึกในประเด็นของศักยภาพการผลิต ปัญหาและความต้องการในการเลี้ยงผึ้งโพรงแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) เพื่อนำไปใช้ในการวางแผน การกำหนดแนวทางการพัฒนาและการส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งแบบนวัตกรรม (เข้าคอน) ในภาพรวมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer ผึ้งและแมลงเศรษฐกิจ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นิรมล ตรีตราเพชร ทวีแจ่ม จำรัส และวิทธิลักษณ์ จันทร์ธนสมบัติ. 2564. องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงผึ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งไทย. วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ 6(5): 359-377.

ภรณ์ มณีโชติ สุรินทร์ อ้นพรม และพสุธา สุนทรห้าว. 2563. การวิเคราะห์ใช้คุณค่าของการเลี้ยงผึ้ง

แบบธรรมชาติในพื้นที่ป่า: กรณีศึกษาชุมชนห้วยหินลาดใน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย. วารสารวนศาสตร์ไทย 39(1): 165-175.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. 2553. ระเบียบการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สมนึก บุญเกิด และธนาธิศ เสือวรรณศรี. 2544. ผึ้งแมลงที่มีแต่ให้. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.

สมฤทธิ มากสง. 2559. ความหลากหลายของพืชอาหารของผึ้งในหมู่บ้านทิพเย ตำบลชะแล อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(1): 76-86.

สำนักงานเกษตรจังหวัดพัทลุง. 2562. ข้อมูลสถิติกลุ่มผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในจังหวัดพัทลุง พ.ศ. 2562.

สุมิตร คุณเจตน์ นิสาชล เทศศรี ทัดพล พุ่มดารา และสหัชชา สุทธิผล. (2560). ผลของการลดความชื้นต่อการคงคุณภาพของน้ำผึ้งชั้นโรง. วารสารแก่นเกษตร 45(ฉบับพิเศษ 1): 1355-1359.

สุรัชย์ ศรีนรินทร์ และบุหงา ชัยสุวรรณ. 2562. กระบวนการสร้างตราสินค้าและการสื่อสารการตลาดออนไลน์สินค้าเกษตรอินทรีย์. วารสารวิชาการเกษตร 37(2): 177-185.

โสภารวรรณ ลักษณะ บำเพ็ญ เขียวหวาน และพรชุลี นิลวิเศษ. 2556. การเลี้ยงผึ้งโพรงไทยของเกษตรกรตำบลสระแก้ว อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช. 26-27 พฤศจิกายน 2557. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. สุโขทัย. น. 1-10.

เงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชนในภาคเหนือตอนล่าง ของประเทศไทย

Conditions for Success of Community Rice Centers in Lower Northern Thailand

ปวาริศา นาคเพ็ญ* บุศรา ลีมนิรันดร์กุล รุจ ศิริสัจญลักษณ์ และ จุฑาทิพย์ เฉลิมพล
Pawarisa Nakpeng* Budsara Limnirankul Ruth Sirisunyaluck and Juthatip
Chalermphol

ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50100
Department of Agricultural Economy and Development, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,
Chiang Mai 50100

* Corresponding author: pawarisanakpeng8@gmail.com

(Received: 28 December 2021; Revised: 4 May 2022; Accepted: 7 July 2022)

Abstract

The operation of most community rice centers still encounters numerous obstacles. As a result, the establishment of the community rice centers failed to achieve its intended objectives. The purpose of this research was to study the conditions for success of community rice centers in lower northern Thailand. Collected the qualitative data from community rice centers that won awards from the community rice centers contests by group discussion with committees of 6-8 people per center, one center per province, a total of 4 centers in the four provinces: Nakhon sawan, Phitsanulok, Kamphaengphet and Pichit. Analyzed the data using content analysis and analytic Induction from group discussions to conclude. The study showed that the community rice centers were able to operate according to the objectives of the community rice centers establishment. There were rice seed production and rice seed distribution to help reduce farmers' shortage of good quality rice seeds with four conditions that led to successful community

rice centers as follow: 1) management, operational planning, risk management, selection of committees to match their abilities, a good leader, member participation, regular meetings, sufficient budget, and support from the government and private sectors. 2) quality rice seed production, knowledge and skills in rice seed production, facilities and equipment for rice seed production, rice seed production technology, rice seed quality, and rice seed production standard. 3) network building, creating a network of production and marketing, and knowledge exchange and 4) group development for sustainability, an extension of activities, and development of new generation farmers.

Keywords: Success, community rice center, rice seed

บทคัดย่อ

การดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่ยังพบปัญหาอุปสรรคหลายประการที่ส่งผลให้ไม่ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งศูนย์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชนในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากศูนย์ข้าวชุมชนที่ได้รับรางวัลจากการประกวดศูนย์ข้าวชุมชนใน 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดพิจิตร จังหวัดละ 1 ศูนย์ รวม 4 ศูนย์ โดยการสนทนากลุ่มกับคณะกรรมการจำนวน 6-8 คนต่อศูนย์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากเอกสาร และการวิเคราะห์สรุปอุปนิสัยจากการสนทนากลุ่มมาสร้างข้อสรุป ผลการวิจัยพบว่าศูนย์ข้าวชุมชนสามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมายของการจัดตั้งศูนย์ คือการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวและการกระจายเมล็ดพันธุ์ เพื่อช่วยลดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีของเกษตรกร โดยมีเงื่อนไขที่ส่งผลให้ศูนย์ข้าวชุมชนประสบความสำเร็จ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการบริหารจัดการ การวางแผนการดำเนินงาน การจัดการความเสี่ยง การคัดเลือกคณะกรรมการให้ตรงกับความสามารถ การมีผู้นำที่ดี การมีส่วนร่วมของสมาชิก การประชุมอย่างสม่ำเสมอ การมีงบประมาณที่เพียงพอ การสนับสนุนจากหน่วยงานราชการและเอกชน 2) ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพ ความรู้และทักษะในการผลิตเมล็ดพันธุ์ สถานที่และวัสดุอุปกรณ์สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ 3) ด้านการสร้างเครือข่าย การสร้างเครือข่ายการผลิตและการตลาด การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ 4) ด้านการพัฒนากลุ่มเพื่อความยั่งยืน การต่อยอดกิจกรรม การพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่

คำสำคัญ: ความสำเร็จ ศูนย์ข้าวชุมชน เมล็ดพันธุ์ข้าว

คำนำ

เมล็ดพันธุ์ถือเป็นหัวใจสำคัญที่สุดของระบบการผลิตอาหาร เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพจะเป็นรากฐานในการผลิตอาหารและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต ระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์มีทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยในประเทศกำลังพัฒนามักเป็นการผลิตเมล็ดพันธุ์แบบไม่เป็นทางการ และมีหน่วยงานราชการให้การสนับสนุน (Monyo *et al.*, 2004a) เกษตรกรจะอยู่ในพื้นที่เดียวกันและมีการบริหารจัดการในรูปแบบกลุ่มหรือสหกรณ์ (Cochrun, 1994) การผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นการผลิตในระดับครัวเรือน ส่วนการตลาด (การรวบรวม การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการกระจายเมล็ดพันธุ์) เป็นการจัดการของกลุ่มเกษตรกรมีความเป็นเจ้าของกลุ่มร่วมกัน มีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการแบ่งปันผลประโยชน์ (Khanal, 2013)

การผลิตเมล็ดพันธุ์โดยชุมชนมีการดำเนินการในประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศแอฟริกาใต้ แคมเบีย และซิมบับเว ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่าง ถั่วพุ่ม เป็นต้น (Monyo *et al.*, 2004b) ประเทศเนปาล ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง เป็นต้น (Jimi *et al.*, 2015) ประเทศเม็กซิโก ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่ว พืชผัก (Flavio, 2015) สำหรับประเทศไทย ผลิตเมล็ดพันธุ์ เช่น ข้าว ถั่วเขียว โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมส่งเสริมการเกษตร ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันจัดตั้ง “ศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เพื่อให้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีไว้ใช้ในชุมชน มีการบริหารจัดการเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องยั่งยืนและเป็นแหล่งสาธิตการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าวให้กับเกษตรกรในชุมชน เนื่องจากประสบวิกฤติ

เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีแนวโน้มขาดแคลน ชาวนามักใช้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ใช้เองต่อเนื่องหลายปี ทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่บริสุทธิ์ จึงได้ผลผลิตข้าวต่อไร่ต่ำ การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ไม่เหมาะสมทำให้ต้นทุนการผลิตสูง โดยกำหนดให้มีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) สถานที่ตั้งศูนย์พร้อมอุปกรณ์ผลิตเมล็ดพันธุ์ 2) แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ 3) ชุมชนหรือเกษตรกรที่เป็นสมาชิก และ 4) กองทุนการผลิต โดยมีวิธีการดำเนินงาน คือ 1) เจ้าหน้าที่ร่วมกับเกษตรกรคัดเลือกที่ตั้งศูนย์จากความเหมาะสมด้านพื้นที่ เป็นพื้นที่ทำนา 3,000-4,000 ไร่ติดต่อกัน ดินดี น้ำดีพอสมควร 2) ร่วมกันจัดทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวขนาด 200 ไร่ รวมตัวเป็นกลุ่มหรือองค์กร มีการเลือกตั้งคณะกรรมการ กำหนดระเบียบข้อบังคับและให้เกษตรกรในชุมชนมาเป็นสมาชิก เพื่อการกระจายพันธุ์ข้าวและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตข้าว และ 3) ผลผลิตจากแปลงผลิตข้าวอย่างน้อยร้อยละ 20 ต้องปรับปรุงเป็นเมล็ดพันธุ์ดีและกระจายสู่เกษตรกรปีละ 1,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2549 ภายหลังจากที่มีการจัดตั้งกรมการข้าว ภารกิจการสนับสนุนศูนย์จึงอยู่ในการดูแลของกรมการข้าว และใช้ชื่อใหม่ว่า “ศูนย์ข้าวชุมชน” ให้การสนับสนุนศูนย์ข้าวชุมชนที่จัดตั้งโดยกรมส่งเสริมการเกษตรและขยายการจัดตั้งศูนย์ข้าวชุมชนให้ครอบคลุมพื้นที่ กรมการข้าวมีหน้าที่เป็นผู้ประสานงานและปฏิบัติงานร่วมกับสำนักงานเกษตรจังหวัดและสำนักงานเกษตรอำเภอ จัดสรรเมล็ดพันธุ์ชั้นพันธุ์ขยายให้แก่ศูนย์ข้าวชุมชน เป็นวิทยากรฝึกอบรมการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว การติดตามนิเทศงาน การรับรองระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ (Q-Seed) รับรองระบบการผลิตข้าวคุณภาพดี (GAP, Q-Grain) และบริการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์ของศูนย์ข้าว

ชุมชน ดังนี้ 1) เพื่อส่งเสริมให้ชาวนามีการผลิตและกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีไว้ใช้อย่างเพียงพอ และต่อเนื่อง 2) เพื่อเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาชาวนาให้มีความสามารถในการผลิตและการตลาดข้าวเป็นชาวนามีอาชีพ รวมทั้งสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็ง (กรมการข้าว, 2551)

จากการดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชนที่ผ่านมายังพบปัญหาหลายประการ สัจจา (2552) ได้ประเมินการดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชนจำนวน 9 แห่ง พบว่า ศูนย์ที่มีความเข้มแข็งในระดับน้อย ไม่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ จำแนกปัญหาได้ 3 ลักษณะ คือ ปัญหาที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพพื้นที่ไม่เหมาะสม ปัญหาเรื่องโรคแมลง และปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์และโรงเรือนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ สอดคล้องกับ สุพรรณรัตน์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าศูนย์ข้าวชุมชนประสบปัญหาด้านการจัดการการผลิตที่ยังไม่ได้ตามมาตรฐาน ทำให้ศูนย์ต้องเปลี่ยนจากการเป็นผู้ผลิตมาเป็นผู้จัดซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวให้แก่สมาชิก บังอร และสาธิต (2560) รายงานว่า ปัญหาและอุปสรรคด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ คือเรื่องภัยแล้ง โรคไหม้ หนอนกอ และขาดเครื่องมือที่ทันสมัย ส่วนปัญหาด้านการตลาด พบว่ามีปัญหาในเรื่องการไม่มีเครือข่ายในการติดต่อซื้อขายเมล็ดพันธุ์ข้าว

กลุ่มที่จะดำเนินการได้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหลายประการ จากการศึกษาของสำนักงานสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช (2559) พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน ประกอบด้วย ปัจจัยภายใน ได้แก่ สมาชิก และกรรมการ และระบบการบริหารงาน ปัจจัยภายนอก ได้แก่ น้ำ ศัตรูพืช ปัจจัยการผลิต

เครื่องจักร เครื่องพ่นแรง หน่วยงานสนับสนุน Alexander *et al.* (2016) กล่าวว่า ปัจจัยภายในองค์กรและการบริหารจัดการ ความสามารถของผู้นำส่งผลต่อความสำเร็จของกลุ่ม Ortmann and King (2007) พบว่า กลุ่มต้องมีผู้นำที่มีความรับผิดชอบสูง มีทักษะและประสบการณ์ เข้าถึงข้อมูลการตลาด และการรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ Peter and Nilsson (2009) กล่าวว่า ระดับของความสำเร็จของกลุ่มวัดได้จากความมุ่งมั่นของสมาชิกและความศรัทธาของสมาชิกต่อคณะกรรมการ Veerakumaran (2007) พบว่า ในบางกลุ่มที่มีข้อจำกัดด้านการเงินและขาดการสนับสนุนจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลต่อการพัฒนากลุ่มให้ประสบความสำเร็จได้ช้า Khanal (2013) พบว่า เหตุผลของความสำเร็จของกลุ่มมีหลายประการ ได้แก่ การพัฒนากลยุทธ์ในการจัดการความเสี่ยงของกลุ่ม ระดับการศึกษาของผู้นำกลุ่ม ที่ส่งผลให้กลุ่มสามารถพัฒนาโครงสร้างในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ เช่น เครื่องคัดเมล็ดพันธุ์ โรงเก็บเมล็ดพันธุ์ และลานตากเมล็ดพันธุ์ การคัดเลือกบุคคลที่มีความรู้ ประสบการณ์ และทักษะ มาเป็นคณะกรรมการ โดยผู้นำเหล่านี้สามารถประสานงานเพื่อการพัฒนาด้านการจัดการเมล็ดพันธุ์ได้ นอกจากนี้ ปัจจัยการผลิต เช่น ระบบชลประทาน แหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เป็นสิ่งกระตุ้นให้กลุ่มพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น Anania and Rwekaza (2016) รายงานว่า ความสำเร็จของกลุ่มเกิดจากปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ ผู้นำ การมีส่วนร่วมของสมาชิก การติดต่อสื่อสาร ความเท่าเทียมกัน ข้อตกลงของสมาชิก การศึกษา ขนาดของกลุ่ม ทักษะของผู้นำ และการจัดการ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ความมั่นคงทางการเงิน การทำบัญชี ความร่วมมือกับสถาบันทางการเงิน การกระจายความเสี่ยง และ

คุณภาพของสินค้า โดยมีเงื่อนไขเบื้องต้นคือการรับรองคุณภาพของผลผลิต Nji and Engwali (2019) พบว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความสำเร็จและความยั่งยืนของกลุ่มเกษตรกร ได้แก่ ทักษะของผู้นำกลุ่มสมาชิก การประชุม การสนับสนุนในการพัฒนาชุมชน รวมถึงที่มาของกลุ่ม การติดต่อสื่อสาร และบทบาทของสมาชิกในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมของสมาชิก ข้อเสนอแนะและกฎระเบียบ ชนิดของกิจกรรมและการได้รับผลประโยชน์ หน่วยงานราชการและองค์กรที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องให้การช่วยเหลือกลุ่มเกษตรกรในด้านการเงิน ปัจจัยการผลิต โครงสร้างพื้นฐานในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การบริการด้านส่งเสริมการเกษตร และการสนับสนุนด้านการตลาด Qing *et al.* (2020) กล่าวว่า ความสำเร็จเกิดจากการได้รับการสนับสนุนด้านการเงิน การตลาดที่ดี การสร้างความมั่นใจ การจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงแหล่งเงินทุน นโยบาย และการจัดการ การเงิน การศึกษา และการเพิ่มการย้ายถิ่นฐานกลับมาประกอบอาชีพในพื้นที่ของตนเอง Sisay *et al.* (2017) กล่าวว่า การผลิตและความหลากหลายของตลาดเมล็ดพันธุ์ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนา กลุ่ม ส่งผลให้เกิดความสำเร็จสูงที่สุดในธุรกิจเมล็ดพันธุ์ Boyer *et al.* (2008) พบว่า ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับปัจจัย 8 ด้าน ได้แก่ ผู้นำ ความร่วมมือ การทดสอบนวัตกรรม การวางแผนธุรกิจและการตลาด การวางแผนเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน การจัดการผลประโยชน์ในระยะสั้นและระยะยาว ความเชื่อมโยงกับชุมชน และการจัดการความเสี่ยง Latynskiy and Berger (2016) ให้ข้อเสนอแนะต่อกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้เกิดผลกระทบเชิงบวกระหว่างกลุ่มกับสมาชิก ได้แก่ การบริหารด้านการเงิน การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร การเข้าถึงปัจจัยการผลิตและการเงิน ความรู้ของสมาชิก

และแรงจูงใจของผู้นำ และ McClelland *et al.* (2004) พบว่า องค์ประกอบในการประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนของกลุ่มเกษตรกร ได้แก่ การมีผู้นำที่เข้มแข็ง การได้รับการสนับสนุนจากชุมชน นวัตกรรม การเข้าถึงแหล่งเงินทุน และข้อตกลงในการนำไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน

ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวหลักของประเทศ เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการเพาะปลูกตลอดทั้งปี โดยมีพื้นที่เพาะปลูกหลักอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ พิจิตร พิษณุโลก และกำแพงเพชร รวมพื้นที่ประมาณ 10,216,276.70 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) และได้มีการจัดตั้งศูนย์ข้าวชุมชนเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบันเป็นระยะเวลากว่า 20 ปี แต่ก็ยังประสบปัญหาหลายด้าน เช่น การผลิตและการกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่ตรงตามเป้าหมาย การบริหารจัดการไม่ต่อเนื่อง ยังไม่สามารถเป็นแหล่งถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการผลิตข้าวได้ ส่งผลให้การดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชนส่วนใหญ่ยังไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ ถึงแม้จะมีการสนับสนุนปัจจัยการผลิตและองค์ความรู้ให้แก่ทุกศูนย์ ในขณะเดียวกัน ศูนย์ข้าวชุมชนบางแห่งสามารถดำเนินการได้เป็นอย่างดี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเงื่อนไขที่ทำให้ศูนย์ข้าวชุมชนประสบความสำเร็จสามารถดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายในการจัดตั้งศูนย์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาให้แก่ศูนย์ข้าวชุมชนอื่น ๆ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการศึกษาโดยพิจารณาจากพื้นที่ 4 จังหวัดภาคเหนือตอนล่างที่มี

พื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ได้แก่ ศูนย์ข้าวชุมชนที่ได้รับรางวัลการประกวด ศูนย์ข้าวชุมชน ช่วงปี 2561-2562 และสามารถดำเนินงานได้ถึงปัจจุบัน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จังหวัดละ 1 แห่ง รวม 4 แห่ง ได้แก่ ศูนย์ข้าวชุมชนบ้านดงมัน ตำบลจันเสน อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านทุ่งรวงทอง ตำบลเขาคีรีส อำเภอพราณกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านผางไหม ตำบลไทรย้อย อำเภอนิคมบราวง จังหวัดพิษณุโลก และศูนย์ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวบ้านบึงประดู่ ตำบลทับหมัน อำเภอดงพิกุล จังหวัดพิจิตร เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus group) จากคณะกรรมการของศูนย์ข้าวชุมชน จำนวนศูนย์ละ 6-8 คน ได้แก่ ประธาน รองประธาน กรรมการฝ่ายต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากเอกสาร และการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic induction) จากการสนทนากลุ่มมาสร้างข้อสรุปโดยจัดหมวดหมู่ตามข้อความหลักที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงทำการตีความข้อมูลโดยสรุปความคิดรวบยอดเนื้อหาที่สำคัญที่สุดจากประเด็นที่ปรากฏตามข้อความ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

บริบทการดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชน

การจัดตั้งศูนย์ข้าวชุมชนเกิดจากการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีของเกษตรกร รวมทั้งปริมาณเมล็ดพันธุ์ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว

มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร จาก การสนทนากลุ่มถึงบริบทการดำเนินงานของ ศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ ที่สามารถดำเนินการได้ ประสบผลสำเร็จ ซึ่งมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน ได้ผล ดังนี้

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน บ้านดงมัน ตำบลจันเสน อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์

เริ่มก่อตั้งศูนย์เมื่อปี พ.ศ. 2544 มีสมาชิกจำนวน 20 ราย ที่ทำการศูนย์มาจากการบริจาคที่ดินส่วนตัวของประธานศูนย์ กลุ่มรับสมัครสมาชิก และคัดเลือกแปลงที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ คณะกรรมการมีการเรียนรู้ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ อย่างสม่ำเสมอ ศูนย์ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ความรู้ และการแก้ไขปัญหา จากสำนักงานเกษตร อำเภอดงพิกุลและศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวนครสวรรค์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งคณะกรรมการเรียกว่า “พี่เลี้ยง” ศูนย์มีการต่อยอดกิจกรรมจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ด้วยการจัดตั้งศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชนเพื่อผลิตชีวภัณฑ์ในการลดการใช้สารเคมี และแจ้งเตือนเกษตรกรในชุมชนหากเกิดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูข้าว การรับจ้างเพาะกล้าข้าว การเพิ่มมูลค่าด้วยการแปรรูปเป็นข้าวสารเพื่อจำหน่าย การปลูกปอเทืองหลังนาเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและมีการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ปอเทือง การจัดสวัสดิการให้แก่สมาชิก การเป็นศูนย์เรียนรู้เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวครบวงจร รวมถึงการพัฒนาเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน ทุ่งรวงทอง ตำบลเขาคีรีส อำเภอพราณกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร

เริ่มก่อตั้งศูนย์เมื่อปี พ.ศ. 2554 มีสมาชิกจำนวน 75 ราย โดยการสนับสนุนจากศูนย์เมล็ด

พันธุ์ข้าวกำแพงเพชรและสำนักงานเกษตรอำเภอพรานกระต่าย กลุ่มนำหลักการลดต้นทุนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของกรมการข้าวมาใช้ คือ 3 ต้องทำ 3 ต้องลด ได้แก่ ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี ต้องปลูกข้าวปีละไม่เกิน 2 ครั้ง ต้องทำบัญชีต้นทุนการผลิต ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ ลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี และลดการใช้สารเคมี มีการตรวจวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิต มีการสร้างเครือข่ายการผลิตเมล็ดพันธุ์ และการเตรียมตลาดรับซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวที่หลากหลาย ได้แก่ เกษตรกรภายในและภายนอกชุมชน หน่วยงานราชการและบริษัทเอกชน ศูนย์มีการต่อยอดกิจกรรมด้วยการสร้างเครือข่ายในการผลิตสารไล่แมลง สอร์โมน และสารชีวภัณฑ์ เพื่อลดการใช้สารเคมี การผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากมูลสุกร การเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ (นาแปลงใหญ่) และเป็นวิสาหกิจชุมชน

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านผารังหมี ตำบลไทรย้อย อำเภอนinemะปราง จังหวัดพิษณุโลก

เริ่มก่อตั้งศูนย์เมื่อปี พ.ศ. 2543 มีสมาชิกจำนวน 67 คน เกิดจากการสนับสนุนของสำนักงานเกษตรอำเภอนinemะปรางและศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเพียงพันธุ์เดียวคือ ข้าวดอกมะลิ 105 เพราะมีความเหมาะสมกับพื้นที่ เกษตรกรทำนาเพียงปีละ 1 ครั้ง เนื่องจากอยู่นอกเขตชลประทาน มีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด การดำเนินกิจกรรมเกิดจากการแก้ไขปัญหาหารือร่วมกันทั้งชุมชน โดยการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่แล้วแก้ไขปัญหา มีผู้นำเข้มแข็งและ

มีวิสัยทัศน์ที่ชัดเจน รวมทั้งมีการสนับสนุนคนรุ่นใหม่ให้เข้ามามีบทบาทในทุกกิจกรรม ศูนย์มีการขยายกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยและมีคณะกรรมการบริหารงานแต่ละกลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มธนาคารข้าว กลุ่มฉางข้าวและโรงสีชุมชน กลุ่มผลิตข้าวกล้องขาวดอกมะลิ กลุ่มธนาคารปุ๋ยอินทรีย์ กลุ่มลานตากผลผลิต และกลุ่มคัดเมล็ดพันธุ์

ศูนย์ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชนพัฒนาบ้านบึงประตู ตำบลทับหมัน อำเภอดงพวนหิน จังหวัดพิจิตร

เริ่มจากการเป็นจุดขยายผลของศูนย์ชัยพัฒนาการเกษตรสิรินธร และได้ก่อตั้งศูนย์เมื่อปี พ.ศ. 2552 มีสมาชิกจำนวน 34 ราย จากการสนับสนุนของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลกและสำนักงานเกษตรอำเภอดงพวนหิน ศูนย์ใช้พื้นที่สาธารณประโยชน์ของหมู่บ้านเป็นสถานที่ดำเนินการ เพื่อสร้างการเป็นเจ้าของร่วมกัน มีการวางแผนการผลิตร่วมกัน และมีเครือข่ายการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่หลากหลาย ศูนย์ดำเนินการจดทะเบียนเป็นผู้รวบรวมและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว การลดการใช้สารเคมีเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจำหน่าย การเพิ่มมูลค่าข้าวด้วยการแปรรูปเป็นข้าวสารเพื่อจำหน่าย เป็นศูนย์เรียนรู้เพื่อถ่ายทอดวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ปลูกฝังการทำเกษตรให้แก่เยาวชนในโรงเรียน พัฒนากลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนและเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

การดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 แห่ง มีบริบทและจุดเด่นที่แตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้ (Table 1)

Table 1 Operational Context of Community Rice Center

Context	Dong Man	Thung Ruang Thong	Pha Rang Mi	Bueng Pradu
Year of establishment	2001	2011	2000	2009
Number of members	20	75	67	34
GAP for rice seed	Pass	Pass	Pass	Pass
Production technology highlights	Soil cultivation	Fertilizer application according to soil analysis	Soil amendment with green manure	Application of granular organic fertilizers
Seed quality standards	Pass	Pass	Pass	Pass
Learning center in rice seed production	Yes	Yes	Yes	Yes
Recurring revenue activities	Processing and contracting for seedlings	Production of organic fertilizer pellets	Rice processing	Rice processing
Prominent point	Leadership, collaboration with agencies	Seed production, marketing network	Leadership, community engagement	Leadership, member involvement

กระบวนการดำเนินงานของศูนย์ข้าวชุมชน

ศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ ดำเนินการผลิตและกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีอย่างต่อเนื่อง และเป็นจุดเรียนรู้ในการพัฒนาชาวนาให้มีความสามารถในการผลิตและการตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ จากการสนทนากลุ่มคณะกรรมการศูนย์ข้าวชุมชนใน 4 จังหวัด ได้ให้ข้อมูลว่า เกษตรกรที่เป็นสมาชิกผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้รับการถ่ายทอดความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวจากเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรและศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว รวมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มและภายนอกกลุ่ม การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกพื้นที่ ได้แก่ ปริมาณน้ำเพียงพอ ดินมีความเหมาะสม เมล็ดพันธุ์ที่ใช้นำมาจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวของกรมการข้าว การเตรียมดิน มีการไถเตรียมดินอย่างน้อย 2 รอบ และปรับพื้นที่ให้เรียบสม่ำเสมอเพื่อง่ายต่อการควบคุมระดับน้ำในแปลง มีการตรวจดินเพื่อให้ทราบอัตราการใส่ปุ๋ย การควบคุมระดับน้ำเพื่อควบคุมวัชพืชและเพื่อความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวแต่ละพันธุ์ การตัดพันธุ์ปนอย่างน้อย 3 ครั้ง ในระยะกล้า ระยะแตกกอ และก่อนการเก็บเกี่ยว มีการเรียนรู้ร่วมกันด้านการจัดการโรคและแมลงตามหลัก

วิชาการ การใช้เทคโนโลยีการผลิตสมัยใหม่ เช่น รถดำนา อากาศยานไร้คนขับ (โดรน) สำหรับการฉีดพ่นสารเคมีและชีวภัณฑ์ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การลดการใช้สารเคมีด้วยการใช้ชีวภัณฑ์ หลังการเก็บเกี่ยวจะทำการตากข้าวเพื่อลดความชื้น แล้วบรรจุกระสอบเพื่อจัดเก็บในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ของศูนย์

การบริหารจัดการกลุ่ม

จากการสนทนากลุ่มของคณะกรรมการศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ ได้ให้ข้อมูลว่า การบริหารกลุ่มต้องมีส่วนร่วมกันทั้งกรรมการและสมาชิก ซึ่งแต่ละศูนย์มีการแบ่งหน้าที่ของคณะกรรมการเป็นฝ่ายต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน เช่น ฝ่ายตรวจแปลง ฝ่ายกองทุน ฝ่ายการตลาด โดยคณะกรรมการต้องสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่สมาชิก มีความเชี่ยวชาญ มีความเสียสละ พัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ และเป็นผู้ประสานงานที่ดี ประธานศูนย์ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวบ้านบึงประดู่กล่าวว่า “เรามาทำหน้าที่ตรงนี้กว่าจะทำให้สมาชิกเชื่อถือต้องใช้เวลา พอเขาเชื่อมั่นเราแล้วเขาถึงทำตาม กรรมการต้องทำให้ดูเป็นตัวอย่าง ยิ่งผมไม่ใช่คนเกิดที่นี่ กว่าจะทำให้ชาวบ้านศรัทธา ต้องทำให้เห็นว่าเราทำจริง” ศูนย์ข้าวชุมชนมีการแบ่งหน้าที่คณะกรรมการตามความสามารถ มีการวางแผนการผลิตร่วมกัน โดยมีการคาดการณ์ล่วงหน้าว่าผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวในฤดูกาลถัดไปต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ใดบ้าง จากนั้นจึงมีการประชุมเพื่อวางแผนการผลิต โดยในแต่ละศูนย์จะมีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันออกไป เช่น ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านผาจึงหมี่ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเพียงพันธุ์เดียวคือข้าวดอกมะลิ 105 และทำนาเพียงปีละ 1 ครั้ง ส่วนอีก 3 ศูนย์ มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวหลากหลาย

สายพันธุ์ เช่น กข 41 กข 49 โดยทำปีละ 2 ครั้ง กลุ่มมีการประชุมสม่ำเสมอเพื่อรายงานข้อมูลปรึกษาหารือและหามติร่วมกัน รวมทั้งมีกฎระเบียบที่ชัดเจน

เมื่อสอบถามถึงด้านการตลาด คณะกรรมการให้คำตอบว่า มีการแบ่งหน้าที่ให้ผู้รับผิดชอบด้านการตลาดเป็นผู้ประสานงานทั้งภายในและภายนอกกลุ่ม มีการประสานงานกับผู้ซื้อไว้ล่วงหน้า โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ซื้อที่ซื้อกันเป็นประจำ เพราะเชื่อมั่นในคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เกษตรกรทั้งในและนอกชุมชน ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวของกรมการข้าว และบริษัทเอกชน ประธานศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านทุ่งรวงทองกล่าวว่า “เรามีคนซื้อหลายที่ เมื่อสมาชิกประสบปัญหาที่ทำแล้วไม่ผ่านมาตรฐาน เหตุการณ์แบบนี้อาจเกิดได้บ้าง เราต้องมีผู้รับซื้อที่หลากหลาย”

ในด้านการบริหารจัดการกองทุน มีคณะกรรมการดูแลกองทุนและตั้งกฎระเบียบของกองทุน โดยกลุ่มได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ข้าวจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวของกรมการข้าว จำนวนศูนย์ละ 3,000 กิโลกรัม และจัดสรรให้สมาชิกนำไปปลูกแล้วนำเงินกลับมาคืนให้แก่ศูนย์หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว เพื่อนำมาเป็นกองทุนสำหรับดำเนินกิจกรรมของกลุ่ม และมีการลงหุ้นเพื่อให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมกัน รวมทั้งรายได้จากกิจกรรมต่าง ๆ จะมีการจัดสรรเข้ากองทุนด้วย โดยหากมีความจำเป็นต้องใช้เงินของกองทุน จะมีการประชุมสมาชิกเพื่อตัดสินใจร่วมกัน ประธานศูนย์ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวบ้านบึงประดู่กล่าวว่า “เราเคยใช้เงินกองทุนไปซื้อวัสดุอุปกรณ์ของศูนย์ เพราะบางครั้งงบประมาณจากราชการไม่เพียงพอ” และยังได้จัดสรรผลประโยชน์ให้สมาชิกเพื่อเป็นผลตอบแทนอีกด้วย

ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิก สมาชิกได้มีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม ตั้งแต่การประชุม การร่วมกันวางแผน ร่วมกันแก้ปัญหา ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมรับประโยชน์ รวมทั้งการเรียนรู้ร่วมกันในด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสมาชิกแต่ละรายจะประสบปัญหาที่แตกต่างกัน สมาชิกจะร่วมกันแก้ปัญหา จนทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน หรือหากเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ กลุ่มจะประสานงานไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องในการร่วมกันแก้ไขปัญหา

เงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชน

จากการสนทนากลุ่มของคณะกรรมการศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ ในด้านเงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชน คณะกรรมการให้ข้อมูลดังนี้

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน บ้านดงมัน ตำบลจันเสน อำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์

การมีผู้นำที่ดี เสียสละ มีการวางแผนการดำเนินงาน สามารถแก้ไขปัญหาได้ คณะกรรมการท่านหนึ่งกล่าวว่า “ประธานเขาเสียสละยกที่ดินส่วนตัวให้เป็นที่ตั้งศูนย์ เพื่อให้ทุกคนได้มาใช้ประโยชน์ เวลาจะทำอะไร เขาให้สมาชิกช่วยกันตัดสินใจ” ความรู้ของสมาชิกในการผลิตเมล็ดพันธุ์ คณะกรรมการท่านหนึ่งกล่าวว่า “เดี๋ยวนี้สมาชิกเรามีความรู้เรื่องทำเมล็ดพันธุ์พอ ๆ กัน เรียนรู้มาด้วยกัน เมื่อก่อนไม่ค่อยรู้” การแลกเปลี่ยนเรียนรู้การผลิตเมล็ดพันธุ์ ทั้งภายในกลุ่มและภายนอกกลุ่ม สถานที่และวัสดุอุปกรณ์ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ งบประมาณที่เพียงพอ ประธานกล่าวว่า “กลุ่มเรามีหน่วยงานหลายหน่วยเข้ามาดูแลและสนับสนุนตลอดทั้งความรู้ งบประมาณ มีปัญหาที่ปรึกษา”

การมีส่วนร่วมของสมาชิก การเข้ามามีส่วนร่วมของเกษตรกรรุ่นใหม่ ประธานกล่าวว่า “เด็กรุ่นใหม่ที่จะเข้ามาในกลุ่ม เราจ้างเป็นรายวันก่อน ถ้าตั้งใจจริงถึงให้เข้ามาเป็นสมาชิก คนรุ่นนี้เขาจะมาทำต่อจากเรา” และการมีกิจกรรมอื่น ๆ นอกเหนือจากการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน บ้านทุ่งรวงทอง ตำบลเขาศิริส อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร

การมีผู้นำและคณะกรรมการที่ดี การประชุมอย่างสม่ำเสมอ ประธานศูนย์กล่าวว่า “เรามีเรื่องอะไรก็มาประชุมกัน ช่วยกันคิด ช่วยกันตัดสินใจ แบ่งหน้าที่กันทำ” การจัดการความเสี่ยงทั้งในด้านการผลิตและด้านการตลาด ประธานกล่าวว่า “บางปีเราเจอปัญหา สมาชิกบางคนผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ไม่ตรงตามมาตรฐาน เรามีทีมตรวจแปลง แต่บางครั้งอาจเกิดเหตุการณ์ที่ควบคุมไม่ได้ เราเลยต้องเตรียมผู้ซื้อข้าวไว้หลาย ๆ ที่” การสร้างเครือข่ายการผลิตและการตลาดเมล็ดพันธุ์ คณะกรรมการท่านหนึ่งกล่าวว่า “เรามีเครือข่ายทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัด เวลาที่เราขายเมล็ดพันธุ์ บางครั้งมีปัญหา เราก็ช่วยเหลือกัน แล้วก็ยังมีอาจารย์จากมหาวิทยาลัย มาให้ความรู้กับกลุ่มเราด้วย ก็ถือว่าเป็นเครือข่ายกันพึ่งพาอาศัยกัน” การสนับสนุนจากหน่วยงานราชการและเอกชน การพัฒนาให้ได้มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน บ้านผารังหมี ตำบลไทรย้อย อำเภอนิคมบะปรัง จังหวัดพิษณุโลก

การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาทั้งชุมชน การมีผู้นำที่มีวิสัยทัศน์ การวางแผนการดำเนินงานร่วมกัน คณะกรรมการท่านหนึ่งกล่าวว่า “เราวางแผนร่วมกันก่อนลงมือทำ ตั้งแต่เริ่มต้นในทุก

กิจกรรม ใช้การประชุมเพื่อช่วยกันคิด ให้เข้าใจตรงกัน” การยึดถือกฎระเบียบของกลุ่ม คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ประธานกล่าวว่า “เมล็ดพันธุ์ของเราผ่านมาตรฐาน เกษตรกรด้วยกันที่มาซื้อไปก็พอใจกลับมาซื้ออีก” การพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่เพื่อการสืบทอดอาชีพ ประธานกล่าวว่า “เด็กวัยรุ่นแถวนี้บางทีเขาไม่ได้เรียนหนังสือ เราก็แนะนำเขาให้มาช่วยพ่อแม่ทำนา เพราะมีที่ดินของตัวเองอยู่แล้วอย่างน้อยก็ยังมีอาชีพติดตัว เขาก็มาทำกันหลายคนได้ช่วยผ่อนแรงพ่อแม่ด้วย ไม่ต้องไปหางานที่อื่น” การต่อยอดกิจกรรมที่หลากหลาย ประธานกล่าวว่า “เราแก้ไขปัญหาทันทีชุมชน เริ่มจากศูนย์ข้าว ต่อยอดไปกิจกรรมอื่น เช่น แปรรูปเป็นข้าวสาร ลานตากคัดเมล็ดพันธุ์” และการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ

ศูนย์ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชนพัฒนาบ้านบึงประตู ตำบลทับหมัน อำเภอดงพิกุล จังหวัดพิจิตร

การคัดเลือกคณะกรรมการจากความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ประธานศูนย์กล่าวว่า “กรรมการ

แต่ละคนเขาจะเก่งกันคนละเรื่อง อย่างทีมตรวจแปลงมีกัน 3 คน เขาก็ตรวจให้สมาชิกทุกแปลงแปลงไหนต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไร กรรมการจะแนะนำกันทีละแปลง” การมีส่วนร่วมของสมาชิก การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ เช่น รถดำนา อากาศยานไร้คนขับ (โดรน) การใช้ชีวภัณฑ์ทดแทนการใช้สารเคมี เพื่อลดต้นทุนการผลิต การนำเกษตรกรรุ่นใหม่เข้ามาเป็นสมาชิก ประธานได้กล่าวว่า “คนรุ่นใหม่ ๆ ที่มาอยู่ในกลุ่ม อายุน้อยที่สุดก็ 28-29 ปี เขาเคยไปทำงานกรุงเทพฯ แต่ต้องกลับมาดูแลพ่อแม่ เขาก็มาทำเมล็ดพันธุ์กับศูนย์ เราก็ให้เขามาเป็นกรรมการด้วยช่วยงานได้ดี” การถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรในชุมชนเพื่อปลูกฝังอาชีพการเกษตร การสร้างเครือข่ายการผลิตและการตลาด การสนับสนุนจากราชการและเอกชน และการต่อยอดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์

โดยเงื่อนไขความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ จากการสนทนากลุ่ม สามารถสรุปได้ดังนี้ (Table 2)

Table 2 Conditions for success of community rice center

Subject	Conditions for success	
Management	Operation planning Risk management Committee selection Good leadership Member involvement	Regular meeting Sufficient budget Support from the public and private agency
Quality seed production	Knowledge and skills in seed production Location and equipment for seed production Seed Production Technologies	Seed quality Seed Production Standards
Network building	Production and marketing network	Exchange of knowledge
Group Development for Sustainability	Activity extension	Development of a new generation farmers

ผลการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic induction) แสดงให้เห็นว่า ศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 แห่ง มีบริบทที่แตกต่างกันอยู่หลายประการ แต่สามารถดำเนินการได้ประสบความสำเร็จ โดยมีเงื่อนไข 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการบริหารจัดการ การวางแผนการดำเนินงาน การจัดการความเสี่ยง การคัดเลือกคณะกรรมการให้ตรงกับความสามารถ การมีผู้นำที่ดี การมีส่วนร่วมของสมาชิก การประชุมอย่างสม่ำเสมอ การมีงบประมาณที่เพียงพอ การสนับสนุนจากหน่วยงานราชการและเอกชน สอดคล้องกับ Monyo *et al.* (2004) ที่พบว่า เหตุผลความสำเร็จของกลุ่มผลิตเมล็ดพันธุ์ คือความพร้อมในการผลิตและการได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงาน Veerakumaran (2007) กล่าวว่า กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีข้อจำกัดด้านการเงินและการขาดการสนับสนุนจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จได้ช้า Ortmann and King (2007) พบว่า กลุ่มต้องมีผู้นำที่มีความรับผิดชอบสูง มีทักษะและประสบการณ์ Khanal (2013) กล่าวว่า กลุ่มที่ประสบความสำเร็จต้องมีการพัฒนากลยุทธ์ในการจัดการความเสี่ยง Guei *et al.* (2011) พบว่า การบริหารจัดการกลุ่ม ผู้นำ คณะกรรมการและการมีส่วนร่วมของสมาชิก ส่งผลต่อความสำเร็จ 2) ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพ ความรู้และทักษะในการผลิตเมล็ดพันธุ์ สถานที่และวัสดุอุปกรณ์สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ มาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ สอดคล้องกับ Khanal (2013) กล่าวว่า กลุ่มที่สามารถดำเนินการให้ประสบความสำเร็จได้ ต้องมีวัสดุอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ เช่น เครื่องคัดเมล็ดพันธุ์ เครื่องบรรจุเมล็ดพันธุ์ ลานตากเมล็ดพันธุ์ อัญชลี และสุรพล (2556) รายงานว่า ปัญหาของเกษตรกร

ที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เกษตรกรได้รับการอบรมให้ความรู้ไม่ทั่วถึง ความไม่พร้อมของศูนย์ข้าวชุมชนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ ขาดสถานที่รวบรวมเมล็ดพันธุ์และเครื่องมือ อุปกรณ์คัดแยก ทำความสะอาด เมล็ดพันธุ์มีปัญหาคุณภาพ ตรวจสอบแล้วไม่ผ่านเกณฑ์ และ Budi *et al.* (2017) ศึกษาพบว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อความต่อเนื่องของกลุ่มคือการพัฒนาทักษะการผลิตเมล็ดพันธุ์และความเข้มแข็งของกลุ่ม 3) ด้านการสร้างเครือข่าย การสร้างเครือข่ายการผลิตและการตลาด การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ บังอร และสาธิต (2560) รายงานว่า ศูนย์ข้าวชุมชนควรมีการขยายตัวผ่านเครือข่ายศูนย์ข้าวชุมชน Guei *et al.* (2011) ศึกษาพบว่า ความสำเร็จขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ดี และ 4) ด้านการพัฒนาชุมชนเพื่อความยั่งยืน การต่อยอดกิจกรรม การพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ การศึกษาของ Milone and Ventura (2018) พบว่า เกษตรกรรุ่นใหม่จะประสบความสำเร็จในการทำการเกษตรเนื่องจากคนกลุ่มนี้มีความคิดสร้างสรรค์ มีนวัตกรรม และมีการประสานงานกับคนภายนอกได้ดี และอังคณา (2555) รายงานว่า แนวทางการพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน ควรมีการวางแผนดำเนินธุรกิจเพื่อต่อยอดกิจกรรมการผลิตในกลุ่ม

สรุปผลการวิจัย

ศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ในจังหวัดนครสวรรค์ พิษณุโลก กำแพงเพชร และพิจิตร ที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ มีที่มาในการจัดตั้งศูนย์จากปัญหาเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีมีไม่เพียงพอต่อเกษตรกรในชุมชน ส่งผลให้การผลิตข้าวไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร จึงมีความต้องการในการแก้ปัญหาโดยได้รับการสนับสนุนจากกรมส่งเสริมการเกษตรและกรมการข้าวในการดำเนินงานของศูนย์ โดยแต่ละศูนย์มีบริบทพื้นที่

แตกต่างกัน ปัญหาการดำเนินงานที่แตกต่างกัน และใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกันในการดำเนินงาน ศูนย์ข้าวชุมชนจนประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ความสำเร็จของศูนย์ข้าวชุมชนมีเงื่อนไขที่สำคัญตามความคิดเห็นของคณะกรรมการ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการบริหารจัดการ ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ คุณภาพ ด้านการสร้างเครือข่าย และด้านการพัฒนากลุ่มเพื่อความยั่งยืน ทั้งนี้ศูนย์ข้าวชุมชนทั้ง 4 ศูนย์ สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ให้แก่ศูนย์ข้าวชุมชนอื่น ๆ และเกษตรกรทั่วไปที่สนใจการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวได้เป็นอย่างดี รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชนอื่น ๆ ให้ประสบความสำเร็จเพิ่มมากขึ้น และหากมีการวิจัยในครั้งต่อไป ควรบ่งชี้ความสำเร็จที่เกิดจากเงื่อนไขทั้ง 4 ด้าน รวมถึงการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีบริบทที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2551. คู่มือเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ศูนย์ข้าวชุมชน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. คู่มือการดำเนินงาน ศูนย์ ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน. กลุ่มข้าว กองส่งเสริมพืชไร่ฯ, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. การปรับปรุงทะเบียนเกษตรกร. แหล่งข้อมูล http://farmer.doae.go.th/ecoplant/eco_report/report1_regis_59 (30 มีนาคม 2560).

บังอร วงศ์ป๋อง และสาธิต อติโต. 2560. การวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน ห้วยยางศรีวิไล อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น. แก่นเกษตร 45(พิเศษ 1): 493-496.

สัจจา บรรจงศิริ. 2552. รูปแบบการพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สำนักงานสหกรณ์จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2559. Knowledge Management กลุ่มเกษตรกร โรงสีข้าวชุมชนตำบลป่าระก้า. แหล่งข้อมูล http://km.cpd.go.th/pdf-bin/pdf_8074680618.pdf (5 สิงหาคม 2564).

สุพรรณรัตน์ ทองปัก นิภาภรณ์ อนุชวิษกุล ปวีรัฐ ภัคดีณรงค์ และมนตรี ธรรมพัฒนากุล. 2553. การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของศูนย์ข้าวชุมชนในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 5, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ. น. 67-73.

อังคณา สุวานิช. 2555. การพัฒนาศูนย์ข้าวชุมชน อำเภอมนรมย์ จังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์ และสุรพล จัตุพร. 2556. การพัฒนารูปแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเกษตรกร. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

Alexander, B., H. Johnson, L. Shaw and S. Vicari. 2016. What makes rural co-operatives resilient in developing countries. The Open University's repository of research publications and other research outputs 28(1): 89-111.

