



วารสาร

ISSN (Print) 2651-2475 ISSN (Online) 2773-9929

ผลิตกรรมการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2565 VOL.4 NO.2 MAY- AUGUST 2022



WWW.JAP.MJU.AC.TH



วารสารผลิตกรรมการเกษตร

Journal of Agricultural Production

วารสารผลิตกรรมการเกษตร หรือ Journal of Agricultural Production (JAP) จัดทำโดย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการเกษตรหรือที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร 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 กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และไม่รับพิจารณาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การตีพิมพ์ของวารสาร สำหรับผู้สนใจบทความสามารถเข้าถึงเนื้อหาผลงานตีพิมพ์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Open access)

เนื้อหาบทความในวารสารนี้ 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

“กัญชา พันธุ์แม่โจ้ 03 ของศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้”

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

ศาสตราจารย์ ดร.สัญญา จตุรสิทธา



บรรณาธิการ

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ คณะผลิตกรรมการเกษตร (รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรณัฐ เจริญกิจ)

รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะผลิตกรรมการเกษตร (รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสร์ค์ เครือคำ)

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรณัฐ เจริญกิจ

บรรณาธิการผู้ช่วย

อาจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผานิตย์ นาขยัน

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.दनัย บุญยเกียรติ

ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์

ศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม

ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช

ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ขเลศ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล เศรษฐบุตร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐา โพธิ์ธารณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์

รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสร์ค์ เครือคำ

รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.นเศรษฐ รั้งควัต

รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภิตา อ้าทอง

รองศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ช่อมพฤกษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ พลະปัญญา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหมฮัก

นายอนุศิษฐ์ บุญทาแดง

นางสาวฐานิชสรณ์ วรรณศรี

นางอภิชนา วงศ์วารเดชะ

นางสาวเขมินทรา ตี๋ปัญญา

นายกานต์พนธ์ ชุมภู

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION



สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกับวารสารผลิตรายการเกษตรอีกเช่นเคย ฉบับนี้คือ ฉบับที่ 2 ของปีที่ 4 เนื้อหาของบทความฉบับนี้ยังคงเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตร ตามกรอบและวัตถุประสงค์ของวารสารเราค่ะ โดยเนื้อหาที่มีทั้งเรื่องราวผลงานทางการวิจัยด้านพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าวไร่ หรือการสกัดสารออกฤทธิ์ของพืชสมุนไพร รวมถึงการส่งเสริมทางด้านการเกษตร ที่เน้นศึกษาเรื่องทัศนคติต่าง ๆ ของการยอมรับข้อมูลด้านการเกษตร ทั้งเรื่องราวทางพืช ประมง หรือสัตวศาสตร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ของเกษตรกร ซึ่งเชื่อว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้อ่านเช่นเดิม

นอกจากนี้สิ่งที่อยากจะย้ำเตือนผู้แต่งหรือผู้เขียนบทความที่จะส่งบทความเข้ามาตีพิมพ์ คือ การจะเริ่มเก็บค่าธรรมเนียมตีพิมพ์บทความประจำฉบับ โดยจะเรียกเก็บเต็มจำนวนหลังจากการตรวจรูปแบบเบื้องต้นเรียบร้อยแล้ว เริ่มจากบทความที่จะส่งเข้ามาในปีงบประมาณ 2566 (1 ตุลาคม 2565) เป็นต้นไป สำหรับรายละเอียดในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมรวมถึงรูปแบบการจัดเก็บ ต้องรอประกาศของมหาวิทยาลัยก่อน แล้วจะประกาศเพิ่มเติมในเว็บไซต์ของวารสารนะคะ หากผู้แต่งมีข้อสงสัยหรือต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อสอบถามได้ที่สำนักงานวารสารโดยตรง นอกจากนี้ทางวารสารได้แต่งตั้งทีมบรรณาธิการผู้ช่วยเพิ่มขึ้นอีกจำนวนอีกท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหมฮึก จากสาขาวิชาพืชไร่ เพื่อมาเป็นกำลังสำคัญในการบริหารจัดการบทความในระบบออนไลน์ ซึ่งเชื่อว่าจะช่วยให้การทำงานของวารสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อทราบเป็นเบื้องต้น และยินดีน้อมรับทุกคำติชมที่จะเกิดขึ้นในอนาคตค่ะ

สวัสดีค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรณัฐ เจริญกิจ
บรรณาธิการ

สารบัญ



การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และเส้นทางความสัมพันธ์ของข้าวไรต์ต่อลักษณะของผลผลิต ในพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด ในอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์	1
ธนพร ขจรผล นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง และ ชลธิรา แสงศิริ	
ผลของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย	14
ศาสวัต ขวนะศักดิ์ ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และ อัญธิชา พรหมเมืองคุก	
การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย	27
น้ำผึ้ง แสงใส ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และ จุฑามาศ ร่มแก้ว	
การพัฒนาสูตรชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืชอินทรีย์และการประเมินคุณภาพ	40
วุฒิพงศ์ ครอบบัวบาน และ วิลาวรรณ เชื้อบุญ	
ทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์ของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล บ้านแม่แก้ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	54
อานุภาพ วรรณคนาพล และ ดารชาติ เทียมเมือง	
การวิเคราะห์พื้นที่และวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสม ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน	66
สิปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย สาธิต ปิ่นมณี นงนุช ประดิษฐ์ สุรพล ใจวงศ์ษา และ เนตรนภา อินสลด	
การระบุชนิดของสารกลุ่ม Cannabinoids และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ของกัญชงและกัญชา โดยโมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์	80
มัลลิกา จินดาสิงห์ และ สุทธิรักษ์ ผลเจริญ	
ปัจจัยการตัดแต่งกิ่งที่มีผลต่อการออกดอกและคุณภาพผลของมะเกี๋ยง กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	92
กิตติพงษ์ วุฒิญาณ อนุวัฒน์ จรัสรัตนไพบูลย์ ศรายุทธ ตรีรัตน์ ตะวัน ฉัตรสูงเนิน และ ปิยะพิศ ขอนแก่น	

สารบัญ (ต่อ)



รูปแบบการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิด การพัฒนาที่ยั่งยืน จังหวัดเชียงใหม่	104
ณัฐพนธ์ สกุลพงษ์ จักรพงษ์ พวงงามชื่น นครเศร รังควัต และ พุฒิสรรค์ เครือคำ	
ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	116
จอห์นนี่ หลวงผ่าน พุฒิสรรค์ เครือคำ ปิยะ พละปัญญา และ กอบลาก อารีศรีสม	
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	128
Guide for Authors	133

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และเส้นทางความสัมพันธ์ของข้าวไร่ ต่อลักษณะของผลผลิต ในพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด ในอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์

Correlation and Path Analysis of Upland Rice on Yield Phenotypic Components under the Undulation Slope Area in Na Khu District, Kalasin Province

ธนพร ขจรผล¹ นเรศศักดิ์ เชื้อคนแข็ง¹ และ ชลธิรา แสงศิริ^{2*}

Tanaporn Kajonphol¹ Naressuk Chueakonkaeng¹ and Chontira Sangsiri^{2*}

¹ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
จังหวัดสกลนคร 47000

¹ Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon
Province Campus, Sakon Nakhon 47000

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี 71150

² Agricultural Sciences Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, Kanchanaburi 71150

* Corresponding author: chontira_sangsiri@yahoo.com

(Received: 3 September 2021; Revised: 16 March 2022; Accepted: 31 March 2022)

Abstract

Twenty-two upland rice lines and 2 control varieties were evaluated at Na Khu district, Kalasin Province. The aimed of study was determined to select the rice with high yield and yield components and correlation between character, the direct and indirect effects related on yield. The experimental design was RCBD with 3 replications. The results found that tillering ranged from 6.00-20.33 tillers per hill. The plant height was 56.22-125.91 cm. The panicles per hill was 3.33-116.67 panicles. The panicle length was between 20.39-30.00 cm. The seeds per panicle ranged from 38.67-148.67 seeds. The seed width was during 2.04-3.42 mm. The seed length was during 8.42-11.43 mm. 100 seed weight was 1.90-3.18 g. The seed weight per hill was 2.90-35.00 g. The total yield ranged from

64.87-676.33 kg./rai. Rice 153, Rice 207 and Rice 193 had a high yield viz. 676.33, 464.10 and 367.07 kg./rai. The panicles per plant was positively correlated with seed weight per plant ($r = +0.64$) and grand yield ($r = +0.64$). The panicle length was positively correlated with the seeds per panicle ($r = +0.68$), seed weight per plant ($r = +0.74$) and grand yield ($r = +0.72$). The seed weight per plant was positively correlated with grand yield ($r = +0.99$). The path analysis indicated direct positive effects of seed weight per plant, plant height, seed width, seed length and 100 seed weight per plant were 1.0054 0.0258 0.0273 0.0251 and 0.0037 effect to grand yield, respectively.

Keywords: Undulation slope area, upland rice varieties, path analysis

บทคัดย่อ

การประเมินสายพันธุ์ข้าวไร่จำนวน 22 สายพันธุ์ และ 2 พันธุ์ควบคุม ในอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีผลผลิตสูง และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ อิทธิพลทางตรง และทางอ้อมที่มีต่อผลผลิตของข้าว วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า จำนวนหน่อตอก 6.00-20.33 หน่อตอก ความสูงต้น 56.22-125.91 เซนติเมตร จำนวนรวงตอก 3.33-11.67 รวงตอก ความยาวรวง 20.39-30.00 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดตอรวง 38.67-148.67 เมล็ด ความกว้างเมล็ด 2.04-3.42 มิลลิเมตร ความยาวเมล็ด 8.42-11.43 มิลลิเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด 1.90-3.18 กรัม น้ำหนักเมล็ดตอก 2.90-35.00 กรัม และผลผลิต 64.87-676.33 กิโลกรัมต่อไร่ โดย Rice 153 Rice 207 และ Rice 193 มีผลผลิตต่อไร่มากที่สุดเท่ากับ 676.33, 464.10 และ 367.07 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนรวงตอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดตอก ($r = +0.64$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.64$) ความยาวรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดตอรวง ($r = +0.68$) น้ำหนักเมล็ดตอก ($r = +0.74$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.72$) น้ำหนักเมล็ดตอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.99$) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบผลผลิตกับผลผลิต พบว่าอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อผลผลิต คือ น้ำหนักเมล็ดตอก ความสูง ความกว้าง ความยาว เมล็ดและน้ำหนัก 100 เมล็ดต่อต้น คือ 1.0054 0.0258 0.0273 0.0251 และ 0.0037 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พันธุ์ที่กลั่นลอน สายพันธุ์ข้าวไร่ การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญของโลก และเป็นพืชหลักที่สำคัญของประเทศไทย สามารถใช้ประโยชน์ในการบริโภคโดยตรง หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ (Custodio *et al.*, 2019) ข้าวพื้นเมืองเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะบางลักษณะที่ดี เช่น ทนทานต่อโรคแมลง และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถปลูกได้ในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขัง (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2563; Raboina *et al.*, 2014) การหาสายพันธุ์ข้าวที่มีการเจริญเติบโตที่ดี ให้ผลผลิตที่ดีที่เหมาะสมต่อสภาพการปลูก สามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก และรายได้ให้กับเกษตรกร และการคัดเลือกสายพันธุ์โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อผลผลิตของข้าวนั้น ทำให้ช่วยในการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญ ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของข้าวอีกด้วย Kumar *et al.* (2014) กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะองค์ประกอบอื่นเป็นสิ่งจำเป็นในการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกสำหรับการพัฒนาพันธุ์พืชใหม่ในลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ขนาดความยาวฝัก ขนาดเมล็ด เป็นต้น งานทดลองของ Nithya *et al.* (2020) ระบุว่าความสูง และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิตของข้าว งานทดลองของ Oladosu *et al.* (2018) พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตของข้าว และ Kumar *et al.* (2018) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของข้าว อิทธิพลทางตรงและอ้อมต่อผลผลิตข้าว พบว่า น้ำหนักชีวมวล ดัชนีการเก็บเกี่ยว ความสมบูรณ์ของเมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ความสูง ความยาวรวง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดของข้าว อีกทั้ง

ผลผลิตชีวมวล ดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และความยาวรวง มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิตข้าว ซึ่งมีส่วนสำคัญในการช่วยการคัดเลือกเพื่อต้องการสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในข้าว จากการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์ในด้านการคัดเลือกลักษณะของสายพันธุ์ข้าวไว้ให้มีลักษณะที่ดีตามต้องการได้

ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์เป็นพื้นที่ที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก ในปีการผลิต 2561-2562 จำนวน 1,470,036 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2560-2561 จำนวน 27,581 ไร่ แต่ยังมีผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวต่อไร่เฉลี่ยทั่วประเทศ (สำนักงานจังหวัดกาฬสินธุ์, 2563) พื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดคือพื้นที่ที่มีความชัน 5-12 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีความลาดชันในการทำเกษตรจึงต้องมีการทำการเกษตรแบบขั้นบันไดเพื่อลดการลาดชันซึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์มีพื้นที่อยู่ในเขตอำเภอท่าคันโท บางส่วนของอำเภอนาคู อำเภอสหัสขันธ์ อำเภอยางตลาด อำเภอสว่างแดนดินและอำเภอห้วยผึ้ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) การนำสายพันธุ์ข้าวไร่ที่ได้จากการรวบรวมสายพันธุ์จากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มาทดลองปลูกหาสายพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในด้านการเจริญเติบโต และมีองค์ประกอบด้านผลผลิตที่เหมาะสมต่อการปลูกในสภาพไร่ และลูกคลื่นลอนลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในพื้นที่จึงมีวัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้เพื่อหาสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีผลผลิตสูง และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ อิทธิพลทางตรง และทางอ้อมที่มีต่อผลผลิตของข้าว เพื่อใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกลักษณะสายพันธุ์ที่ดีมีผลผลิตสูงเหมาะสมต่อพื้นที่ได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์ข้าวไร่จำนวนทั้งหมด 22 สายพันธุ์ และพันธุ์ควบคุม 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ลิ้มผัว และพันธุ์ สกลนคร รายชื่อสายพันธุ์ดัง Table 1 แต่ละสายพันธุ์ รวบรวมจากพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม มุกดาหาร และกาฬสินธุ์ งานทดลองใช้แผนการ ทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design หรือ RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ละติจูด 16.837490 ลองจิจูด 104.059884 ทำการทดลอง ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559

ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดที่มีความชัน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ขนาดแปลงปลูก ขนาด 1x5 เมตร ระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 2 เมล็ด ใส่ปุ๋ยเคมีจำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ อายุ 30 วัน และครั้งที่ 2

ใช้สูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ หลังหยอดเมล็ด 60 วัน อาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโต ทำการบันทึกลักษณะของข้าวไร่ ได้แก่ จำนวนหน่อตอกอ ความสูงที่อายุ 4 เดือน จำนวนรวงตอกอ ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดตอกอ และผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ตามวิธีการของกรมการข้าว (กรมการข้าว, 2554) วิเคราะห์ผลการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ อิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม ที่มีต่อผลผลิต หรือเส้นทางความสัมพันธ์ (Johnson and Kubby, 2012) ด้วยโปรแกรม R v. 4.1.1 (<http://www.r-project.org/>) (The R foundation, 2021)



Figure 1 The undulation slope area in Na Khu District, Kalasin Province

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากผลการศึกษาลักษณะองค์ประกอบ ผลผลิตและผลผลิตของข้าวไร่จำนวน 22 สายพันธุ์ โดยมีพันธุ์สกลนคร และพันธุ์ลิ้มผัว เป็นพันธุ์ควบคุม ผลการทดลองพบว่าลักษณะที่ศึกษา มีความแตกต่างทางสถิติ คือ ลักษณะความยาวรวง ความกว้างและความยาวของเมล็ด น้ำหนักเมล็ด ต่อรวงและน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้น (Table 1) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสายพันธุ์ที่แตกต่างกันและ ลักษณะความแปรปรวนที่มาจากจีโนไทป์ของ ลักษณะเชิงปริมาณในข้าว (Ullah *et al.*, 2011; Seyoum *et al.*, 2012; Hasan *et al.*, 2019) โดย สายพันธุ์เกษตร (Rice 153) สายพันธุ์อีแดง (Rice 212) และสายพันธุ์ทางยี (Rice 187) มีความยาวรวง มากที่สุด เท่ากับ 30.00, 25.00 และ 23.33 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของ นิภาภรณ์ (2560) ที่พบความแตกต่างกันของ สายพันธุ์ที่ประเมินเชื้อพันธุ์กรรมข้าวไร่ในดินลูกไร่ ที่บ้านคำยาง อำเภอไชยวาน จังหวัดอุดรธานี ที่พบว่าความยาวรวงมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.16-31.48 เซนติเมตร และสอดคล้องกับงานของ Seyoum *et al.* (2012) พบความแปรปรวนและ แตกต่างกันทางด้านสถิติในด้านความยาวรวง ความสูงต้น และจำนวนเมล็ดต่อรวง

ขนาดเมล็ดมีขนาดแตกต่างกันทางสถิติ โดย พันธุ์ลิ้มผัว (Rice 273) สายพันธุ์ข้าวเก่า (Rice 183) และสายพันธุ์กระแสน (Rice 179) มีความกว้าง เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 3.42, 3.15 และ 3.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 1) ส่วนความยาวเมล็ด มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยความยาวเมล็ดของ ทุกสายพันธุ์เฉลี่ยเท่ากับ 10.29 มิลลิเมตร พบว่า พันธุ์สกลนคร (Rice 274) พันธุ์ลิ้มผัว (Rice 273) และสายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล (Rice 193)

มีความยาวเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 11.43, 11.39 และ 11.39 มิลลิเมตร

น้ำหนักเมล็ดต่อกอมีความแตกต่างกันทาง สถิติ โดยน้ำหนักเมล็ดต่อกอของทุกสายพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 12.67 กรัมต่อกอ พบว่าสายพันธุ์เกษตร (Rice 153) สายพันธุ์ข้าวอีแดง (Rice 207) และ สายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล (Rice 193) มีน้ำหนักเมล็ด ต่อกอมากที่สุดเท่ากับ 35.00, 22.05 และ 17.99 กรัมต่อกอ สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อน้อย ที่สุด คือ สายพันธุ์ข้าวลิโอ (Rice 192) เท่ากับ 2.90 กรัมต่อกอ

ผลผลิตต่อไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยผลผลิต ต่อไร่ของทุกสายพันธุ์เฉลี่ยเท่ากับ 254.29 กิโลกรัม ต่อไร่ พบว่าสายพันธุ์เกษตร (Rice 153) สายพันธุ์ ข้าวอีแดง (Rice 207) และสายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล (Rice 193) มีผลผลิตต่อไร่มากที่สุดเท่ากับ 676.33, 464.10 และ 367.07 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 1)

จากการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวไร่ ในพื้นที่ซึ่งเป็นพื้นที่แบบลูกกลั่นลอนลาดเล็กน้อย ถึงเป็นเนินเขา ทำให้ทราบสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และองค์ประกอบของผลผลิตที่ดี สามารถใช้ปลูก เพื่อเพิ่มพื้นที่การปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์เกษตร (Rice 153) สายพันธุ์ข้าว อีแดง (Rice 207) และสายพันธุ์ข้าวใหม่ไทสกล (Rice 193) มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 676.33, 464.10 และ 367.07 กิโลกรัมต่อไร่ และมากกว่าพันธุ์ลิ้มผัว และสกลนคร ที่มีผลผลิตเท่ากับ 220.63 และ 254.90 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนความสูงต้น เมื่ออายุ 4 เดือน มีความแปรปรวนในแต่ละสายพันธุ์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุดคือ สายพันธุ์เกษตร (Rice 153)