- Anania, P. and C.G. Rwekaza. 2016. The determinants of success in agricultural marketing co-operatives in Tanzania: the experience from Mweka Sungu, Mruwia and Uru North Njari agricultural marketing co-operatives in Moshi District. *European Journal of Research in Social Sciences* 4(3): 62-75.
- Boyer, D., H. Creech and L. Paas. 2008. Critical success factors and performance measures for start-up social and environmental enterprises. The SEED Initiative and International Institute for Sustainable Development, Switzerland.
- Budi, S., H.A. Hamid and F. Agussabti. 2017. The impact of agriculture extension partnership model on rice seed farmers in Aceh Province. *International Journal of Environmental & Science Education* 12(9): 2011-2018.
- Cochrun, S.E. 1994. Understanding and enhancing neighborhood sense of community. *Journal of planning literature* 9: 92-99.
- Flavio, A.C. 2015. Community seed banks in Oaxaca. pp. 136-139. *In: R. Vernooy, P. hrestha and B. Sthapit (eds.). Community Seed Banks. Taylor & Francis Group. Oxon.*
- Guei, G.R., A. Barra and D. Silué. 2011. Promoting smallholder seed enterprises: quality seed production of rice, maize, sorghum and millet in northern Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1): 91-99.
- Jimi, D., M. Jimi and P. Shrestha. 2015. The community seed bank in Tamaphok. pp. 144-147. *In: R. Vernooy, P. hrestha and B. Sthapit (eds.). Community Seed Banks. Taylor & Francis Group. Oxon.*
- Khanal, P.N. 2013. Sustainability of community-based rice seed production: a case study in The tarai region of Nepal. Ph.D. Thesis in International Development and Cooperation, Hiroshima University.
- Latynskiy, E. and T. Berger. 2016. Networks of rural producer organizations in Uganda: what can be done to make them work better?. *World Development* 78: 572-586.
- McClelland, G.I., A. Gartmann and H.V. Rees. 2004. The power of the farmer group. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.* pp. 1-11.
- Milone, P. and F. Ventura. 2018. New generation farmers: rediscovering the peasantry. *Journal of Rural Studies* 65: 43-52.
- Monyo, E.S., D.D. Rohrbach and M.A. Mgonja. 2004b. New partnerships to strengthen seed systems in Southern Africa: innovative community commercial seed supply models. pp. 11-18. *In: P.S.*

- Setimela, E. Monyo and M. Bänziger (eds.). Successful community-based seed production strategies. CIMMYT. Mexico.
- Monyo, E.S., M.A. Mgonja and D.D. Rohrbach. 2004a. An analysis of seed systems development, with special reference to smallholder farmers in Southern Africa: issues and challenges. pp. 3-10. *In*: P.S. Setimela, E. Monyo and M. Bänziger (eds.). Successful community-based seed production strategies. CIMMYT. Mexico.
- Nji, M.P. and D.F. Engwali. 2019. Determinants of success and sustainability of farmer organizations in the North West Region of Cameroon. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology* 37(4): 1-13.
- Ortmann, G.F. and R.P. King. 2007. Agricultural cooperatives II: can they facilitate access of small-scale farmers in South Africa to input and product market. *Agricultural Economics Association of South Africa (AEASA)* 46(2): 1-26.
- Peter, O. and J. Nilsson. 2009. Members' perception of their participation in the governance of cooperatives: the key to trust and commitment in agricultural cooperatives. *Agribusiness* 25(2): 181-197.
- Qing, P., C. Li, S.H.J. Chan and S. Deng. 2020. Farmer entrepreneurs in China: an empirical investigation of their motivations, success factors, and challenges faced. *Journal of Small Business and Entrepreneurship* 33(3): 349-369.
- Sisay, T.D., J. H. M. Frans and C. M. Hans. 2017. Seed producer cooperatives in the Ethiopian seed sector and their role in seed supply improvement: a review. *Journal of Crop Improvement* 31(3): 323-355.
- Veerakumaran, G. 2007. Ethiopian cooperative movement-an explorative study. Department of Cooperatives Faculty of Dry Land Agriculture and Natural Resources, Mekelle University.

การกระจายตัวของอันดับดินในพื้นที่ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน

Soil Order Distribution in Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun Province

ธวัชชัย ตาอินทร์^{1*} นิวัตติ อนงศ์รักษ์² ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์² และ ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ²

Tawatchai Ta-in^{1*} Niwat Anongrak² Nattawut Luesak² and Fapailin Chaiwan²

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹ Master of Science Program in Environmental Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

² ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

² Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: tawatchai.ti164@gmail.com

(Received: 20 April 2022; Revised: 21 July 2022; Accepted: 25 July 2022)

Abstract

A study on the distribution of soil order in Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province aim to invent soil survey and determined soil morphology in the field, physicochemical, mineralogical properties and evaluation included soil fertility assessment and their relationship with plant diversity. The result revealed that soil in the area was classified 4 soil orders (8 subgroups). They are Ultisols (pedon 1: Typic Paleustults; pedon 2: Typic Haplustults), Alfisols (pedon 3: Ultic Paleustalfs; pedon 4: Ultic Haplustalfs), Inceptisols (pedon 5: Typic Dystrustepts; pedon 6: Typic Haplustepts) and Entisols (pedon 7: Lithic Ustorthents; pedon 8: Typic Ustorthents). They are very shallow to very deep soils, while the subsoil in Entisols was absent. Residual soil formed by parent material of shale and sandstone. The gravel content in topsoil of Alfisols has less than 15%, while the others show higher number. The soil reaction of Ultisols in subsoil range from very strongly acid to strongly acid (pH 4.7-5.2) while the others showed higher alkaline. The soil organic matter and available phosphorus in topsoil were higher

than subsoil. Alfisols order, the soil fertility levels were higher than the others order and there are found mixed deciduous forest, while others order are dry dipterocarp forest. For mineralogy class, most of the orders are classified as mixed, except pedon 4 is classified as kaolinitic. Most areas are complex slopes. Moreover, the gravel content in subsoil is higher than 35%, which the soil is unsuitable for agriculture. Furthermore, the soil capacity should be conserved as a forest and natural resource protected area.

Keywords: soil order, soil survey, soil morphology, physicochemical properties

บทคัดย่อ

การศึกษาการกระจายตัวของอันดับดินในพื้นที่ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและศึกษาดิน ประกอบด้วย สัณฐานวิทยาสนามของดิน สมบัติทางกายภาพเคมี และแร่วิทยาของดิน การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสัมพันธ์การกระจายตัวของดินกับพันธุ์ไม้ ผลการศึกษาพบว่าดินมีการกระจายตัว 4 อันดับ (8 กลุ่มย่อย) ได้แก่ อัลทิสซอลส์ (พีดอน 1: Typic Paleustults; พีดอน 2: Typic Haplustults), แอลฟิสซอลส์ (พีดอน 3: Ultic Paleustalfs; พีดอน 4: Ultic Haplustalfs), อินเซปทิสซอลส์ (พีดอน 5: Typic Dystrustepts; พีดอน 6: Typic Haplustepts) และเอนทิสซอลส์ (พีดอน 7: Lithic Ustorthents; พีดอน 8: Typic Ustorthents) เป็นดินต้นมากถึงลึกมากและไม่พบดินล่างในอันดับเอนทิสซอลส์ วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างจากหินดินดานและหินทราย ดินบนอันดับแอลฟิสซอลส์มีปริมาณกรวดน้อยกว่าร้อยละ 15 ในขณะที่อันดับอื่น ๆ มีปริมาณมากกว่า ปฏิกริยาดิน ดินล่างอันดับอัลทิสซอลส์อยู่ในช่วงกรดจัดมากถึงกรดจัด ในขณะที่อันดับอื่นเป็นต่างมากกว่า ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินล่าง ดินอันดับแอลฟิสซอลส์มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงกว่าทุกอันดับและพบว่าเป็นป่าเบญจพรรณ ส่วนอันดับอื่นเป็นป่าเต็งรัง ชั้นแร่วิทยาของพีดอนส่วนใหญ่จำแนกเป็นมิกซ์ (mixed) ยกเว้นพีดอน 4 จำแนกเป็นเคโอลินิติก (kaolinitic) สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนและปริมาณกรวดในดินล่างมากกว่าร้อยละ 35 และพบว่าเป็นดินไม่เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตร ดังนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงสมควรอนุรักษ์เป็นป่าไม้และพื้นที่ปกป้องทรัพยากรต่อไป

คำสำคัญ: อันดับดิน การสำรวจดิน สัณฐานวิทยาของดิน สมบัติทางกายภาพเคมี

คำนำ

ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน ตั้งอยู่ตำบลศรีบัวบาน อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ทั้งหมด 5,527.0 ไร่ ในปี พ.ศ. 2563 ได้ดำเนินโครงการ

“การสำรวจดินในพื้นที่ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน” สำรวจดินระดับทั่วไป (order 3-extensive) (Soil Science Division Staff, 2017) จำนวน 58 พีดอน และจัดทำแผนที่ดิน พบดิน 4 อันดับ 8 กลุ่มย่อย (นิวัติ

และคณะ, 2563) ต่อมาในปี พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ได้เสนอพื้นที่ 256.7 ไร่ ภายในพื้นที่ศูนย์ฯ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นป่าธรรมชาติดั้งเดิมที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพรรณและสัตว์ป่า จึงมีความเหมาะสมที่จะกำหนดให้เป็นพื้นที่ปกป้องทรัพยากรเพื่อสนองพระราชดำรินโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) และได้ดำเนินโครงการ “การสำรวจดินในพื้นที่ปกป้องทรัพยากรในศูนย์การศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “ทริภุญไชย” จังหวัดลำพูน” สำรวจดินระดับเข้มข้น (order 2-intensive) จำนวน 9 พืดอน พบดิน 4 อันดับ 5 กลุ่มย่อย และสำรวจดินในพื้นที่ศูนย์รวบรวมพันธุ์พืชพื้นถิ่นและแปลงวนเกษตร พื้นที่ 80.0 ไร่ จำนวน 2 พืดอน นำข้อมูลจัดทำนิทรรศการจัดแสดงในศูนย์ข้อมูลทรัพยากร อพ.สธ.-มช. ประกอบด้วย แท่งหน้าตัดดิน (soil monolith) แสดงสัณฐานวิทยาของดินแต่ละกลุ่มย่อย และแผนที่ภูมิประเทศสามมิติ (three dimensional topographic map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มย่อย (นิวัติ และคณะ, 2564) เพื่อสนับสนุนงานวิจัย การศึกษาดูงาน และการเรียนรู้ทรัพยากรในพื้นที่ศูนย์การศึกษาฯ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดินในภาคสนามและเก็บข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้

สำรวจและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร, 2542) และใช้วิธีการสำรวจดินแบบกริด (grid survey) ใช้มาตราส่วนการสำรวจดินระดับทั่วไป (1 จุดแทนพื้นที่ 100 ไร่)

ชุดหลุมหน้าตัดดินขนาด 1.0×1.0×1.0 ม. (กว้าง×ยาว×ลึก) หรือจนถึงชั้นหินพื้น (กรณีไม่พบชั้นหินพื้นจะทำการศึกษาเพิ่มโดยใช้ส่วนเจาะดินจนถึงความลึก 2.0 ม. หรือจนถึงชั้นหินพื้น) จำนวน 58 พืดอน บันทึกข้อมูลสัณฐานวิทยาสนามของดินนำมาจำแนกดินระดับกลุ่มย่อย (subgroup) (Soil Survey Staff, 2014) แล้วทำแผนที่ดินแต่ละกลุ่มย่อย และเลือกหลุมดินตัวแทนกลุ่มย่อยละ 1 พืดอน ชุดหลุมหน้าตัดดินเพิ่มขนาด 1.5×2.0×2.0 ม. หรือจนถึงชั้นหินพื้น ศึกษาสัณฐานวิทยาสนามของดินและบันทึกข้อมูลทั่วไป จากนั้นเก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวนตามชั้นกำเนิดดิน (Soil Science Division Staff, 2017) เก็บข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ (plant species) โดยการวางแปลง (plot) ขนาด 40×40 ม. ให้ตัวแทนกลุ่มย่อย 8 พืดอน เป็นจุดศูนย์กลางของทั้ง 8 แปลง วัดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (girth at breast height, GBH) หรือ 1.30 ม. จากพื้นดินของไม้ยืนต้นทุกต้นที่มีความสูงมากกว่า 1.5 ม. วัดความสูงของต้นไม้แล้วนำมาหาดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (ecological importance value index, IVI) คำนวณจากผลรวมของ ความถี่ (frequency) ความเด่น (dominance) และความหนาแน่น (density) ของพันธุ์ไม้ (Krebs, 1985)

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างดินวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐาน วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ประกอบด้วย การแจกกระจายขนาดอนุภาคดิน (soil particle size distribution) ปริมาณกรวดโดยปริมาตร (gravel content) ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available water capacity) คำนวณจากผลต่างของค่าความจุความชื้นสนาม

(field capacity) และจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point) สมบัติทางเคมีของดิน ประกอบด้วย ปฏิกิริยาดิน (soil reaction; pH 1:1 H₂O) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter content) โดยวิธี Walkley and Black Titration ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โดยวิธี Bray II ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) และความอิ่มตัวเบส (bases saturation) วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว (clay minerals) ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction) (National Soil Survey Center, 1996) แล้วนำผลวิเคราะห์ทางเคมี เฉพาะชั้นที่เป็นดิน (solum) แบ่งเป็นดินบน (topsoil) และดินล่าง (subsoil) มาประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility assessment) ซึ่งใช้ผลวิเคราะห์ทางเคมี ประกอบด้วย ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และความอิ่มตัวเบส (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2543)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาพทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

สภาพทั่วไปของบริเวณที่ทำการศึกษา (Figure 1) 58 พืดอน (แกน X: A-H, แกน Y: 01-14) พื้นที่ 5,527.0 ไร่ มีหินพื้นที่เป็นวัสดุตกค้างจากหินตะกอน (หินดินดานและหินทราย) พบ 4 อันดับ ประกอบด้วย 1) อัลติซอลส์ (Ultisols) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 345-439 ม. มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาด (undulating) ถึงสูงชันมาก (very steep) (มีความลาดชันอยู่ในช่วง

ร้อยละ 5.2-64.9) 2) แอลฟิซอลส์ (Alfisol) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 339-495 ม. มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (gently undulating) ถึงสูงชัน (steep) (มีความลาดชันอยู่ในช่วงร้อยละ 3.5-44.5) 3) อินเซปติซอลส์ (Inceptisols) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 372-460 ม. มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงสูงชันมาก (มีความลาดชันอยู่ในช่วงร้อยละ 7.0-62.5) 4) เอนติซอลส์ (Entisols) ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 372-517 ม. มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงสูงชันมาก (มีความลาดชันอยู่ในช่วงร้อยละ 3.5-62.5) จากนั้นทำการศึกษาโดยเลือกกลุ่มย่อยละ 1 พืดอน รวมศึกษา 8 พืดอน (Figure 2) (Table 1) ได้แก่ พืดอน 1 (G07) เป็นดินลึกมาก (very deep soil) พืดอน 2 (E02) เป็นดินลึกปานกลาง (moderately deep soil) พืดอน 3 (F09) เป็นดินลึกมาก พืดอน 4 (B02) เป็นดินตื้น (shallow soil) พืดอน 5 (C06) เป็นดินตื้น พืดอน 6 (B13) เป็นดินตื้น พืดอน 7 (G04) เป็นดินตื้นมาก (very shallow soil) และ พืดอน 8 (E09) เป็นดินตื้นมาก เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาดินที่พัฒนาการจากหินทรายในป่าเต็งรัง ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าดินที่มีพัฒนาการน้อยเป็นอันดับอินเซปติซอลส์เป็นดินตื้น มีก้อนกรวดมาก (very gravelly) ถึงมีก้อนกรวดมากที่สุด (extremely gravelly) (ร้อยละ 58.23-66.61) ส่วนดินที่มีพัฒนาการสูงกว่าคืออันดับอัลติซอลส์เป็นดินลึกมากและไม่มีก้อนกรวด (non gravel) ถึงมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ 2.24-41.85) (จักรพงษ์ และคณะ, 2562)

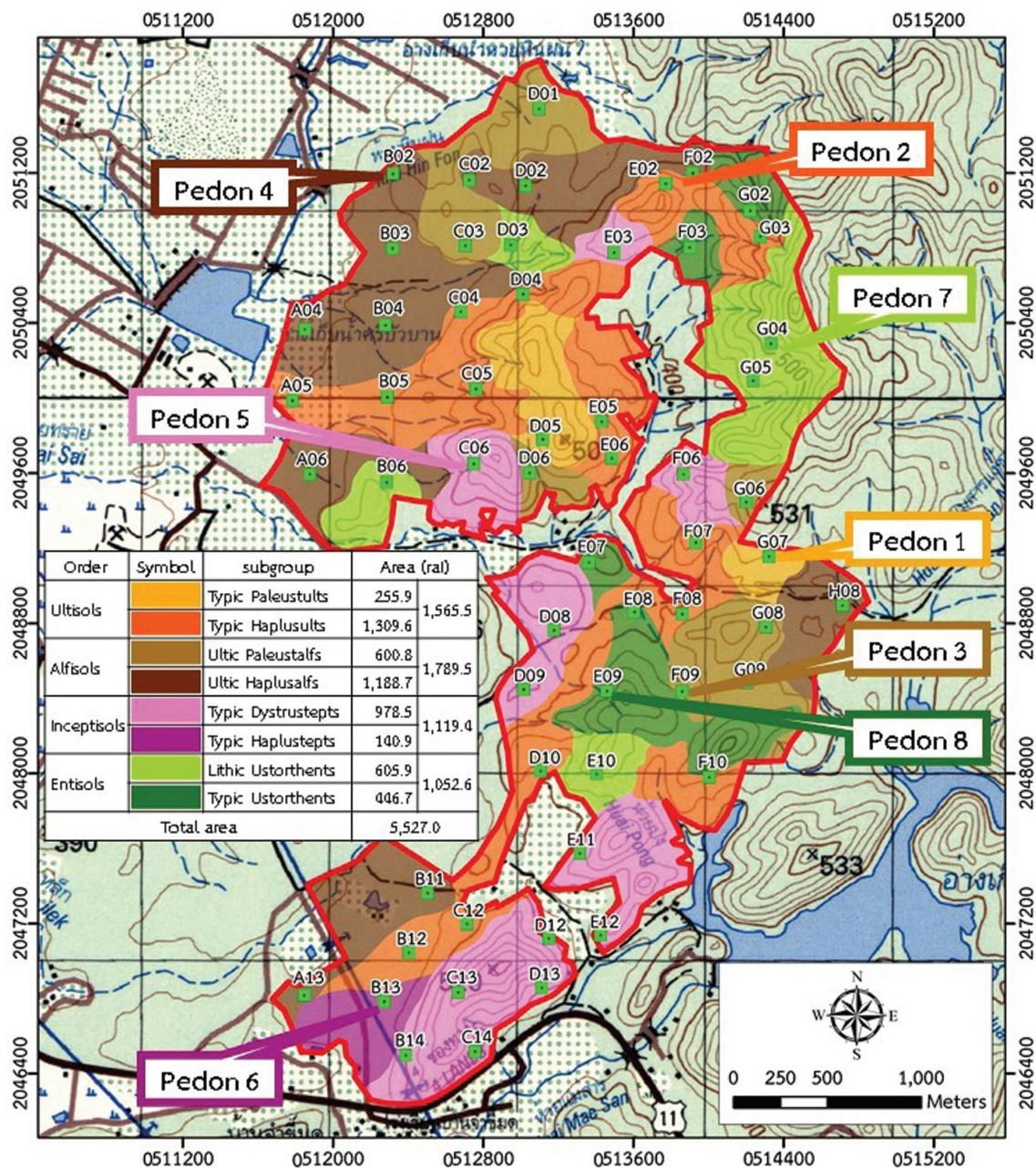


Figure 1 Soil profile and pedon location map of Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province

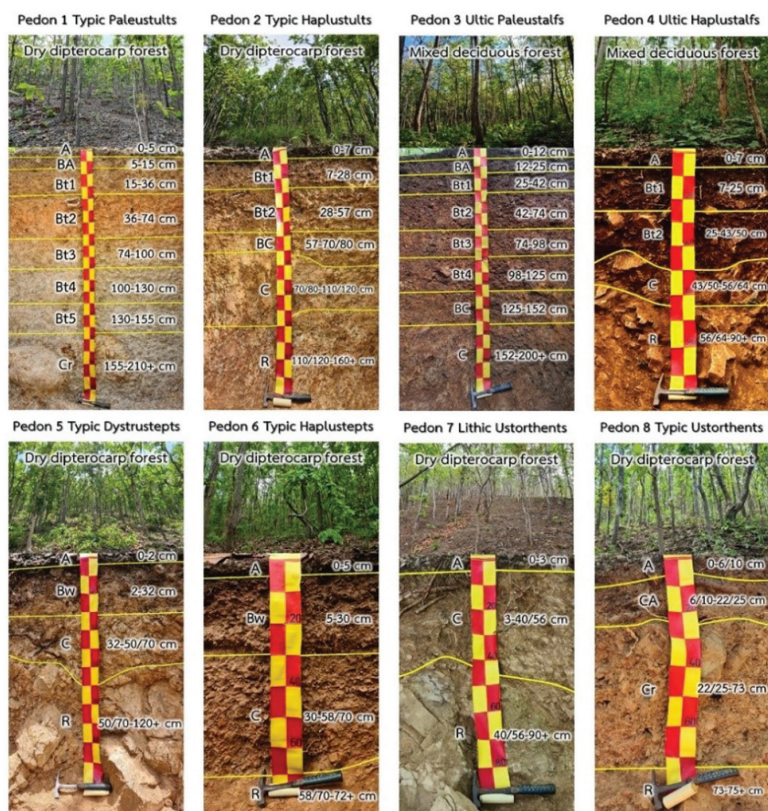


Figure 2 Soil profiles of 8 pedons in Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province

Table 1 Location of pedon and soil grading classes in Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province

Pedon (Land use ^{1/})	Coordinate	Elevation (m)		Parent material ^{3/}	Soil profile	Soil classification
			Slope ^{2/} (%)			
1 (DDF)	0514324E	439		RES from SHA/SST	A-BA-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Cr	Typic Paleustults
	2049155N	38.0			5-15-36-74-100-130-155-210+	
2 (DDF)	0513773E	448		RES from SHA/SST	A-Bt1-Bt2-BC-C-R	Typic Haplustults
	2051142N	57.7			7-28-57-70/80-110/120-160+	
3 (MDF)	0513860E	418		RES from SHA/SST	A-BA-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-BC-C	Ultic Paleustalfs
	2048437N	10.5			12-25-42-74-98-125-152-200+	
4 (MDF)	0512320E	357		RES from SHA/SST	A-Bt1-Bt2-C-R	Ultic Haplustalfs
	2051196N	18.0			7-25-43/50-56/64-90+	

Table 1 Location of pedon and soil grading classes in Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province (Cont.)

Pedon (Land use ^{1/})	Coordinate	Elevation (m)		Parent material ^{3/}	Soil profile	Soil classification
		Slope ^{2/} (%)				
5 (DDF)	0512750E	433		RES from	A-Bw-C-R	Typic
	2049650N	57.7		SST	2-32-50/70-120+	Dystrustepts
6 (DDF)	0512273E	372		RES from	A-Bw-C-R	Typic
	2046782N	7.0		SST	5-30-58/70-72+	Haplustepts
7 (DDF)	0514332E	517		RES from	A-C-R	Lithic
	2050290N	50.0		SST	3-40/56-90+	Ustorthents
8 (DDF)	0513460E	422		RES from	A-CA-Cr-R	Typic
	2048438N	62.0		SST/SHA	6/10-22/25-73-75+	Ustorthents

Remarks: ^{1/}Land use: DDF = dry dipterocarp forest, MDF = mixed deciduous forest, ^{2/}Slope (%): 5-12 = undulating, 12-20 = rolling, 35-50 = steep, 50-75 = very steep, ^{3/}Parent material: RES = residuum, SHA = shale, SST = sandstone

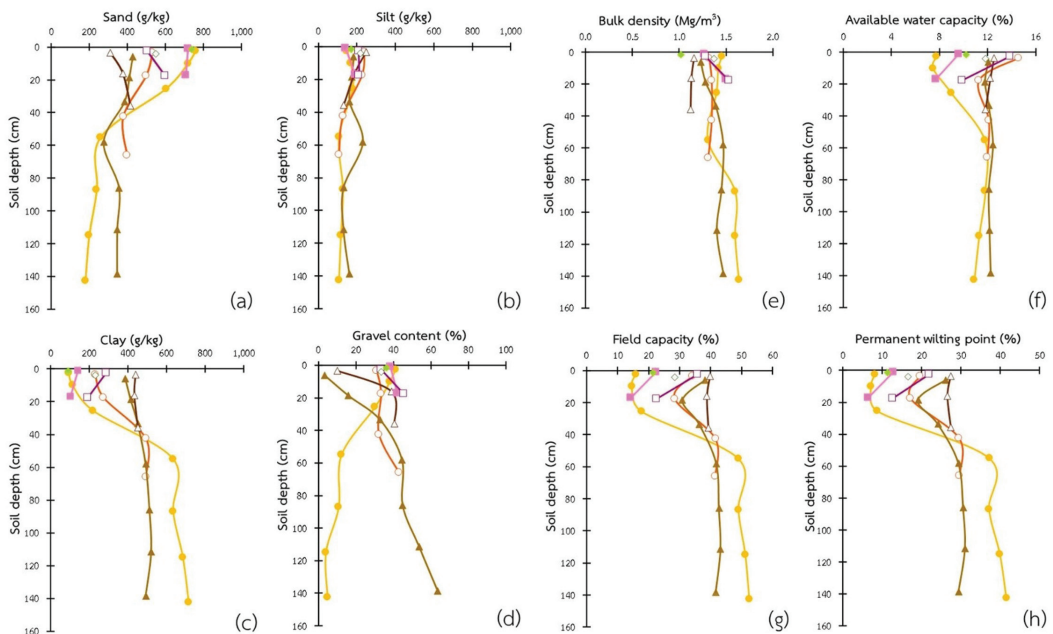
สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพของดิน ของดินตัวแทน กลุ่มย่อยทั้ง 4 อันดับ (8 กลุ่มย่อย) แสดงใน Figure 3 พบว่าการแจกกระจายขนาดอนุภาคดิน ในอันดับ อัลทิซอลส์: พบว่าดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย ถึงดินเหนียว (clay) อันดับแอลฟิซอลส์: ดินบนเป็น ดินร่วนเหนียว (clay loam) และดินเหนียว ดินล่าง เป็นดินเหนียว ทั้ง 2 อันดับมีอนุภาคขนาดทรายลดลง ตามความลึก (Figure 3a) อนุภาคขนาดทรายแบ่ง (Figure 3b) ปริมาณคงที่ตลอดหน้าตัดดิน มีการ เพิ่มขึ้นของอนุภาคดินเหนียว (Figure 3c) ตาม ความลึก แสดงถึงการเคลื่อนย้ายเชิงกล (lessivage) ของอนุภาคขนาดเล็กและกระบวนการเคลื่อนย้าย วัสดุ (eluviation) จากดินบนไปสะสม (illuviation)

ในดินล่าง ส่งผลให้ดินล่างมีอนุภาคขนาดเล็ก โดยเฉพาะดินเหนียวเพิ่มขึ้น เข้าเกณฑ์ชั้นดินล่าง วินิจัยอาร์จิลลิก (argillic diagnostic horizon) อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนปน ทราย แสดงถึงกระบวนการสะสมที่เกิดขึ้นน้อย เข้า เกณฑ์ชั้นดินล่างวินิจัยแคมบิก (Cambic diagnostic horizon) อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนเป็นดินร่วนปน ทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งดินในอันดับนี้ เป็นดินแร่ที่ยังไม่มีการพัฒนาชั้นดินล่างวินิจัยใต ภายใน 100 ซม. จากผิวหน้าดิน (สำนักงาน ราชบัณฑิตยสภา, 2562; Buol *et al.*, 2011) ปริมาณกรวด (ร้อยละโดยปริมาตร) (Figure 3d) อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนมีก้อนกรวดปานกลาง (gravelly) ถึงมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ 31.0-41.2) ดินล่างไม่มีก้อนกรวดถึงมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ

3.9-42.9) อันดับแอลฟิซอลส์: ดินบนไม่มีก้อนกรวดถึงมีก้อนกรวดเล็กน้อย (slightly gravelly) (ร้อยละ 3.2-10.2) ดินล่างมีก้อนกรวดปานกลางถึงมีก้อนกรวดมากที่สุด (ร้อยละ 15.9-63.4) อันดับอินเซปติซอลส์: ดินบนมีก้อนกรวดปานกลางถึงมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ 33.3-38.2) ดินล่างมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ 42.1-45.3) อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนมีก้อนกรวดปานกลางถึงมีก้อนกรวดมาก (ร้อยละ 33.4-36.2) ปริมาณกรวดที่แตกต่างกันในแต่ละอันดับแสดงถึงพัฒนาการของดินที่แตกต่างกัน (Brady and Weil, 2017) ความหนาแน่นรวมของดิน (Figure 3e) อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (1.3-1.5 เมกะกรัม/

ลบ.ม.) ดินล่างค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.3-1.6 เมกะกรัม/ลบ.ม.) อันดับแอลฟิซอลส์: ดินบนค่อนข้างต่ำ (1.2 เมกะกรัม/ลบ.ม.) ดินล่างต่ำถึงปานกลาง (1.1-1.5 เมกะกรัม/ลบ.ม.) อันดับอินเซปติซอลส์: ดินบนค่อนข้างต่ำ (1.3 เมกะกรัม/ลบ.ม.) ดินล่างปานกลาง (1.5 เมกะกรัม/ลบ.ม.) อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (1.0-1.4 เมกะกรัม/ลบ.ม.) ในดินที่มีความหนาแน่นรวมสูง รากพืชจะซอมน้ำเข้าไปในดินยาก ส่วนหนึ่งสัมพันธ์กับเนื้อดินโดยรากพืชซอมน้ำเข้าไปในดินเหนียวได้ยากกว่าดินทรายเมื่อมีความหนาแน่นรวมของดินเท่ากัน (Buol *et al.*, 2011) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Figure 3f) คือปริมาณน้ำในดินที่



Ultisols (Pedon 1 ◆, Pedon 2 ○) Alfisols (Pedon 3 ★, Pedon 4 ☆) Inceptisols (Pedon 5 ◆, Pedon 6 ◻) Entisols (Pedon 7 ◆, Pedon 8 ◻)

Figure 3 Distribution of soil physical properties with depth in the 8 profiles sampled at Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province

พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นผลต่างระหว่าง ความจุความชื้นสนาม (Figure 3g) และจุดเหี่ยวถาวร (Figure 3h) อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนร้อยละ 7.8-14.6 ดินล่างร้อยละ 7.5-12.1 อันดับแอลพิซอลส์: ดินบนร้อยละ 12.1-12.5 ดินล่างร้อยละ 11.8-12.4 อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนร้อยละ 9.6-13.9 ดินล่างร้อยละ 7.8-9.9 อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนร้อยละ 10.2-11.8 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนากร และคณะ (2557) ได้ศึกษาการกักเก็บน้ำ ในดินอันดับต่าง ๆ ในป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ศึกษา การพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ พบว่าดินอันดับอัลทิซอลส์ มีความจุความชื้นสนามสูงกว่าอันดับอินเซปทิซอลส์ และเอนทิซอลส์

สมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดิน (Table 2) ปฏิกิริยาดิน อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง ดินล่างเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด อันดับแอลพิซอลส์: ดินบนเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ดินล่างเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนและดินล่างเป็นกรดปานกลาง อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในดิน อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างสูงถึงสูง ดินล่างต่ำ อันดับแอลพิซอลส์: ดินบนสูง ดินล่างค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนสูง ดินล่างต่ำถึงค่อนข้างต่ำ อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนสูง ทุกอันดับ ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ สูงกว่าดินล่างเนื่องจากดินบนได้รับอิทธิพลจาก เศษซากพืชที่ร่วงลงมาสลายตัว (Brady and Weil, 2017) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อันดับ อัลทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างต่ำถึงสูง ดินล่างต่ำ อันดับแอลพิซอลส์: ดินบนและดินล่างต่ำ อันดับ อินเซปทิซอลส์: ดินบนต่ำถึงค่อนข้างสูง ดินล่างต่ำ

อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างต่ำถึงสูง เนื่องจาก ดินล่างมีปฏิกิริยาดินต่ำฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับ Fe^{+2} และ Al^{+3} ในสารละลายดิน ส่งผลให้ความเป็น ประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินลดลง (Sanchez *et al.*, 2003) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนและดินล่างสูง อันดับ แอลพิซอลส์: ดินบนสูง ดินล่างค่อนข้างต่ำถึงสูง อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนสูง ดินล่างค่อนข้างต่ำ ถึงปานกลาง อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนสูง ความจุ แลกเปลี่ยนแคตไอออน อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนต่ำ ถึงปานกลาง ดินล่างค่อนข้างต่ำ อันดับแอลพิซอลส์: ดินบนและดินล่างค่อนข้างสูงถึงสูง อันดับอินเซปทิ ซอลส์: ดินบนค่อนข้างสูง ดินล่างต่ำถึงปานกลาง อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนปานกลางถึงสูง ซึ่งความจุ แลกเปลี่ยนแคตไอออนสอดคล้องกับปริมาณและ ชนิดของอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในดินซึ่งมีประจุลบจำนวนมาก ทำให้ความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออนสูงตามไปด้วย (คณาจารย์ภาควิชา ปรุฬหวิทย์, 2548) ความอิ่มตัวเบส อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนและดินล่างต่ำ อันดับแอลพิซอลส์: ดินบน และดินล่างปานกลางถึงค่อนข้างสูง อันดับ อินเซปทิซอลส์: ดินบนปานกลาง ดินล่างต่ำถึง ค่อนข้างสูง อันดับเอนทิซอลส์: ดินบนปานกลางถึง ค่อนข้างสูง เกณฑ์การจำแนกดินใช้ชั้นดินล่าง วินิจฉัยอาร์จิลิก อันดับอัลทิซอลส์มีความอิ่มตัว เบสต่ำกว่าร้อยละ 35 อันดับแอลพิซอลส์มีความ อิ่มตัวเบสสูงกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 35 (Soil Survey Staff, 2014)

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Table 2) อันดับอัลทิซอลส์: ดินบนพีตอน 1 ปานกลาง และพีตอน 2 ค่อนข้างสูง ส่วนดินล่าง

ค่อนข้างต่ำ อันดับแอลไฟซอลส์: ดินบนค่อนข้างสูง ส่วนดินล่างปานกลาง อันดับอินเซปทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างสูง ส่วนดินล่างต่ำถึงค่อนข้างต่ำ และอันดับเอนทิซอลส์: ดินบนค่อนข้างสูงถึงสูง สำหรับอันดับแอลไฟซอลส์ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงกว่าอันดับอื่น ยกเว้นดินบนพีดอน 7 เนื่องจากมีปริมาณ

อินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และความอึดตัวของดินในปริมาณมากทั้งดินบนและดินล่าง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (Brady and Weil, 2017)

Table 2 Soil chemical properties and soil fertility assessment with depth in the 8 profiles sampled at Chiang Mai University Education Centre “Hariphunchai”, Lamphun province

Pedon	Horizon	Depth (cm)	pH ^{1/} 1:1 (H ₂ O)	OM ^{2/} (g/kg)	Avai. P ^{3/} (mg/kg)	Avai. K ^{4/} (mg/kg)	CEC ^{5/} (cmol _c /kg)	BS ^{6/} (%)	Total score	Fertility level ^{7/}
1	Topsoil	0-5	5.4	29.5 (4)	9.0 (2)	103.6 (5)	4.7 (1)	17.8 (1)	13	M
	Subsoil	5-155	4.7-5.2	4.2 (1)	1.4 (1)	132.4 (5)	7.8 (2)	1.7 (1)	10	ML
2	Topsoil	0-7	5.7	88.9 (5)	31.6 (5)	206.9 (5)	13.4 (3)	18.8 (1)	19	MH
	Subsoil	7-70/80	4.9-5.1	8.7 (1)	1.4 (1)	129.8 (5)	6.8 (2)	6.7 (1)	10	ML
3	Topsoil	0-12	6.1	48.7 (5)	5.4 (1)	321.1 (5)	19.3 (4)	48.1 (3)	18	MH
	Subsoil	12-152	5.4-5.9	13.5 (2)	0.7 (1)	137.1 (5)	17.6 (4)	43.7 (3)	15	M
4	Topsoil	0-7	6.8	58.7 (5)	2.6 (1)	134.6 (5)	49.2 (5)	69.2 (4)	20	MH
	Subsoil	7-43/50	5.7-6.0	22.2 (3)	1.1 (1)	45.7 (2)	39.1 (5)	55.8 (4)	15	M
5	Topsoil	0-2	5.6	52.0 (5)	17.2 (4)	123.1 (5)	15.3 (4)	41.0 (3)	21	MH
	Subsoil	2-32	5.7	6.4 (1)	2.3 (1)	71.5 (3)	2.5 (1)	5.4 (1)	7	L
6	Topsoil	0-5	5.6	85.5 (5)	4.7 (1)	145.2 (5)	19.5 (4)	49.7 (3)	18	MH
	Subsoil	5-30	5.8	14.4 (2)	1.9 (1)	57.5 (2)	14.3 (3)	63.1 (4)	12	ML
7	Topsoil	0-3	6.6	63.8 (5)	31.3 (5)	344.2 (5)	23.6 (5)	50.9 (4)	24	H
8	Topsoil	0-6/10	5.4	41.2 (5)	7.8 (2)	318.5 (5)	12.5 (3)	47.4 (3)	18	MH

Remarks: ^{1/} pH 1:1 (H₂O): 4.5-5.0 = very strongly acid, 5.1-5.5 = strongly acid, 5.6-6.0 = moderately acid, 6.1-6.5 = slightly acid, 6.6-7.3 = neutral, ^{2/} OM = organic matter (g/kg): <10 = 1, 10-15 = 2, 15-25 = 3, 25-35 = 4, >35 = 5, ^{3/} Avai. P = available phosphorus (mg/kg): <6 = 1, 6-10 = 2, 15-25 = 4, >25 = 5, ^{4/} Avai. K = available potassium (mg/kg): 30-60 = 2, 60-75 = 3, >90 = 5, ^{5/} CEC = cation exchange capacity (cmol_c/kg): <5 = 1, 5-10 = 2, 10-15 = 3, 15-20 = 4, >20 = 5, ^{6/} BS = base saturation (%): <20 = 1, 35-50 = 3, 50-75 = 4, (1) = low, (2) = moderately low, (3) = medium, (4) = moderately high, (5) = high, ^{7/} Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket within the table) where score ≤ 7 = low (L), 8-12 = moderately low (ML), 13-17 = medium (M), 18-22 = moderately high (MH), ≥ 23 = high (H)

สมบัติทางแร่วิทยาของดิน

สมบัติทางแร่วิทยาในอนุภาคขนาดดินเหนียว (Figure 4) ในช่วงชั้นควบคุม (control section) (พีดอน 1: Bt2 36-74 ซม.; พีดอน 2: Bt2 28-57 ซม.; พีดอน 3: Bt1 25-42 ซม.; พีดอน 4: Bt2 25-43/50 ซม.; พีดอน 5: C 32-50/70 ซม.; พีดอน 6: C 30-58/70 ซม.; พีดอน 7: C 3-40/56 ซม.; พีดอน 8: Cr 22/25-73 ซม.) พบแร่ทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ คริสโตบาไลต์ (cristobalite) ฮีมาไทต์ (hematite) อิลไลต์ (illite) เคโอลิไนต์ (kaolinite) มอนต์มอริลโลไนต์ (montmorillonite) และควอตซ์ (quartz) พีดอนส่วนใหญ่จำแนกระดับวงศ์ (family) ชั้นแร่วิทยา (mineralogy class) เป็นมิกซ์ (mixed) ยกเว้นพีดอน 4 เป็นเคโอลินิติก

(kaolinitic) เนื่องจากพบแร่เคโอลิไนต์ปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก (Brindley and Brown, 1980; Soil Survey Staff, 2014) การที่พีดอนส่วนใหญ่ยกเว้นพีดอน 4 พบแร่อิลไลต์เนื่องจากแร่นี้พบมากในวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินดินดานหรือดินยังมีพัฒนาการไม่มากพอทุกพีดอนพบแร่เคโอลิไนต์ แสดงลักษณะของดินเขตร้อนที่พบแร่นี้ได้ทั่วไป แร่มอนต์มอริลโลไนต์พบเพียงพีดอน 7 พีดอนเดียว ซึ่งเป็นดินอันดับเอนทิซอลล์แสดงถึงพัฒนาการของดินที่น้อย ทุกพีดอนมีแร่ควอตซ์หลงเหลืออยู่เนื่องจากเป็นแร่ที่ประกอบด้วยซิลิกาเป็นหลักซึ่งเป็นแร่ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกมากเป็นอันดับ 2 และทนทานต่อการสลายตัวผุพังมาก (อัญชลี, 2534)

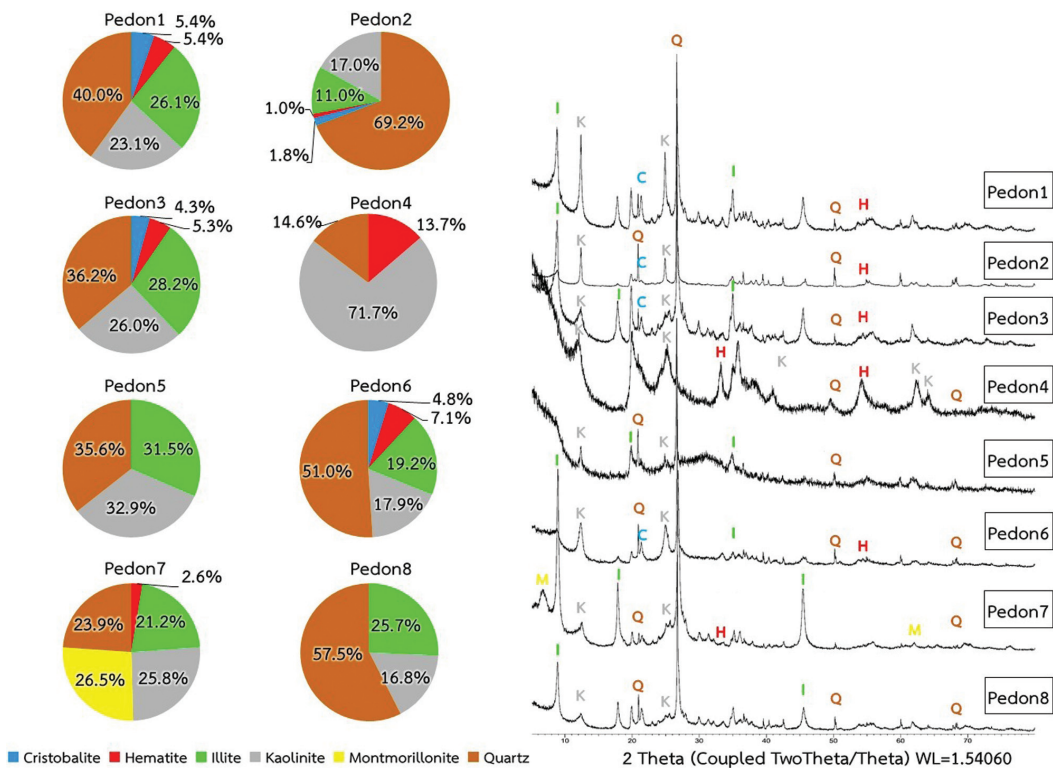


Figure 4 X-ray diffraction pattern of mineralogical components in clay size particle of 8 profiles soil samples

ความสัมพันธ์การกระจายตัวของดินกับพันธุ์ไม้

ผลการวางแผนเก็บข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ทั้ง 8 แปลง พบว่าพืชที่มีดัชนีความสำคัญทางระบบนิเวศ 3 อันดับแรกในแปลงที่ 1 ประกอบด้วย เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) (IVI 28.3) พลวง (*Dipterocapus tuberculatus* Roxb.) (IVI 16.7) เหียง (*Dipterocapus obtusifolius* Teijsm. ex. Miq.) (IVI 11.4) แปลงที่ 2 ประกอบด้วย เต็ง (IVI 42.9) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) (IVI 12.7) รักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou.) (IVI 11.7) แปลงที่ 3 ประกอบด้วย แดง (*Xylocarpa* (Roxb.) Taub.) (IVI 14.7) สัก (*Tectona grandis* L.f.) (IVI 11.4) ยมหิน (*Chukrasia tabularis* A. juss.) (IVI 11.2) แปลงที่ 4 ประกอบด้วย กระจ่าง (*Millettia leucantha* Kurz.) (IVI 21.3) สัก (IVI 12.7) แคนป่า (*Dolichandrone spathacea* (L.f.) K.Schum.) (IVI 8.7) แปลงที่ 5 ประกอบด้วย รัง (IVI 28.7) รักใหญ่ (IVI 16.8) พลวง (IVI 12.5) แปลงที่ 6 ประกอบด้วย เต็ง (IVI 14.7) รัง (IVI 11.1) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum* Guillaumin.) (IVI 6.7) แปลงที่ 7 ประกอบด้วย รัง (IVI 27.1) กระจ่าง (*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze) (IVI 9.7) กุ๊ก (*Lansea coromandelica* (Houtt.) Merr.) (IVI 9.3) และแปลงที่ 8 ประกอบด้วย เต็ง (IVI 40.1) รัง (IVI 14.2) มะกอกเกลื้อน (IVI 13.5) เมื่อจำแนกชนิดป่าแล้วพบว่า ป่าเต็งรัง (แปลงที่ 1, 2, 5, 6, 7 และ 8) เป็นดินอันดับอัลทิสซอลส์ อินเซปทิสซอลส์ และเอนทิสซอลส์ ส่วนป่าเบญจพรรณ (แปลงที่ 3 และ 4) เป็นดินอันดับแอลฟิสซอลส์

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการกระจายตัวของอันดับดินพบดิน 4 อันดับ ได้แก่ อัลทิสซอลส์ แอลฟิสซอลส์ อินเซปทิสซอลส์ และเอนทิสซอลส์ ศึกษาดินตัวแทนกลุ่มย่อย 8 พืดอน เป็นดินตื้นมากถึงลึกมากและไม่พบดินล่างในอันดับเอนทิสซอลส์ วัตถุประสงค์จากหินดินดานและหินทราย ดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย ยกเว้นอันดับแอลฟิสซอลส์เป็นดินร่วนเหนียวและดินเหนียว ดินล่างทุกอันดับเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว โดยเฉพาะอันดับแอลฟิสซอลส์เป็นดินเหนียวตลอดดินล่าง ปริมาณกรวดดินบนอันดับแอลฟิสซอลส์มีปริมาณน้อยกว่าทุกอันดับ ดินล่างทุกอันดับปริมาณกรวดเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้นพืดอน 1 ความหนาแน่นรวมของดินส่วนใหญ่ ดินบนและดินล่างต่ำถึงปานกลาง ยกเว้นพืดอน 1 ดินล่างค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีพิสัยกว้าง สมบัติทางเคมี ปฏิกิริยาดิน ดินบนทุกอันดับเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง ดินล่างอันดับอัลทิสซอลส์ต่ำกว่าทุกอันดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทุกอันดับลดลงตามความลึก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ดินบนทุกอันดับมีระดับสูง ดินล่างอันดับอินเซปทิสซอลส์และพืดอน 4 มีค่าต่ำสุด ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนดินบนพืดอน 1 ต่ำกว่าทุกอันดับ ดินล่างอันดับแอลฟิสซอลส์สูงกว่าทุกอันดับ ความอิ่มตัวเบสดินบนอันดับอัลทิสซอลส์ต่ำกว่าทุกอันดับ ดินล่างอันดับอัลทิสซอลส์และพืดอน 5 ต่ำกว่าพืดอนอื่น ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในดินบนทุกอันดับมีระดับปานกลางถึงสูง ดินล่างอันดับอัลทิสซอลส์และอินเซปทิสซอลส์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ส่วนอันดับแอลฟิสซอลส์ปานกลาง ชั้นแร่วิทยาพืดอนส่วนใหญ่

เป็นมิคซ์ (mixed) ยกเว้นพีตตอน 4 เป็นเคโอลินิติก (kaolinitic) ความสัมพันธ์การกระจายตัวของดินกับพันธุ์ไม้ โดยใช้พืชที่มีดัชนีความสำคัญทางระบบนิเวศที่มีค่าสูงสุด พบว่าอันดับอัลติซอลส์เป็นเต็ง อันดับอินเซปติซอลส์และเอนทิซอลส์เป็นรัง และเต็ง ทั้ง 3 อันดับจึงจำแนกเป็นป่าเต็งรัง ส่วนอันดับแอลพิซอลส์พืชที่มีดัชนีความสำคัญทางระบบนิเวศสูงสุดเป็นแดงและกระเจาะจึงจำแนกเป็นป่าเบญจพรรณ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สนับสนุนทุนในการทำงานวิจัยนี้ ในปีงบประมาณ 2563 และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สนับสนุนทุนวิจัยผ่านงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย ในปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2550. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดลำพูน. แหล่งข้อมูล <http://www.dmr.go.th/download/pdf/North/Lamphun.pdf> (20 ธันวาคม 2564).

กรมแผนที่ทหาร. 2542. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 จังหวัดลำพูน ระวัง 4846 III ลำดับชุด L7018. กระทรวงกลาโหม, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2543. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จักรพงษ์ ไชยวงศ์ สุนทร ค่ายอง นิวัติ อนงค์รักษ์ ประสิทธิ์ วังภคพัฒน์วงศ์ และสุภาพ ปารมี. 2562. คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินที่เกิดจากหินภูเขาไฟและหินทรายในป่าเต็งรังที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร 35(3): 475-486.

ชนากร บั้งเงิน สุนทร ค่ายอง และนิวัติ อนงค์รักษ์. 2557. การกักเก็บน้ำในดินอันดับต่าง ๆ ในป่าเต็งรังบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่. รายงานการประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 10, มหาวิทยาลัยนเรศวร 30 ตุลาคม. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. น. 25-31.

นิวัติ อนงค์รักษ์ ธวัชชัย ตาอินทร์ ธนานิติ ธิชาญ และณัฐวุฒิ ลือศักดิ์. 2564. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการสำรวจดินในพื้นที่ปกปักทรัพยากรในศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิวัติ อนงค์รักษ์ ธีระพงษ์ เสาวภาคย์ ธวัชชัย ตาอินทร์ กรกนก ดีพรมกุล วิษณุ เจริญใจ ธนานิติ ธิชาญ ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์ และจตุรงค์วุฒิ. 2563. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการสำรวจดินในพื้นที่ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “หริภุญไชย” จังหวัดลำพูน. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2562. พจนานุกรมศัพท์ปฐพีศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- อัญชลี สุทธิประการ. 2534. แร่ดินเหนียว เล่มที่ 1, 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2017. The nature and properties of soils. 15th Edition. Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Brindley, G. W. and G. Brown. 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. pp. 305-359. *In*: G. W. Brindley and G. Brown (eds.). Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification, Mineralogical Society Monograph, No.5. Spottiswoode Ballantyne, Ltd., London.
- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham, and P.A. McDaniel. 2011. Soil genesis and classification. 6th Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 3rd Edition. Harper & Row, Publishers, New York.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil survey laboratory methods manual. U. S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Sanchez, P.A., C.A. Palm and S.W. Buol. 2003. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma* 114: 157-185.
- Soil Science Division Staff. 2017. Soil survey manual. United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 2014. Key to soil taxonomy. 12th Edition. U.S. Government Publishing Office, Washington D.C.

Proliferative and Differentiative Effects of Cannabidiol in Primary Human Osteoblasts

Natthaorn Thanai-nopparat^{1,2} Anupong Makeudom³ Sakornrat Khongkhunthian¹
Chayarop Supanchart⁴ Suttichai Krisanaprakornkit^{3,5} and Pattanin Montreekachon^{1,*}

¹ Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

² Maelanoi Hospital, Maehongson 58120

³ School of Dentistry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai 57240

⁴ Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

⁵ Center of Excellence in Oral and Maxillofacial Biology, Department of Oral Biology and Diagnostic Sciences, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: pattanin.m@cmu.ac.th

(Received: 26 January 2022; Revised: 23 June 2022; Accepted: 25 July 2022)

Abstract

Cannabidiol (CBD), a cannabinoid component of *Cannabis sativa* that does not exert any psychological effect, has been widely utilized for several medical purposes. CBD is known for its analgesic, anti-inflammatory, and osteogenic properties. Periodontitis is a common oral disease that ultimately leads to alveolar bone destruction and tooth loss. This study aimed to investigate the proliferative and differentiative effects of CBD in human osteoblasts harvested from alveolar bone. To determine the cytotoxicity of CBD, primary osteoblasts, collected from alveolar bones of six healthy patients, were treated with various doses of CBD for 24 h and then analyzed by an MTT assay. Furthermore, the proliferative effect of CBD was determined by a Bromodeoxyuridine (BrdU) assay. Differentiation and biomineralization of treated osteoblasts were examined by alkaline phosphatase (ALP), Alizarin Red, and von Kossa staining, and confirmed by mRNA expressions of runt-related transcription factor (*RUNX2*), osteocalcin (*OC*), alkaline phosphatase (*ALPL*), bone sialoprotein (*BSP*), type I collagen (*COL1A1*), and transforming

growth factor-beta1 (*TGF-β1*). No cytotoxicity was found in the osteoblasts upon treatment with CBD up to 10 μM. The mean percentages of proliferation in the osteoblasts were significantly increased by treatment with CBD from 0.01 to 10 μM ($p < 0.05$). The staining revealed significant increases in osteoblastic differentiation and biomineralization ($p < 0.05$). Moreover, mRNA expressions of several osteoblast-specific genes, including *RUNX2*, *OC*, *BSP*, and *TGF-β1*, were significantly up-regulated by treatment with CBD ($p < 0.05$). The findings from this study indicate that CBD can induce proliferation and differentiation of osteoblast cells, isolated from human alveolar bone, resulting in promotion of biomineralization.

Keywords: Alveolar bone, cannabidiol, osteoblast, periodontal disease

Introduction

Cannabis sativa (marijuana) has been widely used in medicine for centuries. Cannabis consists of a number of potential bioactive compounds. Its two principal components are tetrahydrocannabinol (THC or Δ^9 -tetrahydrocannabinol), with a distinctive intoxicated effect, and cannabidiol (CBD) that does not cause any intoxication (Burstein, 2015). CBD is currently one of the most studied cannabinoids and possesses a wide range of therapeutic effects, including anti-inflammatory, immunomodulatory, antipsychotic, analgesic, and anti-epileptic properties (Larsen and Shahinas, 2020), antidepressant and an antiproliferative effect against cancer cell growth (Pisanti *et al.*, 2017). With respect to the connections between CBD and bone, a previous study has shown its anti-osteoporotic effect in ovariectomized

mice (Idris *et al.*, 2008). Correspondingly, a recent study has also demonstrated that CBD can reduce bone resorption, while enhance healing of bone fracture (Raphael-Mizrahi and Gabet, 2020). In addition, CBD is considered an effective treatment for arthritis via an oral administration (Malfait *et al.*, 2000).

Periodontitis is a common chronic inflammatory oral disease, caused by accumulated bacterial plaque biofilm that induces a myriad of host inflammatory responses, which can eventually lead to destruction and loss of tooth supporting structures, particularly alveolar bone (Cochran, 2008). Bone remodeling is a normal and physiological process in maintaining human bone mass by a homeostatic balance between resorption and deposition by osteoclasts and osteoblasts, respectively. Nevertheless, this

balance is lost during the progression of periodontitis by shifting towards more bone resorption than bone deposition, resulting in continuous destruction of alveolar bone. Consequently, it is of our great interest to search for a phytoactive compound that may exert its proliferative and differentiative effects on osteoblasts that could result in enhanced bone formation to cope with alveolar bone loss in periodontitis. Osteoblasts are differentiated from mesenchymal stem cells and function in bone formation by synthesizing organic matrix of bone, which is followed by mineralization on that matrix (Alghazali *et al.*, 2015). With the potential enhancement of bone fracture healing by CBD as aforementioned, we, therefore, aimed to determine its proliferative and differentiative effects on primary cultured Osteoblasts harvested from human alveolar bone.

Materials and Methods

This study was approved by the Human Experimentation Committee, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University (No. 19/2020). Cannabidiol (CBD; formula $C_{21}H_{30}O_2$; molecular weight 314.46 Da) was obtained from Cerilliant[®] (Cerilliant Corporation, Round Rock, TX, USA). CBD was supplied in absolute methanol at a concentration of 1 mg/mL.

Isolation and culture of primary human osteoblast cells

Osteoblasts were harvested from mandibular alveolar bone of the six patients (18-22 years old, three females and three males) under general anesthesia during a surgical procedure of an orthognathic treatment. Written informed consent was obtained from all eligible patients prior to collection of alveolar bone, and a protocol of cell isolation was conducted as previously described (Pathomburi *et al.*, 2020). In brief, bone specimens were rapidly transported to the laboratory in a sterile container with transporting media. Bone tissues were washed with HEPES-buffered saline several times in order to remove blood cells until the buffer is clear. Bone fragments were transferred to a sterile Petri dish and cut into smaller pieces (about 0.5-1 mm in diameter). A sequential digestion was performed by incubating the pieces of bone at 37°C for 30 min each incubation, including in 1 mg/mL of Collagenase/Dispase[®] solution (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) in DMEM twice, in 0.25% EDTA trypsin (Gibco BRL, Grand Island, NY, USA) once, and lastly in the Collagenase/Dispase[®] solution. After each incubation, the bone pieces were flushed with the digesting solution, and the supernatant was collected in the same 50-mL centrifuge tube, containing an equal volume of DMEM, supplemented with 10%

fetal bovine serum (FBS; Gibco BRL) and 1% penicillin/streptomycin (Gibco BRL). The mixture was centrifuged at 650 g for 5 min, and the supernatant was carefully removed leaving the cell pellet to be resuspended in enriched DMEM, supplemented with 10% FBS and 1% penicillin/streptomycin, in a 75-cm² culture flask. Cells were incubated at 37°C in a humidified incubator with 5% CO₂, and medium was replaced every 2-3 days.

Characterization of primary human Osteoblasts

In this study, the Osteoblasts from passages 2 to 5 were used to determine the proliferative and differentiative effects

of CBD. To first characterize these cells, their potentials to differentiate and mineralize after treatment with the osteoblastic induction agents were assayed by ALP, Alizarin Red, and von Kossa staining. Moreover, mRNA expressions of several osteogenic genes, including runt-related transcription factor 2 (*RUNX2*), alkaline phosphatase (*ALPL*), bone sialoprotein (*BSP*), and collagen type 1 alpha 1 (*COL1A1*) (Tripuwabhrut *et al.*, 2013) for molecular marker characterization, were analyzed by reverse transcriptase-quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR) using the specific primer pair of each gene as summarized in Table 1.

Table 1 Oligonucleotide primer sequences for qPCR

Gene	Forward primer	Reverse primer
RUNX2	GCCTTCAAGGTGGTAGCCC	CGTTACCCGCCATGACAGTA
OC	GAAGCCCAGCGGTGCA	CACTACCTCGCTGCCCTCC
ALPL(TNAP)	ACTGGTACTCAGACAACGAGAT	ACGTCAATGTCCCTGATGTTATG
BSP	GCAGTAGTGACTCATCCGAAGAA	GCCTCAGAGTCTTCATCTTCATTC
COL1A1	GATTCCTGGACCTAAAGGTGC	AGCCTCTCCATCTTTGCCAGCA
TGF-β1	CCCAGCATCTGCAAAGCTC	GTCAATGTACAGCTGCCGCA
GADPH	GTCTCCTCTGACTTCAACAGC	ACCACCATGTTGCTGTAGCCAA

Cell viability and proliferation assays

Osteoblasts were seeded in 96-well culture plates at 1x10⁴ cells/well in 100 μL of DMEM, supplemented with 10% FBS and 1% penicillin/streptomycin, and incubated

in a humidified incubator with 5% CO₂ overnight. The medium was then removed, and the cells were incubated in the medium, containing CBD at various concentrations, including 0.01, 0.03, 0.1, 0.3,

1, 3, 10, and 30 μM at 37°C for 24 h. Cell viability was evaluated by a colorimetric assay to measure the cell metabolic activity using tetrazolium MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide; Sigma-Aldrich) dye. After treatment with CBD for 24 h, a 20- μL volume of MTT dye at the concentration of 5 mg/mL in PBS was added to each well and incubated for 4 h. The medium was then removed, and a 200- μL volume of dimethyl sulfoxide (DMSO, Sigma-Aldrich) was added with gentle shaking on a shaker at room temperature for 10 min. The absorbance was measured by the Magellan™ microplate reader (Tecan Sunrise™, Männedorf, Switzerland) at 540 nm wavelength with the reference wavelength at 690 nm.

Cell proliferation was evaluated by the colorimetric BrdU Cell Proliferation ELISA kit (Roche Diagnostics, Indianapolis, IN, USA). After treatment with CBD for 24 h, the BrdU labelling solution was added and incubated for 4 h. After medium removal, the cells were fixed with 200 μL of the FixDenat solution to denature DNA for 30 min at room temperature. Then, a 100- μL aliquot of anti-BrdU was added and incubated at room temperature for 90 min. Thereafter, the cells were rinsed with 300 μL of the washing buffer to eliminate an excess antibody. A 100- μL volume of the substrate

solution was added to the cells in the dark for 30 min at room temperature, followed by addition of 25 μL of sulfuric acid to stop the reaction. The absorbance was measured by the microplate reader at 450 nm wavelength with the reference wavelength at 690 nm.

Differentiation and mineralization assays

Osteoblasts were seeded in 24-well culture plates at 1×10^5 cells/well in 1 mL of DMEM, supplemented with 10% FBS and 1% penicillin/streptomycin, and incubated at 37°C in a humidified incubator with 5% CO_2 . At 80-90% cell confluence, the medium was removed. Some cultured cells were incubated in the non-induction medium, containing basic osteogenic medium that included 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ of ascorbic acid and 10 mM β -Glycerophosphate, while the others were incubated in the basic osteogenic medium as mentioned above together with 0.1 μM dexamethasone, or called the induction medium (Kurzyk *et al.*, 2019). Furthermore, various concentrations, including 1, 3, or 10 μM , of CBD were added into these cultures at 37°C for 10 days. Thereafter, the medium was removed, and the cells were fixed with 4% paraformaldehyde in PBS at 10°C for 15 min, followed by washing with 0.5 mL of PBS twice.

Alkaline phosphatase staining

A 0.5-mL volume of CHAP buffer (100 mM Tris, pH 9.5, 100 mM NaCl, and 50 mM $MgCl_2$ in distilled water) was added to the fixed cells for 30 min at room temperature in the dark. Then, the buffer was removed, and the cells were stained with 0.5 mL of the BCIP/NBT solution (5-bromo-4-chloro-3-indolyl phosphate 4-toluidine salt/4-nitroblue tetrazolium chloride solution; Ameresco, OH, USA) in distilled water for 30 min at room temperature in the dark, followed by washing with PBS twice for 5 min. The digital images of ALP staining were recorded by a stereomicroscope.

Alizarin Red staining and von Kossa staining

Biom mineralization was determined by Alizarin Red staining and von Kossa staining to monitor calcium ion deposits. For Alizarin Red staining, the fixed cells were stained with the 2% Alizarin Red solution (Ameresco), pH 4.1-4.3, for 45 min at room temperature. Then, the cells were rinsed several times with distilled water to remove the remaining stains, followed by rinsing with 0.5 mL of PBS to stop the reaction. For von Kossa staining, a 0.5-mL volume of the 1% silver nitrate solution was added to the fixed cells and incubated for 3 min at room temperature in the dark. The solution was then aspirated, and the cells were rinsed three times with distilled water, followed by addition of a

0.5-mL volume of 5% sodium carbonate in 10% formaldehyde for 3 min at room temperature in the dark. The cells were then rinsed with distilled water three times, and 0.5 mL of the 5% disodium thiosulphate solution was added for 3 min at room temperature in the dark, followed by washing with distilled water three times. The digital images of Alizarin Red and von Kossa staining were recorded by a stereomicroscope.

For a quantitative analysis of Alizarin Red staining, a 0.2-mL volume of 10% acetic acid was added to each well and incubated for 30 min at room temperature with shaking to solubilize the red stains. Then, a cell scraper was used to scrape all the cells in the well, and the mixture was then transferred to a 1.5-mL centrifuge tube. The mixture was vigorously vortexed for 30 sec, and the tube was sealed with parafilm, heated at 85°C for 10 min, and incubated on ice for 5 min before being centrifuged at 12,000g for 15 min. Subsequently, a 100- μ L volume of the supernatant was transferred to a new 1.5-mL centrifuge tube, and a 30- μ L volume of 10% ammonium hydroxide was added. A 100- μ L aliquot was pipetted and transferred to a 96-well black plate with clear bottom to measure for its absorbance value at the wavelength of 405 nm by the microplate reader.

RNA extraction and RT-qPCR

RT-qPCR was performed to analyze the effect of treatment with CBD on mRNA expressions of *RUNX2*, *OC*, *ALPL*, *BSP*, *COL1A1*, and *TGF- β 1* in primary human osteoblast cells. The cells were seeded in 6-well plates at 1×10^5 cells/well. After reaching 80% confluence, the cells were treated with CBD at 1, 3, or 10 μ M at 37°C in a humidified incubator with 5% CO₂. On day 3, total RNA was harvested from the cells using the Cytiva Illustra™ RNAspin Midi Isolation kit according to its protocol. The amounts of total RNA were quantified using the NanoDrop™ 2000/2000c spectrophotometer (ThermoFisher Scientific, Rochester, NY, USA) at 260 nm and 280 nm wavelengths. Thereafter, one μ g of total RNA from each sample was converted into complementary DNA (cDNA) using the RevertAid cDNA Synthesis kit (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, USA). Quantitative PCR was performed using the SYBR NO-ROX kit (SensiFAST™, Bioline, London, UK) with a specific primer pair for *RUNX2*, *OC*, *ALPL*, *BSP*, *COL1A1*, *TGF- β 1*, and glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase (*GAPDH*), as a housekeeping gene (Table1). PCR was conducted for 40 cycles with the denaturing, annealing, and polymerizing temperatures at 95, 60, and 72°C, respectively, using the LightCycler 480 instrument II (Roche, Rotkreuz, Switzerland).

Statistical analysis

All data were found to be normally distributed by the Shapiro-Wilk test. One-way ANOVA and Student's *t*-test were used to determine statistically significant differences among the treatment groups with CBD at different doses and the untreated control group at *P*-values less than 0.05. The statistical analyses were performed using SPSS 17.0 software (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

Results and Discussion

Characterization of primary human osteoblast cells

Osteoblasts, isolated from human alveolar bone, were cultured for two weeks to expand their cell numbers. To first characterize the differentiative and mineralization potentials of these cells, they were incubated in either the induction medium containing three osteogenic factors, including dexamethasone, ascorbic acid, and β -glycerophosphate, or the non-induction medium as a control. It was found that the ALP, Alizarin Red, and von Kossa staining were increased in these cells incubated in the induction medium for ten days, compared with the cells incubated in the non-induction medium (Figure 1A). Moreover, significantly enhanced mRNA expressions of *RUNX2*, *ALP*, *BSP* and *COL1A1* were demonstrated in these cells incubated

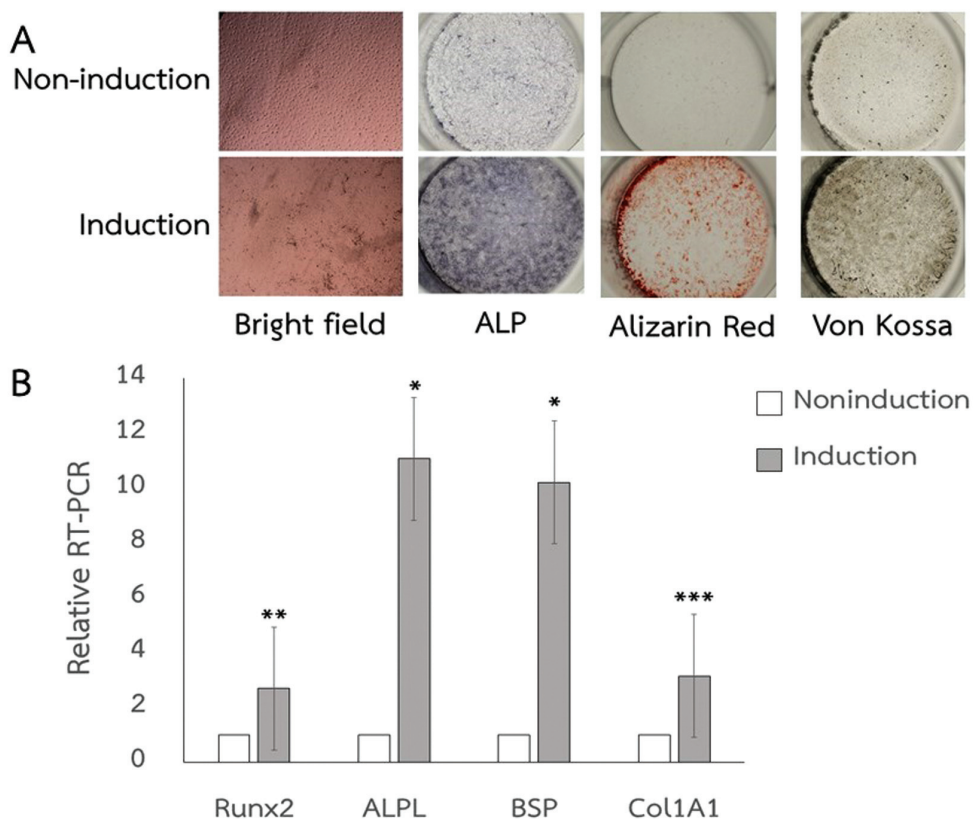


Figure 1 (A) Representative images under a light microscope of osteoblasts showing enhanced staining of ALP, Alizarin Red, and von Kossa. (B) A bar graph showing significantly up-regulated mRNA expressions of osteogenic genes. Error bars=standard deviation; $n=3$; $*P<0.05$; $**P<0.01$; $***P<0.001$

in the induction medium by RT-qPCR ($P<0.05$; Figure 1B).

Effects of treatment with CBD on cell viability and proliferation

By MTT assay, it was found that CBD treatment at any concentrations from 0.01 to 30 μM for 24 h had no significant cytotoxicity on primary human osteoblasts, compared with the control untreated cells, consistent with the result of a recent study

which demonstrated no significant reduction in the cell viability of oral cells upon treatment with CBD up to 10 μM (Pagano *et al.*, 2020). However, at 30 μM , CBD tended to decrease the mean percentage of cell viability (Figure 2A). BrdU assay shown that the mean percentages of cell proliferation were significantly enhanced in a dose-dependent manner by CBD treatment at 0.01, 0.03, 0.1, 1, 3, or 10 μM for 24 h ($P<0.05$), whereas the mean percentage of

cell proliferation was significantly decreased by treatment with CBD at 30 μM ($P<0.001$; Figure 2B). These findings correspond well with those in human dental pulp cells, in which treatment with CBD at 1-5 μM enhanced cell proliferation, while treating at 50 μM

diminished cell proliferation (Qi *et al.*, 2021). Therefore, the findings suggest that the concentrations of CBD at 1, 3, and 10 μM would be suitable for subsequent experiments to demonstrate the differentiative and mineralization effects of CBD.

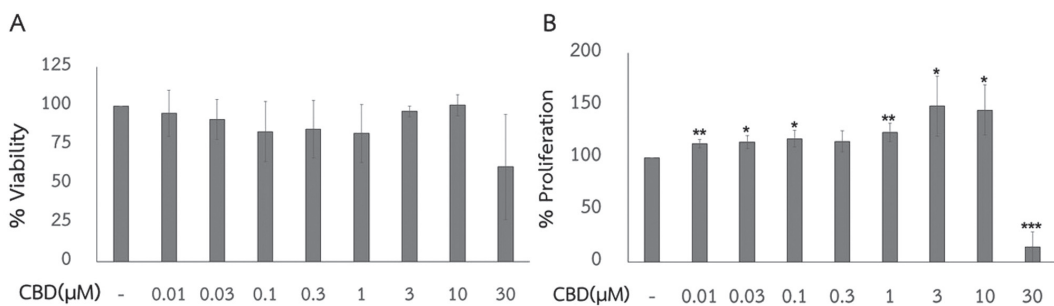


Figure 2 Bar graphs demonstrating the mean percentages of cell viability (A) and cell proliferation (B) after treatment with CBD at indicated doses (0.01–30 μM) for 24 h, compared with the control untreated cells (-), set to 100. Error bars=standard deviation; $n=3$; * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$

Effects of CBD treatment on differentiation and mineralization of primary human osteoblast cells

ALP staining

To determine the effect of CBD treatment on osteoblast cells differentiation, they were stained for the expression of ALP. It was demonstrated that treatment with CBD enhanced ALP staining in the osteoblast cultures in a dose-dependent fashion, compared with the untreated control (Figure 3A). By ImageJ analysis, the mean ratio of positive area for ALP staining in the osteoblast culture treated with CBD at 3 μM was found to be significantly increased,

compared with the control untreated culture ($P<0.05$; Figure 3B), that is in line with treatment with CBD from 0.1 to 2 μM that can enhance osteogenic differentiation in human dental mesenchymal stem cells (Petrescu *et al.*, 2020). The intensities of ALP staining were stronger in the cultures with the induction medium than those with the non-induction medium (Figure 3A). Consistently, the mean ratios of positive area for ALP staining were greater in the cultures with the induction medium than those with the non-induction medium (data not shown).

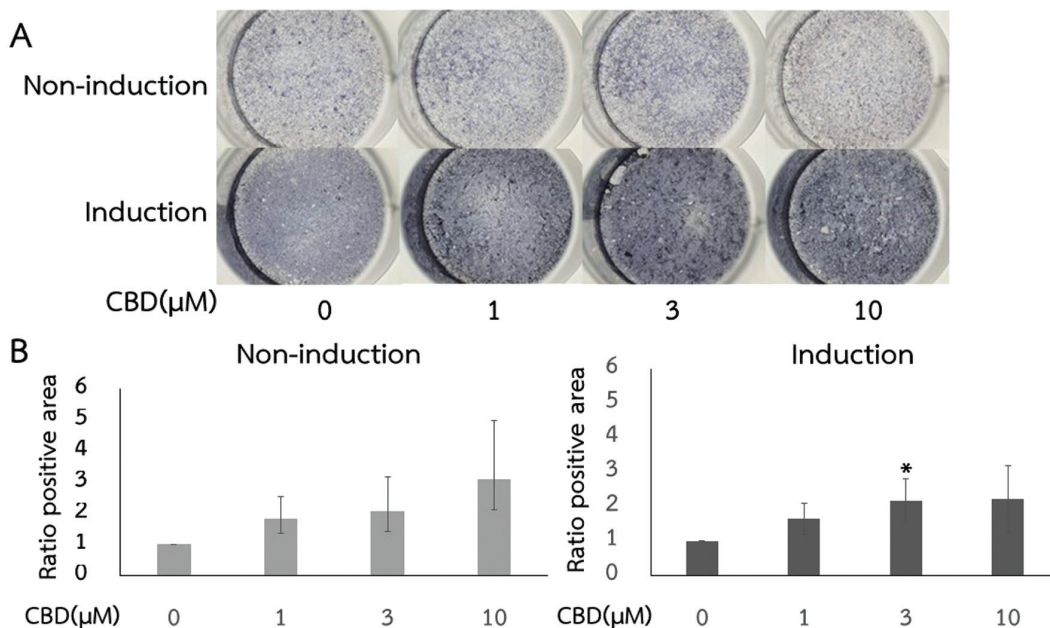


Figure 3 Effect of CBD on primary human osteoblast cells differentiation. (A) Representative images of ALP staining in the presence of CBD treatment at 1, 3, or 10 μM for ten days. (B) Bar graphs showing the mean ratios of positive area for ALP staining in (A), as quantified by ImageJ analysis, set to 1. Error bars=standard deviation; $n=3$; $*P<0.05$

Alizarin Red staining

In the osteoblasts cultured in the induction medium, treatment with CBD increased Alizarin Red staining in a dose-dependent manner compared with the untreated cells, indicating an increase in calcium ion deposits in the CBD-treated cultured cells, whereas no Alizarin Red staining or no apparent increase in this staining was found in the osteoblasts cultured in the non-induction medium (Figure 4A). By ImageJ analysis, the mean ratios of positive area for Alizarin Red staining were significantly enhanced in a

dose-dependent fashion by treatment with CBD at 3 or 10 μM ($P<0.01$ or $P<0.05$, respectively) in the osteoblasts cultured in the induction medium, while no significant increase was found by treatment with CBD at any doses in the cells cultured in the non-induction medium (Figure 4B). Using 10% acetic acid to solubilize Alizarin Red stains, significant increases in the mean OD ratios at 405 nm were consistently found in the osteoblasts cultured in the induction medium (not in the non-induction medium) and treated with CBD at 3 or 10 μM ($P<0.01$ or $P<0.05$, respectively; Figure 4C).

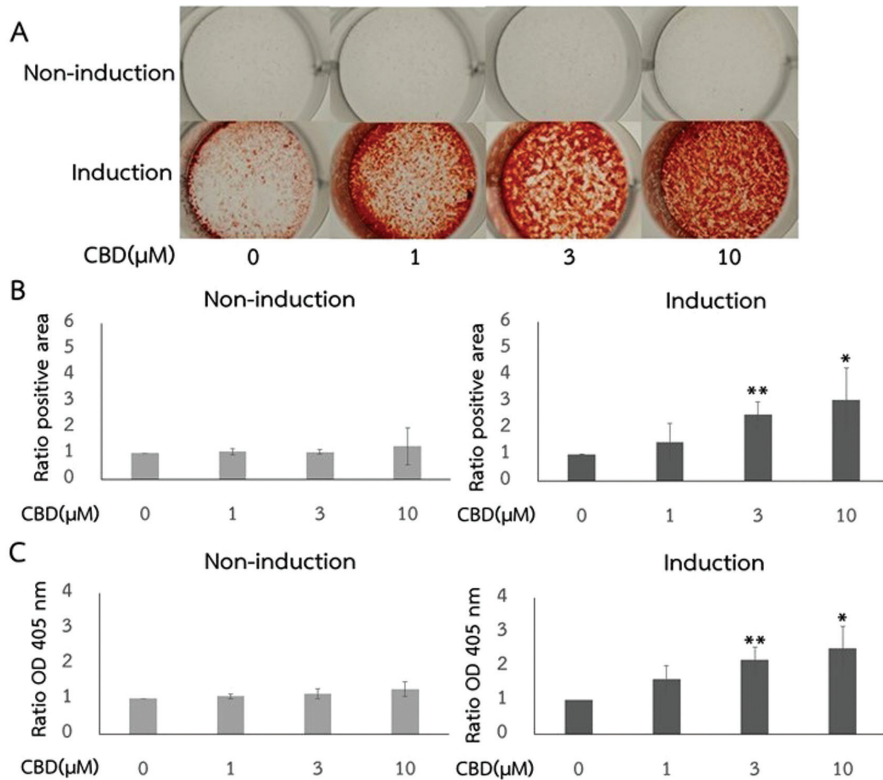


Figure 4 Effect of CBD on primary human osteoblast cells biomineralization. (A) Representative images of Alizarin Red staining in the presence of treatment with CBD at 1, 3, or 10 μM for ten days. (B) Bar graphs showing the mean ratios of positive area for Alizarin Red staining in (A), as quantified by ImageJ analysis, set to 1. (C) Bar graphs showing the mean OD ratios at 405 nm after solubilization of Alizarin Red stains deposited in (A), set to 1. Error bars=standard deviation; $n=3$; $*P<0.05$; $**P<0.01$

von Kossa staining

Compared with the untreated cells, it was apparent that CBD treatment in the osteoblasts cultured in the induction medium increased von Kossa staining in a dose-dependent manner, indicating an increase in phosphate ion deposits in the CBD-treated cultures (Figure 5A). The intensities of von Kossa staining were stronger in the osteoblasts cultured in the induction

medium than those in the non-induction medium (Figure 5A). By ImageJ analysis, the mean ratios of positive area for von Kossa staining were found to be significantly enhanced in a dose-dependent fashion by treatment with CBD at 3 or 10 μM in the osteoblasts cultured in the induction medium ($P<0.05$) and by treatment with CBD at 1 or 10 μM in the cells cultured in the non-induction medium ($P<0.05$; Figure 5B).

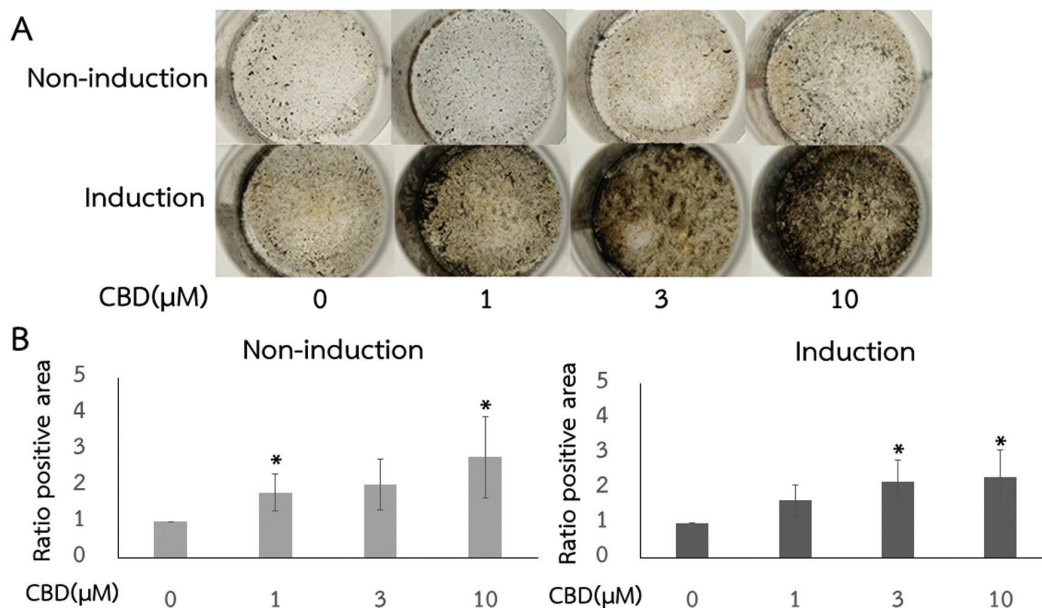


Figure 5 Effect of CBD on biomineralization of primary human osteoblast cells. (A) Representative images of von Kossa in the presence of treatment with CBD at 1, 3, or 10 μM for ten days. (B) Bar graphs showing the mean ratios of positive area for von Kossa staining in (A), as quantified by ImageJ analysis, set to 1. Error bars=standard deviation; $n=3$; $*P<0.05$

Regarding the mineralization effect of CBD, our study demonstrated increased calcium ion deposits by showing significantly enhanced Alizarin Red and von Kossa staining, upon treatment with CBD at 3 or 10 μM . These findings agree with the induced mineralization effect upon treatment with CBD in the osteoblastic cell lines, Saros, MG63, and U2OS (Kang *et al.*, 2020). However, it is noteworthy that our study used primary bone cells that were harvested from patients' alveolar bone, which could better represent normal bone cells and osteogenic responses than the

immortalized cell lines. Therefore, it is reasonable to conclude that CBD has an inducing effect on biomineralization in primary human osteoblasts *in vitro*. Nonetheless, it remains to further elucidate the mineralization effect of CBD *in vivo*.

Effect of treatment with CBD on osteogenic gene expressions

To confirm the differentiative effect of treatment with CBD in primary human osteoblast cells, the degrees of mRNA expressions for osteogenic markers were determined by RT-qPCR. It was demonstrated

that treatment with CBD at 3 μM significantly up-regulated mRNA expressions of *OC*, *BSP*, and *TGF- β 1* ($P < 0.05$; Figure 6B, D, and F), whereas treatment with CBD at 10 μM significantly induced mRNA expression of *RUNX2* ($P < 0.01$; Figure 6A). By contrast, mRNA expression of *ALPL* or that of *COL1A1*

was not significantly enhanced by treatment with CBD at any doses (Figure 6C and E). The gene expression findings correspond with a few previous studies (Kang *et al.*, 2020), demonstrating up-regulated expressions of these osteogenic markers by treatment with CBD in U2OS and Saros cell line.

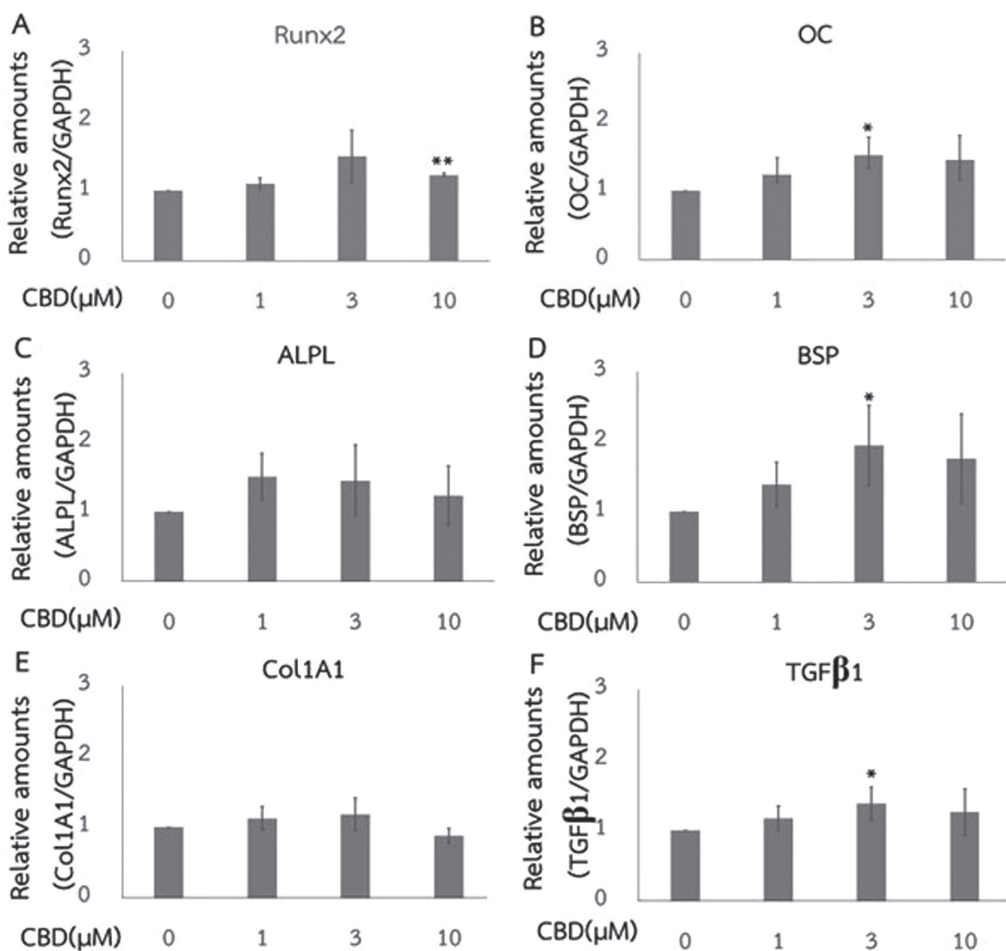


Figure 6 Bar graphs showing the mean degrees of mRNA expressions for *RUNX2* (A), *OC* (B), *ALPL* (C), *BSP* (D), *COL1A1* (E), and *TGF- β 1* (F), relative to those of mRNA expressions for GAPDH, as an control, in the primary human osteoblasts treated with CBD at 1, 3, or 10 μM for three days, compared with those in the untreated cells, set to 1. Error bars=standard deviation; $n=3$; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Conclusion

This study demonstrates the proliferative, differentiative, and biomineralization effects of cannabidiol in primary osteoblasts isolated from human alveolar bone. It is probable that cannabidiol will be beneficial for future clinical trials in dentistry, especially for bone regeneration as a novel therapy for periodontitis. However, there are still some limitations in our study, including the few sample sizes and narrow age range. Therefore, additional *in vitro* studies, such as the appropriate concentration(s) of cannabidiol to other primary cells together with the underlying signaling mechanisms are needed before future clinical applications.

Acknowledgement

We would like to thank Dr. Thanapat Sastraruji for statistical consultation and Dr. Sakornrat Khongkhunthian, who guided Dr. Natthaorn Thanai-nopparat from the beginning of this research project and constantly encouraged her throughout the Master program in Periodontology.

Reference

Alghazali, K. M., Z. A. Nima, R. N. Hamzah, M. S. Dhar, D. E. Anderson, and A. S. Biris. 2015. Bone-tissue engineering: complex tunable structural and biological responses to injury, drug

delivery, and cell-based therapies. *Drug Metab. Rev.* 47(4): 431-454.

Burstein, S. 2015. Cannabidiol (CBD) and its analogs: a review of their effects on inflammation. *Bioorg. Med. Chem.* 23(7): 1377-1385.

Cochran, D. L. 2008. Inflammation and bone loss in periodontal disease. *J. Periodontol.* 79: 1569-1576.

Idris, A. I., A. Sophocleous, E. Landao-Bassonga, R. J. Van't Hof, and S. H. Ralston. 2008. Regulation of bone mass, osteoclast function, and ovariectomy-induced bone loss by the type 2 cannabinoid receptor. *Endocrinology* 149(11): 5619-5626.

Kang, M. A., J. Lee, and S. H. Park. 2020. Cannabidiol induces osteoblast differentiation via angiotensin II and p38 MAPK. *Environ. Toxicol.* 35(12): 1318-1325.

Kurzyk, A., B. Ostrowska, W. Świążkowski, and Z. Pojda. 2019. Characterization and optimization of the seeding process of adipose stem cells on the polycaprolactone scaffolds. *Stem Cells Int.*, 2019.

Larsen, C., and J. Shahinas. 2020. Dosage, efficacy and safety of cannabidiol administration in adults: a systematic review of human trials. *J. Clin. Med. Res.* 12(3): 129.

- Malfait, A., R. Gallily, P. Sumariwalla, A. Malik, E. Andreacos, R. Mechoulam, and M. Feldmann. 2000. The nonpsychoactive cannabis constituent cannabidiol is an oral anti-arthritic therapeutic in murine collagen-induced arthritis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(17): 9561-9566.
- Pagano, S., M. Coniglio, C. Valenti, M. I. Federici, G. Lombardo, S. Cianetti, and L. Marinucci. 2020. Biological effects of Cannabidiol on normal human healthy cell populations: Systematic review of the literature. *Biomed. Pharmacother.* 132: 110728.
- Pathomburi, J., S. Nalampang, A. Makeudom, J. Klangjorhor, C. Supanchart, and S. Krisanaprakornkit. 2020. Effects of low-dose irradiation on human osteoblasts and periodontal ligament cells. *Arch. Oral Biol.* 109: 104557.
- Petrescu, N. B., A. Jurj, O. Sorițău, O. P. Lucaciu, N. Dirzu, L. Raduly, I. Berindan-Neagoe, M. Cenariu, B. A. Boșca, and R. S. Campian. 2020. Cannabidiol and vitamin D3 impact on osteogenic differentiation of human dental mesenchymal stem cells. *Medicina* 56(11): 607.
- Pisanti, S., A. M. Malfitano, E. Ciaglia, A. Lamberti, R. Ranieri, G. Cuomo, M. Abate, G. Faggiana, M. C. Proto, and D. Fiore. 2017. Cannabidiol: State of the art and new challenges for therapeutic applications. *Pharmacol. Ther.* 175: 133-150.
- Qi, X., C. Liu, G. Li, H. Luan, S. Li, D. Yang, and Z. Zhou. 2021. Investigation of in vitro odonto/osteogenic capacity of cannabidiol on human dental pulp cell. *J. Dent.* 109: 103673.
- Raphael-Mizrahi, B., and Y. Gabet. 2020. The cannabinoids effect on bone formation and bone healing. *Current Osteoporosis Reports*, 1-6.
- Tripuwabhurut, P., M. Mustafa, C. G. Gjerde, P. Brudvik, and K. Mustafa. 2013. Effect of compressive force on human osteoblast-like cells and bone remodelling: an in vitro study. *Arch. Oral Biol.* 58(7): 826-836.

สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไนเตรทของผักกาดหอมในระบบไฮโดรโพนิกส์ แบบน้ำลึก (DFT)

Chemical Properties of Aerated Compost Teas on Growth and Nitrate Content of Lettuce in Hydroponics System with Deep Flow Technique (DFT)

ปรัชวณี พิบำรุง*

Prachwanee Pibumrung*

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัด
พระนครศรีอยุธยา 13000

Department of Plant Production Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si
Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya 13000

* Corresponding author: prachwaneepibumrung@gmail.com

(Received: 22 February 2022; Revised: 4 April 2022, Accepted: 2 August 2022)

Abstract

The purpose of this research was to study the chemical properties of aerated compost teas on growth and nitrate content of lettuce in hydroponics. The aerated compost teas were prepared from each manure compost with water (compost and water ratio was 1 kg per 5 liters). The liquid used as compost teas were prepared as a nutrient solution for lettuce in the hydroponics system with deep flow technique (DFT). The experimental design was a completely randomized design (CRD) with 5 replications 5 treatments as 1) standard inorganic fertilizer (control) 2) mealworm waste compost tea 3) cricket frass compost tea 4) vermicompost tea and 5) Chicken manure compost tea. The results showed that the properties and nutrient content of the compost teas were related to the type of compost and affect the growth and nitrate accumulation of lettuce. The highest amount of nitrogen was found in cricket frass compost tea (970.85 mg/l). When

the highest amount of phosphorus was found in mealworm waste compost tea (1,414.39 mg/L), no significant difference was found comparing the potassium content of both compost teas (573.05 and 515.73 mg/L, respectively). The lettuce in standard inorganic fertilizer had the highest fresh weight of lettuce (33.18 g/plant), but not statistically different from that lettuce grown in mealworm waste and cricket frass compost tea (32.57 and 32.44 g/plant, respectively). In terms of nitrate accumulation, the nitrate content of all treatments of lettuce was between 984-1,304 mg/kg. Lettuce grown in standard inorganic fertilizer solution had the highest nitrate content and was statistically significantly different from all treatments.