Table 1 Yield phenotypic components and total yield of 24 rice genotypes

Acc No.	Local name	Tillers per plant	Plant height (cm.)	Panicles per plant	Panicle length (cm.)	Seeds per panicle	Seed width (mm.)	Seed length (mm.)	100 seed weight per plant (g.)	Seed weight per tiller (g.)	Grand yield (kg rai ⁻¹)
Rice 146	Lao Teak	20.33	85.33	9.53	22.00 ^{bc}	82.33	2.51 ^{fk}	9.98 ^{de}	2.25	17.34 ^{bc}	343.83 ^d
Rice 153	Kaset	14.00	125.91	10.00	30.00 ^a	148.67	2.15 ^{jk}	9.59 ^{de}	2.67	35.00 ^a	676.33 ^a
Rice 155	Wang Word	7.78	77.00	7.50	22.67 ^{bc}	100.00	2.31 ^{hk}	10.22 ^{ce}	2.34	17.43 ^{bc}	346.83 ^d
Rice 158	E-kaw Noi	12.56	89.78	3.50	22.00 ^{bc}	116.5	2.04 ^k	9.49 ^e	2.02	4.34 ^d	88.50 ^p
Rice 160	Tier	12.67	81.89	7.67	20.39 ^c	58.56	3.02 ^{ae}	10.24 ^{ce}	1.90	8.56 ^{ce}	175.57 ^{ln}
Rice 161	Dang Lao Teak	10.56	76.56	8.67	22.75 ^{bc}	64.17	2.59 ^{dj}	10.37 ^{be}	2.09	10.68 ^{be}	214.27 ^{ji}
Rice 162	E-laung Tong	12.78	76.44	6.94	21.11 ^c	66.22	2.72 ^{bi}	10.12 ^{ce}	2.18	7.81 ^{ce}	157.90 ⁿ
Rice 164	Unknown	14.00	91.22	8.50	22.00 ^{bc}	92.00	2.64 ^{cj}	10.06 ^{ce}	2.33	14.22 ^{be}	284.93 ^s
Rice 165	Ngung Soun	9.00	86.33	3.33	21.83 ^{bc}	73.33	2.78 ^{bh}	9.51 ^e	1.94	9.52 ^{be}	194.10 ^{kl}
Rice 166	Soun	11.22	97.00	9.67	22.25 ^{bc}	69.00	2.63 ^{cj}	10.34 ^{be}	2.68	15.37 ^{be}	306.37 ^{ef}
Rice 178	Chao Dor	12.78	56.22	5.67	22.67 ^{bc}	38.67	2.33 ^{hk}	10.59 ^{ad}	2.65	8.47 ^{ce}	172.40 ^{mn}
Rice 179	Krasean	9.78	79.00	6.00	20.67 ^c	71.00	3.10 ^{ac}	9.81 ^{de}	2.56	9.91 ^{be}	200.37 ^{jk}
Rice 183	Klom	7.78	74.44	7.00	22.00 ^{bc}	59.67	3.15 ^a	8.42 ^f	2.30	6.43 ^{ce}	127.97 ^o
Rice 187	Hang Yee	6.89	64.78	6.00	23.33 ^{bc}	79.33	2.53 ^{fk}	10.62 ^{ad}	2.33	16.66 ^{bd}	321.30 ^e
Rice 192	Leo	7.67	69.78	6.50	23.00 ^{bc}	84.00	2.41 ^{sk}	11.06 ^{ac}	2.25	2.90 ^e	64.87 ^q
Rice 193	Mai Tai Sakon	13.44	86.22	11.67	21.50 ^c	71.33	2.86 ^{bf}	11.39 ^{ab}	2.33	17.99 ^{bc}	367.07 ^c

Table 1 Yield phenotypic components and total yield of 24 rice genotypes (cont.)

Acc No.	Local name	Tillers per plant	Plant height (cm.)	Panicles per plant	Panicle length (cm.)	Seeds per panicle	Seed width (mm.)	Seed length (mm.)	100 seed weight per plant (g.)	Seed weight per tiller (g.)	Grand yield (kg ra ⁻¹)
Rice 201	Khaw Kaset	16.44	90.78	7.33	21.00 ^c	86.00	2.25 ^{ik}	9.87 ^{de}	2.05	3.66 ^e	77.80 ^{pq}
Rice 207	Khaw E-dang	10.78	100.22	10.44	22.83 ^{bc}	74.56	3.03 ^{ad}	10.18 ^{c-e}	2.62	22.05 ^b	464.10 ^b
Rice 208	Khaw Dang	15.00	83.11	7.67	20.92 ^c	66.67	2.75 ^{bi}	10.22 ^{c-e}	2.79	9.07 ^{c-e}	188.83 ^{k-m}
Rice 212	E-dang	9.00	102.17	7.67	25.00 ^b	89.00	2.99 ^{af}	10.34 ^{b-e}	2.23	17.31 ^{bc}	361.57 ^{cd}
Rice 215	E-kaw	14.22	101.11	6.67	22.50 ^{bc}	72.00	2.53 ^{ek}	10.25 ^{c-e}	2.52	9.54 ^{b-e}	194.60 ^{kl}
Rice 268	Supanburi	16.11	76.44	8.67	22.83 ^{bc}	90.33	2.43 ^{g-k}	10.16 ^{c-e}	2.31	14.95 ^{b-e}	297.83 ^{fg}
Rice 273	Leum Pua(ck)	6.00	75.83	4.22	22.42 ^{bc}	82.89	3.42 ^a	11.39 ^{ab}	3.18	9.93 ^{b-e}	220.63 ^j
Rice 274	Sakonnakhon(ck)	11.22	96.22	8.00	22.00 ^{bc}	86.58	3.01 ^{af}	11.43 ^a	2.58	12.24 ^{b-e}	254.90 ^h
Mean		11.75	85.16	7.45	21.89	78.32	2.73	10.29	2.40	12.67	254.29
F-test		ns	ns	ns	**	ns	**	**	ns	*	**
C.V. (%)		41.53	46.22	35.65	5.15	21.36	7.06	3.51	16.31	33.79	24.22

Note: The mean in the same column data with different letters are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