Keywords: Compost tea, mealworm waste, cricket frass, hydroponics

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรทของผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยเตรียมปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศจากปุ๋ยหมักมูลสัตว์แต่ละชนิดผสมน้ำ (อัตราส่วนปุ๋ยหมัก 1 กก. ต่อน้ำ 5 ลิตร) ใช้เป็นสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำลึก (DFT) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 5 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน (ชุดควบคุม) 2) ปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนง 3) ปุ๋ยหมักน้ำมูลจิ้งหรีด 4) ปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือน และ 5) ปุ๋ยหมักน้ำมูลไก่ ผลการวิจัยพบว่า สมบัติและปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักน้ำมีความสัมพันธ์กับชนิดของปุ๋ยหมักตั้งต้น และส่งผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณการสะสมไนเตรทของผักกาดหอม โดยปุ๋ยหมักน้ำมูลจิ้งหรีดมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด (970.85 มก./ล.) และปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด (1,414.39 มก./ล.) แต่ปุ๋ยหมักน้ำทั้งสองชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (573.05 และ 515.73 มก./ล. ตามลำดับ) ผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานมีน้ำหนักสดสูงสุด (33.18 ก./ต้น) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีด (32.57 และ 32.44 ก./ต้น ตามลำดับ) ด้านการสะสมไนเตรท ผักกาดหอมทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนเตรทระหว่าง 984-1,304 มก./กก. โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานมีปริมาณไนเตรทสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมักน้ำ มูลหอนนง มูลจิ้งหรีด ไฮโดรโปนิกส์

คำนำ

ปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศ คือ สารละลายอินทรีย์ที่สกัดได้จากการนำปุ๋ยหมักผสมกับน้ำและมีการเติมอากาศ ช่วยเพิ่มธาตุอาหารและส่งเสริมปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ได้ดีกว่าการไม่เติมอากาศ (Arancon *et al.*, 2007) เพราะการเพิ่มออกซิเจนในปุ๋ยหมักน้ำช่วยกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีส่วนช่วยยับยั้งเชื้อโรคพืชได้ (Lanthier and Peters, 2013) ในปุ๋ยหมักน้ำมีธาตุอาหารพืช กรดอินทรีย์ และฮอร์โมนที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตช่วยเพิ่มความต้านทานต่อโรคพืช (Morales-Corts *et al.*, 2018) รวมทั้งมีสารประกอบทางชีวภาพที่ช่วยยับยั้งเชื้อโรคลดความเป็นพิษต่อพืชและดิน (Eudoxie and Martin, 2019) ซึ่งปริมาณสารอาหารที่ละลายในปุ๋ยหมักน้ำนั้นมีความสัมพันธ์กับจุลินทรีย์และธาตุอาหารพืช นอกจากช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับสมดุลทางเคมีและชีววิทยาในพืช ส่งเสริมให้พืชสามารถต้านทานความเครียดจากปัจจัยทางชีวภาพ และป้องกันการเกิดโรคในพืช (González-Hernández *et al.*, 2021) ปุ๋ยหมักน้ำจึงเป็นปุ๋ยอินทรีย์ทางเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตอบสนองด้านการผลิตอาหารปลอดภัยและพัฒนาการเกษตรยั่งยืน (Li *et al.*, 2020) มีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศจากปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมของฟางข้าว มูลไส้เดือน และเปลือกไม้สน สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของราก และผลผลิตของผักกาดหอมใบแดง ข้าวโพดหวาน และถั่วเหลืองได้ (Kim *et al.*, 2015) Natsheh and Abu-Khalaf (2020) พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกบนดินโดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมีการเจริญเติบโต และปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี Zaccardelli *et al.* (2017)

ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยหมักน้ำผักกาดหอมให้พริกที่ปลูกในระบบอินทรีย์ พบว่าปุ๋ยหมักน้ำช่วยให้พริกมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ทั้งด้านสรีรวิทยาและสารอาหาร โดยการเพิ่มจำนวนผลต่อต้น และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพริก สำหรับการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก จึงมีข้อกังวลเกี่ยวกับปริมาณไนเตรตในผักสะสมเกินมาตรฐานที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ การบริโภคผักที่มีปริมาณไนเตรตสูงสามารถทำให้เกิดเมทฮีโมโกลบินในสัตว์และการก่อตัวของสารก่อมะเร็ง (Mensinga *et al.*, 2003) ดังที่สหภาพยุโรปมีการกำหนดมาตรฐานปริมาณการสะสมไนเตรตระดับสูงสุดที่ยอมรับได้ในผักกาดหอมเท่ากับ 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดสำหรับผักที่ปลูกกลางแจ้ง และ 4,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด สำหรับผักที่ปลูกในโรงเรือน (European Commission, 2011) ปัจจุบันมีการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระบบไฮโดรโปนิกส์มากขึ้นทั้งเพื่อการเพิ่มคุณภาพและลดปริมาณการสะสมไนเตรตของผัก Tikasz *et al.* (2019) รายงานว่า การใช้สารสกัดน้ำมูลไก่วงแบบเติมอากาศเป็นสารละลายธาตุอาหารในระบบไฮโดรโปนิกส์ ส่งผลให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และสูงกว่าการใช้สารสกัดน้ำมูลวัว และมูลไก่ Giménez *et al.* (2020) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักน้ำเป็นสารละลายธาตุอาหารในระบบไฮโดรโปนิกส์ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอมใบอ่อนได้โดยสามารถลดปริมาณไนเตรต และเพิ่มสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ในผักให้สูงขึ้น ซึ่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์นั้นขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยหมักที่ใช้ (Hartadiyati *et al.*, 2020) ในประเทศไทยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระบบไฮโดรโปนิกส์เริ่มจากการใช้สารละลายมูลสัตว์

(ปุ๋ยคอกที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก) และน้ำหมักชีวภาพ ดังการศึกษาของ ทัตพล และคณะ (2559) พบว่าผักกาดหอมกรีนคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่ใช้สารละลายมูลไก่ ให้น้ำหนักสดมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายมูลค่างควา แต่สารละลายมูลสัตว์ทั้งสองให้ น้ำหนักสดผักกาดหอมต่ำกว่าการใช้สารละลายอินทรีย์มาตรฐาน (AB) จึงแนะนำการใช้สารละลายมูลไก่เป็นทางเลือกทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชไฮโดรโปนิกส์ ในการศึกษาของ ไพบูลย์ และคณะ (2563) พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากปลา (หมักเศษปลาร่วมกับกากน้ำตาลและสารละลาย EM เป็นเวลา 8 สัปดาห์) ปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิกส์ ให้ผลผลิตผักกาดหอมต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานร่วมกับไคโตซาน สำหรับการใช้น้ำหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินเป็นปุ๋ยในระบบไฮโดรโปนิกส์พบว่า น้ำหมักชีวภาพไส้เดือนดินมีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญของผักปวยเล้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักปวยเล้งต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน (ภาวิณี, 2562) แต่ในการศึกษาของ ปรัชวี และเหมวรรณ (2561) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนกกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำไม่หมุนเวียนส่งผลให้น้ำหนักสดผักฮ่องเต้ไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผักฮ่องเต้ที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน ด้านการเพิ่มธาตุอาหารสำหรับปุ๋ยอินทรีย์นั้น สามารถทำได้โดยการเพิ่มส่วนผสมวัตถุดิบที่มีธาตุอาหารสูง ซึ่งวัตถุดิบที่มีไนโตรเจนสูง ได้แก่ รำข้าว กากถั่วเหลือง ปลาป่นหรือเลือดแห้ง เมื่อนำไปผ่านกระบวนการหมักจะได้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรไนโตรเจน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551) งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมบัติของ

ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลสัตว์ที่มีรำข้าวเป็นส่วนผสม และผลการใช้ปุ๋ยหมักน้ำแบบเดิมอากาศเป็นสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนโตรเจนของผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิกส์น้ำลึก เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในระบบไฮโดรโปนิกส์และการใช้ปุ๋ยหมักในรูปแบบสารละลายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำ

นำมูลสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ มูลหอนนกก มูลจิ้งหรีด มูลไส้เดือน และมูลไก่ (ความชื้น ≤ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก) ผสมมูลสัตว์แต่ละชนิดกับรำละเอียด (อัตราส่วน 10:1 โดยน้ำหนัก) ละลายสารเร่งซูเปอร์ พด.1 และเชื้อราไตรโคเดอร์มา คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้น 40-50 เปอร์เซ็นต์ ตั้งกองปุ๋ยหมักความสูง 30 เซนติเมตร กลับกองและรดน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครบ 60 วัน นำตัวอย่างปุ๋ยหมักมาทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์ โดยการวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช (Germination index; GI) จากนั้นเตรียมปุ๋ยหมักน้ำแบบเดิมอากาศ โดยเตรียมสารละลายกากน้ำตาล (N=3,475; P=2,806; K=1,227; Ca=3,460; Mg=1,529 และ S=2,645 มิลลิกรัมต่อลิตร) (อัตราส่วนน้ำ: กากน้ำตาลเท่ากับ 20:1 โดยปริมาตร) นำปุ๋ยหมักมูลสัตว์แต่ละชนิดผสมกับสารละลายกากน้ำตาลในถังหมัก (อัตราส่วนปุ๋ยหมัก 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร) คนให้เข้ากัน ใช้เครื่องปั่นลม 45 วัตต์เพิ่มอากาศ (45 ลิตรต่อนาที) เดิมอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เมื่อครบ 5 วัน กรองสารละลายที่ได้ไป

ใช้เป็นปุ๋ยหมักน้ำ การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำใช้วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2551) และปริมาณกรดฮิวมิกโดยสกัดปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง นำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เวลา 30 นาที และนำของเหลวที่แยกชั้นมาทำให้เป็นกรด (pH 2.0) ด้วยกรดซัลฟูริก ทิ้งให้ตกตะกอนในความมืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เวลา 30 นาที ล้างส่วนที่ตกตะกอน 3 ครั้งด้วยน้ำปราศจากไอออน เพื่อขจัดกรดซัลฟูริก และทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้ง บันทึกลงเป็นน้ำหนักเปียกและแห้งของกรดฮิวมิก (Pant *et al.*, 2012) ทำการตรวจสอบ *Escherichia coli* โดยวิธี Membrane filter technique ปริมาตรปุ๋ยหมักน้ำ 100 มิลลิลิตร (APHA, 1998) เพื่อใช้เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้การปนเปื้อนของมูลสัตว์

การใช้ปุ๋ยหมักน้ำในระบบไฮโดรโปนิคส์

ทำการทดลองในโรงเรือนโดยเตรียมสารละลายสำหรับปลูกผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิคส์ น้ำลึกแบบเติมอากาศ (อัตราส่วนปุ๋ยหมักน้ำต่อน้ำเท่ากับ 1:4 โดยปริมาตร) ใส่ลงในถังพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ปิดด้วยแผ่นโฟม นำกล้าผักกาดหอมในฟองน้ำ อายุ 7 วัน ใส่ถ้วยปลูกวางในถังปลูก 4 ต้นต่อถัง แต่ละถังมีเครื่องปั๊มลมเพิ่มอากาศ (70 ลิตรต่อนาที) 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำการเปลี่ยนสารละลายปุ๋ยหมักน้ำทุกสัปดาห์ สำหรับกรรมวิธีควบคุม (ใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน (AB): 0.14% N, 0.20% P, 0.40% K, 0.162% Ca, 0.068% Mg, 35 ppm Fe, 50 ppm Mn, 75 ppm

Zn และ 15 ppm CU) อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำเท่ากับ 1:120 โดยปริมาตร ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 และ ค่า EC ระหว่าง 1.0-1.8 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ทุกกรรมวิธี บันทึกข้อมูลความสูงต้น (เซนติเมตร) น้ำหนักสดและแห้ง (กรัม) และปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD-unit) เมื่อผักกาดหอมอายุ 42 วัน หลังเพาะเมล็ด

การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท

โดยการเก็บตัวอย่างผักกาดหอมทั้งต้น อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 48 ชั่วโมง นำมาบดละเอียด สกัดตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:10 มิลลิลิตร ทิ้งค้างคืน นำไปตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เวลา 10 นาที กรองสารสกัดที่ได้ วิเคราะห์ไนเตรทตามวิธีการของ AOAC (1980) โดยใช้สารสกัดตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และกรดซัลฟูริกผสมให้เข้ากัน เติมสารละลาย Brucine sulfanilic acid นำไปตั้งในอ่างควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน 25 นาที ทิ้งให้เย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer วิเคราะห์ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดผัก)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) แบบ One-way ANOVA โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศ

สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำแบบเติมอากาศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมักเป็นกลาง (6.69-7.14) และปุ๋ยหมักน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย (6.98-8.28) โดยปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าปุ๋ยหมักด้านค่าการนำไฟฟ้า ปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดมีค่าการนำไฟฟ้า (1.21-3.16 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) ต่ำกว่าปุ๋ยหมักตั้งต้นแต่ละชนิด (3.01-4.98 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร) เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักน้ำมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนีย และไอออนธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ปลดปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการหมักเนอโรลไลเซชันอินทรีย์วัตถุ (El-Tahlawy, 2018) ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักวัดจากความเข้มข้นสะสมทั้งหมดของเกลือที่ละลายน้ำได้และปริมาณไอออนต่าง ๆ รวมทั้งธาตุอาหารบางชนิดที่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักสูง (Gondek *et al.*, 2020) สมบัติของปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดมีความผันแปรไปตามชนิดของปุ๋ยหมักตั้งต้น โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนและมูลไก่ ในขณะที่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนมีปริมาณกรดฮิวมิกสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำทุกกรรมวิธี ปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดมีค่าดัชนีการงอกต่ำกว่าปุ๋ยหมักตั้งต้นและมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 และทุกชนิดตรวจไม่พบจุลินทรีย์ยั้งชีพการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย (*E. coli*) แสดงว่าปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดสามารถนำไปใช้ในการผลิตพืชได้ (Table 1) ด้าน

ปริมาณธาตุอาหาร ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ว่าในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารบางส่วนสูญเสียจากการชะล้างไปก่อนแล้ว (Sanadi *et al.*, 2019) แต่ปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธียังคงมีธาตุอาหารในปริมาณที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับพืชได้ โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมีไนโตรเจนระหว่าง 21.25-43.07 กรัมต่อกิโลกรัม และ 501.26-970.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสระหว่าง 10.90-34.25 กรัมต่อกิโลกรัม และ 787.82-1,414.39 มิลลิกรัมต่อลิตร และ โพแทสเซียมระหว่าง 6.63-22.08 กรัมต่อกิโลกรัม และ 49.84-573.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีดมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลไก่และมูลไส้เดือน โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลจิ้งหรีดมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในขณะที่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด แต่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีดมีปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านธาตุอาหารรอง พบว่าปุ๋ยหมักมูลหอนนงมีปริมาณแคลเซียมสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักทุกชนิด โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีดมีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถันสูงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนและมูลไก่ (Table 2) ด้านจุลธาตุ พบว่า ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงมีปริมาณเหล็กสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิด ปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีดมีปริมาณแมงกานีส ทองแดง สังกะสีและโบรอนสูงแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำ มูลไส้เดือนและมูลไก่ โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำ มูลไส้เดือนมีปริมาณจุลธาตุต่ำสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิด (Table 3) จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดแปรผันตรงกับชนิดของปุ๋ยหมักตั้งต้น และปุ๋ยหมักน้ำทุกชนิดมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักตั้งต้น เนื่องจากการตรวจวัดในรูปของสารอาหารที่สกัดได้จากปุ๋ยหมักในรูปสารละลายเท่านั้น (Sanadi *et al.*, 2019)

การเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรทของผักกาดหอม

ผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานมีความสูงต้นสูงสุด (17.05 เซนติเมตรต่อต้น) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยหมักน้ำทุกกรรมวิธี และส่งผลให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและแห้งสูงสุด (33.18 และ 1.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยหมักน้ำมูลหอนนงและมูลจิ้งหรีด แสดงว่าความสูงต้น น้ำหนักสดและแห้งของผักกาดหอมแปรผันตามปริมาณธาตุอาหารในสารละลายปุ๋ยหมักน้ำ และถึงแม้ว่าปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารโพแทสเซียม กำมะถัน และจุลธาตุต่ำกว่าปุ๋ยหมักน้ำมูลไก่ แต่ผักกาดหอมที่ปลูกในปุ๋ยหมักน้ำมูลไก่ และปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนมีความสูง น้ำหนักสดและแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนมีกรดฮิวมิกสูง จึงส่งผลให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตได้ดี เพราะมีรายงานว่ากรดฮิวมิกสามารถเพิ่มสารประกอบฟีนอลิกส่งผลด้านฤทธิ์

ต้านอนุมูลอิสระ การเพิ่มความแข็งแรง และการต้านทานความเครียดในพืช (Theunissen *et al.*, 2010) ช่วยเพิ่มผลผลิตของซิกโครีและคุณสมบัติทางพฤกษเคมี เช่น ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Gholamia *et al.*, 2018) โดยกรดฮิวมิกจากปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนนั้นมีผลทางชีวภาพที่ซับซ้อนในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะการเจริญและการพัฒนาของราก (Garcia *et al.*, 2018) ซึ่งอาจเกิดจากการผลิตออกซินหรือส่วนประกอบคล้ายออกซินจากสารฮิวมิกที่มี (Trevisan *et al.*, 2010) ดังที่ Gomes *et al.* (2019) รายงานว่า กรดฮิวมิกจากมูลไส้เดือนส่งผลให้ต้นกล้ามังคุดดูดซึมธาตุอาหารพืชได้มากขึ้น รวมทั้งเพิ่มปริมาณรงควัตถุทั้งคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของพืชนั้นเป็นผลรวมเชิงบวกของปัจจัยต่าง ๆ ในปุ๋ยหมักน้ำ เช่น องค์ประกอบของสารอาหาร กรดฮิวมิก ฮอร์โมนพืช และจุลินทรีย์ (Morales-Corts *et al.*, 2018) ดังนั้นปุ๋ยหมักน้ำทุกกรรมวิธีในการศึกษานี้ ช่วยให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตได้ถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (18.29-20.78 SPAD-unit) แม้มีธาตุอาหารพืชต่ำกว่าปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน ด้านการสะสมไนเตรท พบว่าผักกาดหอมทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนเตรทสะสมระหว่าง 984-1,304 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (European Union, 2011) โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานมีปริมาณไนเตรทสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Table 4) ซึ่งการสะสมไนเตรทในผักนั้นมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งด้านแสง สภาพอากาศ ลักษณะสาร และอัตราการใช้น้ำที่ส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมในอวัยวะ

ต่าง ๆ ของพืช (Kmecl *et al.*, 2017) สำหรับ ผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิกส์นั้น การหยุดให้ปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้ายสามารถลดการสะสมไนเตรทของผักกาดหอมได้ (Tabaglio *et al.*, 2020) หรือการให้สารละลายความเข้มข้นไนเตรทต่ำตั้งแต่เริ่มต้นการผลิตสามารถลดปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักได้เช่นกัน (Sago and Shigemura, 2018) แต่ปริมาณไนเตรทที่ต่ำจะส่งผลต่อการลดลงของพื้นที่ใบและผลผลิตผักที่ได้ (Cometti *et al.*, 2011) ดังนั้นเมื่อปุ๋ย

หมักน้ำทุกระบวนวิธีมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ ผักจึงมีปริมาณการสะสมไนเตรทต่ำกว่าการได้รับปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งสารประกอบอินทรีย์ในปุ๋ยหมักน้ำอาจส่งผลกระตุ้นทางชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงการขนส่งไนเตรทในกระบวนการเมแทบอลิซึมหลายอย่างของไนโตรเจน ทำให้มีการใช้ไนเตรทได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tsouvaltzis *et al.*, 2014) การใช้สารละลายจากปุ๋ยหมักน้ำในระบบไฮโดรโปนิกส์จึงช่วยลดปริมาณการสะสมไนเตรทในผักได้

Table 1 Chemical properties of the composts and compost teas

Compost	pH	EC (mS/cm)	Humic acid (g/kg dw)	Germination index (%)	<i>E. coli</i> (CFU/ml)
Mealworm waste	7.08a	4.53a	3.27b	108.45	-
Cricket frass	7.14a	4.98a	3.18b	106.02	-
Vermicompost	6.82ab	3.01b	5.50a	105.91	-
Chicken manure	6.69b	3.04b	2.93b	104.73	-
F-test	**	**	**	ns	-
CV%	3.37	5.26	10.41	6.95	-
Compost tea	pH	EC (mS/cm)	Humic acid (mg/l)	Germination index (%)	<i>E. coli</i> (CFU/ml)
Mealworm waste	8.10a	2.84a	195.56b	84.32	ND
Cricket frass	8.28a	3.16a	181.44c	83.80	ND
Vermicompost	7.33b	1.93b	246.28a	81.56	ND
Chicken manure	6.98b	1.21c	123.70d	82.47	ND
F-test	**	**	**	ns	-
CV%	4.29	5.48	13.76	8.52	-

Remarks: mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT and ** indicated significant difference at $P < 0.01$, ns=non-significant difference, ND=Not detected

Table 2 Macronutrient concentration of the composts and compost teas

Compost	Total N	Total P	Total K	Total Ca	Total Mg	Total S
	g/kg					
Mealworm waste	37.63b	34.25a	22.08a	669.73a	9.36a	3.94a
Cricket frass	43.07a	27.98b	20.75a	554.58b	8.59a	4.12a
Vermicompost	21.25c	10.90d	6.63c	352.31c	5.94b	2.72b
Chicken manure	23.19c	22.43c	14.91b	256.52d	4.70c	3.05b
F-test	**	**	**	**	**	**
CV%	8.95	10.27	7.43	5.06	4.71	8.34

Compost tea	Available N	Available P	Available K	Available Ca	Available Mg	Available S
	mg/l					
Mealworm waste	884.54b	1414.39a	515.73a	590.07a	168.96a	79.80a
Cricket frass	970.85a	1104.65b	573.05a	488.21a	144.47a	77.53a
Vermicompost	501.26c	787.82c	49.84c	248.68b	54.25b	42.21c
Chicken manure	522.97c	793.53c	214.62b	302.31b	80.34b	56.47b
F-test	**	**	**	**	**	**
CV%	11.44	8.94	15.07	9.26	17.35	7.68

Remarks: mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT and ** indicated significant difference at $P < 0.01$

Table 3 Micronutrient concentration of the composts and compost teas

Compost	Total Fe	Total Mn	Total Cu	Total Zn	Total B
	mg/kg				
Mealworm waste	835.06a	223.83a	162.33a	196.90a	50.44a
Cricket frass	658.17b	207.83a	165.49a	212.45a	47.93a
Vermicompost	16.09d	81.47c	12.25c	37.03c	5.81c
Chicken manure	443.19c	149.36b	155.91b	168.27b	39.50b
F-test	**	**	**	**	**
CV%	3.40	5.18	7.97	6.31	4.52

Table 3 Micronutrient concentration of the composts and compost teas (Cont.)

Compost tea	Available Fe	Available Mn	Available Cu	Available Zn	Available B
	mg/l				
Mealworm waste	105.37a	76.84a	4.11a	39.49a	0.56a
Cricket frass	82.06b	69.33a	3.85a	42.71a	0.51a
Vermicompost	38.91d	14.20c	0.19c	0.95c	0.28c
Chicken manure	64.22c	39.56b	2.07b	22.62b	0.43b
F-test	**	**	**	**	**
CV%	5.67	4.39	3.20	3.95	4.88

Remarks: mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT and ** indicated significant difference at $P < 0.01$

Table 4 Height of shoot, weight, chlorophyll and nitrate content of lettuce

Fertilizer	Plant height (cm)	Weight		Chlorophyll (SPAD-unit)	Nitrate content (mg/kg fw)
		fresh (g/plant)	dry (g/plant)		
Inorganic fertilizer	17.05a	33.18a	1.20a	20.78	1,304a
Mealworm waste compost tea	15.63b	32.57a	1.24a	19.65	1,129b
Cricket frass compost tea	15.61b	32.44a	1.21a	19.30	1,107b
Vermicompost tea	13.27c	28.93b	0.68b	18.63	984b
Chicken manure compost tea	13.34c	29.05b	0.69b	18.29	1,073b
F-test	**	**	**	ns	**
CV%	5.91	4.73	1.05	3.82	10.36

Remarks: mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT and ** indicated significant difference at $P < 0.01$

สรุปผลการวิจัย

ปุ๋ยหมักน้ำมูลหนอนนกกและมูลจิ้งหรีดในการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยหมักน้ำมูลไส้เดือนและมูลไก่ ส่งผลให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและแห้งไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน ด้านการสะสมไนเตรท พบว่าผักกาดหอมทุกกรรมวิธีมีปริมาณไนเตรทสะสมระหว่าง 984-1,304 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดผัก โดยผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักน้ำทุกกรรมวิธี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน และเพื่อเพิ่มอุดมสมบูรณ์ของดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ทัตพล พุ่มดารา อาคม คิตสง่า และนิสาชล เทศศร. 2559. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักกาดหอมกรีนคอสในระบบไฮโดรโปนิกส์. แก่นเกษตร 44(พิเศษ 1): 892-897.

ปรัชวณี พิบำรุง และเหมวรรณ ธรรมเจตนา. 2561. ผลของปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักฮ่องเต้ในระบบไฮโดรโปนิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49(พิเศษ 2): 333-336.

ไพบูลย์ หม่อมมาศ วรฉันทน์ บรรณโก ปทุมรัตน์ จันท์แจ่ง วุฒิพงษ์ โมงขุนทด มงคลชัย ตักเตือน นิชกานต์ นานู และอารยา ขวัญยืน. 2563. ผลของไคตินไคโตซาน น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาและมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกแบบในดินและแบบไฮโดรโปนิกส์. แก่นเกษตร 48(พิเศษ 1): 1123-1132.

ภาวินี จันทรวิจิตร. 2562. ผลของน้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักปวยเล้ง (*Spinacia oleracea* L.) ในระบบไฮโดรโปนิกส์. วารสารนเรศวรพะเยา 12(3): 51-54.

AOAC. 1980. Brucine colorimetric method. In: W. Horwitz (ed.). Methods of analysis, 13th ed. Washington DC.

APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater 20th ed. American Public Health. Washington DC.

Arancon, N.Q., C.A. Edwards, R. Dick and L. Dick. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. BioCycle 48(11): 51-52.

Cometti, N.N., M.Q. Martins, C.A. Bremerkamp and J.A. Nunes. 2011. Nitrate concentration in lettuce leaves depending on photosynthetic photon flux and nitrate concentration in the nutrient solution. Horticultura Brasileira 29(4): 548-553.

El-Tahlawy, Y.A. 2018. Biological and chemical characterization of compost

- tea based on compost particle size. N. Egypt. J. Microbiol. 50: 133-146.
- Eudoxie, G. and M. Martin. 2019. Compost tea quality and fertility, organic fertilizers history, production and applications. *In*: M. Larramendy and S. Soloneski (eds.). IntechOpen. pp. 1-25.
- European Union. 2011. Commission regulation (EU) No 1258/2011 of December 2, 2011 amending regulation (EC) no 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuffs. Available: <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/1258/oj> (December 15, 2021.)
- García, A.C., O.C.H. Tavares, D.M. Balmori, V.S. Almeida, L.P. Canellas, J.M. García-Mina and R.L.L. Berbara. 2018. Structure-function relationship of vermicompost humic fractions for use in agriculture. J. Soils Sediments. 18(4): 1365-1375.
- Gholamia, H., M.J. Saharkhiz, F.R. Farda, A. Ghanic and F. Nadaf. 2018. Humic acid and vermicompost increased bioactive components, antioxidant activity and herb yield of Chicory (*Cichorium intybus* L.). Biocatal. Agric. Biotechnol. 14(5): 286-292.
- Giménez, A., J.A. Fernández, J.A. Pascual, M. Ros and C. Egea-Gilabert. 2020. Application of directly brewed compost extract improves yield and quality in baby leaf lettuce grown hydroponically. Agronomy 10(370): 1-15.
- Gomes, J.G.A., R.A. Pereira, G.A. Sodr e and E. Gross. 2019. Humic acids from vermicompost positively influence the nutrient uptake in mangosteen seedlings. Pesq. Agropec. Trop. 49: 1-8.
- Gondek, M., C.D. Weindorf, C. Thiel and G. Kleinheinz. 2020. Soluble salts in compost and their effects on soil and plants: A review. Compost Science & Utilization 28(2): 59-75.
- González-Hernández, A.I., M.B. Suárez-Fernández, R. Pérez-Sánchez, M.A. Gómez-Sánchez and M.R. Morales-Corts. 2021. Compost tea induces growth and resistance against *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici* in Pepper. Agronomy 781(11): 1-12.
- Hartadiyati, E., A. Wiyanto and A. Rusilowati. 2020. The compost tea on hydroponics system used to increase understanding of sustainable development for high school student. Journal of Phys: Conf. Ser. 1567, DOI:10.1088/1742-6596/1567/2/022060.
- Kim, M.J., C.K. Shim, Y.K. Kim, S.J. Hong, J.H. Park, E.J. Han, J.H. Kim and S.C. Kim. 2015. Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic

- cultivation. *Plant Pathol. J.* 31(3): 259-268.
- Kmecl, V., T. Knap and D. Žnidarčič. 2017. Evaluation of the nitrate and nitrite content of vegetables commonly grown in Slovenia. *Ital. J. Agron.* 12(2): 79-84.
- Lanthier, M. and S. Peters. 2013. Microbial content of activity aerated compost tea after variations of ingredients or procedures. *Acta Hort.* 1009: 219-224.
- Li, X., X. Wang, X. Shi, Q. Wang, X. Li and S. Zhang. 2020. Compost tea-mediated induction of resistance in biocontrol of strawberry *Verticillium* wilt. *J. Plant Dis. Prot.* 127(2): 257-268.
- Mensinga, T.T., G.J. Speijers, and J. Meulenbelt. 2003. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. *Toxicol. Rev.* 22(1):41-51.
- Morales-Corts, M.R., R. Pérez-Sánchez and M.A. Gómez-Sánchez. 2018. Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens. *Sci. Agric.* 75(5): 400-409.
- Natsheh, B. and N. Abu-Khalaf. 2020. Influence of different types of fertilizers application on the Lettuce (*Lactuca Sativa* L.) growth and quality. *Palestine Technical University Kadoorie Research Journal* 8(2): 40-53.
- Pant, A.P., T.J.K. Radovich, N.V. Hue and R.E. Paull. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Scientia Horticulturae* 148: 138-146.
- Sago, U. and A. Shigemura. 2018. Quantitative nutrient management reduces nitrate accumulation in hydroponic butterhead lettuces grown under artificial lighting. *HortScience* 53(7): 963-967.
- Sanadi, N.F.A., C.T. Leea, M.R. Sarmidib, J.J. Klemešc and Z. Zhang. 2019. Characterisation of liquid fertiliser from different types of bio-waste compost and its correlation with the compost nutrients. *Chemical Engineering Transactions* 72: 253-258.
- Tabaglio, V., R. Boselli, A. Fiorini, C. Ganimede, P. Beccari, S. Santelli and G. Nervo. 2020. Reducing nitrate accumulation and fertilizer use in lettuce with modified intermittent nutrient film technique (NFT) system. *Agronomy* 10(8): 1-15.
- Theunissen, J., P.A. Ndakidemi and C.P. Laubscher. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. *Int. J. Phys. Sci.* 5(13): 1964-1973.
- Tikasz, P., S. MacPherson, V. Adamchuk and M. Lefsrud. 2019. Aerated chicken, cow, and turkey manure extracts

differentially affect lettuce and kale yield in hydroponics. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 8(3): 241-252.

Trevisan, S., O. Francioso, S. Quaggiotti and S. Nardi. 2010. Humic substances biological activity at the plant-soil interface from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior* 5(6): 635-643.

Tsouvaltzis, P., A. Koukounaras and A.S. Siomos. 2014. Application of amino acids improves lettuce crop uniformity and inhibits nitrate accumulation induced by the supplemental inorganic nitrogen fertilization. *Int. J. Agric. Biol.* 16(5): 951-955.

Zaccardelli, M., C. Pane, D. Villecco, A.M. Palese and G. Celano. 2017. Compost tea spraying increases yield performance of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in greenhouse under organic farming system. *Italian Journal of Agronomy* 13(991): 229-234.

ประสิทธิภาพของชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว รำข้าว และแกลบ ในการเป็นวัสดุปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค

Efficiency of Biomass Pellets from Rice Straw, Rice Bran, and Rice Husk as Growing Media for Green Oak Lettuce (*Lactuca sativa* cv. *crispa* L.)

รัชณี พุทธา* ทศนีย์ สีเสนชุย ศรัณพงษ์ บัณฑิตภักดิ์ สพล สมนาม และ กาญจนา จอมสังข์
Ratchanee Puttha* Tassanee Seesenzui Sarunyapong Bunditpak and Saphol
Somnam and Kanchana Chomsang

สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290
* Corresponding author: ratchanee_pt@mju.ac.th

(Received: 4 March 2022; Revised: 21 July 2022; Accepted: 15 August 2022)

Abstract

This study investigated nutritional compositions, characteristics, and effectiveness of biomass pellets from rice straw, rice bran, and rice husk used as planting material for lettuce var. green oak. Three formulae of biomass pellet treatments and a planting medium control were laid out in a completely randomized design with four replications. Formula 1 had rice straw, manure, and water at the ratio of 7 : 2 : 1. Formula 2 consisted of rice straw, manure, rice bran, and water at the ratio of 5 : 2 : 2 : 1. Formula 3 included rice straw, manure, rice husk, and water at the ratio of 5 : 2 : 2 : 1. Formula 4 (control) was a normal planting medium (not pelleted) consisting of peat moss and manure at the ratio of 8 : 2. The nutrition and characters of biomass pellets were evaluated. Plant height, plant canopy, shoot weight, root length, root weight, leaf number, leaf width, leaf length, and leaf color (L^* , a^* and b^*) of lettuce were measured. All biomass pellet formulae had higher total macro nutrients (N, P and K) than formula 4 and could be pelletized without

fracture and decay. All growing media were significantly different for all traits of lettuce ($p < 0.01$ and $p < 0.001$). Formula 2 showed the greatest for all characters followed by formula 4, formula 1, and formula 3, respectively. Lettuce planted in formula 2 for 45 days had plant height of 4.8 cm, plant canopy of 16.8 cm, shoot weight of 18.8 g, root weight of 5.2 g, leaf number of 15.1 leaves, leaf width of 8.7 cm, leaf length of 11.3 cm, and greener leaves as indicated by the low hue values ($L^* = 54.0$, $a^* = -7.1$, and $b^* = 31.5$). The formula consisting of rice straw, manure, rice bran, and water at the ratio of 5 : 2 : 2 : 1 was appropriate for making biomass pellet and using as growing media of lettuce var. green oak.

Keywords: Planting media, biomass pellet, rice straw, byproduct from rice production

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาธาตุอาหาร และลักษณะของชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว รำข้าว และแกลบ และประสิทธิภาพของชีวมวลอัดเม็ดเมื่อใช้เป็นวัสดุปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งเป็น 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด สูตร 1 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : น้ำ (7 : 2 : 1) สูตร 2 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : รำข้าว : น้ำ (5 : 2 : 2 : 1) และสูตร 3 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : แกลบ : น้ำ (5 : 2 : 2 : 1) และวัสดุปลูกไม่อัดเม็ด สูตร 4 (ชุดควบคุม) พีทมอส : ปุ๋ยคอก (8 : 2) วิเคราะห์ธาตุอาหาร และประเมินลักษณะชีวมวลอัดเม็ด และวัดความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดต้น ความยาวราก น้ำหนักสดราก จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และสีใบ (L^* a^* และ b^*) ของผักกาดหอม พบว่า วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทุกสูตร มีผลรวมของธาตุอาหารหลัก (N P และ K) มากกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 และสามารถอัดเป็นเม็ดโดยไม่แตกหักและเปื่อย วัสดุปลูกส่งผลให้ทุกลักษณะของผักกาดหอมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$ และ $p < 0.001$) โดยวัสดุปลูกสูตร 2 ให้ทุกลักษณะดีที่สุด รองลงมาคือ สูตร 4 สูตร 1 และสูตร 3 กล่าวคือ ผักกาดหอมที่ปลูกด้วยสูตร 2 เป็นระยะเวลา 45 วัน มีความสูงต้น 4.8 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่ม 16.8 เซนติเมตร น้ำหนักสดต้น 18.8 กรัม น้ำหนักรากสด 5.2 กรัม จำนวนใบ 15.1 ความกว้างใบ 8.7 เซนติเมตร ความยาวใบ 11.3 เซนติเมตร และมีค่า L^* (54.0) ค่า a^* (-7.1) และค่า b^* (31.5) น้อยหรือสีใบเขียวเข้ม การศึกษานี้สรุปว่า ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : รำข้าว : น้ำ อัตราส่วน 5 : 2 : 2 : 1 เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการทำชีวมวลอัดเม็ดเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค

คำสำคัญ: วัสดุปลูก ชีวมวลอัดเม็ด ฟางข้าว ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตข้าว

คำนำ

ฟางข้าวเป็นชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวและมีจำนวนมากจากการปลูกข้าวทั่วประเทศ เกษตรกรมักจัดการฟางข้าวด้วยการเผา เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย แต่ข้อเสียคือ ก่อให้เกิดเขม่าควันที่มีผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมถึงยังทำลายโครงสร้างของดิน อินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดินอีกด้วย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดการกับฟางข้าว บนพื้นฐานของการเป็นวิธีจัดการที่ง่าย ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มมูลค่าฟางข้าวได้ โดยการนำฟางข้าวมาอัดเม็ด หรือเรียกกันทั่วไปว่า ชีวมวลอัดเม็ด เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกทางเลือกในระบบการปลูกพืชแบบไร้ดิน ลดต้นทุนในการผลิตพืช ทำให้เกษตรกรมีกิจกรรมเสริมรายได้หลังนาจากการขายวัสดุปลูกอัดเม็ด และที่สำคัญคือ ช่วยลดปัญหาการเผาฟางข้าว

ข้อดีของชีวมวลอัดเม็ด คือ สะดวกต่อการขนส่งและประหยัด ประหยัดพื้นที่เก็บรักษา วิธีใช้งานง่าย และสามารถควบคุมปริมาณการใช้งานได้ สำหรับการอัดเม็ดสามารถทำได้ง่าย โดยการใช้เครื่องอัดเม็ดชีวมวล ซึ่งมีหลากหลายขนาด ราคา ตามประสิทธิภาพของเครื่อง โดยเครื่องประสิทธิภาพสูง มักมีราคาที่สูงมาก เนื่องจากเป็นขนาดในระดับอุตสาหกรรม แต่สำหรับเกษตรกรที่ใช้กันทั่วไป เครื่องมีราคาถูกขนาดเล็ก แต่ประสิทธิภาพน้อยกว่า คุณสมบัติและคุณภาพของชีวมวลอัดเม็ดจึงขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องอัดเม็ด นอกจากนี้ยังขึ้นกับชีวมวลที่นำมาใช้ โดยชีวมวลที่มีความแห้งมาก มักยากต่อการขึ้นรูปและความสามารถในการอัดเป็นแท่ง เช่น ฟางข้าว มีลักษณะแห้ง ทำให้การอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดที่มีราคาถูกทำได้ยาก จึงต้องมีตัวประสานที่เหมาะสมในการช่วยขึ้นรูป เช่น รำข้าว

แกลบ เป็นต้น สมชาย และคณะ (2560) ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุอัดเม็ดที่มีส่วนผสมของฟางข้าวและน้ำ พบว่าวัสดุอัดเม็ดไม่เกิดการจับตัว และแตกหักได้ง่าย แต่เมื่อใช้รำข้าวเป็นส่วนผสมร่วมด้วยจะสามารถอัดฟางข้าวเป็นเม็ดได้ดีขึ้น และหากเพิ่มปริมาณรำข้าวมากขึ้น จะยิ่งช่วยในการอัดเม็ด และเพิ่มความแข็ง ทำให้วัสดุอัดเม็ดฟางข้าวมีความเรียบเพิ่มมากขึ้น

การศึกษาวัดปลูกที่เหมาะสมกับพืชมีความสำคัญ เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของพืช และเป็นต้นทุนหลักในการผลิตพืชแบบไร้ดิน ดังเช่น การศึกษาของ สุมิตรรา และอิศร์ (2561) ที่ใช้วัสดุปลูกสูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 ซึ่งมีองค์ประกอบของขุยมะพร้าว ปุยมูลวัว ทรายแกลบดิบ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 และส่งผลให้ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักสดของผักกาดหอมดีที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้ชีวมวลอัดเม็ดเพื่อทำเป็นวัสดุปลูกอัดเม็ดยังไม่มีการนำมาใช้มากนัก ถึงแม้ว่าวัสดุปลูกอัดเม็ดจากชีวมวลจะมีหลายชนิด แต่ฟางอัดเม็ดที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกยังมีการศึกษาอยู่ค่อนข้างน้อย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาธาตุอาหาร ลักษณะของชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าวรำข้าว และแกลบ และประสิทธิภาพของชีวมวลอัดเม็ด เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ข้อมูลจากงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาวัสดุปลูกอัดเม็ดจากฟางข้าว และการใช้ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตข้าว ได้แก่ รำข้าว และแกลบ ซึ่งเป็นการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตข้าว และสามารถต่อยอดการวิจัยเพื่อพัฒนาฟางข้าวอัดเม็ดสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกให้กับพืชชนิดอื่น ๆ ปุ๋ยอินทรีย์ หรืออาหารสัตว์ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาราดูอาหาร และลักษณะของวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดจากฟางข้าว รำข้าว และแกลบ

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ 1) ฟางข้าวจากแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 2) รำข้าว และ 3) แกลบ ได้จากโรงสี 4) พีทมอส ยี่ห้อคราสแมน และ 5) ปุ๋ยคอก ยี่ห้อค่างควาซากุระ (ส่วนผสมของเศษพืช 50 เปอร์เซ็นต์ มูลค่างควา 25 เปอร์เซ็นต์ และมูลโค มูลกระบือ 25 เปอร์เซ็นต์) โดยวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด มีดังนี้

สูตร 1 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : น้ำ อัตราส่วน 7 : 2 : 1

สูตร 2 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : รำข้าว : น้ำ อัตราส่วน 5 : 2 : 2 : 1

สูตร 3 ฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : แกลบ : น้ำ อัตราส่วน 5 : 2 : 2 : 1

และวัสดุปลูกไม่อัดเม็ด (ชุดควบคุม) สูตร 4 พีทมอส : ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 8 : 2 สำหรับขั้นตอนการเตรียมวัสดุปลูกสูตร 4 มีดังต่อไปนี้ ตวงพีทมอส และปุ๋ยคอก ด้วยถ้วยตวงตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยปริมาตร จากนั้นผสมให้เข้ากัน โดยไม่ต้องอัดเม็ด เพื่อให้มีลักษณะเหมือนการใช้งานปกติ ส่วนการเตรียมวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตร เริ่มจากนำฟาง และแกลบข้าว บดย่อยให้ละเอียด ด้วยเครื่องสับย่อยไปไม้ จากนั้นตวงส่วนผสมแต่ละสูตรด้วยถ้วยตวงตามอัตราส่วนที่กำหนดโดยปริมาตร ผสมให้เข้ากัน เทส่วนผสมทั้งหมดลงในเครื่องอัดเม็ด ปรับเครื่องให้ตัดขนาดเม็ดยาว 0.5-1 เซนติเมตร ที่มีขนาดใกล้เคียงกับขนาดวัสดุปลูกพืชทั่วไป หลังจากอัดเม็ดเสร็จแล้ว ให้นำไปตากแดด 2-3 วัน และเก็บใส่ถุงกระสอบเปิดปากถุง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อรา

จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างวัสดุปลูกทั้ง 4 สูตร เพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และธาตุอาหาร หน่วยวิเคราะห์ดิน น้ำ ฟืช และปุ๋ยอินทรีย์ หลักสูตรฯ ปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และประเมินคุณสมบัติและลักษณะของวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธีการสังเกต โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ความสามารถในการขึ้นรูป แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) ไม่สามารถขึ้นรูปได้ 2) ขึ้นรูปได้ยาก คือ ขึ้นรูปเป็นแท่งได้ไม่ดี และมีการยึดติดน้อย และ 3) ขึ้นรูปได้ดี (Good) คือ ขึ้นรูปเป็นแท่งได้ดี และมีการยึดติดมาก การอัดเป็นเม็ด แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) ไม่สามารถอัดเม็ดได้ 2) อัดเม็ดได้ไม่ดี กล่าวคือ มีการอัดแน่นของวัสดุชีวมวลน้อย และ 3) อัดเม็ดได้ดี (Good) คือ มีการอัดแน่นของวัสดุชีวมวลแน่นมาก สำหรับลักษณะของผิว แบ่งเป็น 2 ลักษณะได้แก่ 1) ไม่เรียบ มีเศษฟางยื่นออกมา และ 2) เรียบ (Smooth) ไม่มีเศษฟางยื่นออกมา ส่วนความแข็ง แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ไม่แข็ง ใช้มือบีบแล้วแตกหัก และ 2) แข็ง (Tight) ใช้มือบีบแล้วไม่แตกหัก และความเปื่อยยุ่ยเมื่อโดนน้ำ แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ 1) แตกหัก คือ เมื่อรดน้ำใส่วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด พบการแตกหัก และเปื่อยยุ่ย และ 2) ไม่แตกหัก (Unbroken) คือ เมื่อรดน้ำใส่วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด ไม่มีการแตกหัก และเปื่อยยุ่ย

การศึกษากาการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของผักกาดหอมพันธุ์กรีนไอศ โดยวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด และวัสดุปลูกไม่อัดเม็ด

เพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนไอศในถาดเพาะที่บรรจุพีทมอส จนกระทั่งได้ต้นกล้าที่ระยะเหมาะสม

มีใบจริง 2-3 ใบ อายุกล้า 16 วัน ย้ายต้นกล้าลง
 ถูปลูกที่เตรียมไว้ 1 ต้นต่อถูปลูก สำหรับขั้นตอน
 การเตรียมถูปลูกพลาสติกสีดำ เริ่มจากนำวัสดุปลูก
 ทั้ง 4 สูตรใส่ในถูปลูกในปริมาณที่เท่ากัน (1.2
 กิโลกรัมต่อถู) จากนั้นเรียงถูปลูก ตามแผนการ
 ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ทรีทเมนต์
 ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ (หน่วยทดลองละ 5 ต้น) ในโรงเรือน
 ทดลองสาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ไว้ใน
 โรงเรือนทดลอง เพื่อวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือน
 ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร
 15-15-15 ปริมาณ 0.8 มิลลิกรัมต่อถูปลูก จำนวน
 2 ครั้ง ให้น้ำในปริมาณที่เท่ากันตลอดการทดลอง
 เมื่อผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีอายุครบ 45 วัน
 จึงทำการเก็บเกี่ยว พร้อมบันทึกข้อมูลความสูงต้น
 (วัดที่แกนลำต้นหลักจากโคนถึงยอด) ความกว้าง
 ทรงพุ่ม น้ำหนักสดต้น ความยาวราก น้ำหนักสด
 ราก จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และ
 สีใบ (L^* , a^* และ b^*) ด้วยเครื่อง Color Reader
 (Konica Minolta Model CR-20, ประเทศญี่ปุ่น)
 จากนั้นนำข้อมูลจาก 5 ต้นมาหาค่าเฉลี่ย ค่าความ
 คลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard
 error of mean; SEM) โดยใช้โปรแกรม Microsoft
 Excel ทำการแปลงข้อมูล (data transformation)
 ของค่า a^* โดยใช้ Power function ด้วยการ
 ยกกำลัง 2 ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล และ
 วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความ
 ต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Least Significant
 Different (LSD) ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 4.0.2
 พร้อมวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบ Pearson's
 correlation ระหว่างลักษณะ ด้วยโปรแกรม
 Statistix10

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ธาตุอาหาร สมบัติทางเคมี และคุณลักษณะของ วัสดุปลูกชีวมวลชนิดอัดเม็ดและไม่อัดเม็ด

จากการศึกษาธาตุอาหาร และสมบัติทางเคมี
 ของวัสดุปลูก ทั้ง 4 สูตร พบว่า วัสดุปลูกชีวมวล
 อัดเม็ดสูตร 1 มีค่า pH เท่ากับ 6.22 มีความเป็น
 กรดอ่อน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีค่า 5.01 เดซิซีเมน
 ต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter;
 OM) เท่ากับ 41.98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน
 ทั้งหมด (total N) มีค่า 1.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ
 ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) มีค่า 3,516 มิลลิกรัม
 ต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total
 K) มีค่า 16,620 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1)
 วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 มี pH เท่ากับ 5.63
 มีความเป็นกรดปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้ามีค่า 4.71
 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่า 55.89
 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีค่า 1.35
 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่า 6,166
 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียม
 ทั้งหมด มีค่า 13,517 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วัสดุปลูก
 ชีวมวลอัดเม็ดสูตร 3 มี pH เท่ากับ 6.38 มีความ
 เป็นกรดอ่อน ค่าการนำไฟฟ้ามีค่า 3.97 เดซิซีเมน
 ต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่า 50.97 เปอร์เซ็นต์
 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีค่า 1.10 เปอร์เซ็นต์
 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่า 3,610 มิลลิกรัมต่อ
 กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่า
 15,387 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และวัสดุปลูกไม่อัดเม็ด
 สูตร 4 มี pH เท่ากับ 5.39 มีความเป็นกรดจัด
 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่า 3.23 เดซิซีเมนต่อเมตร
 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่า 71.28 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ
 ไนโตรเจนทั้งหมด มีค่า 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ
 ฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่า 1,105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่า 5,919
 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า

วัสดุปลูกทุกสูตรมีความเป็นกรดเล็กน้อยถึงมาก และมีค่าการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกัน แม้ว่าปริมาณ อินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน (Manojlović *et al.*, 2010) ในวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทุกสูตรมีปริมาณ 41.98-55.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 (71.28 เปอร์เซ็นต์) แต่จะพบว่าวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทุกสูตรมีผลรวมของธาตุอาหารหลัก (N P และ K เท่ากับ 3.00-3.68 เปอร์เซ็นต์) มากกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 ซึ่งมีผลรวมของธาตุอาหารหลักเพียง 1.92 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของ อรประภา และภาณุมาศ (2558) ที่ทำการเปรียบเทียบปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรที่ 1 ของกรมพัฒนาที่ดิน ปุ๋ยมูลไก่หมักคุณภาพสูง ที่อัตรา 1 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจนต่อดิน 5 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโค ที่อัตรา 1 กรัมไนโตรเจนต่อดิน 5 กิโลกรัม และพบว่าผลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักกาดหอมมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน (อัตรา 1 กรัมไนโตรเจนต่อดิน 5 กิโลกรัม) พบว่า ผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 สูตร มีการสะสมไนเตรตในใบน้อยกว่า และมีสารประกอบฟีนอลิกรวม ที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่มากกว่าผักกาดหอมที่ได้รับปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโค นอกจากนี้มีการศึกษาในผักกาดอีก 2 ชนิด คือกรีนครอส หรือผักกาดโรเมน (Cos lettuce or Romaine lettuce) พันธุ์ Green Tower และผักกาดแก้ว (Iceberg lettuce) พันธุ์ Sharp Shooter พบว่า ผลผลิตของผักกาดทั้ง 2 ชนิดเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากขึ้น ในอัตรา 53.92 และ 36.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ส่งผลทำให้ลักษณะคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวลดลง ดังนั้นควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในอัตราปานกลาง คือ 36.00 และ 17.92 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตของผักกาด

โรเมน และผักกาดแก้วได้ 7,616 และ 8,208 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็น 5.3 เท่าของการไม่ใส่ปุ๋ย (1,440 และ 1,552 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ และยังทำให้คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมดีที่สุด (Hoque *et al.*, 2010) จากการศึกษาของ Neocleousa and Savvas (2019) พบว่าในระบบปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ ผลผลิตชีวมวลของผักกาดโรเมนลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ หากได้ธาตุฟอสฟอรัสที่ปริมาณต่ำ 0.08 มิลลิโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การได้รับธาตุฟอสฟอรัสที่ปริมาณ 1.3 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ การได้รับธาตุฟอสฟอรัสที่ไม่เพียงพอ ทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง และส่งผลต่อการผลิตแป้งและน้ำตาล การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทางเคมีในพืช และการเจริญเติบโต ได้แก่ กระตุ้นการออกดอก และการเจริญเติบโตของรากลดลงได้ การศึกษานี้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดมีธาตุโพแทสเซียมสูงกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 นั้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญ จำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ช่วยให้พืชเพิ่มปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต มีหน้าที่เกี่ยวกับกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme activation) ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช กิจกรรมของปากใบ (Stomatal activity) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหรือการสูญเสีย น้ำของพืช และกระบวนการสังเคราะห์แสง (Prajapati and Modi, 2012) และจากการศึกษาของ คงเอก (2557) พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในผักกาดหอมพันธุ์คอส มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งโพแทสเซียมช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ทำให้จำนวนใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และมวลชีวภาพแห้ง ของผักกาดหอมพันธุ์คอสเพิ่มขึ้น

Table 1 Nutrients and chemical characteristics of the four growing medias in the experiment

Growing medias	pH (1:5 H ₂ O)	EC (1:5 H ₂ O) (dS/m)	OM (Organic matter) (%)	Total N (%)	Total P (mg/kg)	Total K (mg/kg)
Formula 1	6.22	5.01	41.98	1.67	3,516	16,620
Formula 2	5.63	4.71	55.89	1.35	6,166	13,517
Formula 3	6.38	3.97	50.97	1.10	3,610	15,387
Formula 4	5.39	3.23	71.28	1.22	1,105	5,919

จากการประเมินความสามารถในการขึ้นรูปการอัดเป็นเม็ด ลักษณะของผิว ความแข็ง และความเปื่อยยุ่ยเมื่อโดนน้ำของวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตร (Table 2) พบว่า ในการอัดวัสดุปลูกชีวมวล ควรอัดด้วยเครื่องอัดเม็ด จำนวน 4-6 ครั้ง จึงสามารถขึ้นรูปได้ นอกจากนี้คุณสมบัติของวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดมักขึ้นกับชนิดของชีวมวลที่เป็นองค์ประกอบหลักและตัวประสาน (Zhang *et al.*, 2020) การอัดเม็ดที่ดีเกิดจากชนิดและปริมาณของตัวประสานที่เหมาะสม หากมีฟางข้าวเป็นองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว จะทำให้ความเรียบของผิวและความสามารถในการอัดเป็นเม็ดน้อยกว่าวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดที่มีตัวประสาน เช่น รำข้าว หรือ แกลบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมชาย และคณะ (2560) ที่มีการใช้รำข้าวเป็นส่วนผสมร่วมกับฟาง สูตรการผสมนี้จะสามารถอัดฟางเป็นเม็ดได้ และหากเพิ่มปริมาณรำข้าวมากขึ้น จะยิ่งช่วยในการอัดเม็ดและเพิ่มความแข็งให้กับฟางอัดเม็ด รวมถึงลักษณะของเม็ดฟางที่ได้มีความเรียบและสวยงาม นอกจากนี้ ชนิดของวัสดุประสานยังส่งผลต่อการขึ้นรูปของวัสดุอัดเม็ดอีกด้วย ดังที่ นิพนธ์ และธรรพร (2559) รายงานว่า

การขึ้นรูปผักตบชวาอัดเม็ดควรใช้แป้งมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง และกากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยการใช้ผักตบชวา และแป้งมันสำปะหลัง หรือกากมันสำปะหลัง ที่อัตราส่วน 3 : 2 และ 3 : 3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) จะทำให้การขึ้นรูปได้ดีและผิวเรียบเนียนมากกว่าการใช้ผักตบชวา และแป้งมันสำปะหลัง หรือกากมันสำปะหลัง ที่อัตราส่วน 3 : 1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) นอกจากนี้การใช้ผักตบชวา และกากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 3 : 5, 3 : 6 และ 3 : 7 (น้ำหนักต่อปริมาตร) จะทำให้การขึ้นรูปได้ดีและผิวเรียบเนียน มากกว่าการใช้ผักตบชวา และกากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 3 : 1, 3 : 2, 3 : 3, 3 : 4 และ 3 : 8 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากมีการใช้อัตราส่วนของตัวประสานที่น้อยหรือเกินจะทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ทั้งนี้จากการศึกษาทดลองในครั้งนี้ พบว่า วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 มีความสามารถในการขึ้นรูปได้ อัดเป็นเม็ดค่อนข้างดี และผิวค่อนข้างเรียบ (Figure 1) เนื่องจากฟางข้าวหลังจกบดแล้ว มีลักษณะเป็นเส้น ดังนั้น เมื่อนำมาอัดเม็ด จะมีเส้นฟางยื่นออกมาเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม

วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 ที่ได้ ยังมีความแข็งแรง ไม่แตก และไม่เปื่อยยุ่ยเมื่อแช่ในน้ำ ส่วนวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 และสูตร 3 มีความสามารถในการขึ้นรูป อัดเป็นเม็ดดี ผิวเรียบสวย (Figure 1) เนื่องจากรำและแกลบบดมีลักษณะเป็นผง ดังนั้นเมื่อนำมาอัดเม็ดจะมีส่วนช่วยในการอัดแน่นของ

วัสดุอัดเม็ด ภายในเม็ดเกิดช่องว่างน้อยกว่าฟางข้าว นอกจากนี้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 และสูตร 3 ยังมีความแข็งแรง ไม่แตก และไม่เปื่อยยุ่ยเมื่อแช่ในน้ำ เช่นเดียวกับชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 ดังนั้นสามารถใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตรเป็นวัสดุปลูกพืชได้

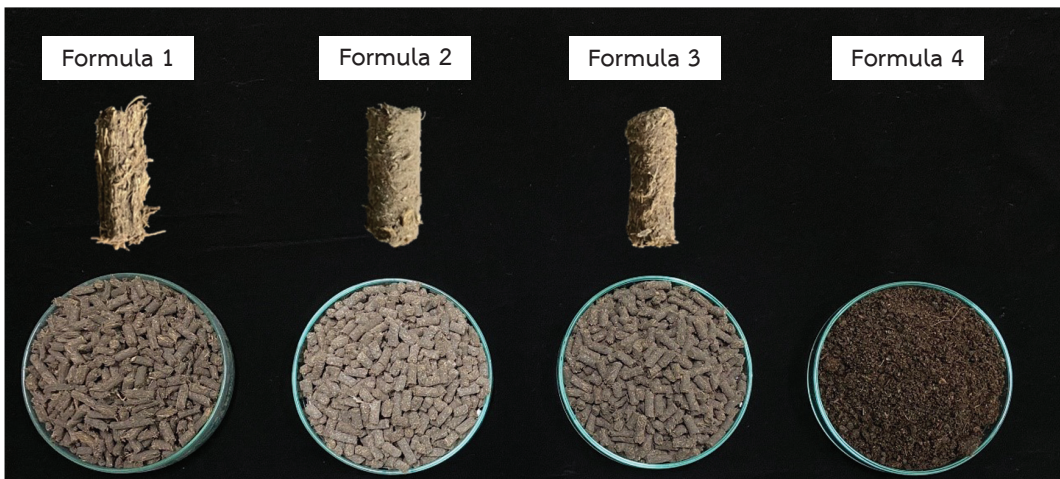


Figure 1 Characteristics of biomass pellets and growing media: formula 1 rice straw : manure : water (7 : 2 : 1), formula 2 rice straw : rice bran : manure : water (5 : 2 : 2 : 1), formula 3 rice straw : rice husk : manure : water (5 : 2 : 2 : 1) and formula 4 peatmoss : manure (8 : 2) (not pellet)

Table 2 Property of the three biomass pellets in the experiment

Biomass pellets	Ratio	Pelletizing ability	Forming pellet ability	Pellet skin	Tightness	Fracture and decay (Soak in water)
Formula 1	Rice straw : manure : water (7 : 2 : 1)	Fair	Fair	Less smooth	Tight	Unbroken
Formula 2	Rice straw : rice bran : manure : water (5 : 2 : 2 : 1)	Good	Good	Smooth	Tight	Unbroken
Formula 3	Rice straw : rice husk : manure : water (5 : 2 : 2 : 1)	Good	Good	Smooth	Tight	Unbroken

การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค

การศึกษากลยุทธ์ของวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด และวัสดุปลูกชุดควบคุม จำนวน 4 สูตร ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของต้น (ความสูงและความกว้างต้น) (Figure 2) พบว่า วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทำให้ความสูงและความกว้างของต้นผักกาดหอม พันธุ์กรีนโอ๊ค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 3) แสดงให้เห็นว่า วัสดุปลูกส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม สอดคล้องกับ สุมิตรรา และอิศร์ (2561) ที่พบว่า วัสดุปลูกจำนวน 5 สูตร ได้แก่ สูตรภูเรือ สูตร เชียงใหม่ สูตรดอยอินทนนท์ สูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 และไทยเกษตรศาสตร์ 2 ส่งผลต่อความสูง และความกว้างทรงพุ่มของผักกาดหอมที่แตกต่างกัน โดยวัสดุปลูกสูตรไทยเกษตรศาสตร์ 1 ที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: ปุยมูลวัว: ทราย: แกลบดิบ: ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตราส่วน 1 : 2 : 1 : 1 : 0.25 ส่วน มีผลทำให้ผักกาดหอมมีความสูงต้น (20.7 เซนติเมตร) และความกว้างทรงพุ่ม (23.3 เซนติเมตร) สูงที่สุด การศึกษานี้พบว่าวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 และวัสดุปลูกสูตร 4 จัดเป็นกลุ่มวัสดุปลูกที่ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และรากของผักกาดหอม โดยการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 และวัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ผักกาดหอมมีความสูงมากที่สุด มีค่า 4.8 และ 4.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 และสูตร 3 ที่จัดเป็นกลุ่มวัสดุปลูกที่ทำให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และรากน้อย โดยทำให้

ผักกาดหอมมีความสูงเพียง 3.1 และ 2.4 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความกว้างต้นมากที่สุด มีค่า 16.8 เซนติเมตร รองลงมาคือ วัสดุปลูกสูตร 4 และ วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความกว้าง 12.3 และ 11.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 3 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความกว้างต้นน้อยที่สุด มีค่า 7.9 เซนติเมตร

วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทำให้น้ำหนักต้นสดของให้ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 3) โดยการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต้นมากที่สุดคือ 18.8 กรัม รองลงมาคือ วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต้น 8.0 กรัม และ วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 และสูตร 3 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต้นน้อยที่สุด มีค่า 3.7 และ 1.3 กรัม ตามลำดับ วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด ซึ่งน่าจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และน้ำหนักต้นสดของผักกาดหอม งานวิจัยของ Alahi *et al.* (2014) กล่าวว่า ปริมาณฟอสฟอรัสส่งผลต่อน้ำหนักสดต่อต้นของผักกาดหอม พันธุ์แกรนด์แรพิด (Grand rapids) และการให้ฟอสฟอรัสที่อัตรา 48 และ 72 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุด และมากกว่าการให้ฟอสฟอรัสที่อัตรา 0 และ 24 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 30 40 50 และ 60 วันหลังปลูก

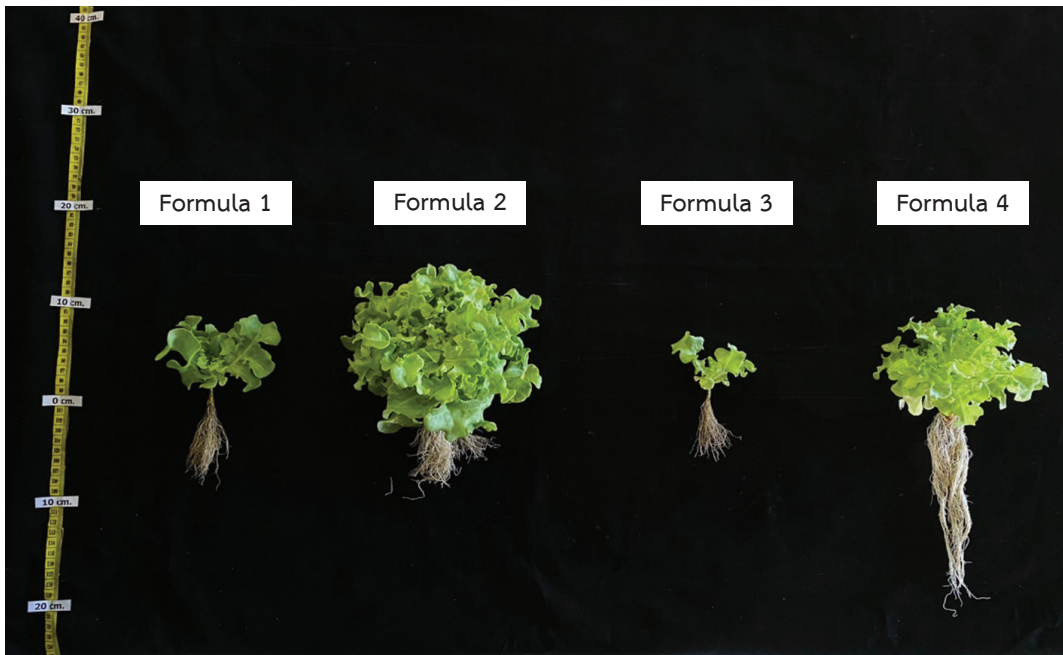


Figure 2 Plant height, plant canopy, and root length of green oak lettuce (45 days) grown on 4 growing medias

ลักษณะการเจริญเติบโตของราก (ความยาวและน้ำหนักสดราก) (Figure 2) พบว่าวัสดุปลูกที่แตกต่างกันทำให้ความยาวและน้ำหนักสดรากของต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 3) แสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหอม โดยการใช้วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ผักกาดหอมมีรากยาวมากที่สุด มีค่า 18.8 เซนติเมตร รองลงมาคือ วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ผักกาดหอมมีรากยาว 13.1 เซนติเมตร และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 และสูตร 3 ทำให้ผักกาดหอมมีรากสั้นที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.3 และ 9.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดรากมากที่สุด มีค่า 5.2 กรัม รองลงมาคือ วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ต้นผักกาดหอมมี

น้ำหนักสดราก 2.4 กรัม และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 และสูตร 3 ทำให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดรากน้อยที่สุด มีค่า 1.2 และ 0.7 กรัม ตามลำดับ รากพืชทำหน้าที่ยึดลำต้นของพืชไว้กับดินหรือวัสดุปลูก หน้าที่ที่สำคัญคือ ดูดและลำเลียงน้ำและธาตุอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช รวมถึงสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น ขนาดและความยาวรากย่อมส่งผลต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผักกาดหอม จากการศึกษาพบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 มีความยาวรากน้อยกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 แต่ผักกาดหอมที่ปลูกในวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 มีน้ำหนักสดรากมากกว่าวัสดุปลูกสูตร 4 และมีน้ำหนักต้นสดสูงตามไปด้วย ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า ผักกาดที่มีรากใหญ่ (น้ำหนักสดรากมาก) ส่งผลต่อผลผลิตของผักกาดหอมมากกว่า

ผักกาดหอมที่มีรากยาว สอดคล้องกับ Li *et al.* (2018) ที่ทำการศึกษาลักษณะของรากผักกาดหอม 2 พันธุ์ คือ Dasusheng และ Nenglv naiyou เมื่อปลูกในระบบรากแขวน (Aeroponics culture) ระบบรากแช่น้ำ (Hydroponics culture) และวัสดุปลูก (Substrate) พบว่า การปลูกด้วยระบบรากแขวนทำให้ผักกาดพันธุ์ Dasusheng และ Nenglv naiyou มีรากยาวที่สุด 3,043 และ 2,634 เซนติเมตร ตามลำดับ มีน้ำหนักสดราก 8.67 และ

10.3 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักสดต้น 37.8 และ 50.9 กรัม แต่การปลูกในระบบรากแช่น้ำ ส่งผลให้ผักกาดพันธุ์ Dasusheng และ Nenglv naiyou มีรากยาวรองจากการปลูกในระบบรากแขวน มีค่า 581 และ 1,688 เซนติเมตร ตามลำดับ มีน้ำหนักรากสด 8.78 และ 11.55 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักต้นสดมากกว่าผักกาดที่ปลูกในระบบรากแขวน 88.8 และ 96.1 กรัม ตามลำดับ

Table 3 Shoot and root traits of green oak lettuce planted on 4 growing media

Growing medias	Plant height (cm)	Plant canopy (cm)	Shoot weight (g)	Root length (cm)	Root weight (g)
Formula 1	3.1±0.34 b ^{1/}	11.2±1.27 b	3.7±1.74 bc	10.3±0.61 c	1.2±0.46 c
Formula 2	4.8±0.22 a	16.8±0.51 a	18.8±1.56 a	13.1±0.72 b	5.2±0.32 a
Formula 3	2.4±0.17 b	7.9±0.68 c	1.3±0.14 c	9.9±0.46 c	0.7±0.09 c
Formula 4	4.4±0.38 a	12.3±0.95 b	8.0±1.91 b	18.8±1.34 a	2.4±0.31 b
F-test	***	***	***	***	***
C.V. (%)	16.0	14.9	38.0	13.1	27.5

Remarks: ^{1/} Data are presented as mean ± SE (n = 4), values with different letters within the same column are significantly different at $P < 0.05$ probability level by LSD.

*** Significant at $P < 0.001$ probability level

การศึกษารากของวัสดุปลูกต่อลักษณะของใบ ได้แก่ จำนวนใบ ความกว้าง และความยาวใบ พบว่า วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทำให้จำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างใบของต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 4) แสดงให้เห็นว่า วัสดุปลูกส่งผลต่อลักษณะใบของผักกาดหอม การใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ผักกาดหอมมีจำนวนใบ และมีใบกว้างมากที่สุด มีค่า 15.1 ใบ และ 8.7 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือวัสดุปลูกสูตร 4 ให้ผักกาดหอม

มีจำนวนใบ 10.3 ใบ และมีใบกว้าง 6.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 และ สูตร 3 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีจำนวนใบ 8.4 และ 7.2 ใบ ตามลำดับ และมีใบกว้าง 5.9 และ 4.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ทำให้ผักกาดหอมมีใบยาวมากที่สุด มีค่า 11.3 เซนติเมตร รองลงมาคือ วัสดุปลูกสูตร 4 และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 1 ซึ่งทำให้ต้นผักกาดหอมมีใบยาว 9.2 และ 8.5 เซนติเมตร ตามลำดับ และวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 3 ทำให้

ต้นผักกาดหอมมีใบยาวน้อยที่สุดคือ 6.8 เซนติเมตร โดยการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ให้ลักษณะใบที่ดีที่สุด อาจเนื่องมาจากการมีธาตุฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบมากกว่าวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ สอดคล้องกับ Alahi *et al.* (2014) ที่พบว่า ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อจำนวนใบ ความกว้าง และความยาวใบ ของผักกาดหอมพันธุ์แกรนด์แรพิด (Grand rapids) ที่เพิ่มขึ้นด้วย

วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทำให้ค่า L^* a^* และ b^* ของใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) Table 4 แสดงให้เห็นว่า วัสดุปลูกส่งผลต่อสีใบของ ผักกาดหอม การใช้วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ผักกาดหอม มีค่า L^* มากที่สุด คือ 60.1 รองลงมาคือวัสดุปลูก ชีวมวลอัดเม็ดสูตร 3 ทำให้ผักกาดหอมมีค่า L^* เท่ากับ 56.6 และการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ด สูตร 2 และสูตร 1 ทำให้ต้นผักกาดหอมมีค่า L^* น้อยที่สุด คือ มีค่า 54.0 และ 53.8 ตามลำดับ การใช้วัสดุปลูกสูตร 4 ให้ผักกาดหอมมีค่า a^* (-5.6) มากกว่าการใช้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตร

คือมีค่า -6.9 (สูตร 3) -7.1 (สูตร 2) และ -7.3 (สูตร 1) ตามลำดับ และการใช้วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ ผักกาดหอมมีค่า b^* มากที่สุด มีค่า 37.0 รองลงมา คือวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 3 สูตร 1 และ สูตร 2 ทำให้ผักกาดหอมมีค่า b^* เท่ากับ 34.8 32.0 และ 31.5 ตามลำดับ ระบบในการประเมินสีของ ผักที่นิยมและได้มาตรฐานคือ ระบบ CIELAB โดย มีการวัดค่า L^* ซึ่งบ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ซึ่ง 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว ส่วนค่า a^* บรรยายแกนสี จากสีเขียว ($-a^*$) จนถึง สีแดง ($+a^*$) และ ค่า b^* บรรยายแกนสี จาก สีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) รายงานก่อน หน้านี้ พบว่า มีการศึกษาสีใบของผักกาดด้วยระบบนี้ เช่นกัน (Islam *et al.*, 2019) จากการศึกษา นี้ พบว่าการใช้วัสดุปลูกสูตร 4 ทำให้ใบผักกาดมีสีซีด กว่าผักกาดที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดทั้ง 3 สูตร อาจเนื่องจากวัสดุปลูกสูตร 4 มีปริมาณ ธาตุโพแทสเซียมต่ำที่สุด ซึ่งธาตุโพแทสเซียม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (คงเอก, 2557)

Table 4 Leaf traits of green oak lettuce planted on 4 growing media

Growing medias	Leaf number (leaf)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	L^* value	a^* value	b^* value
Formula 1	8.4±0.83 bc	5.9±0.56 bc	8.5±0.55 b	53.8±0.87 c	-7.3±0.20 a	32.0±1.14 bc
Formula 2	15.1±0.37 a	8.7±0.22 a	11.3±0.25 a	54.0±0.43 c	-7.1±0.05 a	31.5±0.31 c
Formula 3	7.2±0.22 c	4.2±0.24 c	6.8±0.17 c	56.6±0.30 b	-6.9±0.12 a	34.8±1.37 ab
Formula 4	10.3±0.84 b	6.3±0.93 b	9.2±0.75 b	60.1±1.00 a	-5.6±0.58 b	37.0±0.66 a
F-test	***	**	***	***	**	**
C.V. (%)	12.3	18.3	11.0	2.5	10.3	5.7

Remarks: ^{1/} Data are presented as mean ± SE (n = 4), values with different letters within the same column are significantly different at $P < 0.05$ probability level by LSD.

** , *** Significant at $P < 0.01$ and $P < 0.001$ probability level

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพของ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค พบว่า ความสูงต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) เชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับความกว้างทรงพุ่ม (0.82) น้ำหนักสดต้น (0.83) ความยาวราก (0.65) น้ำหนักรากสด (0.88) จำนวนใบ (0.89) ความกว้างใบ (0.80) และความยาวใบ (0.86) (Table 5) สอดคล้องกับ Wiangsamut and Koolpluksee (2020) ที่พบความสัมพันธ์ทางบวก ระหว่างลักษณะความสูง และความกว้างทรงพุ่ม (0.42) น้ำหนักต้นสด (0.34) และจำนวนใบ (0.15) ของผักกาดกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* L. var. *chinensis* Mansf.) และผักกาดหอมกรีนโอ๊ค แสดงให้เห็นว่า ความสูงต้นมีความสัมพันธ์กับลักษณะ องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต หากต้นมีความสูง จะทำให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต เพิ่มขึ้นด้วย ความกว้างทรงพุ่มมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับน้ำหนักต้นสด (0.93) น้ำหนักรากสด (0.88) จำนวนใบ (0.92) ความกว้างใบ (0.96) และความยาวใบ (0.96) สอดคล้องกับ Wiangsamut and Koolpluksee (2020) ที่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างลักษณะความกว้างทรงพุ่มกับ น้ำหนักต้นสด (0.67) และจำนวนใบ (0.73) ของ ผักกาดกวางตุ้งและผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ส่วน น้ำหนักสดต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับน้ำหนัก รากสด (0.94) จำนวนใบ (0.97) ความกว้างใบ (0.92) และความยาวใบ (0.94) และพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของน้ำหนักรากสดกับ จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ มีค่าเท่ากับ 0.97 0.85 และ 0.87 ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์ เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แสดงว่าผักกาดหอมที่มีรากขนาดใหญ่ น่าจะช่วย ในการหาอาหาร และดูดซับธาตุอาหาร ทำให้ ผักกาดหอมมีลักษณะทางใบที่ดีได้ โดยรากพืช จะเจริญเติบโตได้ดีวิเศษปลูกที่มีลักษณะระบาย อากาศได้ดี เก็บความชื้น และอุดมด้วยธาตุอาหาร นอกจากนี้ไม่พบสหสัมพันธ์ ($p > 0.05$) ของ ความยาวรากกับน้ำหนักราก (0.38) แสดงว่า ความยาวราก ส่งผลต่อน้อยต่อน้ำหนักราก การที่ ผักกาดหอมมีรากที่ยาวอาจจะมีขนาดใหญ่หรือ จำนวนมาก สำหรับจำนวนใบพบว่า มีสหสัมพันธ์ เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับ ความกว้างใบ ความยาวใบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.93 ตามลำดับ สำหรับความกว้างใบ พบว่า มีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับความยาวใบ มีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ 0.98 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า L^* กับค่า a^* และค่า b^* มีค่า -0.86 และ 0.86 และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของค่า a^* และค่า b^* มีค่าเท่ากับ -0.56 ($p < 0.01$) แสดงว่าค่า a^* และค่า b^* เป็นค่าที่มีความแปร ผกผันกัน

Table 5 Correlation coefficient of growth, yield component, yield, and quality of green oak lettuce

Agronomic traits	Plant height	Plant canopy	Shoot weight	Root length	Root weight	Leaf number	Leaf width	Leaf length	L* value	a* value
Plant canopy	0.82**									
Shoot weight	0.83**	0.93**								
Root length	0.65**	0.26ns	0.32ns							
Root weight	0.88**	0.88**	0.94**	0.38ns						
Leaf number	0.89**	0.92**	0.97**	0.33ns	0.97**					
Leaf width	0.80**	0.96**	0.92**	0.22ns	0.85**	0.90**				
Leaf length	0.86**	0.96**	0.94**	0.31ns	0.87**	0.93**	0.98**			
L* value	-0.05ns	-0.39ns	-0.32ns	0.66**	-0.25ns	-0.32ns	-0.43*	-0.38ns		
a* value	0.02ns	0.22ns	0.23ns	-0.55**	0.14ns	0.21ns	0.33ns	0.29ns	-0.86**	
b* value	-0.12ns	-0.48ns	-0.39ns	0.49*	-0.34ns	-0.39ns	-0.49*	-0.43ns	0.86**	-0.56**

Remarks: ns, *, ** show non-significant and significant at alpha 0.05 and 0.01 levels, respectively

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้วัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 ที่มีส่วนผสมของฟางข้าว : ปุ๋ยคอก : ไร่ข้าว : น้ำ อัตราส่วน 5 : 2 : 2 : 1 มีคุณลักษณะของวัสดุอัดเม็ดที่ดี คือมีเม็ดที่อัดแน่น ไม่แตกหักง่าย และผิวเรียบ ทำให้เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกจะสามารถคงสภาพเป็นเม็ดได้เมื่อได้รับน้ำ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางเคมีที่ดี คือมีอินทรีย์วัตถุสูง (55.89 เปอร์เซ็นต์) และมีธาตุอาหารสูงโดยเฉพาะฟอสฟอรัสทั้งหมด มีปริมาณ 6,166 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมากกว่าวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.35 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 13,517 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกผักกาดทำให้ใบมีสีเขียวเข้ม

และมีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดสูตร 2 เป็นสูตรที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ด และใช้ทำวัสดุปลูกชีวมวลอัดเม็ดเพื่อปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค โดยการเลือกใช้วัสดุชีวมวลเพื่อการอัดเม็ดนั้น มีหลักการคือ ควรเป็นชีวมวลที่มีธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อพืชที่จะปลูก มีชีวมวลสูงหรือเป็นชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตรจะช่วยลดต้นทุนได้ สามารถย่อย และอัดเป็นเม็ดได้ ส่วนเทคนิคในการอัด วัสดุชีวมวลเป็นเม็ด คือ การใช้ชนิดและอัตราส่วนของวัสดุชีวมวล ร่วมกับตัวประสานและจำนวนรอบในการอัดเม็ดที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนวิจัยสำหรับบุคลากรสายวิชาการ คณะผลิตกรรมการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2564 ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ให้การสนับสนุนฟางข้าวเพื่อใช้ทำชีวมวลอัดเม็ดในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คองเอก ศิริงาม. 2557. ผลของโพแทสเซียมต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร 9(1): 16-32.

นิพนธ์ ต้นไพบูลย์กุล และธรรพร บุศย์น้ำเพชร. 2559. ลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา. Veridian E-Journal สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3(6): 86-100.

สมชาย โพธิ์พะยอม ธงชัย เครือผือ และพงศธร กันล้า. 2560. การพัฒนาเครื่องอัดเม็ดฟางเพื่อใช้สำหรับการผลิตเชื้อเพลิง. วารสารราชชมงคลล้านนา 5(2): 73-76.

สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช. 2561. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกระถาง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49(1: พิเศษ): 47-52.

อรประภา อนุกุลประเสริฐ และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการให้ผลผลิต และคุณภาพของผักกาดหอม. Thai J. Sci. Technol. 4(1): 81-94.

Alahi, A., M.I. Hossain, K. Kabir, M. Shahjahan and S.M.A. Arefin and M.T. Hosain. 2014. Effect of phosphorus and plant spacing on the growth and yield of lettuce. Adv. Agri. Bio. 2(1): 1-7.

Hoque, M.M., H. Ajwa and M. Othman. 2010. Yield and postharvest quality of lettuce in response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers. Hortsci. 45(10): 1539-1544.

Islam, M.Z., Y.T. Lee, M.A. Mele, I.L. Choi, D.C. Jang, Y.W. Ko, Y.D. Kim and H.M. Kang. 2019. Effect of modified atmosphere packaging on quality and shelf life of baby leaf lettuce. Qual. Assur. Saf. Crop. 11(8): 749-756.

Li, Q., X. Li, B. Tang and M. Gu. 2018. Growth responses and root characteristics of lettuce grown in aeroponics, hydroponics, and substrate culture. Horticulturae. 4(35): 1-9.

Manojlović, M., R. Čabilovski and M. Bavec. 2010. Organic materials: sources of nitrogen in the organic production of lettuce. Turk. J. Agric. For. 34: 163-172.

Neocleousa, D. and D. Savvas. 2019. The effects of phosphorus supply limitation on photosynthesis, biomass production, nutritional quality, and mineral nutrition in lettuce grown in a recirculating nutrient solution. Sci Hortic. 252: 379-387.

- Prajapati, K. and H.A. Modi. 2012. The importance of potassium in plant growth- A review. *Indian J. Plant Sci.* 1(02-03): 177-186.
- Wiangsamut, B. and M. Koolpluksee, 2020. Yield and growth of Pak Choi and Green Oak vegetables grown in substrate plots and hydroponic systems with different plant spacing. *Int. J. Agric. Technol.* 16(4): 1063-1076.
- Zhang, K., S. Song, Z. Chen and J. Zhou. 2020. Effects of brown sugar water binder added by spraying method as solid bridge on the physical characteristics of biomass pellets. *Polymers.* 12(3): 1-14.

ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรกร ที่ตีเหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกร ที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด

Factors Affecting the Perceptions on Internal Control System of Good Agricultural Practice Groups of Growers in Doi Kham Company

จิตประภัสร์ คำมะณี* นิวัฒน์ ชันโท ไตรเทพ เจริญพานิชสันติ ปันฑริกา ชุ่มวงศ์ และ
นัฐพันธ์ โปงกันทา

Jitparpat Kummanid* Niwat Khantho Traithep Jaroenpanichsanti Pantharika
Chumwong and Nuttapan Pongkantha

แผนกมาตรฐานเกษตรดอยคำ ฝ่ายนวัตกรรมเกษตร บริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด (สำนักงานใหญ่) แขวง
ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

Agriculture Standard office, Agricultural Innovation Department, Doi Kham Food Products Co., Ltd.
(Head office) Thanon Petchaburi, Ratchathewi, Bangkok 10400

* Corresponding author: jitparpat.k@doikham.co.th

(Received: 1 November 2022; Revised: 16 December 2022; Accepted: 23 December 2022)

Abstract

The objectives of this research were to study personal, economic, social characteristics and factors affecting the perceptions on internal control system of good agricultural practice groups. The sample group was 188 farmers of Doikham Co., Ltd. The data were collected by interviewing form and analyzed by percentage, mean, maximum, minimum and standard deviation. Hypothesis testing by using the correlation coefficient and multiple regression analysis. The results revealed that most farmers were male (53.72%), average age of 49.28 years and finished primary school (73.94%), the average experience of plant production was 8.21 years, the average field area was 2.08 rai, the average number of workers was 2.14 persons, the average net income was 49,326.11 bath per year, the

expense of agriculture chemicals was average 1,647.42 bath per year and most of farmers had not state of society (80.85%). The contact with agricultural extension and development officer was average 5 times/year and to participate in training of Doi Kham course was average 3 times/year. Most farmers had highest score of knowledge of good agricultural practices was (17.24±1.49). The overall score of perceptions on internal control system of good agricultural practice groups was high level (1.88±0.12) The result of the hypothesis testing found that the age ($P<0.01$), education background ($P<0.05$), experience of plant production ($P<0.01$) and knowledge of good agricultural practice ($P<0.01$) are positively correlated to the perceptions on Internal control system of good agricultural practice groups. And, the multiple regression analysis showed age ($B=0.058$) and knowledge of GAP for plant production ($B=0.834$) related to the perception on internal control system of GAP groups ($P<0.01$).

Keywords: Grower groups, agriculture extension, stepwise multiple regression analysis

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร รวมถึงเศรษฐกิจ สังคม และปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ เกษตรกรของบริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด จำนวน 188 คน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.72) อายุเฉลี่ย 49.28 ปี และสำเร็จ การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 73.94 มีประสบการณ์ปลูกเฉลี่ย 8.21 ปี ขนาดพื้นที่ปลูก 2.08 ไร่ จำนวนแรงงานเฉลี่ย 2.14 คน รายได้สุทธิเฉลี่ย 49,326.11 บาทต่อปี รายจ่ายสารเคมีเกษตร เฉลี่ย 1,647.42 บาทต่อปี และส่วนใหญ่เกษตรกรไม่มีตำแหน่งสถานภาพทางสังคม (ร้อยละ 80.85) มีความถี่ ในการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรเฉลี่ย 5 ครั้งต่อปี และเข้ารับอบรมเฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี ส่วนใหญ่เกษตรกรมีคะแนนความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (17.24±1.49) และ การรับรู้เรื่องระบบควบคุมภายในแบบกลุ่มมีค่าเฉลี่ยระดับรับรู้มาก (1.88±0.12) จากการทดสอบ สมมติฐาน พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตร ที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ ($P<0.01$) ระดับการศึกษา ($P<0.05$) ประสบการณ์การปลูก ($P<0.01$) และความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม ($P<0.01$) สำหรับการวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม แบบกลุ่มเชิงบวก ($P<0.01$) ได้แก่ อายุ ($B=0.058$) และความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม ($B=0.834$)

คำสำคัญ: กลุ่มเกษตรกร ส่งเสริมเกษตร การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

คำนำ

การปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) เป็นแนวทางในการทำการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด โดยกระบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งการผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม ก่อให้เกิดความยั่งยืนทางการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีแนวทางการปฏิบัติตามมาตรฐาน 8 ข้อกำหนดหลัก อ้างอิงตาม มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.9001-2556) การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2541) ซึ่งกรมวิชาการเกษตร กำหนดให้เกษตรกร นิติบุคคล หรือกลุ่มเกษตรกร ที่มีคุณสมบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขตามที่ มาตรฐานกำหนดไว้ สามารถยื่นคำขอรับรองแหล่งผลิตได้

อนึ่ง บริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด เล็งเห็นความสำคัญด้านมาตรฐานการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม เป็นที่สุด เนื่องด้วยเป็นองค์กรที่ดำเนินธุรกิจเพื่อสังคม (social business) และสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาการกินดีอยู่ดีของเกษตรกร ผู้บริโภค คู่ค้าและพนักงาน อีกทั้งยังส่งเสริมเกษตรกรให้ผลิตพืชในแต่ละพื้นที่ โดยดำเนินงานผ่านโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป (โรงงานหลวงฯ) ทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ โรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป ที่ 1 (ฝาง) โรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป ที่ 2 (แม่จัน) และโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป ที่ 3 (เต่างอย) เพื่อดำเนินการส่งเสริม รัชชูปพัฒนา และแปรรูปผลผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์คุณภาพระดับพรีเมียม ภายใต้ตราสัญลักษณ์ “ดอยคำ” บริษัท ดอยคำฯ ได้นำมาตรฐาน GAP มาใช้เป็นแนวทาง

การบริหารจัดการและควบคุมการดำเนินการผลิตพืช เพื่อเป็นระบบมาตรฐานเกษตรภายใน โดยประยุกต์ใช้กับเกษตรกร เพื่อส่งผลผลิตที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน เข้าโรงงานหลวงฯ จากการส่งเสริมเกษตรกร ให้ใช้ระบบการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม (GAP) แบบรายเดี่ยว พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถปฏิบัติตามได้สำเร็จ เนื่องจากมีขั้นตอนปฏิบัติงานที่มากขึ้น (นฤมล และคณะ, 2565) และขาดการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น บริษัทดอยคำฯ จึงได้พัฒนากรอบมาตรฐานสำหรับ GAP จากรูปแบบการรับรองแบบเดี่ยว เป็นรูปแบบการรับรองแบบกลุ่ม ตามระบบควบคุมภายใน (Internal Control System: ICS) ซึ่งเป็นกลไกในการควบคุมดูแลให้เกษตรกรฯ ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในรูปแบบเดียวกัน เพื่อให้ได้รับการรับรองระบบมาตรฐาน GAP ที่มากขึ้น และสามารถบริหารจัดการควบคุมคุณภาพการผลิตพืชได้ดีขึ้น โดยเริ่มต้นการใช้ระบบกับโรงงานหลวงฯ ทั้ง 3 แห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 จนถึงปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2565) ซึ่งที่ผ่านมาระบบควบคุมภายในของบริษัทฯ มีปัญหาในการดำเนินงานของเกษตรกรที่ไม่สามารถปฏิบัติตามระบบได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัทดอยคำฯ ในด้านพื้นฐานส่วนบุคคล ด้านสภาพเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านความรู้ในเรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม และด้านการรับรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมภายใน รวมถึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายใน ตามระบบ GAP แบบกลุ่ม นอกจากนี้ ต้องการรับทราบปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรในเรื่องระบบควบคุมภายใน เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้เป็นแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมภายใน มาตรฐานการผลิตพืช

GAP แบบกลุ่มของบริษัทดอยคำฯ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการดำเนินการวิจัย คือ การรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน พ.ศ. 2565 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัทดอยคำฯ และพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย คือ โรงงานหลวงฯ ทั้ง 3 แห่ง (โรงงานหลวงฯ ที่ 1 (ฝาง) โรงงานหลวงฯ ที่ 2 (แม่จัน) โรงงานหลวงฯ ที่ 3 (แตงอย)) ประชากรทั้งหมดมีจำนวน 355 คน

คำนวณหากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Yamane, 1973) และหาสัดส่วนตัวอย่างที่เหมาะสมโดยใช้สูตร Negtalon (นำชัย, 2531 อ้างโดย พรธิรัฐจุฑา, 2554) ได้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 188 คน โดยแบ่งเป็นเกษตรกรโรงงานหลวงฯ ที่ 1 (ฝาง) จำนวน 51 คน (เกษตรกรผู้ปลูกสตอร์วเบอร์รี่ 43 คน เกษตรกรผู้ปลูกมัลเบอร์รี่ 3 คน เกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส 5 คน) เกษตรกรโรงงานหลวงฯ ที่ 2 (แม่จัน) จำนวน 45 คน (เกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส 30 คน เกษตรกรผู้ปลูกมัลเบอร์รี่ 8 คน เกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งชมพู 7 คน) และเกษตรกรโรงงานหลวงฯ ที่ 3 (แตงอย) จำนวน 92 คน (เกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศเซอร์รี่ 8 คน เกษตรกรผู้ปลูกมะเขือเทศ 81 คน เกษตรกรผู้ปลูกมัลเบอร์รี่ 3 คน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ในการคัดเลือกจากลำดับรายชื่อสมาชิกเกษตรกร ด้วยโปรแกรมสุ่มออนไลน์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS Statistics 19.0 แล้วใช้เครื่องมือสถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ

ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบสัมภาษณ์แบ่งเป็น 4 ตอน คือ

คำถามตอนที่ 1 แบบสัมภาษณ์ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเพศอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การปลูก จำนวนแรงงาน ขนาดพื้นที่ปลูก รายได้สุทธิจากการส่งผลผลิตพืชส่งเสริมที่ได้รับการส่งเสริมเข้าโรงงานหลวงฯ รายจ่ายการใช้สารเคมี สถานภาพทางสังคม การติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรของบริษัทดอยคำฯ การเข้ารับการอบรมของบริษัทดอยคำฯ ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิดและปลายเปิด (closed and open ended question)

คำถามตอนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่เหมาะสม (GAP) มีลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิด (close-ended question) จำนวน 18 ข้อ ให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูกต้องเท่ากับ 1 คะแนน และคะแนนสำหรับข้อที่ตอบไม่ถูกต้อง 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาทำการแบ่งระดับ 3 ระดับ ได้แก่ มีความรู้น้อย (0-6 คะแนน) มีความรู้ปานกลาง (7-12 คะแนน) มีความรู้มาก (13-18 คะแนน) คำถามส่วนนี้มีค่าความเชื่อมั่นได้ 0.727 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach (1970)

คำถามตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์การรับรู้ระบบควบคุมภายใน ตามการปฏิบัติเกษตรกรที่เหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัทดอยคำฯ จำนวน 17 ข้อ ซึ่งมีลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิด (close-ended question) และลักษณะข้อความที่ทั้งที่เป็นประเพทเห็นด้วยคล้อยตาม (favorable statement) ข้อความบางประเพทไม่เห็นด้วยตาม (unfavorable statement) โดยให้คะแนนในข้อที่ตอบในทางที่

เข้าใจถูกต้อง เท่ากับ 2 คะแนน ให้คะแนนในข้อที่ตอบในทางที่เข้าใจกลาง ๆ เท่ากับ 1 คะแนน ให้คะแนนในข้อที่ตอบในทางไม่เข้าใจ เท่ากับ 0 คะแนน รวมคะแนนเต็มเท่ากับ 17 คะแนน โดยแบ่งช่วงคะแนนได้เป็น 3 ช่วง คือ รั้งน้อย (0-0.66 คะแนน) มีรั้งปานกลาง (0.67-1.33 คะแนน) และรั้งมาก (1.34-2.00 คะแนน) โดยคำถามส่วนนี้มีค่าความเชื่อมั่นได้ 0.782 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา ของ Cronbach (1970)

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามปัญหาและข้อเสนอแนะที่มีต่อระบบควบคุมภายในการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (Figure 1) ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายใน ตามการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัทดอยคำฯ โดยวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise multiple regression analysis)

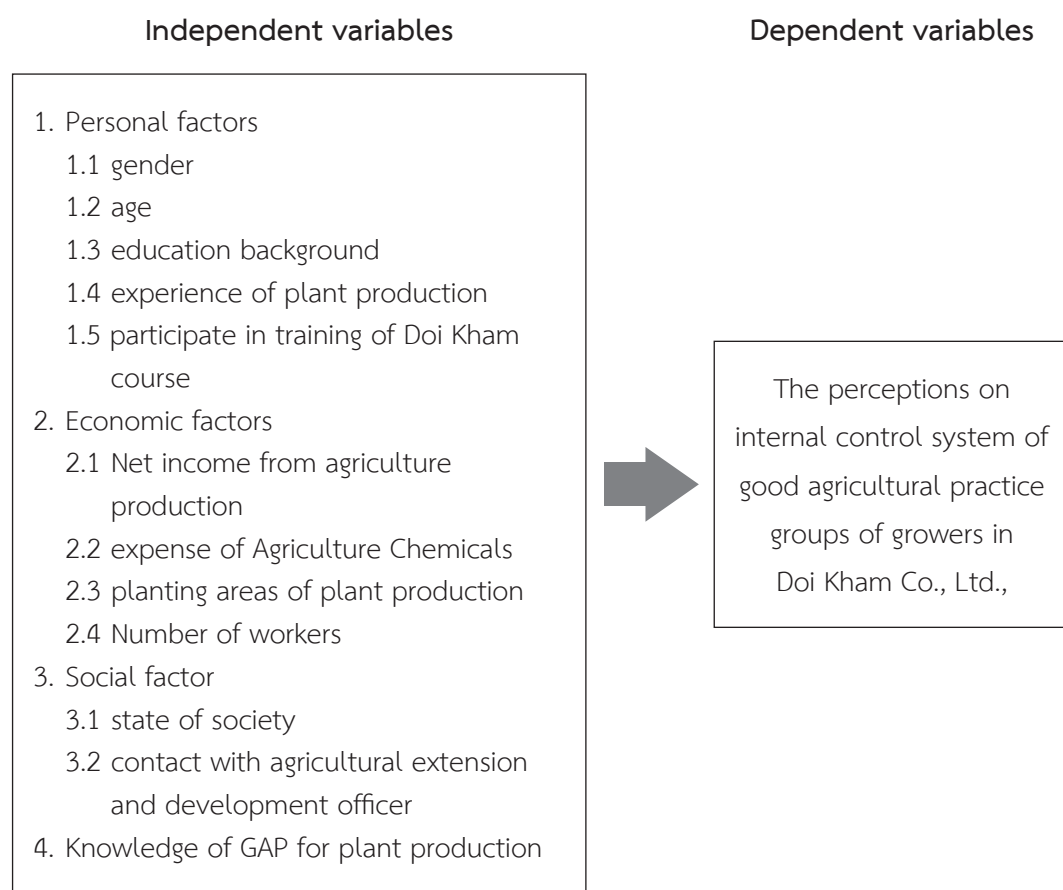


Figure 1 List of independent and dependent variables

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมของเกษตรกรฯ และการรับรู้เรื่องระบบควบคุมภายในของเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัท ดอยคำฯ

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 49.28 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 73.94 ประสบการณ์การปลูกเฉลี่ย 8.21 ปี มีขนาดพื้นที่ปลูกพืชเฉลี่ย 2.08 ไร่ จำนวนแรงงานที่ใช้ในการเกษตรเฉลี่ย 2.14 คน คิดเป็นร้อยละ 91.49 โดยส่วนใหญ่เป็นแรงงานจ้าง ทั้งนี้มีรายได้สุทธิจากการส่งผลผลิตเข้าโรงงานหลวงฯ แต่ละแห่ง ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ยอยู่ที่ 49,326.11 บาทต่อปี และมีรายจ่ายการใช้สารเคมีเกษตรเฉลี่ย 1,647.42 บาทต่อปี ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 80.85 ไม่มีตำแหน่งสถานภาพทางสังคม เกษตรกรมีการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรของบริษัท ดอยคำฯ ในปี พ.ศ. 2565 เฉลี่ย 5 ครั้งต่อปี และเข้ารับการอบรมของบริษัท ดอยคำฯ เฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมในระดับมาก และมีความรับรู้เรื่องระบบควบคุมภายในอยู่ในระดับรับรู้มาก (Table 1)

สำหรับความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม สำหรับพืชที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัท ดอยคำฯ ผลการวิเคราะห์ (Table 1) พบว่าเกษตรกรได้คะแนนเฉลี่ย 17.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.80 ซึ่งอยู่ในระดับที่มี

ความรู้มาก ประเด็นความรู้ความเข้าใจที่เกษตรกรตอบถูกต้องมากที่สุด คือ เรื่องการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว โดยเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัท ดอยคำฯ จะได้รับการอบรมเรื่องการเพาะปลูก และการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมเป็นประจำทุกปี ส่งผลให้เกษตรกรมีความรู้และนำไปปฏิบัติหน้าแปลงปลูกได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การรับรู้เรื่องระบบควบคุมภายใน ตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 87.52 มีความรับรู้มาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 1.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ปัจจัยที่มีผลให้เกษตรกรมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับรับรู้มาก คือ ระบบควบคุมภายในเมืองค้ประกอบด้วยเพิ่มเติมทั้งในเรื่องหลักเกณฑ์และกฎระเบียบโครงสร้างของกลุ่ม เกษตรกรจึงปฏิบัติตามและให้ความสำคัญอย่างมากกับระบบควบคุมภายในประเด็นที่เกษตรกรมีความรับรู้ถูกต้องมากที่สุด คือ เรื่องการรับสมัครสมาชิก ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรโดยตรงในการเข้าร่วมแบบกลุ่ม ส่วนประเด็นที่เกษตรกรมีความรับรู้ถูกต้องน้อยที่สุดคือ กฎระเบียบภายในกลุ่ม ที่ระบุไว้ว่าในกรณีเกษตรกรที่ถูกยกเลิก หรือต้องการยกเลิก เป็นสมาชิกเกษตรกรของบริษัทฯ จะสามารถมีสิทธิในการสมัครเข้าร่วมได้อีกครั้งหลังจากพ้นระยะเวลา 1 ปี จากการทำดำเนินงานที่ผ่านมา เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยถูกยกเลิกให้ออกจากการเป็นสมาชิกเกษตรกรของบริษัทฯ จึงทำให้เกษตรกรมีความรับรู้ถูกต้องน้อยที่สุดในประเด็นดังกล่าว

Table 1 Personal, economic and social factors of the perceptions on internal control system of good agricultural practice groups of growers in DoiKham Co., Ltd.