มีค่าเท่ากับ 125.91 เซนติเมตร สอดคล้องกับงานทดลองของ Roy *et al.* (2014) ที่ทำการศึกษาด้านความสูงของข้าวในท้องถิ่น โดยทำการศึกษาความหลากหลายของข้าวพันธุ์บุรีในท้องถิ่นจำนวน 12 ชนิด ความสูงของต้น และจำนวนยอดของต้นข้าวที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์เป็นผลจากยีนที่ควบคุมลักษณะที่แตกต่างกันไป และยังตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะอีกด้วย (Ullah *et al.*, 2011) ส่วนจำนวนหน่อตอก และจำนวนรวงตอก จำนวนเมล็ดตอรวง และน้ำหนัก 100 เมล็ดมีความแปรปรวนในแต่ละสายพันธุ์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ที่มีจำนวนหน่อตอกสูงที่สุดคือ สายพันธุ์ข้าวเจ้าแตก (Rice 146) มีจำนวนหน่อตอกมากที่สุดเท่ากับ 20.33 หน่อตอก ส่วนจำนวนรวงตอกพบว่าทุกสายพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 7.45 รวงตอก สายพันธุ์ที่มีจำนวนรวงตอกสูงที่สุดคือ สายพันธุ์ข้าวใหม่ ไทสกล (Rice 193) จำนวนรวงตอกมากที่สุดเท่ากับ 11.67 รวงตอก (Table 1) ส่วนผลน้ำหนัก 100 เมล็ดพบว่า พันธุ์ลิ้มผิว (Rice 273) สายพันธุ์ข้าวแดง (Rice 208) และสายพันธุ์ข้าวสวน (Rice 166) มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 3.18, 2.79 และ 2.68 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ Dinesh *et al.* (2014) ที่พบความแปรปรวนของขนาดเมล็ดของข้าวพื้นเมือง ที่เก็บจากรัฐเบงกอลตะวันตกของอินเดีย โดยศึกษาจากปริมาณและคุณภาพของข้าวพื้นเมืองทั้ง 23 สายพันธุ์ พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ในช่วง 9.32-24.74 กรัม (Table 1)

การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยในการคัดเลือกพันธุ์พืช ซึ่งช่วยเพิ่มลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้องการ เช่นนอกจากการปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตที่สูงแล้วยังสามารถได้ลักษณะที่

ต้องการเพิ่ม เช่นลักษณะรูปร่าง รูปทรง รวมถึงด้านคุณภาพของเมล็ดพืช เป็นต้น (Sivasankar *et al.*, 2018) ในการศึกษาส่วนนี้ทำการหาค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะ (correlation analysis) พบว่า ความสูงต้นข้าวมีความสัมพันธ์บวกกับความยาวรวง ($r = +0.5493$) จำนวนเมล็ดตอรวง ($r = +0.6227$) น้ำหนักเมล็ดตอก ($r = +0.5948$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.5915$) ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกต้นข้าวที่สูงจะส่งผลให้ความยาวรวง จำนวนเมล็ดตอรวง และน้ำหนักเมล็ดตอกเพิ่มขึ้น (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Sivasankar *et al.* (2018) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตในข้าว 35 สายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศอินเดีย โดยพบว่า ความสูงต้นข้าวมีความสัมพันธ์บวกกับจำนวนเมล็ดตอรวง และน้ำหนักเมล็ดตอก เช่นเดียวกับ Abebe *et al.* (2019) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของข้าว 36 สายพันธุ์ที่ปลูกทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศเอธิโอเปีย พบว่า ความสูงต้นข้าวมีความสัมพันธ์บวกกับความยาวรวง และ Kumar *et al.* (2018) รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ และอิทธิพลทางตรงและอ้อมจำนวน 12 ลักษณะที่มีต่อผลผลิตข้าว พบว่าความสูงต้นข้าวมีความสัมพันธ์บวกกับน้ำหนักเมล็ดตอก อีกด้วย

จำนวนรวงตอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดตอก ($r = +0.6446$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.6425$) ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกต้นข้าวที่มีจำนวนรวงตอกมาก ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดตอกและผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Sivasankar *et al.* (2018) ที่รายงานว่าจำนวนรวงตอกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดตอก และสอดคล้องกับงานทดลองของ Oladosu *et al.* (2018) ที่ศึกษาในข้าว 15 สายพันธุ์ในสภาพ

เขตร้อนของประเทศมาเลเซีย พบว่า จำนวนรวงต่อกอ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อกอ รวมถึงงานทดลองของ Bagati *et al.* (2016) พบว่า ในการศึกษาข้าวในประเทศอินเดีย การแตกกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดข้าวอีกด้วย

ความยาวรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อรวง ($r = +0.6814$) น้ำหนักเมล็ดต่อกอ ($r = +0.7398$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.7244$) ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกต้นข้าวที่มีความยาวรวงมาก ส่งผลให้จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อกอ และผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Abebe *et al.* (2019) ที่พบว่า ความยาวรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อรวง และ Bagati *et al.* (2016) พบว่าความยาวรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดข้าว

จำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางลบกับความกว้างเมล็ด ($r = -0.4659$) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อกอ ($r = +0.5275$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.5098$) ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกต้นข้าวที่มีจำนวนเมล็ดต่อรวง ส่งผล

ให้ความกว้างเมล็ดลดลง แต่มีน้ำหนักเมล็ดต่อกอ และผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Sivasankar *et al.* (2018) และ Oladosu *et al.* (2018) ที่พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อกอ นอกจากนั้น Abebe *et al.* (2019) ยังพบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักผลผลิต (กิโกรัมต่อเฮกตาร์) เช่นเดียวกันกับ Bagati *et al.* (2016) ที่พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดข้าว

น้ำหนักเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.9978$) ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกต้นข้าวที่มีน้ำหนักเมล็ดต่อกอเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Oladosu *et al.* (2018) ที่พบว่าน้ำหนักเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (ตันต่อเฮกตาร์) ซึ่งจากความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์ในด้านการคัดเลือกลักษณะของสายพันธุ์ข้าวไว้ให้มีลักษณะตามที่ต้องการได้

Table 2 Phenotypic correlation coefficients (r_p) for ten traits of 24 rice genotypes

Traits	H	NP	PL	NSP	SW	SL	HSW	SWT	GY
TILL	0.2941	0.2888	-0.0724	0.0962	-0.4128	-0.1359	-0.1535	0.1207	0.1073
H		0.2885	0.5493**	0.6227**	-0.1109	-0.2433	0.0773	0.5948**	0.5915**
NP			0.2577	0.0800	-0.0266	0.1342	0.0736	0.6446**	0.6425**
PL				0.6814**	-0.3183	-0.0592	0.2378	0.7398**	0.7244**
NSP					-0.4659*	-0.1675	0.0101	0.5275**	0.5098*
SW						0.1172	0.2924	-0.0816	-0.0409
SL							0.3409	0.0359	0.0585
HSW								0.3006	0.3179
SWT									0.9978**