Variables	Mean	S.D.
1. Gender (1=male, 0=female)	1.46	0.50
2. Age (year)	49.28	12.04
3. Education level (year)	6.79	3.87
4. Experience of plant production (year)	8.21	8.26
5. Planting areas of plant production (rai)	2.08	1.67
6. Number of workers	2.14	1.68
7. Net Income from agriculture production (bath/year)	49,326.11	42,574.47
8. Expense of Agriculture chemicals (bath/year)	1,647.42	2,390.56
9. Sate of society (level)	1.22	0.49
10. Contact with agricultural extension and development officer (times/year)	5.55	5.00
11. Participating in DoiKham training course (times/year)	2.96	1.99
12. Knowledge of GAP for plant production (score)	17.24	1.49
13. Perceptive on internal control system of GAP Groups (score)	1.88	0.12

ปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายใน ตาม การปฏิบัติเกษตรกรที่ตีเหมาะสมแบบกลุ่มของ เกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัทดอยคำฯ การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สัน (Pearson) ระหว่างตัวแปรอิสระกับการ รับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ตี เหมาะสมแบบกลุ่ม ตามการกำหนดปัจจัยที่ใช้ใน การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

Y = การรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติ เกษตรกรที่ตีเหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกร ที่ได้รับการส่งเสริม โดยบริษัทดอยคำฯ
a = ค่าคงที่ (constant)
X₁ = เพศ

X₂ = อายุ
X₃ = ระดับการศึกษา
X₄ = ประสบการณ์การปลูก
X₅ = จำนวนแรงงานที่ใช้ในการเกษตร
X₆ = รายได้สุทธิจากการส่งผลิตพืชส่งเสริม ที่ได้รับการส่งเสริมเข้าโรงงานหลวงฯ
X₇ = รายจ่ายการใช้สารเคมี
X₈ = ขนาดพื้นที่ปลูก
X₉ = สถานภาพทางสังคม
X₁₀ = การติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนา เกษตรกรของบริษัทดอยคำฯ
X₁₁ = การอบรมของบริษัทดอยคำฯ
X₁₂ = ความรู้ในเรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดี เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ (Table 2) พบว่า ส่วนใหญ่ ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับต่ำ (-0.260) ถึงปานกลาง (0.476) มีค่าตามเกณฑ์วัดระดับสหสัมพันธ์ ซึ่งไม่เกิดความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ (multicollinearity) และไม่มีค่าใกล้เคียง 1 หรือ 0.7 (สุชาติ, 2545) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา

ประสบการณ์การปลูก และความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม

สำหรับการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ เป็นการวิเคราะห์แบบนำเข้าทุกตัวแปร (enter method) ที่หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้สมการ ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + b_{10}X_{10} + b_{11}X_{11} + b_{12}X_{12}$$

Table 2 Pearson's Correlations between independent variables with the perceptions on internal control system of good agricultural practice groups of growers in DoiKham Co., Ltd.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
X ₁	1.000	-.260**	-0.033	0.055	-0.076	-.162*	.234**	-0.090	-0.141	-0.136	-0.109	-0.049	0.041
X ₂		1.000	-0.026	.223**	0.028	0.008	-0.044	0.070	0.091	0.132	0.003	.306**	.330**
X ₃			1.000	-0.134	0.119	0.105	0.118	-0.086	0.049	-0.032	-0.094	0.097	.150*
X ₄				1.000	-0.112	-0.043	.151*	0.008	0.025	-0.134	-0.045	0.142	.215**
X ₅					1.000	.172*	.147*	0.046	0.099	0.035	-0.034	0.051	0.092
X ₆						1.000	0.103	.311**	0.009	0.112	0.055	-0.048	0.033
X ₇							1.000	0.032	-0.018	-.227**	-.172*	0.084	0.109
X ₈								1.000	.156*	.151*	-0.025	0.096	0.050
X ₉									1.000	-0.003	0.050	0.036	0.016
X ₁₀										1.000	.185*	0.083	0.032
X ₁₁											1.000	-.211**	-.147*
X ₁₂												1.000	.476**
Y													1.000

Remarks: * and ** show significant correlation at 0.05 and 0.01 level, respectively, bold numbers show significantly positive correlation

Table 3 Regression coefficients of independent variables related to perception on internal control system of GAP groups

Variables	B	SE ^b	Beta	t	Sig.
Constant	0.831	0.184		4.510	0.000*
Age (X ₂)	0.058	0.019	0.218	3.097	0.002*
Knowledge of GAP (X ₁₂)	0.834	0.155	0.370	5.383	0.000*
r = 0.561	R² = 0.314	SEE_{est} = 0.15969	F = 6.686	sig. of F = 0.000	

Remarks: * significant at the 0.01 level., B and SE^b presents unstandardized coefficients their standard error, Beta presents standardized coefficients

จาก Table 3 ผลการวิเคราะห์การนำตัวแปรอิสระทั้ง 12 ตัวแปร เข้าสมการพหุคูณพบว่า ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ต่อการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดยบริษัทออยค๊าา ได้แก่ อายุ และความรู้ในเรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม โดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.314 หรือคิดเป็นร้อยละ 31.40 และเมื่อนำไปพยากรณ์คะแนนความรู้เรื่องระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.15969 สมการถดถอยพหุสามารถเขียน ได้ดังนี้

$$Y = a + b_2X_2 + b_{12}X_{12} \text{ หรือ } Y = 0.831 + 0.058(\text{อายุ}) + 0.834(\text{ความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสม})$$

จากสมการด้านบน สามารถอธิบายได้ว่า หากเกษตรกรมีอายุเพิ่มขึ้น 1 ปี จะทำให้คะแนนการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม เพิ่มขึ้น 0.058 คะแนน

ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับจำนวนการผ่านการปฏิบัติงานในระบบควบคุมภายในที่มากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความเชี่ยวชาญและการรับรู้ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับกรณีศึกษา (2549) ที่ศึกษาเกี่ยวกับเกษตรกรผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่พบว่า อายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความรู้เรื่องระบบการจัดการคุณภาพของดีที่เหมาะสมสำหรับส้ม ที่ส่งผลให้การปฏิบัติของเกษตรกรถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น นอกจากนี้ หากเกษตรกรมีคะแนนความรู้เรื่องการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมเพิ่มขึ้น 1 คะแนน คาดว่าจะทำให้คะแนนการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม เพิ่มขึ้น 0.834 คะแนน เนื่องจากการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเหมาะสม เป็นสิ่งที่เกษตรกรแต่ละคนสามารถปฏิบัติได้ดีและเข้าใจในกฎเกณฑ์ข้อบังคับที่ต้องปฏิบัติมาโดยตลอด ดังนั้น การปฏิบัติในรูปแบบของระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม ซึ่งมีกฎเกณฑ์ ข้อบังคับในเชิงปฏิบัติเช่นเดียวกัน จึงทำให้เกษตรกรสามารถเข้าใจและรับรู้ได้เป็นอย่างดี

ปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติเกษตรกรที่ดี เหมาะสมแบบกลุ่มของเกษตรกรที่ได้รับการ ส่งเสริมโดยบริษัททอยค้ำ

ปัญหาที่เกษตรกรพบมากที่สุด คือ เรื่องการ
จดสมุดบันทึกเกษตรกร (ร้อยละ 5.32) เกษตรกร
บางคนยังขาดความเข้าใจ และไม่มีเวลาในการ
จดบันทึก ปัญหาที่พบบรองลงมา คือ พบโรค และ
แมลงเข้าทำลายพืชในแปลงปลูก (ร้อยละ 4.79)
และปัญหาด้านพื้นที่ปลูกของเกษตรกรที่ไม่มี
เอกสารสิทธิ์ที่ดิน (ร้อยละ 2.66) ทำให้แปลงปลูกพืช
ของเกษตรกรไม่สามารถขอรับรองมาตรฐานการ
ปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมได้

ข้อเสนอแนะจากเกษตรกรที่ต้องการความ
ช่วยเหลือ คือ ให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาเกษตร
ลงพื้นที่ตรวจสอบแปลงสมาชิกเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ
(ร้อยละ 11.70) เพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยและสารเคมี
เกษตรกรที่เหมาะสมเมื่อพบการเข้าทำลายของโรค
และแมลงศัตรูพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโต
ของพืช ข้อเสนอแนะรองลงมา คือ ต้องการให้
เจ้าหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกรช่วยดำเนินการ
ประสานงานขอเอกสารสิทธิ์ที่ดินกับเจ้าหน้าที่
ผู้เกี่ยวข้อง (ร้อยละ 3.72) เพื่อให้แปลงปลูกพืชของ
เกษตรกรสามารถขอการรับรองมาตรฐานการ
ปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมได้ทุกแปลง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ระบบ
ควบคุมภายใน ตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม
แบบกลุ่มของเกษตรกรที่ได้รับการส่งเสริมโดย
บริษัททอยค้ำ พบว่า อายุและความรู้เรื่องการ
ปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม มีความสัมพันธ์เชิงบวก
กับการรับรู้ระบบควบคุมภายในตามการปฏิบัติทาง
การเกษตรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้น การจัดอบรมความรู้
เรื่องการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม จึงเป็นสิ่งสำคัญ
ที่จะต้องจัดอบรมให้แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกร
มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบควบคุมภายใน
ตามการปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสมแบบกลุ่มมากขึ้น
อีกทั้งควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรที่มีอายุมาก
และความรู้ความเชี่ยวชาญมากอยู่แล้ว ได้มีการ
ทบทวนความรู้ให้เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี รวมถึง
เกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีอายุน้อยควรได้รับการอบรม
ร่วมด้วย ซึ่งจะส่งผลให้มีความรับรู้เรื่องระบบ
ควบคุมภายในตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี
เหมาะสมแบบกลุ่มที่ดีได้

จากปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติ
เกษตรกรที่ดีเหมาะสม พบว่า เกษตรกรต้องการให้
เจ้าหน้าที่แนะนำการจดสมุดบันทึกเกษตรกร และ
วิธีการเขียนที่ถูกต้อง รวมถึงให้คำแนะนำวิธีการ
ป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชตามความรู้เรื่อง
การปฏิบัติเกษตรกรที่ดีเหมาะสม ดังนั้น เจ้าหน้าที่
ส่งเสริมและพัฒนาเกษตรของบริษัททอยค้ำ
โรงงานหลวงฯ ทั้ง 3 แห่ง จึงจำเป็นต้องเพิ่มความถี่
ในการตรวจเยี่ยมเกษตรกรเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ
สอบถามปัญหา และคอยติดตามผลอย่างสม่ำเสมอ
เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความ
ช่วยเหลือจากแผนกส่งเสริมและพัฒนาเกษตร และ
บุคลากรภายในโรงงานหลวงฯ ทั้ง 3 แห่งของบริษัท
ทอยค้ำ และขอขอบคุณเกษตรกรที่ได้รับการ
ส่งเสริมการผลิตพืช โดยบริษัททอยค้ำ ทุกท่าน
ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย
ในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบพระคุณเจ้าของบทความ
วิชาการวิจัย วิทยานิพนธ์ และแหล่งสืบค้นข้อมูล

ต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในเอกสารอ้างอิงทุกท่าน ที่ได้ให้ศึกษาและนำมาอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรรณิกา ศรีลัย. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ส่งเสริมการเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤมล คำดี บุศรา ลิ้มนิรันดรกุล รุจ ศิริสัญลักษณ์ และพรสิริ สืบพงษ์สังข์. 2565. ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี่คุณภาพ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร 38(2): 101-108.

นำชัย ทนุผล. 2531. วิธีการเตรียมโครงการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่.

พรธีรรัฐ พจนสุนทร. 2554. ความต้องการความรู้ในการเลือกและการใช้สารเคมีเกษตร ของเกษตรกรผู้ปลูกส้ม อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 28(3): 39-46.

มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9001. 2556. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร GOOD AGRICULTURAL PRACTICES FOR FOOD CROP. แหล่งข้อมูล https://www.acfs.go.th/standard/download/GAP_food%20crop.pdf/ (3 ตุลาคม 2565).

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2545. การใช้สถิติในงานวิจัยอย่างถูกต้องและได้มาตรฐานสากล. เฟื่องฟ้าพรีนติ้ง, กรุงเทพฯ.

เอกราช บุญล้อมรักษ์. 2557. ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสมของผู้ปลูกกาแฟในตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมการเกษตร), คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Cronbach, L. J. 1970. Essentials of Psychological Testing. 3rd Editon. Harper & Row Publisher, New York.

Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Editon. Harper & Row Publisher, New York.

ผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และปริมาณสารเคอร์คิวมินของขมิ้นชัน

The Effect of Gamma Irradiation on Growth, Morphological Characteristics and Curcumin Content of Turmeric (*Curcuma longa* L.)

เท็ดศักดิ์ โทณลักษณะ^{1*} ปัทมา หาญนอก² และ กิตติคุณ พระกระจ่าง³

Therdsak Thonnalak¹ Pattama Hannok² and Kittikhun Prakrajang³

¹ สาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹ Medicinal Plant Science Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50200

² สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² Agronomy Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50200

³ สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

³ Applied Physics Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author: th.thonnalak@gmail.com

(Received: 30 November 2022; Revised: 21 December 2022; Accepted: 6 January 2023)

Abstract

The study investigates the effect of gamma irradiation on germination and survival percentage of rhizome shoot after 8 weeks of exposure. The gamma ray at 0 to 200 Gray doses was emitted from the Cobalt-60 source at Applied Physics Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiangmai, Thailand. The results showed that dosages of gamma radiation to obtain lethal dose 50 (LD₅₀), base on survival percentage was 50.24 Gray. After that, the effect of gamma rays on growth, morphological characteristics and curcumin content of *Curcuma longa* rhizomes treated with gamma rays at eleven different dosages (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 and 50 Gray) were studied at Maejo University Farm, Chiangmai, Thailand, during the period from 2018 to 2019. The results showed that the

gamma more than 10 Gray dose decreased the pseudostem height and number of shoots, more than 35 Gray doses decreased leaf length. The highest average number of leaves obtained by 0, 20 and 30 Gray doses. The rhizome harvested after 32 weeks of exposure showed the rays more than 40 Gray doses decreased rhizome fresh weight, more than 50 Gray doses decreased the dry weight and more than 30 Gray doses decreased curcumin content. In addition, the results showed that all doses caused some morphological variations such as dwarfism character, leaf chlorosis, twisted leaf margin, wrinkled leaves, abnormal storage roots and small size of rhizome.

Keywords: Turmeric, gamma ray, growth, morphology

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การงอกและการรอดชีวิตของขมิ้นชัน หลังจากได้รับรังสีเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยนำเหง้าขมิ้นชันไปฉายรังสีแบบเฉียบพลันด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมาที่มีโคบอลต์-60 เป็นต้นกำเนิดรังสี ที่ระดับ 0 ถึง 200 เกรย์ ณ สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระดับรังสีแกมมาที่ทำให้เหง้าขมิ้นชันมีอัตราการงอกและการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ (Lethal Dose 50; LD₅₀) เท่ากับ 50.24 เกรย์ จากนั้นศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญเติบโต ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และปริมาณสารเคอร์คิวมินของขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแกมมาแตกต่างกัน 11 ระดับ (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 เกรย์) โดยปลูกทดสอบ ณ สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2561 ถึงปี พ.ศ. 2562 พบว่าการได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 10 เกรย์ ส่งผลให้ความสูงของลำต้นเทียมและจำนวนหน่อของลดลง รังสีตั้งแต่ระดับ 35 เกรย์ ให้ความยาวใบลดลง แต่รังสีแกมมาทุกระดับของการทดลองไม่มีผลต่อความกว้างของใบ ในขณะที่รังสีแกมมาระดับ 0, 20 และ 30 เกรย์ ส่งผลให้ขมิ้นชันมีจำนวนใบสูงที่สุด และเมื่อเก็บเกี่ยวขมิ้นชันหลังได้รับรังสี 32 สัปดาห์ การได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 40 เกรย์ ส่งผลให้ผลผลิตเหง้าสดของขมิ้นชันลดลง ส่วนน้ำหนักเหง้าแห้งลดลงต่ำที่สุดเมื่อได้รับรังสีระดับ 50 เกรย์ และปริมาณสารเคอร์คิวมินลดลงเมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ 30 เกรย์ นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแกมมา ได้แก่ ลำต้นเทียมแคระแกร็น กาบใบและลำต้นเทียมมีลักษณะผิดปกติ ขอบใบม้วนงอ ผิวใบย่นไม่เรียบ ลักษณะใบต่าง เหง้ามีขนาดเล็ก และพบรากสะสมอาหารขนาดใหญ่

คำสำคัญ: ขมิ้นชัน รังสีแกมมา การเจริญเติบโต สัณฐานวิทยา

คำนำ

ขมิ้นชัน (turmeric) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์ Zingiberaceae มีลำต้นแท้ที่อยู่ใต้ดินเรียกว่าเหง้า (rhizome) เนื้อภายในเหง้ามีสีเหลืองถึงสีส้ม นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสีผสมอาหาร เครื่องเทศ เกษตรกรรม และเครื่องสำอาง (Li *et al.*, 2011 and Ayer, 2017) จึงเป็นหนึ่งในพืชสมุนไพร และเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีการผลิตและใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในประเทศ อินเดีย และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Mirjanaik and Vishwanath, 2020) สำหรับประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้คัดเลือก ขมิ้นชันเข้าอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติเพื่อรักษาอาการแน่นจุกเสียด เนื่องจากอาหารไม่ย่อย และมีรายงานว่าขมิ้นชันสามารถช่วยขับน้ำดี ฆ่าเชื้อรา และแบคทีเรีย แก้อักเสบและต่อต้านเชื้อไวรัสหวัดใหญ่ (กระทรวงสาธารณสุข, 2555) ทำให้เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและมีศักยภาพในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ในส่วนของภาครัฐมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้โรงพยาบาลต่าง ๆ ใช้ยาที่มาจากสมุนไพรเพิ่มมากขึ้น ซึ่งยาขมิ้นชันถูกเบิกใช้มากที่สุด ในกลุ่มยาสมุนไพรจากบัญชียาหลักแห่งชาติ ประมาณ 590,000 ครั้งต่อปี (Sungkajorn *et al.*, 2021) ข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกขมิ้นชัน 2,992.51 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,700 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวม 5,085 ตัน มีปริมาณการส่งออก 1,231.9 ตัน รวมมูลค่ากว่า 87.3 ล้านบาท โดยแหล่งผลิตขมิ้นชันที่สำคัญ ได้แก่ กาญจนบุรี (1,482.95 ไร่) ตาก (716.00 ไร่) สุราษฎร์ธานี (70.16 ไร่) ปราจีนบุรี (68.50 ไร่) แม่ฮ่องสอน (60.45 ไร่) ลพบุรี (52.12 ไร่)

ปัจจุบันการปรับปรุงพันธุ์ขมิ้นชัน มีความมุ่งหวังให้ได้ขมิ้นชันพันธุ์ใหม่ที่มีผลผลิตสูง รวมทั้งมีปริมาณสารเคอร์คิวมินและน้ำมันหอมระเหยสูง ร่วมด้วย การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีผสมพันธุ์นั้นทำได้ยาก เนื่องจากความผิดปกติทางด้านพันธุกรรมของขมิ้นชันซึ่งเป็นพืชทริพลอยด์ (triploid) มีจำนวนโครโมโซม $2n=3X=63$ โดยโครโมโซมพื้นฐานของพืชในสกุล *Curcuma* มีจำนวน $X=21$ (Bhadra and Bandyopadhyay, 2015; Bonna *et al.*, 2021) ทำให้เกิดความผิดปกติระหว่างการเข้าคู่และแยกชุดโครโมโซมในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Nair *et al.*, 2010) เกิดลักษณะเป็นหมัน โอกาสได้ขมิ้นชันพันธุ์ใหม่จากการผสมเกสรเป็นไปได้น้อย (Ma and Gang, 2006; Pistellia *et al.*, 2012) การปรับปรุงพันธุ์ขมิ้นชันส่วนใหญ่ถูกจำกัดอยู่เพียงการคัดเลือกต้นที่เกิดจากการผันแปรตามธรรมชาติ (Ayer, 2017) การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีก่อการกลายพันธุ์ (mutation breeding) จึงถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดี เช่น ผลผลิตสูง เก็บเกี่ยวเร็วขึ้น ไม้ไวต่อช่วงแสง ทนทานต่อสภาวะเครียดจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เป็นต้น (Chusreeaeom and Khamsuk, 2019) การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มความผันแปรทางพันธุกรรมอย่างกว้างขวาง รังสีแกมมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและจีโนม ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพืช (Abdullah *et al.*, 2018) มีการศึกษาในขมิ้นชัน พบว่ารังสีแกมมาระดับ 20 เกรย์ ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม ได้แก่ โครงสร้างของต้น จำนวนหน่อ อายุการเก็บเกี่ยว ผลผลิต ปริมาณเคอร์คิวมินและโอสตีโอเรซิน (Nandhini *et al.*, 2007) และยังพบอีกว่าการเจริญเติบโตด้าน

ความสูงและปริมาณน้ำมันหอมระเหยลดลงเมื่อได้รับระดับรังสีเกินกว่า 50 เกรย์ (Ilyas and Naz, 2014) ในขณะที่เมื่อนำขึ้นส่วนตาที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อไปฉายรังสีแกมมาเกินกว่าระดับ 5 เกรย์ ส่งผลให้ขึ้นส่วนตาที่มีการพัฒนายอดลดลงตลอดจนมีการสร้างคลอโรฟิลล์ลดลงด้วยเช่นกัน (Priya *et al.*, 2014)

การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับรังสีแกมมาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารเคอร์คิวมินของขมิ้นชัน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกิดจากการได้รับรังสีแกมมา ทั้งนี้สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์ขมิ้นชันให้มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และมีปริมาณสารสำคัญสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ระดับรังสีที่เหมาะสมสำหรับใช้ก่อการกลายพันธุ์

นำเหง้าขมิ้นชันจากแหล่งปลูกอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ยาว 5.0 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดและผึ่งลมให้แห้ง นำไปฉายรังสีแบบเฉียบพลัน (acute irradiation) โดยใช้เครื่องฉายรังสีแกมมาที่มีโคบอลต์-60 เป็นต้นกำเนิดรังสี ที่ระดับต่าง ๆ กัน คือ 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 และ 200 เกรย์ นำเหง้าขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแล้ว ปลูกลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 12 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกผสมดิน : แกลบดิบ : มูลวัว ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 จากนั้นรดน้ำให้ชุ่ม บันทึกรูปร่างและการรอดชีวิตหลังจากได้รับรังสี 8 สัปดาห์ นำมาคำนวณหาค่า Lethal Dose 50 (LD₅₀)

2. ผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขมิ้นชัน

นำเหง้าขมิ้นชันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ยาว 5.0 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดและผึ่งลมให้แห้ง นำไปฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 เกรย์ นำเหง้าขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแล้ว ปลูกลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 12 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกผสมดิน : แกลบดิบ : มูลวัว ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 จากนั้นรดน้ำให้ชุ่ม ดูแลรักษาต้นขมิ้นชันตลอดระยะเวลาการปลูกทดลอง โดยระหว่างการปลูกกำจัดวัชพืชด้วยการถอนทิ้ง ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ และให้ปุ๋ยอินทรีย์ครั้งละ 5 กรัมต่อต้น เดือนละ 1 ครั้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 11 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น บันทึกความสูงลำต้นเทียม (เซนติเมตร) เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม (เซนติเมตร) จำนวนใบ (ใบ) ความกว้างและยาวของใบ (เซนติเมตร) จำนวนหน่อ (หน่อ) น้ำหนักเหง้าสดและแห้ง (กรัม) และลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistics 17.0

3. ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณเคอร์คิวมิน

วิเคราะห์เคอร์คิวมินโดยหั่นตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันเป็นชิ้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดให้ละเอียดเป็นผง ซึ่งผงขมิ้นชันหนัก 0.3 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10.0 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ (99.9 เปอร์เซ็นต์) 10.0 มิลลิลิตร เขย่าหลอดทดลองทุก 30 นาที เป็นเวลา 120 นาที นำสารละลายกรอง

ด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ปรับปริมาตรด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (99.9 เปอร์เซ็นต์) ให้เป็น 50.0 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายมา 1.0 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (99.9 เปอร์เซ็นต์) เป็น 10.0 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง UV-Visible

Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานเคอร์คิวมิน (curcumin standard) ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 และ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (Suthon, 2019) คำนวณปริมาณสารเคอร์คิวมินของสารละลายเข้มข้นตัวอย่างจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณเคอร์คิวมิน (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = \frac{C \times V_3 \times V_1}{1,000 \times W \times V_2}$$

- โดยที่
- V_1 = ปริมาตรเริ่มต้นของสารละลายตัวอย่าง (50.0 มิลลิลิตร)
 - V_2 = ปริมาตรที่ทำการปิเปต (1.0 มิลลิลิตร)
 - V_3 = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่นำมาปรับปริมาตร ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (10.0 มิลลิลิตร)
 - W = น้ำหนักของไขมันชั้นที่ใช้ในการทดลอง (กรัม)
 - C = ความเข้มข้นของเคอร์คิวมินที่เทียบได้จากกราฟมาตรฐาน

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ระดับรังสีที่เหมาะสมสำหรับใช้ก่อการกลายพันธุ์

เมื่อนำเหง้าไขมันชั้นไปฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันที่ระดับ 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 และ 200 เกรย์ พบว่าไขมันชั้นอก เจริญเติบโตและการรอดชีวิตหลังจากได้รับรังสี 8 สัปดาห์ เท่ากับ 100, 55, 45, 30, 10, 5, 5, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1) มีการรอดชีวิตลดลงเมื่อได้รับรังสีระดับที่สูงขึ้น เกิดจากการฉายรังสีแบบเฉียบพลัน ซึ่งเป็นการให้รังสีปริมาณสูงในเวลาสั้น ทำให้พืชไม่มีโอกาสซ่อมแซมความเสียหาย ในช่วงที่ได้รับรังสี เกิดความผิดปกติของโครโมโซม ทำให้มีความเสียหายทางสรีรวิทยากับพืชค่อนข้างมาก รวมทั้งส่งผลให้ลดความสมบูรณ์เพศลดลง แต่อย่างไรก็ตามการได้รับรังสีรูปแบบนี้ก็มีข้อดีคือ พืชมีอัตราการกลายพันธุ์ค่อนข้างสูง ส่วนที่กลายพันธุ์

มีขนาดกว้าง ซึ่งง่ายต่อการคัดเลือกเอาลักษณะนั้น ๆ ออกมา (Devi and Chezhiyan, 2006 and Riviello-Flores *et al.*, 2022) และเมื่อคำนวณหาค่า LD₅₀ พบว่าระดับรังสีแกมมาที่ส่งผลให้ไขมันชั้นอก เจริญเติบโต และมีการรอดชีวิตอยู่ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากได้รับรังสี 8 สัปดาห์ คือ 50.24 เกรย์ (Figure 1) ซึ่งการทราบค่า LD₅₀ ดังกล่าว มีความสำคัญอย่างมากกับงานปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการใช้สารเคมีหรือรังสีก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (Roslim *et al.*, 2015; Riviello-Flores *et al.*, 2022) พืชแต่ละชนิดมีความไวต่อรังสีแกมมาแตกต่างกัน (Ma'Arup *et al.*, 2022) เช่น LD₅₀ ของต้นอ่อนกล้วยอยู่ที่ระดับ 20 เกรย์ (Due *et al.*, 2019) ในขณะที่หน่อกล้วยไม่อยู่ที่ระดับ 30 เกรย์ (Billore *et al.*, 2019)

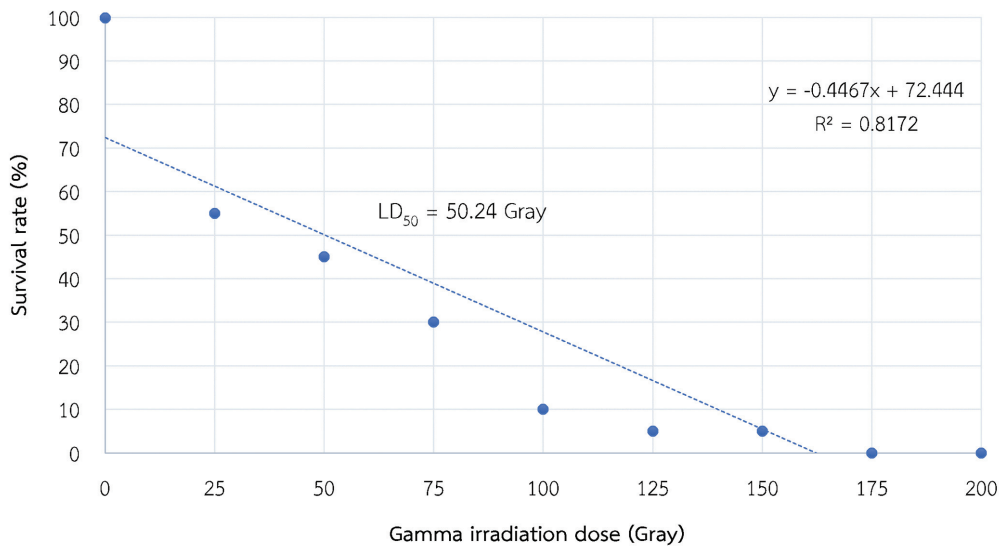


Figure 1 Radiosensitive test curve demonstrating the effect of different dose of gamma rays on survival rate of rhizome shoot after 8 weeks of exposure

2. ผลของรังสีแกมมาต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขมิ้นชัน

จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาในระดับ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 เกรย์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตหลังได้รับรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันและมีการรอดชีวิตเป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่าเมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 10 ถึง 50 เกรย์ ส่งผลให้ความสูงของลำต้นเทียม 38.32 ถึง 41.00 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 1.22 ถึง 3.92 หน่อ ซึ่งลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ได้รับรังสีแกมมาที่ให้ความสูงของลำต้นเทียม 43.27 เซนติเมตร และจำนวนหน่อ 4.54 หน่อ ในขณะที่การไม่ได้รับรังสีแกมมา และการได้รับรังสีแกมมาในระดับ 0, 20 และ 30 เกรย์ ส่งผลให้มีจำนวนใบสูงที่สุด 12.10, 12.23 และ 11.87 ใบ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการได้รับรังสีแกมมาที่ระดับอื่น ๆ ของการทดลอง ที่ให้จำนวนใบ 10.45 ถึง 11.21 ใบ แต่อย่างไรก็ตามการไม่ได้รับรังสีแกมมาหรือการ

ได้รับรังสีที่ระดับ 5 ถึง 50 เกรย์ไม่มีผลต่อความกว้างของใบขมิ้นชัน (Table 1) และการได้รับรังสีแกมมา ระดับ 45 และ 50 เกรย์ ให้ผลผลิตแห้งสดต่ำที่สุด 228.5 และ 230.25 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ได้รับรังสีหรือได้รับรังสีระดับ 5 ถึง 40 เกรย์ ที่ให้น้ำหนักแห้งสด 252.50 ถึง 287.25 กรัม ในขณะที่น้ำหนักแห้งแห้งต่ำที่สุด 41.50 กรัม เมื่อได้รับรังสีแกมมา 50 เกรย์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ได้รับรังสีหรือได้รับรังสีระดับอื่น ๆ (Table 2) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นดังกล่าว เป็นผลมาจากการที่รังสีแกมมาเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์ ซึ่งเกิดได้ทั้งด้านบวกและด้านลบ โดยปกติแล้วการได้รับรังสีระดับต่ำไม่ส่งผลให้เกิดอันตราย แต่เมื่อได้รับรังสีในระดับสูงขึ้น มักส่งผลไปในด้านลบ (Majeed *et al.*, 2017) โดยมีรายงานการวิจัยว่ารังสีแกมมา ตั้งแต่ระดับ 20 เกรย์ ส่งผลให้ขมิ้นชันมีจำนวนหน่อลดลง (Nandhini *et al.*, 2007) ระดับรังสีมากกว่า

50 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงลดลง (Ilyas and Naz, 2014) ในขณะที่รังสีเกินกว่าระดับ 60 เกรย์ ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตลดลง (Devi and Chezhiyan, 2006)

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแกมมา พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำต้นเทียมและใบของขมิ้นชัน เมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติที่ไม่ได้รับรังสี (Figure 2A) โดยเมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 10 เกรย์ขึ้นไป มีผลให้ลำต้นเทียมแคระแกร็นและใบมีรูปร่างผิดปกติ (Figure 2B) พบลักษณะใบต่างเมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 25 เกรย์ขึ้นไป (Figure 2C) และเมื่อได้รับรังสีแกมมาระดับ 30 เกรย์ขึ้นไป พบลักษณะขอบใบม้วนงอ (Figure 2D) ผิวใบย่นไม่เรียบ (Figure 2E) กาบใบและลำต้นเทียมมีลักษณะผิดปกติ (Figure 2F) นอกจากความผิดปกติของลำต้นเทียมและใบดังกล่าว ยังพบลักษณะผิดปกติของเหง้าเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะปกติ (Figure 2G) โดยเมื่อได้รับรังสีแกมมาเกินกว่าระดับ 5 เกรย์ พบลักษณะเหง้ามีขนาดเล็ก (Figure 2H) และพบรากสะสมอาหารขนาดใหญ่ (Figure 2I) เมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 10 เกรย์ขึ้นไป

การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เอนไซม์ หรือฮอร์โมน ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของพืช (Majeed *et al.*, 2017) มีการศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา กับส่วนขยายพันธุ์อื่นของขมิ้นชันเช่นกัน โดยศึกษา กับต้นอ่อนขมิ้นชันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่าต้นอ่อนที่ได้รับรังสีแกมมาสูงกว่าระดับ 5 เกรย์ มีผลให้การเจริญเติบโตและการพัฒนายอด

ลดลง อีกทั้งยังทำให้การสร้างคลอโรฟิลล์ลดลง ต้นอ่อนที่พัฒนาขึ้นมีสีเขียวอมเหลืองหรือสีซีดลง (Priya *et al.*, 2014) การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นจากการได้รับรังสีแกมมานั้น ไม่ได้พบว่าเกิดขึ้นกับเพียงขมิ้นชัน แต่ยังเกิดกับพืชในสกุล *Curcuma* ชนิดอื่นด้วย เช่น เมื่อได้รับรังสีแกมมาในระดับที่สูงขึ้น ขนาดใบ จำนวนดอก ความยาวก้านดอก และขนาดเหง้าของปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) ลดลง (Taheri *et al.*, 2014) และใน *Curcuma heyneana* เมื่อได้รับรังสีแกมมาระดับ 40 ถึง 50 เกรย์ ทำให้การเจริญเติบโตของยอดหยุดชะงัก และใบมีรูปร่างผิดปกติ (Hapsari *et al.*, 2021)

3. ผลของรังสีแกมมาต่อปริมาณเคอร์คิวมิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คิวมินจากผลผลิตขมิ้นชันที่เก็บเมื่อมีอายุปลูก 32 สัปดาห์ พบว่าหัวพันธุ์ขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแกมมาความเข้มข้น 0 ถึง 25 เกรย์ ให้ปริมาณสารเคอร์คิวมินสูงที่สุด 2.15 ถึง 2.47 มิลลิกรัมต่อกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขมิ้นชันที่ได้รับรังสีแกมมาความเข้มข้น 30 ถึง 50 เกรย์ ที่ให้ปริมาณสารเคอร์คิวมินต่ำกว่า โดยมีปริมาณสารเคอร์คิวมิน 1.57 ถึง 1.70 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งมีรายงานการวิจัยพบว่าความเข้มข้นของรังสีแกมมามีผลต่อปริมาณสารเคอร์คิวมิน โดยเมื่อได้รับรังสีแกมมาระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารเคอร์คิวมินและน้ำมันหอมระเหยลดลง (Nandhini *et al.*, 2007) โดยรังสีแกมมาเป็นสิ่งกระตุ้นให้พืชเกิดความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic stress) (Katiyar *et al.*, 2022) ทำให้พืชเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึมภายใน และส่งผลต่อปริมาณสารทุติยภูมิของพืช (Kapare *et al.*, 2017)

Table 1 The effects of different doses of gamma irradiation on the pseudostem height, pseudostem diameter, leaf size, leaf number and shoot number of *Curcuma longa* after 20 weeks of exposure

Gamma irradiation dose (Gray)	Pseudostem height (cm)	Pseudostem diameter (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of leaves	Number of shoots
0	43.27±0.76 ^a	2.65±0.025 ^a	17.89±0.34	58.46±0.59 ^a	12.10±0.14 ^a	4.54±0.044 ^a
5	45.50±0.64 ^a	2.41±0.023 ^a	17.50±0.23	58.21±0.76 ^a	11.12±0.13 ^b	4.12±0.045 ^a
10	40.03±0.61 ^{bc}	2.58±0.027 ^a	17.03±0.32	51.09±0.87 ^b	11.04±0.13 ^b	3.92±0.041 ^b
15	41.00±0.55 ^b	2.57±0.020 ^a	17.20±0.29	58.07±0.84 ^a	11.21±0.09 ^b	2.48±0.041 ^c
20	40.21±0.43 ^b	2.41±0.020 ^a	17.34±0.16	55.26±0.75 ^a	12.23±0.1 ^a	2.95±0.046 ^c
25	39.37±0.35 ^c	2.51±0.028 ^a	17.02±0.15	57.47±0.64 ^a	11.01±0.18 ^b	2.58±0.036 ^c
30	39.41±0.59 ^c	2.39±0.026 ^a	17.12±0.23	56.87±0.67 ^a	11.87±0.19 ^a	2.31±0.030 ^{cd}
35	39.56±0.83 ^{bc}	2.31±0.028 ^{ab}	16.48±0.26	49.64±0.79 ^b	10.96±0.20 ^{bc}	2.12±0.027 ^d
40	38.45±0.87 ^d	2.18±0.029 ^b	16.12±0.28	49.08±0.79 ^b	10.45±0.19 ^c	1.47±0.017 ^e
45	39.01±0.79 ^{cd}	2.41±0.027 ^a	17.01±0.32	48.02±0.85 ^b	11.13±0.21 ^b	1.62±0.020 ^e
50	38.32±0.99 ^d	2.24±0.033 ^{ab}	16.76±0.30	45.75±0.98 ^c	10.64±0.22 ^c	1.22±0.014 ^e
F-test _{0.05}	*	*	ns	*	*	*

Remarks: *; Significant difference ($p \leq 0.05$), ns; No significant difference ($p \leq 0.05$), Mean values followed by the same letters within a column are not significantly different according to DMRT.

Table 2 The effects of different doses of gamma irradiation on rhizome yields and curcumin content of *Curcuma longa* harvested after 32 weeks of exposure

Gamma irradiation dose (Gray)	Rhizome fresh weight (g)	Rhizome dry weight (g)	Curcumin content (mg g ⁻¹)
0	274.25±4.50 ^a	61.50±0.76 ^a	2.32±0.023 ^a
5	253.25±4.31 ^{ab}	58.25±0.45 ^a	2.22±0.016 ^a
10	276.50±4.83 ^a	63.50±0.79 ^a	2.15±0.018 ^a
15	264.50±4.55 ^a	60.75±0.67 ^a	2.39±0.028 ^a
20	256.75±4.01 ^{ab}	61.75±0.54 ^a	2.47±0.030 ^a
25	279.75±5.06 ^a	64.75±0.88 ^a	2.19±0.021 ^a
30	271.25±4.23 ^a	61.00±0.68 ^a	1.70±0.015 ^b
35	287.25±6.32 ^a	62.00±1.05 ^a	1.66±0.019 ^b
40	252.50±4.42 ^{ab}	59.50±1.02 ^a	1.57±0.014 ^b
45	228.50±4.56 ^b	58.25±0.91 ^a	1.64±0.012 ^b
50	230.25±6.78 ^b	41.50±0.79 ^b	1.65±0.015 ^b
F-test _{0.05}	*	*	*

Remarks: *; Significant difference ($p \leq 0.05$), Mean values followed by the same letters within a column are not significantly different according to DMRT.

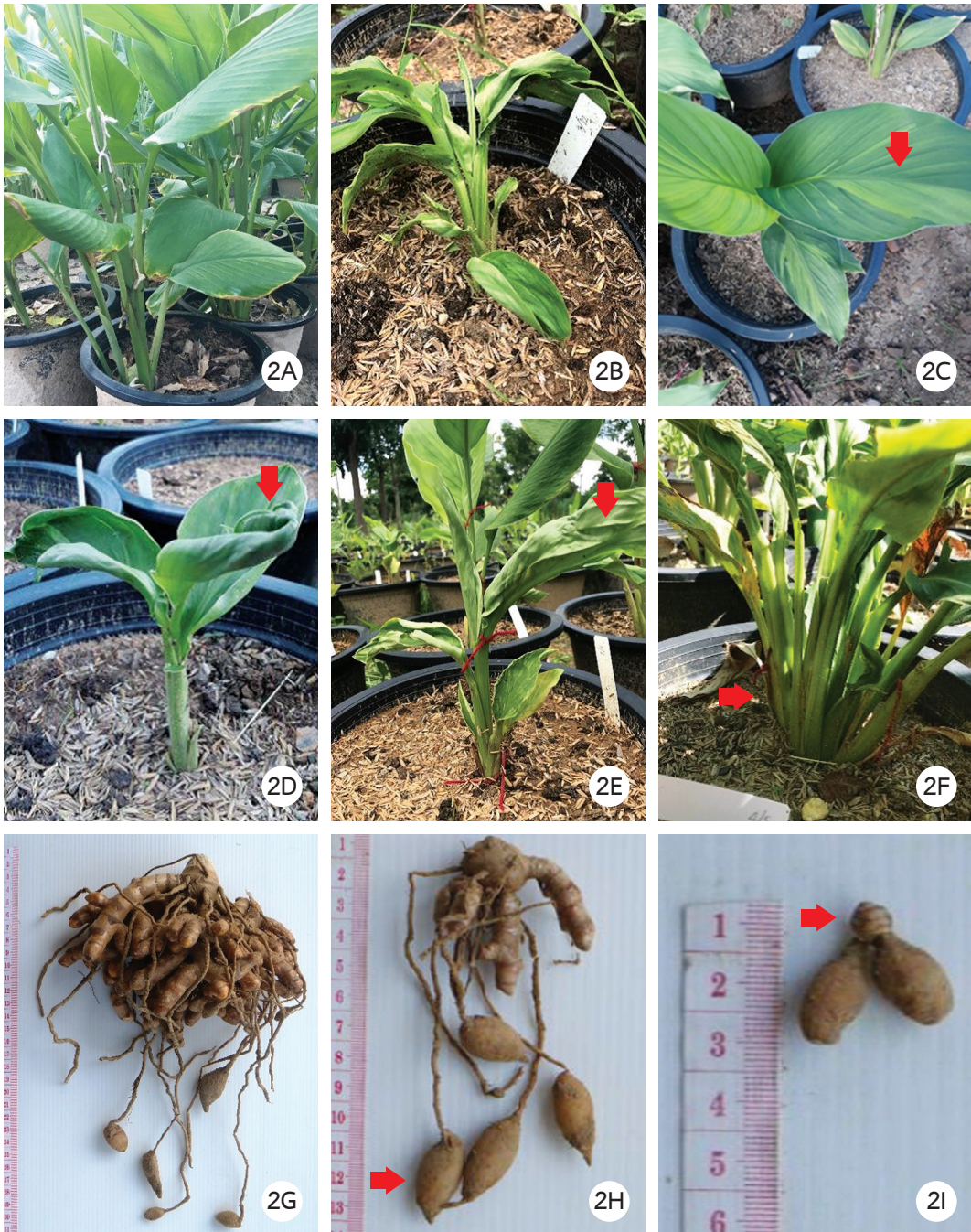


Figure 2 Morphological variation on pseudostem, leaves and rhizome induced by gamma irradiation of *Curcuma longa*; (A) normal pseudostem and leaves, (B) dwarfism character, (C) leaf chlorosis with yellow lines (arrow), (D) twisted leaf margin (arrow), (E) wrinkled leaves (arrow) (F) pseudostem and leaf sheaths deformation (arrow), (G) normal rhizome, (H) small size rhizome and large storage roots (arrow), (I) small size rhizome (arrow)

สรุปผลการวิจัย

ระดับรังสีแกมมาที่ส่งผลให้เหง้าขมิ้นชันงอก และมีการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50}) หลังจากได้รับรังสีเป็นเวลา 8 สัปดาห์ คือ 50.24 เกรย์ และเมื่อศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเจริญโตของขมิ้นชันหลังได้รับรังสีแกมมา 20 สัปดาห์ พบว่าการได้รับรังสีตั้งแต่ระดับ 10 ถึง 50 เกรย์ ส่งผลให้ความสูงของลำต้นเทียมและจำนวนหน่อของขมิ้นชันลดลง รังสีตั้งแต่ระดับ 35 ถึง 50 เกรย์ ทำให้ความยาวใบลดลง แต่รังสีแกมมาทุกระดับของการทดลอง (0 ถึง 50 เกรย์) ไม่มีผลต่อความกว้างของใบ ในขณะที่การได้รับรังสีระดับ 0, 20 และ 30 เกรย์ ส่งผลให้ขมิ้นชันมีจำนวนใบสูงที่สุด 11.87 ถึง 12.23 ใบ และเมื่อเก็บเกี่ยวขมิ้นชันหลังได้รับรังสีแกมมา 32 สัปดาห์ พบว่าการได้รับรังสีตั้งแต่ระดับ 45 เกรย์ ส่งผลให้ผลผลิตเหง้าสดของขมิ้นชันลดลง ส่วนรังสีแกมมาระดับ 50 เกรย์ ทำให้น้ำหนักเหง้าแห้งลดลงต่ำที่สุด และเมื่อได้รับรังสีระดับ 0 ถึง 25 เกรย์ ส่งผลให้มีปริมาณสารเคอร์คิวมินสูงที่สุด 2.15 ถึง 2.47 มิลลิกรัมต่อกรัม และลดลงเมื่อได้รับรังสีระดับ 30 ถึง 50 เกรย์

การได้รับรังสีแกมมาส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยเมื่อได้รับรังสีเกินกว่าระดับ 5 เกรย์ ส่งผลให้เหง้ามีขนาดเล็ก ระดับรังสีเกินกว่า 10 เกรย์ ส่งผลให้ลำต้นเทียมและใบมีรูปร่างผิดปกติ และพบรากสะสมอาหารขนาดใหญ่ รังสีตั้งแต่ระดับ 25 เกรย์ ขึ้นไป ปรากฏลักษณะใบต่างใบบิดม้วนงอ และผิวใบย่นไม่เรียบ และพบกาบใบและลำต้นเทียมมีลักษณะผิดปกติเมื่อได้รับรังสีแกมมาตั้งแต่ระดับ 30 เกรย์ ขึ้นไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย (มจ.1-61-024) ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนการฉายรังสีแกมมา และขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่สำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2555. บัญชียาหลักแห่งชาติ. สำนักยา, กลุ่มงานพัฒนาระบบ, งานระบบยาแห่งชาติและสารสนเทศ, กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี. 98 หน้า.
- Abdullah, S., N.Y. Kamaruddin and A.R. Harun. 2018. The effect of gamma radiation on plant morphological characteristics of *Zingiber officinale* Roscoe. Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol. 8(5): 2085-2091.
- Ayer, D.K. 2017. Breeding for quality improvement in turmeric (*Curcuma longa* L.): a review. Adv. Plants Agric. Res. 6(6): 201-204.
- Bhadra, S. and M. Bandyopadhyay. 2015. Karyomorphological investigations on some economically important members of Zingiberaceae from Eastern India. Caryologia 68(3): 184-192.
- Billore, V., S.J. Mirajkar, P. Suprasanna and M. Jain. 2019. Gamma irradiation induced effects on *in vitro* shoot

- cultures and influence of monochromatic light regimes on irradiated shoot cultures of *Dendrobium sonia* orchid. Biotechnol. Rep. 24: e00343.
- Bonna, I.J., S. Akter and S.S. Sultana. 2021. Somatic chromosome number and ploidy level in three *Curcuma* spp. from Bangladesh. Dhaka Univ. J. Biol. Sci. 30(2): 133-140.
- Chusreeaeom, K. and O. Khamsuk. 2019. Effects of gamma irradiation on lipid peroxidation, survival and growth of turmeric *in vitro* culture. J. Phys. Conf. Ser. 1285.
- Devi, H.U.N., and N. Chezhiyan. 2006. Impact of gamma rays on turmeric crop (*Curcuma longa* L.). J. Hortic. Sci. 1(2): 124-128.
- Due, M.S., A. Susilowati, A. Yunus. 2019. The effect of gamma rays irradiation on diversity of *Musa paradisiaca* var. *Sapientum* as revealed by ISSR molecular marker. Biodiversitas 20: 1416-1422.
- Hapsari, L., T. Trimanto, Y. Isnaini and S. Widiarsih. 2021. Morphological characterization and gamma irradiation effect on plant growth of *Curcuma heyneana* Val & Zijp. AIP Conference Proceedings 2353, 030012 (2021); New York. pp. 1-10.
- Ilyas S. and S. Naz. 2014. Effect of gamma irradiation on morphological characteristics and isolation of curcuminoids and oleoresins of *Curcuma longa* L. J. Anim. Plant Sci. 24(5): 1396-1404.
- Kapare, V., R. Satdive, D.P. Fulzele and N. Malpathak. 2017. Impact of gamma irradiation induced variation in cell growth and phytoecdysteroid production in *Sesuvium portulacastrum*. J. Plant Growth Regul. 36(4): 919-930.
- Katiyar, P., N. Pandey and S. Keshavkant. 2022. Gamma radiation: A potential tool for abiotic stress mitigation and management of agroecosystem. Plant Stress 5: 100089.
- Li, S., W. Yuan, G. Deng, P. Wang, P. Yang and B. Aggarwal. 2011. Chemical composition and product quality control of turmeric (*Curcuma longa* L.). Pharm. Crop. 2: 28-54.
- Ma, X. and D.R. Gang. 2006. Metabolic profiling of turmeric (*Curcuma longa* L.) plants derived from *in vitro* micropropagation and conventional greenhouse cultivation. J. Agric. Food Chem. 54: 9573-9583.
- Ma'Arup, R., N.S. Ali, F. Ahmad, Z. Ahmad, M.F.M. Norawi and H.F. Moinuddin. 2022. Effects of gamma irradiation on morphology and protein differential in M_1V_1 population of *Vanilla planifolia* Andrews. Int. J. Radiat. Biol. doi: 10.1080/09553002.2022.2087932.

- Majeed, A., Z. Muhammad, R. Ullah, Z. Ullah, R. Ullah, Z. Chaudhry and S. Siyar. 2017. Effect of gamma irradiation on growth and post-harvest storage of vegetables. *PSM Biol. Res.* 2(1): 30-35.
- Mirjanaik, R.H. and Y.C. Vishwanath. 2020. Advances in production technology of turmeric. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 9(4): 1198-1203.
- Nair, R., K.N. Shiva and J. Zachariah. 2010. Characterization of open-pollinated seedling progenies of turmeric (*Curcuma longa* L.) based on chromosome number, plant morphology, rhizome yield and rhizome quality. *Cytologia* 75(4): 443-449.
- Nandhini, D., H. Usha and N. Chezhiyan. 2007. Influence of gamma rays induced mutagenesis on the frequency of viable mutants in turmeric. *Asian J. Hort.* 2(1): 54-57.
- Pistellia, L., A. Bertolib, F. Gellib, L. Bedinia, B. Ruffonic and L. Pistelli. 2012. Production of curcuminoids in different *in vitro* organs of *Curcuma longa*. *Nat. Prod. Commun.* 7(8): 1037-1042.
- Priya I.N., V. Devappa, M.S. Kulkarni and G. Prabhulinga. 2014. Effect of gamma radiation on growth of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. *Salem* explants. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 27(2): 152-155.
- Riviello-Flores, M. de la L., J. Cadena-Iñiguez, L. del M. Ruiz-Posadas, M. de L. Arévalo-Galarza, I. Castillo-Juárez, M.S. Hernández and C.R. Castillo-Martínez. 2022. Use of gamma radiation for the genetic improvement of underutilized plant varieties. *Plants* 11(9): 1161.
- Roslim D.I., H. Herman and I. Fiatin. 2015. Lethal dose 50 (LD₅₀) of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) cultivar Kampar. *Sabrao J. Breed. Genet.* 47(4): 510-516.
- Sungkajorn, M., P. Treewannakul and P. Sukprasert. 2021. Possibility of turmeric production with good agricultural practice of farmers in Paphayom district, Phatthalung province. *Thai J. Agric. Sci.* 52(2): 107-117.
- Suthon, W. 2019. Effect of shading on growth, yield and curcumin content of *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr. *Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology* 11(22): 146-156.
- Taheri, S., T.L. Abdullah, Z. Ahmad and N.A.P. Abdullah. 2014. Effect of acute gamma irradiation on *Curcuma alismatifolia* varieties and detection of DNA polymorphism through SSR marker. *Biomed Res. Int.* 2014: 631813.