TILL = tillers per hill (tillers) PH = plant height (cm.) NP = number of panicles per hill (panicles) PL = panicle length (cm.) NSP = number of seeds per panicle (seeds) SW = seed width (mm.) SL = seed length (mm.) HSW = 100 seed weight (g.) SWT = seed weight per hill (g.) GY = Grand yield (kg./rai)

จากผลการทดลองวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิต (path analysis) ซึ่งเป็นการวัดอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะนั้น แสดงผลการวิเคราะห์ใน Table 3 พบว่า อิทธิพลโดยตรง (Path Coefficient; Direct Effect) ที่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ทางบวก ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดตอก ความสูง ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยมีค่าอิทธิพลโดยตรงเท่ากับ 1.0054 0.0258 0.0273 0.0251 และ 0.0037 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีผลที่สำคัญโดยตรงต่อผลผลิต ซึ่งเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดเลือกเพื่อให้มีผลผลิตที่สูงในข้าว สอดคล้องกับงานทดลองของ Nithya *et al.* (2020) ที่ระบุว่าความสูง และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิต เช่นเดียวกับ Abebe *et al.* (2019) ที่รายงานไว้ว่า ความสูง มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิต นอกจากนี้

Oladosu *et al.* (2018) ยังพบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดตอก มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิตอีกด้วย ส่วน Kumar *et al.* (2018) รายงานว่า ผลผลิตชีวมวล ดัชนีการเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และความยาวรวง มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกกับผลผลิต

ส่วนอิทธิพลโดยตรงทางลบต่อผลผลิตต่อไร่ ได้แก่ จำนวนหน่อตอก จำนวนรวงตอก ความยาว รวง และจำนวนเมล็ดตอรวง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ของอิทธิพลเท่ากับ -0.0036 -0.0102 -0.0143 และ -0.0089 ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ Kumar *et al.* (2018) รายงานว่า จำนวนเมล็ดตอ รวง มีอิทธิพลโดยตรงทางลบกับผลผลิต (-0.018)

ค่าอิทธิพลรวมขององค์ประกอบผลผลิตที่มีต่อผลผลิตรวม มีค่า 0.9958 ซึ่งให้เห็นว่าแต่ละ องค์ประกอบของผลผลิตที่มีอิทธิพลที่ศึกษาครั้งนี้ 99.58 เปอร์เซ็นต์

Table 3 Path coefficient analyses of total yield and yield components of 24 rice genotypes

Traits	Direct and indirect effect									Correlation coefficient with GY
	TILL	H	NP	PL	NSP	SW	SL	HSW	SWT	
TILL	-0.0036	0.0073	-0.0029	0.0010	-0.0008	-0.0112	-0.0035	-0.0006	0.1216	0.1073
H	-0.0010	0.0258	-0.0030	-0.0076	-0.0055	-0.0020	-0.0040	0.0004	0.5884	0.5915**
NP	-0.0010	0.0075	-0.0102	-0.0037	-0.0007	-0.0005	0.0034	0.0003	0.6474	0.6425**
PL	0.0003	0.0137	-0.0026	-0.0143	-0.0060	-0.0088	-0.0019	0.0008	0.7432	0.7244**
NSP	-0.0003	0.0161	-0.0008	-0.0097	-0.0089	-0.0120	-0.0033	0.0001	0.5286	0.5098*
SW	0.0015	-0.0019	0.0002	0.0046	0.0039	0.0273	0.0046	0.0012	-0.0823	-0.0409
SL	0.0005	-0.0041	-0.0014	0.0011	0.0012	0.0050	0.0251	0.0014	0.0297	0.0585
HSW	0.0006	0.0025	-0.0008	-0.0033	-0.0002	0.0085	0.0092	0.0037	0.2977	0.3179
SWT	-0.0004	0.0151	-0.0066	-0.0106	-0.0047	-0.0022	0.0007	0.0011	1.0054	0.9978**

Residual effects, R = 0.9958, * = significant at 0.05 level, ** = significant at 0.01 level, ns = non significant; TILL = tillers per hill (tillers) PH = plant height (cm.) NP = number of panicles per hill (panicles) PL = panicle length (cm) NSP = number of seeds per panicle (seeds) SW = seed width (mm) SL = seed length (mm) HSW = 100 seed weight (g) SWT = seed weight per hill (g) GY = grand yield (kg. rai^{-1})

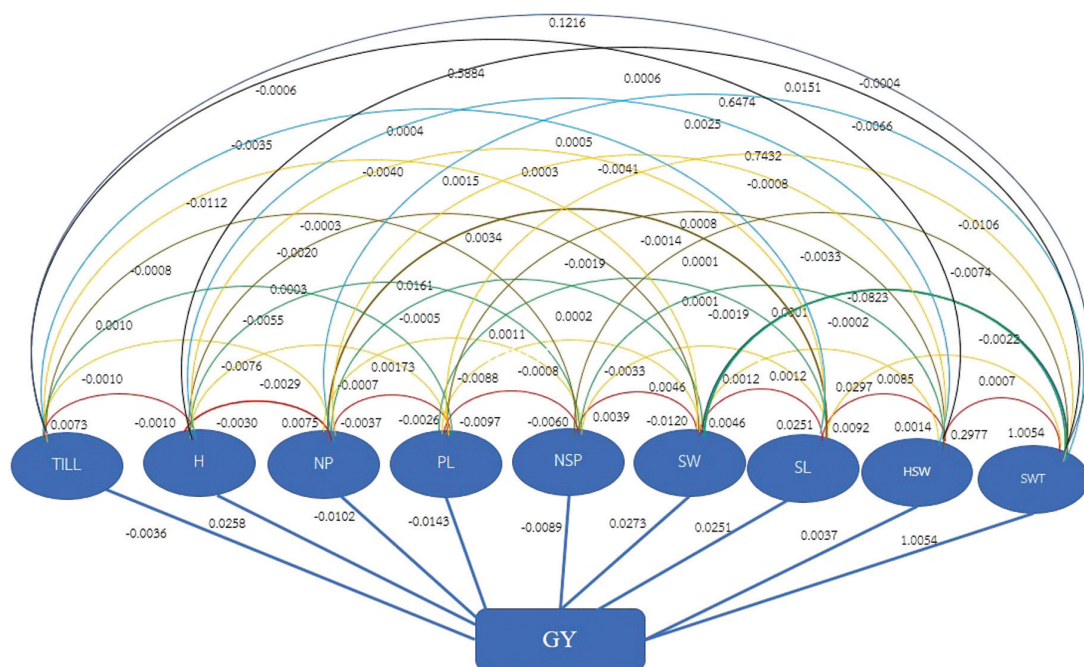


Figure 2 Path analysis diagram for yield components on grand yield of 24 rice genotypes