กลยุทธ์การส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา “ลีนจีแม่ใจพะเยา”

Extension Strategies for Geographical Indication Production of “Mae Jai Phayao Lychee”

นริสรา กาวิวังศ์ วาสนา พิทักษ์พล* วิพรพรรณ เนื่องเม็ก และ มนัส ทิตยัวรรณ

Narissara Kaviwong Wasna Pithakpol* Wipornpan Nuangmek and Manas Titayavan

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
Program in Agricultural Science, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao,
Phayao 56000

* Corresponding author: pi.wasna24@gmail.com

(Received: 21 November 2022; Revised: 19 December 2022; Accepted: 9 January 2023)

Abstract

The main objective of this research was to study the extension strategies for geographical indication (GI) production of “Mae Jai Phayao Lychee”. The research was conducted during 2021-2022 using a mixed-method design. The quantitative research was conducted using an interview schedule with 155 lychee growers that were obtained by Taro Yamane’s formula, with the error value of 0.05 and simple random sampling method by drawing lots proportionally. Focus group that was conducted with 15 key persons obtained by purposive sampling. The obtained data were analyzed by using both descriptive statistics consisting of frequency distribution, percentage, mean, standard deviation, and inferential statistics is Paired Sample T-Test. As well as, the SWOT analysis and TOW Matrix method were applied to create the extension strategies for GI Production of “Mae Jai Phayao Lychee”. The results revealed that 1) 50.3% of lychee growers had never heard or received information about GI, 44% had heard or received information about GI from training/government, and 66.5% had never been trained in lychee production management. 2) After attending the training or joining the education forum, it was found that the lychee grower had GI knowledge at a higher level ($\bar{x}=13.69$) than before

participating ($\bar{x}=9.97$) and had statistically significant differences ($p<0.05$). 3) Sixteen lychee growers have passed the lychee yield quality assessment in accordance with the requirements of the GI “Mae Jai Phayao Lychee”. For the result from SWOT analysis and TOWS matrix in qualitative research in order to obtain strategies to promote the production of GI products “Mae Jai Phayao Lychees” production was concluded to 4 strategies e.g. Attacking strategy (SO strategy) for developing and creating a distinctive point for GI products “Lychee Mae Jai Phayao” ., Preventive strategy (ST Strategy) for promoting lychee growers to produce production factors for their own use., Solution strategy (WO strategy) for developing knowledge about the quality lychee production process according to the GI product standard “Lychee Mae Jai Phayao” for lychee growers and Reacting strategy (WT strategy) for studying consumer demand in order to know the market direction and trend of demand for GI products.

Keywords: Geographical indication (GI), lychee, Phayao

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษาผลกระทบการส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” เก็บรวบรวมข้อมูล พ.ศ. 2564-2565 โดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปลูกลิ้นจี่กลุ่มแปลงใหญ่ อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา จำนวน 155 ราย ซึ่งได้จากการ คำนวณด้วยใช้สูตร Taro Yamane ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 สุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยวิธีจับฉลากตาม สัตส่วน และการสนทนากลุ่มย่อย (Focus group) โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 ราย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ T-test ตลอดจนการวิเคราะห์ SWOT และใช้วิธี TOW Matrix เพื่อ สร้างกลยุทธ์การส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ผลการวิจัย พบว่า 1) ผู้ปลูกลิ้นจี่ ร้อยละ 50.3 ไม่เคยได้ยินหรือรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ร้อยละ 44.5 มีการได้ยินหรือรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จากการอบรม/ หน่วยงานราชการ และร้อยละ 66.5 ไม่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับการจัดการผลิตผลสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจ พะเยา” 2) ผู้ปลูกลิ้นจี่ มีระดับความรู้ หลังการเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพ มาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ($\bar{x}=13.69$) สูงกว่าก่อนการเข้าร่วม ($\bar{x}=9.97$) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ ($p<0.05$) 3) ผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการฝึกอบรมฯ จำนวน 16 ราย ผ่านการประเมินคุณภาพผลผลิต ลิ้นจี่ตามข้อกำหนดสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อหากกลยุทธ์ในการส่งเสริม การผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” โดยการวิเคราะห์ SWOT Analysis และใช้ TOWS Matrix สรุปได้ 4 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์เชิงรุก คือ พัฒนาและสร้างจุดเด่นให้สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” กลยุทธ์

เชิงป้องกัน คือ ส่งเสริมผู้ปลูกสินค้ารวมกลุ่มผลิตปัจจัยการผลิตใช้เอง กลยุทธ์เชิงแก้ไข คือ พัฒนาองค์ความรู้ให้แก่ผู้ปลูกสินค้าที่มีความรู้ในกระบวนการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” และกลยุทธ์เชิงรับ คือ การศึกษาความต้องการผู้บริโภคเพื่อให้ทราบทิศทางของตลาดและแนวโน้มความต้องการสินค้า GI

คำสำคัญ: สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ลิ้นจี่ พะเยา

คำนำ

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication: GI) ถือเป็นทรัพย์สินทางปัญญาประเภทหนึ่ง เป็นสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นใด ที่ใช้เรียกหรือแทนแหล่งภูมิศาสตร์ และสามารถบ่งบอกได้ว่าสินค้านั้นเกิดจากความสัมพันธ์กับแหล่งผลิต คือ ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิต และลักษณะพิเศษของสินค้า (กลุ่มสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2547) โดยคุณภาพหรือลักษณะเฉพาะของสินค้ามีความแตกต่างจากสินค้าชนิดเดียวกันที่ผลิตจากที่อื่น มีการกำหนดคุณภาพและมีกระบวนการควบคุมตรวจสอบชัดเจน (พรพินันท์, 2559) ทั้งนี้ประเทศไทยมีนโยบายส่งเสริมการขึ้นทะเบียน การคุ้มครองและการตลาดสินค้า GI ซึ่งเป็นนโยบายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากสินค้า GI ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของชุมชนที่มีรากฐานจากการผลิตสินค้าเกษตรแปรรูป หัตถกรรมและอุตสาหกรรมของชุมชน โดยที่สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์นี้เปรียบเสมือนเป็นตราของชุมชน ที่บ่งบอกถึงคุณภาพและแหล่งที่มาของสินค้า ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญต่อการสร้างความเชื่อมั่นในด้านคุณภาพ กระบวนการผลิตและแหล่งที่มา รวมทั้งมีการประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริโภคได้เล็งเห็นความสำคัญ และสร้างความนิยมในการบริโภคสินค้า GI กันมากขึ้น เพื่อเป็นแรงจูงใจให้ผู้ผลิตหรือ

ผู้ประกอบการ ตระหนักถึงความสำคัญ และเร่งขออนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ GI อันประโยชน์ต่อการรักษาเอกลักษณ์ พัฒนาและคงไว้ซึ่งคุณภาพรวมทั้งช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า (Vitoria et al., 2022) ปัจจุบันประเทศไทยมีสินค้าที่ได้รับอนุมัติขึ้นทะเบียน GI สะสมรวมทั้งสิ้น 171 รายการ จาก 77 จังหวัดทั่วประเทศ โดยพบว่า ภาคเหนือมีสินค้าที่ขึ้นทะเบียน GI มากที่สุด รองลงมาคือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออก ตามลำดับ (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2565) โดยจังหวัดพะเยา มีสินค้าที่ขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์จำนวน 3 รายการ ได้แก่ ข้าวก่ำล้านนา ข้าวหอมมะลิพะเยา และลิ้นจี่แม่ใจพะเยา

ลิ้นจี่ที่ผลิตจากอำเภอแม่ใจถือเป็นไม้ผลที่สร้างชื่อเสียงให้กับจังหวัดพะเยาด้วยสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต อำเภอแม่ใจมีที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดพะเยา เป็นต้นกำเนิดลำน้ำหลายสายที่ไหลรวมกันลงไปสู่กว๊านพะเยา สภาพดินอุดมไปด้วยแร่ธาตุจากธรรมชาติและมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูง สภาพภูมิอากาศแบ่งเป็น 3 ฤดูกาลอย่างชัดเจน คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว โดยมีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย 35.72 และ 16.94 องศาเซลเซียสตามลำดับ ส่งผลให้อาเภอแม่ใจมีความเหมาะสม

เป็นแหล่งปลูกลิ้นจี่ที่มีลักษณะเด่นแตกต่างจาก ลิ้นจี่จากแหล่งอื่น ได้แก่ ลูกใหญ่ สีผิวสวยตาม ชนิดพันธุ์ รสชาติหวาน กรอบ เนื้อแห้ง ไม่แฉะน้ำ มีกลิ่นหอม (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2562) โดย ในปี พ.ศ. 2558 จังหวัดพะเยาได้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียน สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์สินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” และ ในปี พ.ศ. 2562 กรมทรัพย์สินทางปัญญาได้ประกาศ รับรองการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์สินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2562) ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีของผู้ปลูกลิ้นจี่อำเภอแม่ใจ ที่สามารถนำตราสัญลักษณ์ GI ไทย ไปใช้เป็น เครื่องมือทางการตลาด เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าได้ ดังเช่น สินค้า GI ชนิดอื่น ๆ ที่สร้างชื่อเสียงและ มูลค่าให้กับชุมชน เช่น ส้มโอนครชัยศรี โดยเมื่อ ติดตราสัญลักษณ์ GI สามารถเพิ่มมูลค่าจากลูกละ 100 บาท เป็น 150 บาท หรือมีมูลค่าเพิ่มขึ้น ร้อยละ 50 หรือลิ้นจี่นครพนม ที่ติดตราสัญลักษณ์ GI เพิ่มมูลค่าจากกิโลกรัมละ 100 บาท เป็น 250 บาท หรือมีมูลค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 150 (กรมทรัพย์สินทาง ปัญญา, 2560)

สำหรับการผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จากข้อมูลของสำนักงานพาณิชย์จังหวัดพะเยา หลังจากปี พ.ศ. 2562 ที่กรมทรัพย์สินทางปัญญาได้ ประกาศรับรองการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ สินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ต่อมาในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นปีแรกของการขอใช้ตราสัญลักษณ์สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” พบว่ามีผู้ปลูกลิ้นจี่เพียง 1 ราย เท่านั้น (ร้อยละ 0.06 ของผู้ปลูกลิ้นจี่ทั้งหมด ในอำเภอแม่ใจ) ที่ได้รับอนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ เจ้าของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องและผู้ปลูกลิ้นจี่ในพื้นที่ ได้ข้อมูลว่า ผู้ปลูกลิ้นจี่ส่วนมากไม่เข้าใจในระบบ การควบคุมคุณภาพเพื่อให้ผ่านการรับรองมาตรฐาน

สินค้า GI รวมทั้งขาดการประชาสัมพันธ์และ การสร้างองค์ความรู้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น พาณิชย์จังหวัด และสำนักงานเกษตรอำเภอ จึงทำให้ ผู้ปลูกลิ้นจี่ไม่ได้ให้ความสำคัญและคุณค่ารวมทั้ง การใช้ประโยชน์ตราสัญลักษณ์ GI จากปัญหา ดังกล่าวจึงมีแนวคิดเพื่อหากกลยุทธ์การส่งเสริม การผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและ การรับรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” 2) ศึกษาระดับความรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ก่อน-หลัง การเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุม คุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” 3) การประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ที่ผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุม คุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” 4) หาแนวทางการส่งเสริมการผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่ แม่ใจพะเยา” เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็น ข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์ประกอบการวางแผน และกำหนดนโยบายในการสนับสนุน ส่งเสริม และ พัฒนาผลิตผล ลิ้นจี่ของอำเภอแม่ใจ สู่การรับรอง มาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” เพื่อสร้าง มูลค่าเพิ่มให้สินค้า สามารถยกระดับสินค้าเกษตร ในท้องถิ่นสู่ระดับสากล และสร้างความเข้มแข็ง ให้แก่เกษตรกรและชุมชนอย่างแท้จริง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แนวทางการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method design) ระหว่างการวิจัยเชิง ปริมาณ (Quantitative research) และการวิจัย เชิงคุณภาพ (Qualitative research) เก็บรวบรวม ข้อมูลระหว่างเดือน มีนาคม พ.ศ. 2564 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 โดยมีกระบวนการวิจัย ดังนี้

การวิจัยเชิงปริมาณ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณ คือ ผู้ปลูก ลิ้นจี่กลุ่มแปลงใหญ่ อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา จำนวน 255 คน (สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ใจ, 2564) ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างของ (Yamane, 1967) ที่ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่าง 155 คน จากนั้นคำนวณหาสัดส่วนจำนวน ผู้ปลูกลิ้นจี่กลุ่มแปลงใหญ่แต่ละกลุ่ม โดยเทียบ บัญญัติไตรยางศ์ แล้วจึงทำการสุ่มตัวอย่างรายชื่อ โดยวิธีการจับสลากแบบไม่ใส่คืน การวิจัยเชิง ปริมาณ แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม โดยมีเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล และข้อมูลการรับรู้ เกี่ยวกับมาตรฐาน GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมี โครงสร้างเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลและ ข้อมูลพื้นฐานการรับรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ เกี่ยวกับ มาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” วิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาระดับความรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ก่อน-หลัง การเข้าร่วมฝึกอบรม เกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ซึ่งวิทยากรที่ให้ความรู้ในการฝึกอบรม ได้แก่ เจ้าหน้าที่จากพาณิชย์ จังหวัด สำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตร อำเภอ และนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยพะเยา โดย ในหัวข้อการฝึกอบรมประกอบด้วย 1) ความรู้พื้นฐาน การขึ้นทะเบียน และคุณลักษณะของสินค้า GI 2) แนวทาง กระบวนการ ขั้นตอนการขอใช้ตรา สัญลักษณ์ GI 3) การเตรียมความพร้อม เพื่อขอ

อนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ GI สินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจ พะเยา” ในการศึกษาาระดับความรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเกี่ยวกับ ความรู้ ในเรื่องมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จำนวน 15 ข้อ (แบบสัมภาษณ์ใช้ชุดเดียวกันทั้งก่อน และหลัง การเข้าร่วมเวทีฝึกอบรม เพื่อเปรียบเทียบ ระดับความรู้) แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน (ค่า IOC= 0.91) โดยกำหนดข้อคำถามในลักษณะเลือกตอบ ถูก-ผิด และกำหนดการให้คะแนน 0 คะแนน เท่ากับ ตอบผิด และ 1 คะแนน เท่ากับ ตอบถูก หลังจากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนมาแบ่งเป็น 5 ระดับ เพื่อแปลผลระดับความรู้ความเข้าใจ ดังนี้

- คะแนนระหว่าง 0 – 3 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับน้อยที่สุด
- คะแนนระหว่าง 4 – 6 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับน้อย
- คะแนนระหว่าง 7 – 9 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับปานกลาง
- คะแนนระหว่าง 10 – 12 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับมาก
- คะแนนระหว่าง 13 – 15 คะแนน หมายถึง มีความรู้ระดับมากที่สุด

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การจัดอันดับ (ranking) และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ ค่า T-test เพื่อ เปรียบเทียบระดับความรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ก่อนและ หลังการเข้าร่วมฝึกอบรม

กิจกรรมที่ 3 การประเมินคุณภาพผลผลิต ลิ้นจี่ของผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เข้าร่วมฝึกอบรมฯ ตาม มาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” โดยผู้ปลูก ลิ้นจี่ที่ผ่านการเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบ

การควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลีนจีแม่ใจพะเยา” จำนวน 155 ราย มีผู้ปลูกลีนจีที่สมัครใจเข้ารับการประเมินคุณภาพผลผลิตลีนจี จำนวน 57 ราย สำหรับขั้นตอนการประเมินคุณภาพทำโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างลีนจีจำนวน 2 กิโลกรัมต่อราย จากนั้นนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดผลลีนจีโดยใช้เครื่อง Digital vernier caliper และน้ำหนักผลลีนจี โดยใช้เครื่อง Balance meter วิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของลีนจี ได้แก่ ค่าความหวาน โดยใช้เครื่อง Digital refractometer แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย ตามข้อกำหนดคุณลักษณะสินค้าของทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ “ลีนจีแม่ใจพะเยา” ได้แก่ 1) ลักษณะทางกายภาพ: ขนาดผลใหญ่ 3.40 - 3.85 เซนติเมตร และ น้ำหนักผลอยู่ในช่วง 25 - 35 กรัมต่อผล 2) ลักษณะทางเคมี: ค่าความหวาน 16 - 17 องศาบริกซ์ (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2563) เป็นเกณฑ์การประเมิน ทั้งนี้ขั้นตอนการประเมินคุณภาพผลผลิตลีนจีร่วมกับคณะทำงานพิจารณาคำขอตรวจสอบคุณภาพและแหล่งที่มาของสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ “ลีนจีแม่ใจพะเยา” เพื่อให้กระบวนการประเมินคุณภาพผลผลิตเป็นไปตามมาตรฐานของ ทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ “ลีนจีแม่ใจพะเยา”

การวิจัยเชิงคุณภาพ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ ผู้ที่มีคุณสมบัติเป็นคณะกรรมการกลุ่มแปลงใหญ่ลีนจี อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา จำนวน 30 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 9 คน ประชาชนเกษตรกรด้านการผลิตลีนจีคุณภาพ ประชากรจำนวน 6 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 2 คน นักวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ประชากรจำนวน 8 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 2 คน และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรผู้รับผิดชอบงานไม้ผล ระดับจังหวัดและระดับอำเภอ ประชากรจำนวน 2 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 2 คน รวมขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 15 คน ใช้วิธีการจัดเวทีสนทนากลุ่ม (Focus group) ใช้เครื่องมือ SWOT Analysis ในการวิเคราะห์หาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค จากสภาพแวดล้อมภายในและภายนอก ในการผลิตลีนจีคุณภาพ เพื่อขอการรับรองมาตรฐาน สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ และการกำหนดกลยุทธ์ (TOWS matrix) ในการหาแนวทางการส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ “ลีนจีแม่ใจพะเยา” มีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ด้วยการถอดข้อความตามประเด็น

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ 3 กิจกรรม ได้ผลดังนี้

กิจกรรมที่ 1 จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้ปลูกลีนจีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 155 ราย พบว่า ผู้ปลูกลีนจีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 78.7) มีอายุเฉลี่ย 60.59 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 65.2) และประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก (ร้อยละ 96.1) มีประสบการณ์ในการปลูกลีนจีเฉลี่ย 28.41 ปี มีพื้นที่ปลูกลีนจีเฉลี่ย 6.55 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่มีที่ดินเป็นของตนเอง (ร้อยละ 96.8) ในปี พ.ศ. 2564 ผู้ปลูกลีนจีมีรายได้จากการผลิตลีนจี เฉลี่ย 32,683.87 บาท/ปี ใช้น้ำในการผลิตลีนจีจากอ่างเก็บน้ำ (ร้อยละ 44.5) และมีลักษณะพื้นที่เพาะปลูกลีนจีเป็นที่ราบ (ร้อยละ 44.5) ส่วนการ

ศึกษาข้อมูลการรับรู้ เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” พบว่า ผู้ปลูกลิ้นจี่เกินครึ่งไม่เคยได้ยินหรือรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้า GI (ร้อยละ 50.3) โดยผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เคยได้ยินหรือรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้า GI มาจากการอบรม/ข้อมูลจากหน่วยงานราชการ (ร้อยละ 44.5) และมีผู้ปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่ที่ไม่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับ มาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” (ร้อยละ 66.5) (Table 1) ซึ่งให้เห็นว่า ผู้ปลูกลิ้นจี่มากกว่าครึ่งไม่มีการรับรู้ในด้านมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” เนื่องจากเรื่องสินค้า GI ยังคงเป็นเรื่องใหม่สำหรับผู้ปลูกลิ้นจี่ ประกอบกับหน่วยงานภาครัฐมีการเข้าไปส่งเสริมเฉพาะผู้ปลูกลิ้นจี่ที่มีศักยภาพพร้อมสำหรับการผลิตสินค้า GI ในประเด็นนี้ สำนักงานพาณิชย์จังหวัดซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบด้านสินค้า GI ควรมีการบูรณาการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เช่น

สำนักงานเกษตรอำเภอ เพื่อสร้างการรับรู้ให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่ ได้ทราบถึงข้อมูลของสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” เป็นการเปิดโอกาสให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่ได้เกิดการรับรู้ โดยการได้ยิน ได้เห็น ถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานสินค้า GI เป็นเหมือนจุดเริ่มต้นทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่ ได้รู้จักถึงการมีอยู่ และเกิดความสนใจต่อข้อมูลพื้นฐาน อาทิเช่น การขึ้นทะเบียน GI คุณลักษณะของสินค้า GI และประโยชน์จากการติดตราสัญลักษณ์ GI สอดคล้องกับ กัญยา (2552) อธิบายว่า ความสำคัญของการรับรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ และการเรียนรู้มีผลต่อการรับรู้ครั้งใหม่ โดยการสร้างการรับรู้ให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จัดเวทีสร้างการรับรู้ การจัดงานประชาสัมพันธ์ เป็นต้น เป็นการกระตุ้นให้ผู้ปลูกลิ้นจี่ เกิดแนวคิดในการผลิตลิ้นจี่ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” หรือการขออนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์สินค้า GI ต่อไป

Table 1 Perceptions of the Geographical Indications (GI) ‘Mae Jai Phayao Lychee’ of 155 lychee growers

Data about GI ‘Mae Jai Phayao Lychee’	No. of lychee growers (person)	%
1. Listening or learning about GI information		
Never	78	50.3
Ever	77	49.7
2. Hearing or receiving about GI information		
Radio	10	6.5
Television	6	3.9
Newspapers/pamphlets/Brochure	1	0.6
Training/ Information from government	69	44.5
Internet	1	0.6
Others (Leader)	1	0.6
3. Training about GI standard		
Never	103	66.5
Ever	52	33.5

กิจกรรมที่ 2 จากการศึกษาระดับความรู้ของผู้ปลูกลิ้นจี่ ก่อน-หลัง การเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” พบว่า ก่อนการเข้าร่วมฝึกอบรมฯ ผู้ปลูกลิ้นจี่มีระดับความรู้ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 56.8) รองลงมา คือ มีระดับความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 34.2) มีระดับความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 5.8) และมีความรู้ อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 3.2) โดยมีจำนวนข้อที่ผู้ปลูกลิ้นจี่ตอบถูกต่ำสุด 6 ข้อ สูงสุด 14 ข้อ และภายหลังการ

เข้าร่วมฝึกอบรมผู้ปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่มีระดับความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 89) รองลงมา คือ มีความรู้ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 10.3) และมีความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 0.7) โดยมีจำนวนข้อที่ผู้ปลูกลิ้นจี่ตอบถูกต่ำสุด 9 ข้อ สูงสุด 15 ข้อ โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ของผู้ปลูกลิ้นจี่ มีค่าเท่ากับ 9.97 และ 13.69 คะแนน ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Level of knowledge about GI standard of 155 lychee growers before and after attending the training or joining the education forum

Level	Pre-test			Post-test		
	Correct	%	Rating	Correct	%	Rating
1-3 score (very low)	-	-	-	-	-	-
4-6 score (low)	5	3.2	4	-	-	-
7-9 score (moderate)	53	34.2	2	1	0.7	3
10-12 score (more)	88	56.8	1	16	10.3	2
13-15 score (most)	9	5.8	3	138	89	1
Pre-testMin = 6 score	Max = 14 score		Mean = 9.97 score			
Post-testMin = 9 score	Max = 15 score		Mean = 13.69 score			

จากการเปรียบเทียบ ระดับความรู้ก่อนและ หลังการเข้าร่วมฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ของผู้ปลูกลิ้นจี่ (Table 3) พบว่า ระดับความรู้ หลังการเข้าร่วมฝึกอบรมฯ (\bar{x} =13.69) สูงกว่าระดับความรู้ก่อนการเข้าร่วมฝึกอบรมฯ (\bar{x} =9.97) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่ให้เห็นว่า การฝึกอบรมมีผลทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่มีความรู้เพิ่มขึ้น

โดยในการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ผู้ปลูกลิ้นจี่ได้ความรู้จากวิทยากรที่มีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสินค้า GI ได้เห็นภาพจากการชมวีดิทัศน์ของผู้ปลูกลิ้นจี่ที่มีประสบการณ์ในการขออนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ GI มีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้า GI ในมิติต่าง ๆ ทั้งการผลิตลิ้นจี่คุณภาพตามมาตรฐาน GI ข้อกำหนดของสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจ

พะเยา” และประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้ตราสัญลักษณ์ GI ทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ได้รับความรู้และเกิดความสนใจต่อข้อมูล มีการแสดงความคิดเห็นระหว่างผู้ปลูกลิ้นจี่กับวิทยากร ซึ่งตัวเลขเชิงสถิติเหล่านี้ถือเป็นดัชนีถึงความสำเร็จในการฝึกอบรมสอดคล้องกับ ธิดาภรณ์ (2561) ที่อธิบายว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการที่ช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และความสามารถของบุคคล เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลไปในทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้

หลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรมยังได้เปิดโอกาสให้ผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการฝึกอบรมและสนใจ ร่วมสมัครขอรับการประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ เพื่อขอใช้ตราสัญลักษณ์ GI รวมทั้งมีเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องลงพื้นที่เพื่อติดตาม ให้คำแนะนำในกระบวนการควบคุมคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ และขั้นตอนในการสุ่มผลผลิตเพื่อนำมาประเมินคุณภาพตามข้อกำหนดของสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” อีกด้วย

Table 3 Comparison of knowledge levels about GI standard of lychee growers before and after attending the training or joining the education forum

Items	Pre-test		Post-test		P-value	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	t	Sig
Knowledge	9.97	1.72	13.69	1.07	-24.50	.000*

Remarks: * = significantly different at $p < 0.05$

กิจกรรมที่ 3 การประเมินคุณภาพลิ้นจี่ของผู้ปลูกลิ้นจี่กลุ่มตัวอย่าง (ผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เข้าร่วมการฝึกอบรม) มีผู้ปลูกลิ้นจี่ที่สมัครใจเข้ารับการประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่เพื่อขอใช้ตราสัญลักษณ์ สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จำนวน 57 ราย โดยนำผลลิ้นจี่มาทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางเคมี ตามข้อกำหนดของทะเบียนสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” พบว่า มีผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการประเมินคุณภาพลิ้นจี่ตามข้อกำหนดของทะเบียน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จำนวน

16 ราย คิดเป็นร้อยละ 28.07 ของจำนวนผู้ปลูกลิ้นจี่ที่สมัครประเมินคุณภาพ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับ ปี พ.ศ. 2563 จะเห็นได้ว่า มีจำนวนเพิ่มขึ้นทั้งผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ยื่นขอประเมินคุณภาพ สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จำนวน 16 ราย และผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการประเมินคุณภาพ สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จำนวน 1 ราย (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดพะเยา, 2563) คิดเป็นร้อยละ 6.25 ของจำนวนผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ยื่นขอประเมินคุณภาพ สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” (Figure 3)

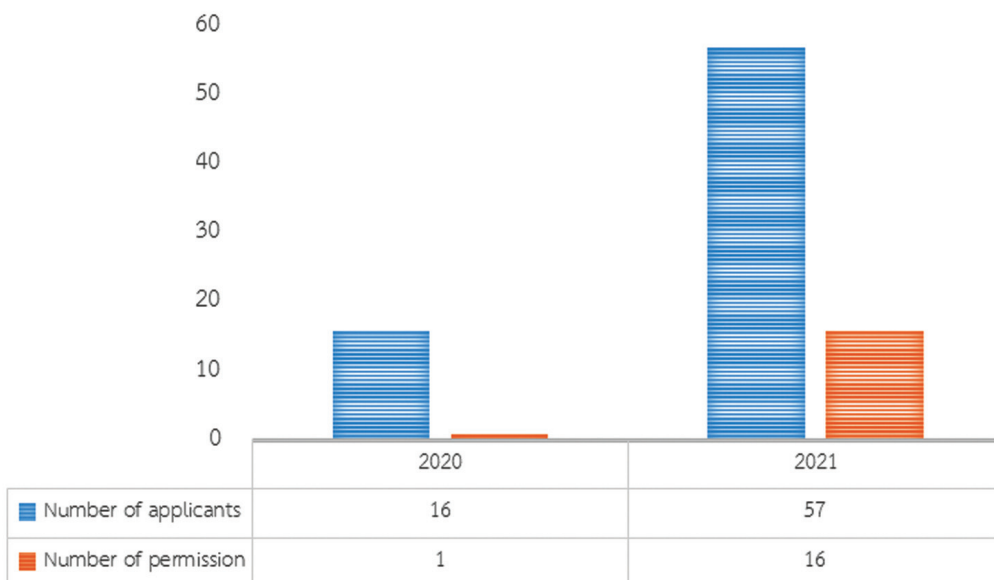


Figure 1 Number of applicants and permission to use the Lychee Mae Jai Phayao' GI standard during 2020-2021

จากจำนวนสัดส่วนของผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เพิ่มขึ้น ทั้งผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เข้าร่วมการประเมินคุณภาพผลผลิต ลิ้นจี่ เพื่อขอใช้ตราสัญลักษณ์ GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” และในส่วนของผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการประเมินจนได้รับ อนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ GI นั้น เกิดจากการที่ผู้ปลูก ลิ้นจี่ได้รับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ ขั้นตอน และ ข้อกำหนดในการตรวจประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ ตามทะเบียนสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” จากการ ฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” รวมทั้งลงพื้นที่เพื่อ ติดตามให้คำแนะนำในกระบวนการควบคุมคุณภาพ ผลผลิตลิ้นจี่ และขั้นตอนการประเมินคุณภาพ ผลผลิตลิ้นจี่เพื่อขอใช้ตรา GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่ได้มีการเตรียมความพร้อมในการ ดูแลรักษาคุณภาพของผลผลิตลิ้นจี่ตามข้อกำหนด ของสินค้า GI ตลอดจนทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่สามารถ เข้าใจในกระบวนการตรวจประเมินคุณภาพผลผลิต

ลิ้นจี่และปฏิบัติตามข้อกำหนดของทะเบียนสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ได้ ซึ่งในส่วนของผู้ปลูกลิ้นจี่ ที่เข้าร่วมการฝึกอบรมฯ แล้วแต่ยังไม่สมัครเข้าร่วม การประเมินผลผลิตลิ้นจี่ ส่วนหนึ่งผู้ปลูกลิ้นจี่แจ้งว่า กระบวนการและขั้นตอนการขอรับการประเมินนั้น ยุ่งยาก ทั้งผลตอบแทนที่จะได้รับการจำหน่าย สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ยังไม่มีความชัดเจน ว่าจะมากพอที่จะทำให้ผู้ปลูกลิ้นจี่แยกกับความ ยุ่งยากได้ และผู้ปลูกลิ้นจี่บางส่วนไม่มีการควบคุม ระบบการผลิตลิ้นจี่คุณภาพ จึงยังไม่มีความคิดที่จะ ขอประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ สำหรับในประเด็น ผลการประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ พบว่า ผู้ปลูกลิ้นจี่ ที่ไม่ผ่านการประเมินของมาตรฐานสินค้าลิ้นจี่ GI เนื่องจากมีค่าความหวานมากกว่า 17 องศาบริกซ์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานลิ้นจี่ GI อยู่ ในช่วง 16-17 องศาบริกซ์ หากมองถึงภาพรวม ของกระบวนการผลิตลิ้นจี่ของผู้ปลูกลิ้นจี่มีความ

คล้ายคลึงกัน และคุณภาพในด้านกายภาพก็ผ่านข้อกำหนด หากแต่เพียงค่าความหวานที่เกินจากข้อกำหนด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 18 องศาบริกซ์ ซึ่งค่าความหวานที่เกินไปเพียง 1 องศาบริกซ์ไม่อาจบอกได้ว่า คุณภาพของผลผลิตลิ้นจี่แตกต่างจากลิ้นจี่ที่มีค่าความหวาน 16-17 องศาบริกซ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิทยา และคณะ (2550) ที่รายงานว่า ลิ้นจี่คุณภาพพิเศษของอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา มีความหวาน 16 องศาบริกซ์ ขึ้นไป และกรมวิชาการเกษตร (2564) ยังได้อธิบายไว้ว่า ลิ้นจี่พันธุ์สงฮวย ที่สุกแก่จะมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ค่าความหวานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 19 องศาบริกซ์ ซึ่งข้อกำหนดค่าความหวานนี้ควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของลิ้นจี่พันธุ์สงฮวย ในพื้นที่อำเภอแม่ใจและไม่ปิดโอกาสสำหรับผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผลิตลิ้นจี่

คุณภาพและต้องการขอใช้ตรา GI เช่น กำหนดค่าความหวานไม่ต่ำกว่า 16 องศาบริกซ์ คล้ายกับข้อกำหนดของสินค้า GI ลิ้นจี่นครพนม ที่กำหนดความหวานไม่ต่ำกว่า 18 องศาบริกซ์ (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2557)

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยจัดสนทนากลุ่มย่อย (Focus group) ได้วิเคราะห์การผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” โดยใช้ SWOT analysis เพื่อค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายใน โอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก และนำมาจัดลำดับความสำคัญ ผลปรากฏดังนี้

Tabel 5 SWOT analysis for “Mae Jai Phayao Lychee” GI production

Strength	Weakness
S1 Mae Jai Phayao Lychee is unique.	W1 Lychee growers lack knowledge about
S2 Mae Jai Phayao Lychee is GI product of Phayao Province.	the production process and procedures for applying to use the GI logo.
S3 Lychee growers have wisdom, knowledge and highly experienced about lychee production.	W2 Lychee grower lack of motivation for GI lychee production.
S4 Lychee growers are grouped into large agricultural land plot.	W3 The GI lychee yields are not enough to meet the demands of consumers.
	W4 Lychee growers cannot set the prices of the GI lychee products.

Tabel 5 SWOT analysis for “Mae Jai Phayao Lychee” GI production (Cont.)

Opportunity	Threat
O1 Mae Jai District has the geography and climate suitable to produce the premium lychee fruits (weather and soil).	T1 The process for applying for the GI is complex and restrictive.
O2 Mae Chai District is an important and main area for lychee production in Phayao Province.	T2 There are few inspectors to monitor the quality of GI lychee products and causing delays.
O3 Both public and private sectors have support and promote about knowledge for lychee cultivation.	T3 Natural factors that contribute the quality of lychee production such as inclement weather, drought, heavy rain, disease, pests and insect.
O4 Consumers are increasingly demanding to consume GI lychee products.	T4 Restriction of GI lychee product quality control “Mae Jai Phayao Lychee”, especially, the specified of sweetness value is 16-17 (°Brix).
O5 Technology enables lychee growers to directly sell to consumers.	T5 Market demand study for GI products is less.

จากการวิเคราะห์โดยใช้ SWOT analysis นำมาสู่การกำหนดกลยุทธ์ TOWS matrix เพื่อหาแนวทางการส่งเสริมการผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” แบ่งเป็นกลยุทธ์ 4 ด้าน ได้แก่

กลยุทธ์เชิงรุก SO (ใช้จุดแข็งร่วมกับโอกาส) ได้แก่ พัฒนาสินค้าทุกกระบวนการผลิตให้สินค้ามีคุณภาพ เพื่อสร้างคุณค่าของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (S1 S2 S3 O3 O4) สร้างจุดเด่นของสินค้าผ่านคุณภาพสินค้าและเรื่องราวที่มีอัตลักษณ์โดดเด่นแตกต่างจากลิ้นจี่ทั่วไป (S1 O1 O2 O3) ส่งเสริมการรวมกลุ่มของผู้ปลูกลิ้นจี่เพื่อยกระดับความเข้มแข็ง และสร้างอำนาจการต่อรองราคา (S4 O4)

กลยุทธ์เชิงป้องกัน ST (ใช้จุดแข็งรับมือกับอุปสรรค) ได้แก่ ส่งเสริมผู้ปลูกลิ้นจี่รวมกลุ่มผลิตปัจจัยการผลิตใช้เองในแปลง เช่น ปุ๋ยหมัก ฮอร์โมนกับดักแมลง เพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าและลดต้นทุนในการผลิต (S4 T3) หน่วยงานที่รับผิดชอบสินค้า GI ได้แก่ กรมทรัพย์สินทางปัญญาพิจารณาแก้ไขข้อจำกัดของคุณลักษณะสินค้า GI เรื่องค่าความหวานให้มีความสอดคล้องกับ คุณลักษณะผลผลิตลิ้นจี่ในพื้นที่อำเภอแม่ใจ (S1 S2 T1 T4)

กลยุทธ์เชิงแก้ไข WO (ใช้โอกาสลดจุดอ่อน) ได้แก่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องขอในระดับพื้นที่ เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอ สำนักงานเกษตรจังหวัด และสถาบันการศึกษา พัฒนาองค์ความรู้ให้แก่

ผู้ปลูกลิ้นจี่มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิต ลิ้นจี่ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” (W1 O3) ประชาสัมพันธ์สินค้า เน้นสร้างการรับรู้คุณสมบัติตราสัญลักษณ์ GI และรับรู้คุณค่าของลิ้นจี่แม่ใจพะเยา ให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่และผู้บริโภคเพื่อให้ผู้ปลูกลิ้นจี่เห็นความสำคัญของการขอใช้ตรา GI และเพื่อให้ผู้บริโภคทราบถึงคุณค่า คุณสมบัติ รสชาติของสินค้าที่แตกต่างจากลิ้นจี่ที่อื่น (W3 W4 O4 O5)

กลยุทธ์เชิงรับ WT (แก้ไขจุดอ่อนและเลี่ยงอุปสรรค) คือ ศึกษาข้อมูลด้านการตลาด และแนวโน้ม การศึกษาความต้องการตลาดของสินค้า GI มีน้อย จึงควรศึกษาความต้องการผู้บริโภคเพื่อให้ทราบทิศทางของตลาดและแนวโน้มความต้องการสินค้า (W3 T5)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ปลูกลิ้นจี่เกินครึ่งไม่เคยได้ยินหรือรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้า GI โดยผู้ปลูกลิ้นจี่ที่เคยได้ยินหรือรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสินค้า GI มาจากการอบรม/ข้อมูลจากหน่วยงานราชการ และผู้ปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่ไม่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ซึ่งหลังจากผู้ปลูกลิ้นจี่เข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบการควบคุมคุณภาพมาตรฐานสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” พบว่า หลังการเข้าฝึกอบรมผู้ปลูกลิ้นจี่มีระดับความรู้ ($\bar{x}=13.69$) สูงกว่าระดับความรู้ก่อนเข้าฝึกอบรม ($\bar{x}=9.97$) และมีผู้ปลูกลิ้นจี่ที่ผ่านการเข้าร่วมการฝึกอบรมฯ ผ่านการประเมินคุณภาพผลผลิตลิ้นจี่ตามข้อกำหนดสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา”

สามารถใช้ตราสัญลักษณ์ GI สินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ได้ จำนวน 16 ราย โดยเมื่อวิเคราะห์ SWOT analysis ของการผลิตสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” สามารถสรุปเป็น กลยุทธ์ในการส่งเสริมการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ได้ 8 กลยุทธ์ ดังนี้ 1) พัฒนาสินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ทุกกระบวนการผลิตให้สินค้ามีคุณภาพ 2) สร้างจุดเด่นของสินค้าผ่านคุณภาพสินค้าและเรื่องราวที่มีอัตลักษณ์โดดเด่น 3) ส่งเสริมการรวมกลุ่มของผู้ปลูกลิ้นจี่เพื่อยกระดับความเข้มแข็ง และสร้างอำนาจการต่อรองราคา 4) พัฒนาองค์ความรู้ให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตลิ้นจี่ที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน สินค้า GI “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” 5) ประชาสัมพันธ์ เน้นสร้างการรับรู้คุณสมบัติตราสัญลักษณ์ GI และรับรู้คุณค่าของสินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา” ให้แก่ผู้ปลูกลิ้นจี่และผู้บริโภค 6) กรมทรัพย์สินทางปัญญาพิจารณาแก้ไขข้อจำกัดของคุณลักษณะสินค้า GI เรื่องค่าความหวาน 7) ส่งเสริมผู้ปลูกลิ้นจี่รวมกลุ่มผลิตปัจจัยการผลิตใช้เอง เพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าและลดต้นทุนในการผลิต และ 8) ศึกษาความต้องการผู้บริโภคเพื่อให้ทราบทิศทางของตลาดและแนวโน้มความต้องการสินค้า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา และสำนักงานเกษตรอำเภอแม่ใจ คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ตลอดจนถึงผู้ปลูกลิ้นจี่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2557. สินค้าสิ่งบ่งชี้ทาง
 ภูมิศาสตร์ ลิ้นจี่นครพนม. แหล่งข้อมูล
[https://www.ipthailand.go.th/images/
 781/56100101_no.pdf](https://www.ipthailand.go.th/images/781/56100101_no.pdf) (29 กันยายน
 2565).

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2560. ทิศทางสินค้า
 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ 2560. กระทรวงพาณิชย์,
 นนทบุรี.

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2562. การขึ้นทะเบียน
 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา.
 แหล่งข้อมูล [http://new.research.doae.
 go.th/GI/uploads/documents.pdf](http://new.research.doae.go.th/GI/uploads/documents.pdf)
 (20 มิถุนายน 2565).

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. 2565. สินค้า GI ในแต่ละ
 ภูมิภาค. แหล่งข้อมูล [https://www.
 ipthailand.go.th/th/gi_002.html](https://www.ipthailand.go.th/th/gi_002.html) (15
 กันยายน 2565).

กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์. 2562.
 สินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย (GI THAILAND).
 พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท ออนป้า จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. เทคโนโลยีการผลิตลิ้นจี่
 คุณภาพในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน. พิมพ์
 ครั้งที่ 1. บริษัท อาร์ พี พี ออล จำกัด,
 เชียงใหม่.

กันยา สุวรรณแสง. 2552. พฤติกรรมและสิ่งที่มี
 อิทธิพลต่อพฤติกรรม. โอเดียนสโตร์,
 กรุงเทพฯ.

กลุ่มสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ กรมทรัพย์สินทาง
 ปัญญา. 2547. ความรู้เบื้องต้น สิ่งบ่งชี้ทาง
 ภูมิศาสตร์. แหล่งข้อมูล [http://www.
 ipthailand.go.th/th/faq/item.html](http://www.ipthailand.go.th/th/faq/item.html) (20
 มิถุนายน 2565).

ธิดาภรณ์ ละม้ายศรี. 2561. การพัฒนาหลักสูตร
 ฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการ
 ปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ธุรการ โรงเรียน
 สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาประถม
 ศึกษาบึงกาฬ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา นวัตกรรมการบริหารการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
 พิทยา สรวมศิริ สมบัติ ศรีซวงค์ไสว บุรณพานิชพันธุ์
 จิราพร ดยุดิวฒิกุล พรชัย เหลืองอภาพงษ์
 อำพรพรณ พรมศิริ อัสนา อครพิศาล ชวนพิศ
 บุญชิตสิริกุล เกวลิน คุณาศักดากุล ดรุณี
 นภาพรม ฉันทรี จารุปาณทุ เยาวลักษณ์
 จันท์บาง ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข อรรวรรณ
 ฉัตรสีรุ่ง ชูชาติ สันทรทรัพย์ กรวรรณ ศรีงาม
 และกานต์ คงบรรทัด. 2550. รายงานการวิจัย
 เรื่อง โครงการพัฒนาคุณภาพและเพิ่มขีด
 ความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาด
 สินค้าลิ้นจี่ ระยะที่ 2 เพื่อรองรับผลกระทบ
 จากการเปิดเสรีทางการค้า. มหาวิทยาลัย
 เชียงใหม่, เชียงใหม่.

พรพินันท์ ยีรงค์. 2559. สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์กับ
 โอกาสทางการค้าของสินค้าท้องถิ่นเชียงราย.
 แหล่งข้อมูล [http://rs.mfu.ac.th/obels/
 ?p=520](http://rs.mfu.ac.th/obels/?p=520) (19 สิงหาคม 2565).

มหาวิทยาลัยพะเยา. 2563. คู่มือระบบควบคุม
 คุณภาพและมาตรฐานของสินค้า สิ่งบ่งชี้ทาง
 ภูมิศาสตร์ไทยสินค้า “ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา”
 ทะเบียนเลขที่ สช 62100120. มหาวิทยาลัย
 พะเยา, พะเยา.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดพะเยา. 2563. สินค้า
 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ลิ้นจี่แม่ใจพะเยา. แหล่ง
 ข้อมูล [https://region3.prd.go.th /](https://region3.prd.go.th/)

region3_ci/prphayao/news/19973 (18 สิงหาคม 2565).

สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ใจ. 2564. แผนพัฒนาการเกษตรระดับอำเภอแม่ใจปี 2561-2565. สำนักงานเกษตรอำเภอ แม่ใจ, พะเยา.

Cardoso, V.A., A.E.B.S. Lourenzani, M.M. Caldas, C.H.C. Bernardo and R. Bernardo. 2022. The benefits and barriers of geographical indications to producers: A review. *J. Renew. Agric. Food Syst.* 37(6): 707-719.

Yamane, T. 1973. *Statistics: An Introductory Analysis*. 2nd Edition. Harper and Row Publications, New York.

การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่น สำหรับการผลิตเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*)

Utilization of Local Agricultural Wastes for the Production of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*)

เจนจิรา นามิ* และ เฟ็น เสียว

Janejira Namee* and Phen Seak

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

Bachelor of Science, Program of Agricultural, Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn
Rajabhat University Under the Royal Patronage, Pathum Thani, 13180

* Corresponding author: Janejira.na@vru.ac.th

(Received: 6 October 2022; Revised: 22 November 2022; Accepted: 10 January 2023)

Abstract

The management of local agricultural waste is important to reduce the impact on the environment and also encourage farmers to have more income. The objective of this research was to study the production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by using 3 types of local agricultural waste as follows: rubber wood sawdust, rice straw, and sugarcane leaves as substrate materials. The experimental group was divided into 6 groups according to the mix ratio of the substrate material as follows: 1) rubber wood sawdust 100:0 (control group) 2) rice straw 100:0 3) sugarcane leaves 100:0 4) sugar cane leaves mixed with rice straw 75:25 5) sugar cane leaves mixed with rice straw 50:50 and 6) sugar cane leaves mixed with rice straw 25:75. All groups of substrate material added rice bran, gypsum plaster powder, lime and epsom salt at the ratio of 6, 2, 1 and 0.2 kg/100 kg of substrate material, packed in a 10×15 inch plastic bag, weighing 900 grams/bag. The results showed that the days of complete mycelium running in spawn in all experimental groups were not statistically different ($p>0.05$). The group of sugar cane leaves mixed with rice straw 75:25 had the highest average individual weight of the fruiting body at 5.89 grams,

the highest stalk length at 6.42 cm. and the highest cap diameter at 6.18 cm. ($p < 0.05$). In addition, the biological efficiency of the rubber wood sawdust 100:0 was the highest at 27.67%, followed by sugarcane leaves mixed with rice straw 75:25 and sugar cane leaves mixed with rice straw 50:50 at 19.44% and 19.89%, respectively. The nutritive value of the oyster mushroom found that the sugar cane leaves mixed with rice straw (50:50) had the highest dry matter, crude fiber and ash at 8.35%, 19.87% and 10.65%, respectively. Therefore, sugar cane leaves mixed with rice straw 75:25 result in size, weight and the perfection of the fruiting body meets the market demands. It is an interesting alternative agricultural waste to reduce the production cost of farmers.

Keywords: Oyster mushrooms, agricultural waste, substrate material

บทคัดย่อ

การจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นเป็นเรื่องสำคัญเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) โดยใช้วัสดุเพาะจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น 3 ชนิดคือ ชี้เลื้อย ไม้ยางพารา ฟางข้าว และใบอ้อย เป็นวัสดุเพาะเห็ด แบ่งกลุ่มการทดลองตามอัตราส่วนผสมของวัสดุเพาะ ออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้ 1) ชี้เลื้อยไม้ยางพารา 100:0 (กลุ่มควบคุม) 2) ฟางข้าว 100:0 3) ใบอ้อย 100:0 4) ใบอ้อยผสมฟางข้าว 75:25 5) ใบอ้อยผสมฟางข้าว 50:50 และ 6) ใบอ้อยผสมฟางข้าว 25:75 โดยวัสดุเพาะทุกกลุ่มเติมรำละเอียด ยิปซั่ม ปูนขาว และดีเกลือ ในอัตราส่วน 6, 2, 1 และ 0.2 กิโลกรัม/วัสดุเพาะ 100 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 10×15 นิ้ว น้ำหนัก 900 กรัม/ถุง ผลการทดลองพบว่า จำนวนวันที่เส้นใยเจริญเต็มถุงของทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยวัสดุเพาะ ใบอ้อยผสมกับฟางข้าว อัตราส่วน 75:25 มีน้ำหนักดอกเห็ดเฉลี่ยสูงสุด 5.85 กรัม/ดอก ก้านชูดอกเห็ดมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 6.42 เซนติเมตร และหมวกดอกเห็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดเท่ากับ 6.18 เซนติเมตร ($p < 0.05$) นอกจากนี้ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาพบว่าวัสดุเพาะชี้เลื้อย ไม้ยางพารา 100:0 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 27.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับ ฟางข้าว 75:25 และใบอ้อยผสมกับฟางข้าว 50:50 มีค่าเท่ากับ 19.44 เปอร์เซ็นต์ และ 19.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ด้านคุณค่าทางโภชนาของเห็ดนางรมพบว่าวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (50:50) มีปริมาณ ของวัตถุแห้ง เยื่อใย และเถ้า สูงสุดที่ 8.35 เปอร์เซ็นต์ 19.87 เปอร์เซ็นต์ และ 10.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว ในอัตราส่วน 75:25 ส่งผลให้ขนาด น้ำหนัก และ ความสมบูรณ์ของดอกเห็ด ตรงกับความต้องการของตลาด จึงจัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อีกทางเลือกที่น่าสนใจในการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร

คำสำคัญ: เห็ดนางรม วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วัสดุเพาะ

คำนำ

ประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่ทำการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต จะเหลือเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากถึง 43 ล้านตันต่อปี เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรส่วนใหญ่เกษตรกรมักนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์สำหรับปศุสัตว์ และอุตสาหกรรมปุ๋ยหมัก ส่วนที่เหลือยังคงถือว่าเป็นของเสียที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่จะกำจัดทิ้งโดยวิธีการเผา ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ (สามารถ, 2563) อย่างไรก็ตามของเสียจากการทำเกษตรหรืออุตสาหกรรมเกษตรเหล่านี้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดได้ เนื่องจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้มีองค์ประกอบของลิกโนเซลลูโลสสูง (Valverde *et al.*, 2015) นอกจากนี้การนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการเพาะเห็ดยังสามารถลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร และสร้างโอกาสการจ้างงานโดยเฉพาะสำหรับเยาวชน และบุคคลว่างงานที่สนใจการเพาะเห็ดได้อีกด้วย ซึ่งการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดจะส่งผลโดยตรงต่อความยั่งยืน และการพัฒนาของประเทศ

เห็ดมีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุลิกโนเซลลูโลสด้วยเอนไซม์ (Kumla *et al.*, 2020) ในประเทศไทยเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) เป็นเห็ดที่นิยมรับประทานมากที่สุดเนื่องจากมีรสชาติดี เนื้อไม่เหนียว มีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 27.23 ไฟเบอร์ร้อยละ 26.28 ใยร้อยละ 9.08 และยังประกอบด้วยไขมันร้อยละ 3.07 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 37.69 ส่วนวิตามินที่พบ เช่น วิตามินดี วิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 5 และวิตามินบี 6 (Dicks and Ellinger, 2020)

ในธรรมชาติเห็ดนางรมสามารถเจริญเติบโตบนพื้นผิวที่หลากหลาย ปรับตัวกับสภาพอากาศอากาศได้ดี (Ferdousi *et al.*, 2019) จากงานวิจัยการศึกษาศักยภาพการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการเพาะเห็ดนางรม ได้แก่ เศษฝ้าย ฟางข้าวสาธิต ฟางข้าว ชานอ้อย ใบอ้อย และชังข้าวโพด พบว่าวัสดุเพาะฟางข้าว ชานอ้อย ใบอ้อย และชังข้าวโพด ให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อย (Dewany *et al.*, 2018) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นสำหรับการผลิตเห็ดนางรม ทดแทนวัสดุเพาะเดิมขี้เลื่อยไม่แย่งพาราเพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิต และลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ใช้เป็นแนวทางเพื่อการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง Potato dextrose agar (PDA) หนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และแยกเชื้อจากดอกเห็ดที่มีลักษณะสมบูรณ์ โดยใช้มีดตัดเนื้อเยื่อภายในบริเวณรอยเชื่อมระหว่างก้านดอกกับหมวกดอก วางบนอาหารด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส จากนั้นย้ายเส้นใยที่เจริญแล้วลงอาหารใหม่ จะได้หัวเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารแข็ง PDA

การเตรียมหัวเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง

นำเมล็ดข้าวฟ่างมาทำความสะอาดแช่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน และนำไปต้มจนเมล็ดข้าวฟ่างสุก 1 ใน 4 ส่วนของปริมาณข้าวฟ่าง โดยสังเกตได้จากเมล็ดที่มีลักษณะพองและมีรอยปริแตกเล็กน้อย และไม่ควรต้มจนเมล็ดข้าวฟ่างพองบาน เพราะ

จะทำให้เมล็ดข้าวฟางและเกินไปใช้เลี้ยงเชื้อได้ไม่ค่อยดี ผึ่งให้เมล็ดข้าวฟางแห้งจากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้วปิดฝาขวด นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำหัวเชื้อเห็ดบรืสุที่บ่นอาหารแข็ง PDA อายุ 5 วันมาตัดให้ได้ชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยและมีรูปร่างสี่เหลี่ยมขนาด 1×1 เซนติเมตร วางด้านที่มีเส้นใยสัมผัสกับเมล็ดข้าวฟาง ปิดฝาขวด บ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นำไปหยอดเชื้อเมื่ออายุ 10 วันหรือจนกว่าเส้นใยเจริญคลุมเมล็ดข้าวฟางทั้งหมด

การเตรียมวัสดุเพาะเห็ด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ตามอัตราส่วนของวัสดุหลักได้แก่ ขี้เลื่อยยางพารา ฟางข้าว และไบอ้อย จำนวน 6 กลุ่ม 3 ซ้ำ ดังนี้ (T1) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (RWS) อัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม), (T2) ฟางข้าว (RS) อัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์, (T3) ไบอ้อย (SL)

อัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์, (T4) ไบอ้อย+ฟางข้าว อัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์, (T5) ไบอ้อย+ฟางข้าว อัตราส่วน 50:50 เปอร์เซ็นต์ และ (T6) ไบอ้อย+ฟางข้าว อัตราส่วน 25:75 เปอร์เซ็นต์ ทุกอัตราส่วนเติมรำละเอียด ยิปซั่ม ปูนขาว และ ดีเกลือ ในอัตราส่วน 6, 2, 1 และ 0.2 กิโลกรัม/วัสดุเพาะหลัก 100 กิโลกรัม ตามลำดับ สับฟางข้าวแห้ง ขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร ด้วยเครื่องสับย่อย นำฟางข้าวที่สับย่อยแล้ว แช่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำฟางขึ้นจากน้ำแช่ พักไว้ให้พองหมด นำมากองเป็นกองเตี้ย คลุกผสมกับส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน (Figure 1) คลุมด้วยผ้าฝ้ายเป็นเวลา 3 วัน โดยกลับกองทุก ๆ 1 วัน เพื่อหมักฟางให้อ่อนนุ่ม เมื่อครบกำหนดนำวัสดุเพาะที่เตรียมบรรจุใส่ถุงพลาสติกสำหรับเพาะเห็ดขนาด 10×15 นิ้ว โดยบรรจุวัสดุเพาะน้ำหนัก 900 กรัมต่อถุง จำนวนสูตรละ 20 ถุง จากนั้นอัดก้อนให้แน่นพอประมาณ ใส่คอขวดพลาสติก ดึงถุงให้ตึงปิดจุก นำก้อนวัสดุเพาะไปนึ่ง



Figure 1 Substrate ratio: (T1) Rubber wood sawdust: RWS (100:0), (T2) Rice straw: RS (100:0), (T3) Sugarcane-leaf: SL (100:0), (T4) SL+RS (75:25), (T5) SL+RS (50:50), (T6) SL+RS (25:75)

ฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งแบบไม่อัดความดันที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทั้งไว้จนหม้อนึ่งเย็นนำก้อนออกมาพักสำหรับขยายเชื้อเห็ดลงก้อนต่อไป (วัสดุเพาะใบอ้อยการเตรียมทำเช่นเดียวกับฟางข้าว) การหยอดเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างลงก้อนเชื้อเห็ดโดยเทคนิคปลอดเชื้อ หยอดเชื้อก้อนละประมาณ 20 เมล็ด แล้วปิดจุกทันที บ่มก้อนที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อเจริญเต็มก้อนนำไปเปิดดอกในโรงเรือนในวัสดุเพาะแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของวัสดุดังนี้

- 1) ฟางข้าวมีส่วนประกอบหลักเซลลูโลส 30 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 50 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 15 เปอร์เซ็นต์
- 2) ขี้เลื่อยไม้ยางพารามีส่วนประกอบหลักเซลลูโลส 40-50 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 24-40 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 18-25 เปอร์เซ็นต์
- 3) ใบอ้อยส่วนประกอบหลักเซลลูโลส 25-40 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 35-40 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 30-40 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น (รัชพล, 2558; Cheung and Anderson, 1997)

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเส้นใย ผลผลิต และคุณภาพของดอกเห็ดนางรม

เก็บข้อมูลอัตราการเจริญของเส้นใย โดยการประเมินการเจริญเติบโตของเส้นใยบนก้อนทุก 4, 8, 12 และ 15 วัน จำนวน 20 ก้อน โดยประเมินด้วยสายตา เมื่อเปิดดอกเห็ดทำการเก็บผลผลิตและคุณภาพของดอกเห็ด ได้แก่ น้ำหนักสด ขนาดดอก ความยาวก้านดอก และจำนวนดอกเฉลี่ยต่อ 1 ช่อ และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (Biological efficiency; BE) (Prasad *et al.*, 2018)

$$\text{ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดดอกเห็ด}}{\text{น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ}} \times 100$$

วิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารด้วยวิธี proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (1995) ได้แก่ ความชื้น (Moisture) เชื้อใยรวม (Crude fiber) โปรตีน (Protein) และเถ้า (Ash)

แผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Fisher's Least Significant Difference; LSD ($p < 0.05$) ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 22

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญของเส้นใยบนวัสดุเพาะหลังจากหยอดเชื้อระยะเวลา 4 วัน พบว่ามีการเจริญของเส้นใยเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ที่ระยะเวลา 8, 12 และ 15 วัน พบว่าการเจริญของเส้นใยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ระยะเวลา 15 วัน วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) มีการเจริญของเส้นใยสูงสุด 67.24 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุเพาะใบอ้อย (100:0) มีการเจริญของเส้นใยน้อยที่สุด 58.73 เปอร์เซ็นต์ วัสดุเพาะที่ใช้ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยจนเต็มวัสดุเพาะน้อยที่สุดคือ วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) ใช้เวลา 16.91 วัน (Table 1) ซึ่งการเจริญและพัฒนาของเส้นใยจนกระทั่งเป็นดอกเห็ดมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากวัสดุที่ใช้เพาะแตกต่างกัน โดยในวัสดุเพาะแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของปริมาณของอัลฟาเซลลูโลส (alpha-cellulose),

เฮมิเซลลูโลส (hemi-cellulose) และลิกนิน (lignin) ในปริมาณที่เหมาะสมช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเส้นใย แต่ในทางกลับกัน ถ้าในวัสดุเพาะเห็ดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (phenolics หรือ phenolic compounds) จะชะลอการเจริญและการพัฒนาของเส้นใย (Wang *et al.*, 2001) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า หลังจากหยุดเชื้อเป็นระยะเวลา 8 วัน การเจริญและพัฒนากการของเส้นใยสูงที่สุดพบที่วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100:0) เนื่องจากในขี้เลื่อยไม้ยางพารามีปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตในช่วงเริ่มต้นภายหลังการหยุดเชื้อ แม้ว่าการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเส้นใยน้อยที่สุดจะพบที่วัสดุเพาะใบอ้อย (100:0), ใบอ้อยผสมฟางข้าว (25:75) และใบอ้อยผสมฟางข้าว (75:25) ซึ่งสอดคล้องกับผลทดลองของ Morzina *et al.* (2022) รายงานว่าในวัสดุเพาะเห็ดที่เป็นใบอ้อย หรือฟางข้าวมีอัตราการเจริญและการพัฒนาการ

ของเส้นใยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุเพาะที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา แต่วัสดุเพาะใบอ้อย หรือฟางข้าวจะใช้เวลาในการเจริญจนเต็มวัสดุเพาะน้อยที่สุด รายงานของ Sardara *et al.* (2017) วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา และฟางข้าวทำให้มีการเจริญเติบโตและพัฒนาของเส้นใยที่ดีภายหลังจากการหยุดเชื้อ ในการศึกษาของ Sardar *et al.* (2020) รายงานการเจริญและพัฒนาของเส้นใยของเชื้อเห็ดนางรมหลวง หรือเห็ดออริจิจิ (*Pleurotus eryngii*) อย่างรวดเร็วภายหลังจากการหยุดเชื้อบนวัสดุที่ใช้เพาะเป็นฟางข้าว ซึ่งอาจเนื่องมาจากความผันแปรของวัสดุเพาะและชนิดของเห็ดที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้เห็ดนางรมให้จำนวนดอกเห็ดมากที่สุดที่วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100:0) และใบอ้อยผสมฟางข้าว (25:75) เนื่องจากส่วนผสมนี้มีปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินในปริมาณที่สูงกว่า ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของเห็ดนางรม

Table 1 Percent mycelial growth of oyster mushroom on different local agricultural waste substrates

Treatments	Percent (%) Mycelium growth				Complete Mycelium Running in Spawn
	4	8	12	15	
RWS (100:0)	9.42 ^a	28.14 ^a	30.74 ^{bc}	60.37 ^b	28.14 ^c
RS (100:0)	8.10 ^a	20.78 ^b	37.89 ^b	60.41 ^b	20.78 ^b
SL (100:0)	9.78 ^a	16.91 ^c	35.78 ^b	58.73 ^c	17.65 ^a
SL+RS (75:25)	8.47 ^a	18.35 ^c	43.12 ^a	60.23 ^b	18.35 ^a
SL+RS (50:50)	8.98 ^a	20.10 ^b	34.55 ^b	60.47 ^b	20.10 ^b
SL+RS (25:75)	9.14 ^a	17.65 ^c	48.54 ^a	67.24 ^a	16.91 ^a
F-test	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
%CV	0.32	14.00	34.28	7.56	14.01

Remarks: The means with the same column do not differ significantly as per LSD test ($p < 0.05$); RWS: Rubber wood sawdust; RS: Rice straw; SL: Sugarcane-leaf

เมื่อเส้นใยเจริญเติบโตจนเต็มวัสดุเพาะแล้ว จึงนำก้อนเห็ดย้ายไปโรงเรือนที่ใช้สำหรับการเปิดดอก ภายในโรงเรือนจะควบคุมอุณหภูมิที่ 28-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-90 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 5 วัน ก้อนเห็ดจะเริ่มออกดอกในระยะแรก จากการทดลองพบว่าดอกเห็ดที่ออกในรุ่นที่ 1 วัสดุเพาะซีลี้อยไม้ยางพารา (100:0) ให้ดอกเห็ดมากที่สุดจำนวน 12.15 ดอก/ก้อน วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) ให้ดอกเห็ดรองลงมา

จำนวน 11.25 ดอก/ก้อน และการออกดอกเห็ดรุ่นที่ 2 วัสดุเพาะซีลี้อยไม้ยางพารา (100:0) ให้ดอกเห็ดมากที่สุดจำนวน 10.24 ดอก/ก้อน และรองลงมาวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) ให้ดอกเห็ดจำนวน 10.10 ดอก/ก้อน จากการนับจำนวนดอกเห็ดเฉลี่ย พบว่าวัสดุเพาะซีลี้อยไม้ยางพารา (100:0) และวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) ทั้ง 2 รุ่นมีจำนวนดอกเห็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 2)

Table 2 Number of fruiting body Per Packet of oyster mushroom on different local agricultural waste substrates

Treatments	Number of Fruiting Bodies Per Packet	
	1 st Flush	2 nd Flush
RWS (100:0)	12.15 ^a	10.24 ^a
RS (100:0)	5.64 ^b	6.02 ^{bc}
SL (100:0)	5.53 ^b	2.24 ^d
SL+RS (75:25)	6.17 ^b	7.44 ^b
SL+RS (50:50)	6.11 ^b	5.62 ^{bc}
SL+RS (25:75)	11.25 ^a	10.10 ^a
F-test	<0.05	<0.05
%CV	7.69	7.63

Remarks: The means with the same column do not differ significantly as per LSD test ($p < 0.05$); RWS: Rubber wood sawdust; RS: Rice straw; SL: Sugarcane-leaf

หลังจากเปิดดอกเป็นเวลา 5 วัน เห็ดออกดอกในรุ่นที่ 1 วัดขนาดของดอกเห็ดทุกดอกโดยทำการวัดความยาวก้านชูดอกเห็ด มีค่าระหว่าง 5.20-6.42 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านชูดอกเห็ด มีค่าระหว่าง 0.31-0.39 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกเห็ดมีค่าระหว่าง 5.61-6.30 เซนติเมตร และความหนา

ของหมวกเห็ดมีค่าระหว่าง 0.18-0.22 เซนติเมตร พบว่าดอกเห็ดขนาดรวมในรุ่นที่ 1 ที่ใช้วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (75:25) มีความยาวของก้านชูดอกและเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านชูดอกสูงที่สุด 6.42 และ 0.39 เซนติเมตร ส่วนขนาดของหมวกดอกที่ใช้วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (25:75) มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางหมวกดอกมากที่สุดเฉลี่ย 6.30 เซนติเมตร และในส่วนของ

ความหนาของหมวกดอกวัสดุที่ใช้เพาะในแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p > 0.05$ และผลผลิตรุ่นที่ 2 มีความยาวของก้านชูดอกมีค่าระหว่าง 4.75-6.18 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านชูดอกมีค่าระหว่าง

0.27-0.41 เซนติเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอก มีค่าระหว่าง 5.07-6.03 เซนติเมตร และความหนาของหมวกดอกมีค่า 0.11-0.19 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3 และ Figure 2)

Table 3 Size of fruiting body of oyster mushroom on different local agricultural waste substrates

Treatments	First Flush (cm)				Second Flush (cm)			
	Size of Stalk		Size of Cap		Size of Stalk		Size of Cap	
	Length	Diameter	Diameter	Thickness	Length	Diameter	Diameter	Thickness
RWS (100:0)	6.19 ^{ab}	0.37 ^b	5.67 ^{cd}	0.22 ^a	6.18 ^a	0.41 ^a	5.18 ^b	0.19 ^a
RS (100:0)	5.44 ^{ab}	0.37 ^b	5.61 ^d	0.22 ^a	5.35 ^b	0.31 ^b	5.27 ^b	0.15 ^c
SL (100:0)	5.65 ^{ab}	0.34 ^c	5.61 ^d	0.19 ^a	5.42 ^b	0.29 ^b	5.26 ^b	0.17 ^b
SL+RS (75:25)	6.42 ^a	0.39 ^a	6.18 ^{ab}	0.19 ^a	5.37 ^b	0.37 ^{ab}	6.03 ^a	0.19 ^a
SL+RS (50:50)	5.35 ^b	0.34 ^c	5.96 ^b	0.21 ^a	5.31 ^b	0.29 ^b	5.42 ^b	0.11 ^d
SL+RS (25:75)	5.20 ^b	0.31 ^d	6.30 ^a	0.18 ^a	4.75 ^c	0.27 ^c	5.07 ^b	0.11 ^d
F-test	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
%CV	7.69	7.63	0.20	0.01	0.08	0.00	0.17	0.05

Remarks: The means with the same column do not differ significantly as per LSD test ($p < 0.05$); RWS: Rubber wood sawdust; RS: Rice straw; SL: Sugarcane-leaf

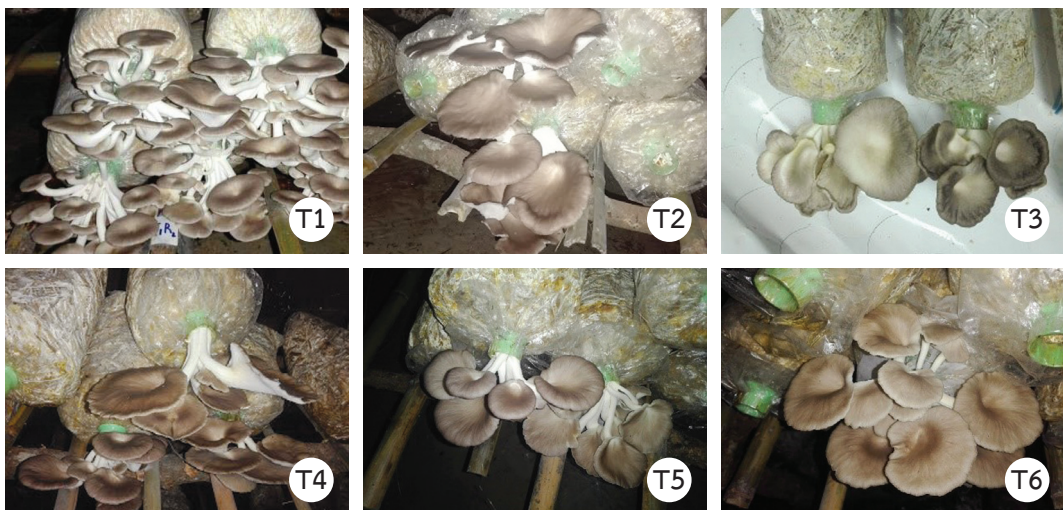


Figure 2 The characteristics of mushroom on the substrates: (T1) Rubber wood sawdust: RWS (100:0), (T2) Rice straw: RS (100:0), (T3) Sugarcane-leaf: SL (100:0), (T4) SL+RS (75:25), (T5) SL+RS (50:50), (T6) SL+RS (25:75)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาแสดงให้เห็นความแตกต่างของขนาดของก้านชูดอกและหมวกดอกซึ่งอาจเกิดจากการแปรผันของสายพันธุ์ของเห็ดนางรมรวมถึงพื้นผิวของวัสดุเพาะและสภาพการเจริญของเส้นใยที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองสอดคล้องกับ Shah *et al.* (2004) รายงานว่าวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีขนาดของก้านชูดอกและหมวกดอกเห็ดอยู่ในระดับปานกลางจากการทดลองจะเห็ดได้ว่าวัสดุเพาะใบอ้อยผสมฟางข้าว (75:25) มีความยาวก้านชูดอกและขนาดหมวกดอกมากที่สุด ในดอกเห็ดทั้ง 2 รุ่น

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของดอกเห็ดได้ทำการชั่งน้ำหนักดอกเดี่ยวและช่อดอกต่อก่อนพบว่าดอกเห็ดที่ใช้วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (75:25) ทั้ง 2 รุ่น มีน้ำหนักดอกเดี่ยวมากที่สุด 5.85 และ 5.31 กรัมต่อดอก ตามลำดับ แต่เมื่อชั่งน้ำหนักของดอกเห็ดต่อก่อน พบว่าวัสดุเพาะขี้เลื่อย

ไม้ยางพารา (100:0) มีน้ำหนักมากที่สุดทั้ง 2 รุ่น คือ 62.08 และ 43.41 กรัมต่อก่อน ตามลำดับ (Table 4) อาจจะเนื่องมาจากการที่มีจำนวนดอกเห็ดต่อก่อนมาก ในส่วนค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency: B.E.) พบว่าวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา RWS (100:0) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 27.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (75:25) และใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (50:50) มีค่าเท่ากับ 19.44 เปอร์เซ็นต์ และ 19.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) Triribhuvanamala *et al.* (2012) แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาของฟางข้าวในการเพาะเห็ดมีประมาณร้อยละ 10.2-15.0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากฟางข้าวมีสารเซลลูโลสซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ เหมาะกับการเจริญเติบโตของเห็ดที่ต้องย่อยสลายและดูดซึมสารอาหารไปใช้

Table 4 Yield and biological efficiency of oyster mushroom on different local agricultural waste substrates

Treatments	First Flush (g)		Second Flush (g)		Biological Efficiency (%)
	Individual Weight of Fruiting Body	Weight of Fruiting Bodies Per Packet	Individual Weight of Fruiting Body	Weight of Fruiting Bodies Per Packet	
RWS (100:0)	5.11 ^b	62.08 ^a	4.24 ^b	43.41 ^a	27.67 ^a
RS (100:0)	4.69 ^c	26.45 ^d	4.32 ^b	26.00 ^c	16.09 ^{bc}
SL (100:0)	3.19 ^d	17.64 ^e	2.95 ^d	6.60 ^d	10.38 ^c
SL+RS (75:25)	5.85 ^a	46.80 ^b	5.31 ^a	39.51 ^b	19.44 ^b
SL+RS (50:50)	4.66 ^c	28.47 ^d	4.38 ^b	24.62 ^c	19.89 ^b
SL+RS (25:75)	4.16 ^c	36.09 ^c	3.25 ^c	32.83 ^b	15.32 ^{bc}
F-test	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
%CV	0.67	21.35	0.61	14.37	47.51

Remarks: The means with the same column do not differ significantly as per LSD test ($p < 0.05$); RWS: Rubber wood sawdust; RS: Rice straw; SL: Sugarcane-leaf

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักดอกเห็ดต่อดอก และน้ำหนักดอกเห็ดต่อก้อน จะพบว่าใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (75:25) ให้น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 5.85 กรัมต่อดอก และ 46.80 กรัมต่อก้อน ตามลำดับ เนื่องจากใบอ้อยที่นำมาใช้เป็นวัสดุเพาะนั้นประกอบด้วยธาตุอาหารซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ และมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม ทำให้ได้ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้น (วิมลและวรรณวิภา, 2561) ในส่วนวัสดุเพาะจากฟางข้าวเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย นิยมใช้เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการผลิตเห็ด เนื่องจากมีประสิทธิภาพทางชีววิทยาที่ไม่แตกต่างกัน (Kumla *et al.*, 2020) ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมการเกษตรที่ได้จากลำต้นแห้งของธัญพืชหลังการเก็บเกี่ยว และจัดเป็นพืชชีวมวลที่เป็นวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส โดยมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ เซลลูโลส 32-47 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 19-27 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 5-24 เปอร์เซ็นต์ (Tufail *et al.*, 2018) เป็นวัสดุเพาะที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ดี แต่หากนำไปเป็นวัสดุเพาะเพียงชนิดเดียวจะมีระยะเวลาการให้ผลผลิตสั้นกว่าวัสดุเพาะชนิดอื่น จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าฟางข้าวสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมได้ เนื่องจากฟางข้าวมีส่วนประกอบหลักเป็นลิกโนเซลลูโลสซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ และองค์ประกอบทางเคมีที่

เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดที่สามารถย่อยสลายและดูดซึมสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของครุปรกรณ์ (2565) ที่พบว่าการใช้ขานอ้อยฟางข้าวไมยราบยักษ์เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมทำให้เห็ดมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตเห็ดนั้นเกษตรกรที่สนใจเพิ่มผลผลิตเห็ดสามารถนำขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์มาบดย่อยเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการผลิตเห็ดได้เป็นอย่างดี และยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นการผลิตมลพิษจากการเผากำจัดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้อีกทางหนึ่ง

ด้านคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางรมที่ใช้เศษเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นวัสดุเพาะในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณของวัตถุดิบแห้งของเห็ดสูงสุด 8.35 เปอร์เซ็นต์ คือวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (50:50) ส่วนของเชื้อโดยรวมสูงสุด 19.87 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวมของน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 22.53 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วัสดุเพาะใบอ้อย (100:0) รองลงมาได้แก่วัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (75:25) คือ 21.81 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของเถ้าพบสูงที่สุดในวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าว (50:50) คือ 10.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเถ้ารวมทั้งหมดของวัตถุดิบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ $p < 0.05$

Table 5 Nutritive values of oyster mushroom on different local agricultural waste substrates

Treatments	Dry matter (%)	Crude fiber (% of dry matter)	Protein (% of dry matter)	Ash (% of dry matter)
RWS (100:0)	7.96 ^{ab}	17.71 ^{abc}	21.03 ^{ab}	6.88 ^c
RS (100:0)	8.01 ^{ab}	17.21 ^{bc}	16.82 ^c	10.21 ^{ab}
SL (100:0)	8.26 ^a	15.36 ^c	22.53 ^a	8.65 ^b
SL+RS (75:25)	6.85 ^b	17.73 ^{abc}	21.81 ^a	9.50 ^{ab}
SL+RS (50:50)	8.35 ^a	19.87 ^a	19.30 ^b	10.65 ^a
SL+RS (25:75)	6.74 ^b	18.59 ^{ab}	17.26 ^c	9.23 ^{ab}
F-test	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
%CV	7.58	30.45	25.78	27.05

Remarks: The means with the same column do not differ significantly as per LSD test ($p < 0.05$); RWS: Rubber wood sawdust; RS: Rice straw; SL: Sugarcane-leaf

สรุปผลการวิจัย

วัสดุเพาะฟางข้าวและใบอ้อยสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการใช้วัสดุเพาะใบอ้อยผสมฟางข้าวในอัตราส่วน 50:50 และอัตราส่วน 75:25 ซึ่งเห็ดนางรมสามารถดึงสารอาหารจากวัสดุเพาะฟางข้าวและใบอ้อยมาใช้ในการสร้างชีวมวลของดอกเห็ดมีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency: B.E.) เท่ากับ 19.89 เปอร์เซ็นต์ และ 19.44 เปอร์เซ็นต์ ในด้านคุณค่าทางโภชนาของเห็ดนางรมที่ใช้วัสดุเพาะฟางข้าวและใบอ้อยมีปริมาณ

ของวัตถุแห้ง เยื่อใยรวม โปรตีนรวม และเถ้าสูงกว่าเมื่อเทียบกับดอกเห็ดนางรมที่ใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา ดังนั้นวัสดุเพาะใบอ้อยผสมกับฟางข้าวส่งเสริมให้ดอกเห็ดมีขนาดที่ใหญ่และน้ำหนักดี ดอกเห็ดมีความสมบูรณ์ตรงตามที่ตลาดต้องการ และมีคุณค่าทางโภชนาที่สูงเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา ใบอ้อย และฟางข้าวให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน สามารถเลือกใช้วัสดุเพาะใบอ้อยและฟางข้าวที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้

เอกสารอ้างอิง

- ครุปรกรณ์ ละเอียดอ่อน. 2565. การประยุกต์ใช้
 ขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์เป็นวัสดุ
 เพาะเห็ดนางรมเทา. วารสารวิจัยและส่งเสริม
 วิชาการเกษตร 39(1): 28-39.
- รัชพล พวงวงศ์รัตน์. 2558. กระบวนการปรับสภาพ
 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเห็ดนางรมจาก
 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรประเภทลิกโน
 เซลลูโลส. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian
 มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์
 สังคมศาสตร์และศิลปะ) 2(1): 143-157.
- วิมล ภูกองไชย และวรรณวิภา แก้วประดิษฐ์. 2561.
 การจัดการเศษซากใบอ้อยที่ส่งผลกระทบต่อ
 ย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจน.
 เกษตร ฉบับพิเศษ 46(1): 25-29.
- สามารถ ใจเตี้ย. 2563. การใช้ประโยชน์วัสดุ
 เหลือใช้ทางการเกษตรของเกษตรกร
 ในเทศบาลตำบลชี้เหล็ก อำเภอแมริม จังหวัด
 เชียงใหม่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการ
 เกษตร 38(2): 79-88.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis of
 the association of official analytical
 chemists. 16th ed. Washington D.C. USA.
- Cheung, S.W and B.C. Anderson. 1997.
 Laboratory investigation of ethanol
 production from municipal primary
 wastewater. Bioresour. Technol. 59:
 81-96.
- Dewany, C.E., F. Awad and A.M. Zaghoul.
 2018. Utilization of rice straw as a low-
 cost natural by production agriculture.
 Int. j. environ. pollut. environ. model.
 1(4): 91-102.
- Dicks, L. and S. Elinger. 2020. Effect of the
 intake of oyster mushrooms (*Pleurotus
 ostreatus*) on cardiometabolic
 parameters-a systematic review of
 clinical trials. Nutrients. 12(4): 1134.
- Ferdousi, J., J.A. Riyadh, M.I. Hossain, S.R.
 Saha and M. Zakaria. 2019. Mushroom
 production benefits, status, challenges
 and opportunities in Bangladesh: A
 review. Annu Res Rev Biol. 34: 1-13.
- Kumla, J.N., Suwannarach, K. Sujarit, W.
 Penkhrue, P. Kakumyan, K. Jatuwong,
 S. Vadthanarat and S. Lumyong. 2020.
 Cultivation of mushrooms and their
 lignocellulolytic enzyme production
 through the utilization of agro-industrial
 waste. Molecules. 25: 2-41.
- Morzina, A., F.H. Riyadh, A.A. Fahed, A.T. Md,
 A. Sharmin and M. Shreef. 2022.
 Utilization of Agro-Industrial Wastes for
 the Production of Quality Oyster
 Mushrooms. Sustainability. 14(994):
 1-10.
- Prasad, S., H. Rathore, S. Sharma and Tiwari,
 G. 2018. Yield and proximate
 composition of *Pleurotus florida*
 cultivated on wheat straw
 supplemented with perennial grasses.
 Indian J Agric Sci. 88: 91-94.
- Sardar, H., M.A. Anjum, A. Nawaz, S. Naz, S.
 Ejaz, S. Ali and S.T. Haider. 2020. Effect
 of different agro-wastes, casing
 materials and supplements on the

- growth, yield and nutrition of milky mushroom (*Calocybe indica*). Folia Hort. 32: 115-124.
- Sardara, H., M.A. Alib, F.N. Anjuma, S. Hussaina, S. Naza and S.M. Karimd. 2017. Agro-industrial residues influence mineral elements accumulation and nutritional composition of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). Sci Hortic. 225: 327-334.
- Shah, Z.A., M. Asar and M. Ishtiaq. 2004. Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom on different substrates (wheat straw, leaves, saw dust). Pak J Nutr. 3: 159-160.
- Triribhuvanamala, G., S. Karishnamoorthy, K. Manoranjitham, V. Prasasmand and S. Krishnan. 2012. Improved techniques to enhance the yield of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) for commercial cultivation. Afr J Biotechnol. 11(64): 12740-12748.
- Tufail, T., F. Saeed, M. Imran, M.U. Arshammad, F.M. Anjum, M. Afzaal, H.B.U. Ain, M. Shahbaz, T.A. Gondal and S. Hussain. 2018. Biochemical characterization of wheat straw cell wall with special reference to bioactive profile. Int J Food Prop. 21: 1303-1310.
- Valverde, E.M., H.P. Talia and P.L. Octavio. 2015. Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. Int J Microbiol. 1-14.
- Wang, D., A. Sakoda and M. Suziki. 2001. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. Bioresour Technol. 78: 293-300.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

1. การพิมพ์ ต้นฉบับพิมพ์โดยโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด ใช้รูปแบบฟอนต์ Thai Sarabun PSK ขนาด 16 points สำหรับชื่อเรื่อง และ 15 points สำหรับที่เหลือ พิมพ์หน้าเดียวในกระดาษ A4 เว้นขอบทั้ง 4 ด้าน 2.5 ซม. ความยาวของบทความรวมทุกอย่างไม่เกิน 10 หน้า
2. การเรียงเนื้อหา เนื้อหาประกอบด้วยส่วนต่างๆ รวม 8 หัวข้อ ควรเรียงตามลำดับ ดังนี้
 - 2.1 ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรสั้น กระชับและสื่อเป้าหมายหลักของการวิจัย ชื่อวิทยาศาสตร์ ใช้ตัวเอน และการพิมพ์ภาษาละติน เช่น *in vivo*, *in vitro*, *Ad libitum*, หรือ *et al.* ให้พิมพ์ด้วยตัวเอน ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ให้ขึ้นต้นคำด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ทุกคำ ยกเว้นคำบุพบท
 - 2.2 ชื่อผู้เขียน (Authors) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนที่อยู่ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ให้ใส่เป็นเชิงอรรถที่ท้ายชื่อหากมีผู้แต่งมาจากหลายที่ โดยอธิบายเชิงอรรถไว้ในหน้าแรกของบทความที่อยู่ควรเป็นที่อยู่ที่ติดต่อได้ทางไปรษณีย์ รวบรวมสำเนาไปรษณีย์ด้วย ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) หลังชื่อคนที่รับผิดชอบบทความ (corresponding author) พร้อมอีเมลติดต่อ
 - 2.3 บทคัดย่อ (Abstract) ควรสั้น กระชับ ได้ใจความในการทำวิจัย วิธีการ ผลการศึกษาและสรุป ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 300 คำ
 - 2.4 คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุคำสำคัญ ไม่เกิน 4 คำ ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษา โดยวางในตำแหน่งขีดด้านซ้ายของหน้ากระดาษ (บทความประมวลความรู้เชิงวิเคราะห์ หรือบทความปริทัศน์ ไม่ต้องมีบทคัดย่อ)
 - 2.5 คำนำ (Introduction) แสดงเหตุผลหรือความสำคัญที่ทำวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสารและวัตถุประสงค์ไว้ด้วย
 - 2.6 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ และแบบจำลองการศึกษาที่ชัดเจน สมบูรณ์และเข้าใจง่าย
 - 2.7 ผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and Discussion) อธิบายผลการทดลอง พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตาราง (Table) หรือภาพประกอบ (Figure) โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดและแทรกอยู่ในเนื้อหา คำอธิบายตารางให้อยู่เหนือตาราง ส่วนคำอธิบายภาพให้วางอยู่ใต้ภาพ หน่วยในตารางให้ใช้ตัวย่อ ในระบบเมตริก ส่วนวิจารณ์ผล ให้แสดงความคิดเห็นของผลการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานหรืออ้างอิงที่เชื่อถือได้ โดยไม่ต้องแยกเป็นอีกหัวข้อ
 - 2.8 สรุปผลการวิจัย (Conclusion) สรุปผลที่ได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

3. กิตติกรรมประกาศ

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย เช่น แหล่งทุน แต่ไม่ได้มีชื่อร่วมวิจัย

4. เอกสารอ้างอิง

4.1 ในเนื้อหา ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อและปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น

4.1.1 คนเดียว ใช้รูปแบบ พาวิน (2556) รายงานว่า.... หรือ (พาวิน, 2556) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Yong (1996) หรือ (Yong, 1996)

4.1.2 สองคน ใช้คำเชื่อมและ เช่น พาวิน และสมชาย (2557) หรือ (พาวิน และสมชาย, 2557) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Young and Smith (2000) หรือ (Young and Smith, 2000)

4.1.3 มากกว่า 2 คนขึ้นไป ใช้ชื่อคนแรกตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น พาวิน และคณะ (2560) รายงานว่า หรือ (พาวิน และคณะ, 2560) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Young *et al.* (2005) หรือ (Young *et al.*, 2005) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายบทความ ให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงลำดับชื่อตามตัวอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนดังนี้

4.2.1 วารสาร (Standard Journal)

แสงทอง พงษ์เจริญกิต จันทรเพ็ญ สระระ อีรนุช เจริญกิจ และฉันทนา วิชรรัตน์. 2559. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลำไยด้วยเทคนิคดีอาร์เอฟดี. วารสารเกษตร 32(1): 1-8.

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soyong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on siberian isolates of phytopathogenic Fungi. J. Agri. Technol. 1(2): 247-253.

4.2.2 หนังสือ หรือตำรา (Books/ Textbook) ไม่ต้องระบุจำนวนหน้า

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล. 2555. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดเชิงการค้า. ดอคคิควเมนทารี ดีไซน์, เชียงใหม่.

Steel, R.G.D., J.H. Torrie and D.A. Dickie. 1997. Principal and procedures of astatistic-abiometric approach. 3rd Edition. McGraw-Hill Publishing Company, Toronto.

4.2.3 เรื่องย่อในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ (Section in Books with Editors)

สมชาย องค์กรประเสริฐ. 2543. การให้น้ำลำไย. น. 44-49. ใน: นพดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย นพมณี โทบุญญานนท์ อีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บ.ก.). การผลิตลำไย. สิรินาฏการพิมพ์, เชียงใหม่.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. In: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

4.2.4 วิทยานิพนธ์ (Thesis)

ทรงศักดิ์ ธรรมจรรย์. 2554. การศึกษาหาต้นกำเนิดเกี่ยวกับลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Chantrachit, T. 1994. Anaerobic conditions and off-flavor development in ripening banana (*Carvendishii spp.*). M.S. Thesis in Horticulture, Oregon State University.

4.2.5 ประชุมวิชาการ (Proceeding/ Conference)

วรรณพร จิรรัตน์ สมกิจ อนุวัชกุล ปิยศักดิ์ คงวิริยะกุล และสมบัติ พนเจริญสวัสดิ์. 2550. ผลของการเสริมดอกปีบในอาหารสุกรขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 308-314.

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. Proceeding of the 2nd International Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science, Kyoto. pp. 17-22.

4.2.6 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet)

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์). แหล่งข้อมูล <http://www.servicelink.doae.go.th/corner%20book/book%2005/Hydroponic.pdf> (25 กรกฎาคม 2561).

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: <http://www.schunder.com/strawberries.html> (April 21, 2005.)

5. ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำที่เป็นภาษาอังกฤษ

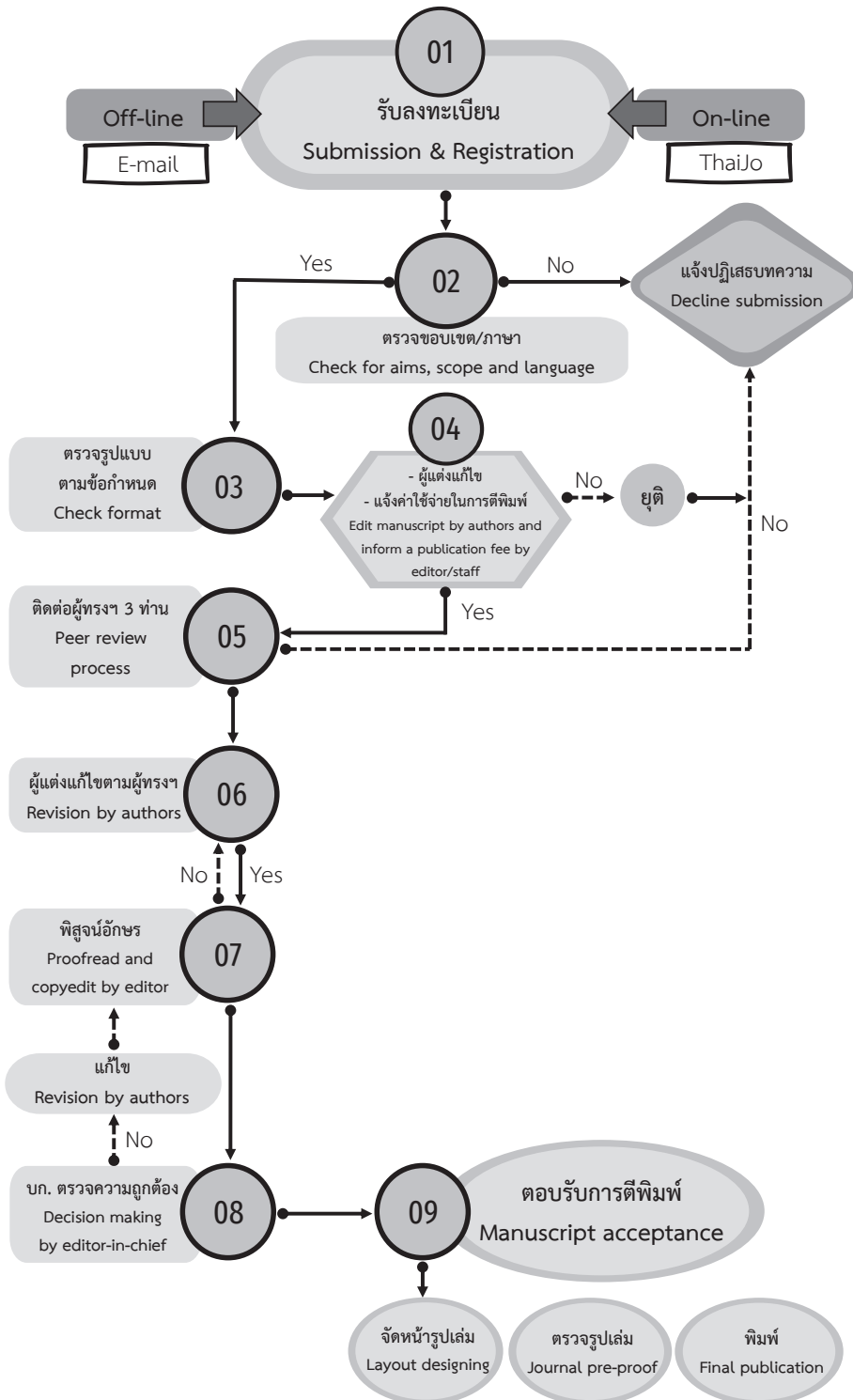
ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.jap.mju.ac.th

การส่งบทความ

อีเมล	jap@mju.ac.th
ThaiJo	https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju
เว็บไซต์	www.jap.mju.ac.th
เบอร์โทรติดต่อ	+66 5387 3618
ที่อยู่ติดต่อวารสาร	สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตร อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
หมายเหตุ	ทุกช่องทางการส่งบทความ ให้ส่งใบลงทะเบียนส่งบทความ (แบบฟอร์ม วมก.1) ที่กรอกเอกสารเรียบร้อยแล้ว แนบไปพร้อมกับบทความทุกครั้ง

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ corresponding author หรือหากจำเป็นเร่งด่วนจะติดต่อทางเบอร์โทรศัพท์หรือไปรษณีย์ตามที่อยู่ติดต่อได้
2. เรื่องที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายใน 180 วัน หลังวันรับลงทะเบียนบทความ
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามความเห็นสมควร ในกรณีที่เป็นจะต้องส่งต้นฉบับที่แก้ไขแล้วคืนให้ผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



แผนผังขั้นตอนการพิจารณาบทความ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารผลิตกรรมการเกษตร
(ภายใน 180 วัน หลังรับลงทะเบียน)
Acceptance Pathway : 180 days after submission

Guide for Authors

The submitted Manuscripts should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Production. Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be subjected in a process of double-blinded peer-review by at least 3 independent referees and it is free of charge.

Submission checklist

Manuscript submission must include title page, abstract, keywords, text, tables, figures, acknowledgements, reference list and appendices (if necessary). For a title page section, a title of the article, a list of author, affiliations and E-mail address for corresponding author need to be provided. The total manuscript should not exceed 10 pages.

Preparation of the manuscript

All manuscript submission for publication in the journal should followed the following guidelines:

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proof-read by a language specialist before submission.
2. The manuscript text, tables and figures should be created using Microsoft Word.
3. If possible, all text throughout the manuscript should be used 15 pt ~TH SarabunPSK except a title using 16 pt, otherwise, Browallia new would be replaced.
4. Manuscript texts should be prepared as a single column, with a sufficient margin (2.5 centimeters for each side).
5. Abstract should not exceed 300 words and provide only 4 keywords for each manuscript.
6. All measurement in the text should be reported in abbreviation, using metric system.
7. Each Tables and figures should be numbered consecutively.

8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references.
9. In-text citation should be given in the form of author and year in parentheses; (Pawin *et al.*, 2012) or if the author's name is a part of sentence, it should be followed by the year in parentheses; Pawin *et al.* (2012). All references mentioned in the reference list must be cited in the text, and vice versa.
10. The reference list at the end of the manuscript should be listed alphabetically. The following are examples of reference format.

Standard journal:

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soyong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on Siberian isolates of phytopathogenic fungi. *J. Ari. Tech.* 1(2): 247-253.

Books/ Textbook:

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, and D.A. Dickie. 1997. *Principal and procedures of ataticabiometric approach*. 3rd Editon. McGraw-Hill Publishing Company, Toronto.

Section in Books with Editors:

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). *Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects*. Hokkaido University Press. Sapporo.

Thesis:

Chantrachit, T. 1994. Anaerobic conditions and off-flavor development in ripening banana (*Carvendishii* spp.). M.S. Thesis in Horticulture, Oregon State Universtiy.

Proceeding/ Conference:

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. *Precedding of the 2nd Internationl Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science*. Kyoto, Japan. pp. 17-22.

Internet:

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: <http://www.schunder.com/strawberries.html> (April 21, 2005.)

Submission (Author chooses one of the following channels for submission)

1. E-mail jap@mju.ac.th
2. ThaiJo <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju>

Remarks

For all channels of submission, attachment of registration form (JAP 01) that was completely filled is required.

Contact us

- Phone +66 5387 3618
- E-mail jap@mju.ac.th
- Website www.jap.mju.ac.th



MJU
JOURNAL OF
AGRICULTURAL
PRODUCTION

MJU

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION



คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล jap@mju.ac.th

เว็บไซต์ <http://jap.mju.ac.th>

โทรศัพท์ +66 5387 3618

โทรสาร +66 5387 3628