สรุปผลการวิจัย

การทดลองนี้เป็นการศึกษาองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวไร่จำนวน 22 สายพันธุ์ และพันธุ์ควบคุม 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ลิ้มผิว และพันธุ์สกลนคร ในพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด พบว่าสายพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง คือ Rice 153 Rice 207 และ Rice 193 มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 676.33, 464.10 และ 367.07 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ควบคุมลิ้มผิว และสกลนคร ที่มีผลผลิตเท่ากับ 220.63 และ 254.90 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จำนวนรวงต่อกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อนกอ ($r = +0.64$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.64$) ความยาวรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อรวง ($r = +0.68$) น้ำหนักเมล็ด

ต่อนกอ ($r = +0.74$) และผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.72$) น้ำหนักเมล็ดต่อนกอมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตต่อไร่ ($r = +0.99$) ทั้งนี้ น้ำหนักเมล็ดต่อนกอ ความสูง ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีอิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อผลผลิต และการวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิตกับผลผลิตรวมพบว่า อิทธิพลโดยตรงทางบวกต่อผลผลิต คือ น้ำหนักเมล็ดต่อนกอ ความสูง ความกว้าง ความยาวเมล็ดและน้ำหนัก 100 เมล็ดต่อต้น คือ 1.0054 0.0258 0.0273 0.0251 และ 0.0037 ตามลำดับ ดังนั้นในการเพิ่มผลผลิตของข้าวในระบบการปลูกแบบสภาพไร่ที่เป็นคลื่นลอน โดยการคัดเลือกควรคำนึงถึงลักษณะเมล็ดต่อนกอ ความสูงและขนาดของเมล็ด

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. 2554. การจำแนกลักษณะพันธุ์ข้าว. กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2564. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กรมพัฒนาที่ดิน. แหล่งข้อมูล <http://e-library.ldd.go.th/library/flip/bib9296f/bib9296f.html#p=48> (19 สิงหาคม 2564).
- นิภาภรณ์ สีทาพุ่ม. 2560. การประเมินสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเพื่อปลูกในจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สกลนคร.
- สำนักงานจังหวัดกาฬสินธุ์. 2563. สรุปข้อมูลจังหวัดกาฬสินธุ์. แหล่งข้อมูล <http://www.kalasin.go.th/basicInfo/mobile/index.html#p=13> (20 พฤศจิกายน 2563).
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2563. พันธุ์ข้าว. แหล่งข้อมูล <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=7.htm> (18 กันยายน 2563).
- Abebe, T., S. Alamerew and L. Tulu. 2019. Traits association and path coefficient analysis of yield and related traits in rainfed lowland rice (*Oryza sativa* L.) genotypes in North Western Ethiopia. Afr. J. Plant Sci. 13(1): 1-8.
- Bagati, S., A.K. Singh, R.K. Salgotra, R. Bhardwaj, M. Sharma, S.K. Rai and A. Bhat. 2016. Genetic variability, heritability and correlation coefficients of yield and its component traits in basmati rice (*Oryza sativa* L.). Sabrao J. Breed. Genet. 48(4): 445-452.
- Custodio, M.C., R.P. Cuevas, J. Ynion, A.G. Laborte, M.L. Velasco and M. Demont. 2019. Rice quality: How is it defined by consumers, industry, food scientists and geneticists. Trends Food Sci. Technol. 92: 122-137.
- Dinesh, P.S, A. Pandey, D.C. Bhandari, O.P. Dhariwal and S.K. Sharma. 2014. Variability study in seed morphology and uses of indigenous rice landraces (*Oryza sativa* L.) collected from West Bengal, India. Aust. J. Crop Sci. 8 (3): 460-467.
- Hasan, MD. J., M.U. Kulsum, S.J. Mohiuddin and MD.Z.AL. Rafiq. 2019. Genetic interrelationship among yield and its components in rice hybrids. Bangladesh J. Bot. 48(4): 1207-1213.
- Johnson, R. and P. Kuby. 2012. Elementary Statistics. Cengage Learning, Inc., U.S.A.
- Kumar, S., M.P. Chauhan, A. Tomar, R.K. Kasana and N. Kumar. 2018. Correlation and path coefficient analysis in rice (*Oryza sativa* L.). J. Pharm. Innov. 7(6): 20-26.
- Kumar, V., N. Koshta, N. Sohaura and G.K. Koutu. 2014. Genetic evaluation of RILs population for yield and quality attributing traits in rice (*Oryza sativa* L.). J. Agri. Technol. 1(1): 43-51.

- Nithya, N., R. Beena, R. Stephen, P.S. Abida, V.G. Jayalekshmi, M.M. Viji and R.V. Manju. 2020. Genetic variability, heritability, correlation coefficient and path analysis of morphophysiological and yield related traits of rice under drought stress. Chem. Sci. Rev. Lett. 9(33): 48-54.
- Oladosu, Y., M.Y. Rafii, U. Magaji, N. Abdullah, G. Miah, S.C. Chukwu, G. Hussin, A. Ramli and I. Kareem. 2018. Genotypic and phenotypic relationship among yield components in rice under tropical conditions. Biomed Res. Int. 201: 1-10.
- Raboina, L.M., T. Randriambololona, T. Radanielina, A. Ramanantsoanirina, N. Ahmadi and J. Dusserre. 2014. Upland rice varieties for smallholder farming in the cold conditions in Madagascar's tropical highlands. Field Crops Res. 169: 11-20.
- Roy, S.K., M.Y. Li, M.A. Hakim, M.M. Hanafi, A.S. Juraimi, M.S. Jahan, U.K. Saha, M.A. Alam and M.A. Kashem. 2014. Evaluation of growth and yield potentialities of local boro rice varieties in south-west region of Bangladesh. Life Sci. J. 11(10): 277-281.
- Seyoum, M., S. Alamerew and K. Bantte. 2012. Genetic variability, heritability, correlation coefficient and path analysis for yield related traits in upland rice (*Oryza sativa* L.). J. Plant Sci. 7(1): 13-22.
- Sivasankar, R., B.G. Suresh, S. Ashish and T.R. Sudheer. 2018. Correlation and path coefficient analysis in elite germplasm of rice (*Oryza sativa* L.). Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 7(7): 3454-3459.
- The R foundation. 2021. The R Project for Statistical Computing. Available: <https://www.r-project.org/> (August 30, 2021).
- Ullah, M.Z., M.K. Bashir, M.S.R. Bhuiyan, M. Khalequzzaman and M.J. Hasan. 2011. Interrelationship and cause-effect analysis among morpho-physiological traits in birion rice of Bangladesh. Int. J. Plant Breed. Genet. 5(3): 246-254.

ผลของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

Effect of controlled release-nano material coated chemical fertilizers on growth, yield and yield components of sugarcane

ศาสตราจารย์ ชวนะศักดิ์ ชัยสิทธิ์ ทองजू* ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และ อัญธิชา พรหมเมืองคุก
Sassawat Chawanasak Chaisit Thongjoo* Tawatchai Inboonchuay and Aunthicha Phommuangkuk

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng
Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th

(Received: 27 September 2021; Revised: 10 March 2022; Accepted: 31 March 2022)

Abstract

The effect of controlled release-nano material coated chemical fertilizers on growth, yield and yield components of sugarcane *var.* Kamphaeng Saen 01-4-29 planted in Kamphaeng Saen soil series was investigated. Plots were arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of 8 treatments and 3 replications. The study revealed that the application of chemical fertilizers (CF) formula 16-16-16 of 50 kg/rai/time at 1 and 3 months in combination with 20 kg/rai of CF formula 46-0-0 at 3 months (T_3) gave the highest fresh yield, weight/stalk, stalk diameter, CCS and concentrations of N in stalks. This was not significantly different from the application of controlled release-nano material coated chemical fertilizers (CR-NF-New) formula 12-12-12 of 66 kg/rai/time at 3 months (T_5), the application of controlled release-nano material coated chemical fertilizers (CR-NF-Original) formula 12-12-12 of 66 kg/rai/time at 3 months (T_4) and the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis (T_2). Furthermore, T_3 gave the highest sugar yield and concentrations of P in stalks which was not significantly different from the comparable to T_5 . While, T_5 gave the highest concentrations of Zn and B in stalks,

followed by that the application of controlled release-nano material coated chemical fertilizers (CR-NF-New) formula 12-12-12 of 33 kg/rai/time at 3 months (T_8), T_4 and T_3 , respectively.

Keywords: controlled release-nano chemical fertilizers, sugarcane, Zinc, Boron

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ประกอบด้วย 8 ดำรับทดลอง ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 และ 90 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก (T_3) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ CCS และปริมาณความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_5) การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรเดิม) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_4) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (T_2) นอกจากนี้ T_3 ยังมีผลให้ผลผลิตน้ำตาล และปริมาณความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 ขณะที่ T_5 มีผลให้ปริมาณความเข้มข้นของธาตุสังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 33 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_8), T_4 และ T_3 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย อ้อย สังกะสี โบรอน

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยมักประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงและรายได้จากผลผลิตลดลง (นาวา และคณะ, 2562) แนวทางในการทำการเกษตรกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชที่ปฏิบัติโดยทั่วไปคือ การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น แต่ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้ส่วนใหญ่มีสมบัติละลายน้ำและทำปฏิกิริยากับดินได้อย่างรวดเร็วหลังจากใส่ลงดิน (ปิยะ, 2538) ทำให้ธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีที่ละลายง่ายบางส่วน

ทำปฏิกิริยากับดินและถูกตรึงอยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ บางส่วนสูญหายโดยกระบวนการแปรสภาพเป็นแก๊สโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ผ่านกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) การสูญหายในรูปแอมโมเนียของปุ๋ยไนโตรเจน (ammonia volatilization) อิมโมบิไลเซชัน (immobilization) และการชะละลายของปุ๋ยเคมีหลายชนิด (leaching) เป็นต้น (Mullen, 2011) ส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารบางส่วนในปุ๋ยเคมีเท่านั้นที่พืชสามารถดูดใช้ได้จริง ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วย

วัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยซึ่งผลิตโดย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557) คือ ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดที่ธาตุอาหาร ถูกควบคุมการปลดปล่อยออกมาสู่สารละลายดิน โดยสารหุ้มผิวเม็ดในรูปสารโพลิเมอร์นาโนเคลย์ คอมโพสิท (nano-clay composite) มีสมบัติ ในการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีในปุ๋ย เคมีเมื่ออยู่ในดิน โดยปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ และมีระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารยาวนาน เพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในเม็ดปุ๋ยออกมา ในอัตราที่สอดคล้องสมดุลกับปริมาณการดูดใช้ของ พืชปลูกแต่ละชนิด การใช้ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโน ที่ควบคุมการปลดปล่อย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ พืชปลูกต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืชที่มีในปุ๋ยเคมี โดยไม่ต้องแบ่งใส่หลายครั้ง และใช้ในอัตราที่ต่ำกว่า ปุ๋ยเคมีประเภทละลายเร็ว ทั้งนี้จะเห็นได้จาก ผลการวิจัยที่พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีประเภทควบคุม การปลดปล่อย โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีไนโตรเจน จะช่วย เพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนของอ้อยได้ อย่างมีนัยสำคัญ (Verburg *et al.*, 2017) และ การใช้ปุ๋ยเคมีประเภทควบคุมการปลดปล่อยในอ้อย ยังสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาล สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีประเภทละลายเร็ว (Garrett *et al.*, 2017) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย เพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจในประเทศไทยมี ค่อนข้างน้อย จึงกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผล ของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการ ปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดิน กำแพงแสน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญและเป็นอีก ทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโน ที่ควบคุมการปลดปล่อยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ณ แปลงทดลองของภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic) (Soil Survey Staff, 2003) โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจาก แปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อ วิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ซึ่งใช้วิธีการ วิเคราะห์ดินตามหลักคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน และพืช (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542) ได้แก่ ค่า pH (1:1) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัว ด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ รวมทั้ง เนื้อดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) (Table 1) จากนั้น นำผลการวิเคราะห์ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากำหนด อัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยปลูก คือ 12, 3 และ 12 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) งานทดลองนี้ ประกอบด้วย 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมี ขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 8.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูล การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถว กลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมี พื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5×6.0

ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย 8 ดำรับทดลอง (Table 2) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (control, T_1) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (CF_{DOA} , T_2) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 และ 90 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก (T_3) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรเดิม) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_4) 5) ใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_5) 6) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 และ 90 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก (T_6) 7) ใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรเดิม) อัตรา 33 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_7) และ 8) ใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 33 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_8) อนึ่ง ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) เป็นปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยที่พัฒนาขึ้นด้วยกรรมวิธีการเคลือบเม็ดปุ๋ยเคมีให้มีสมบัติละลายช้า โดยอาศัยสารหุ้มผิวเม็ดในรูปสารโพลิเมอร์นาโนเคลย์คอมโพสิต ซึ่งมีส่วนผสมของธาตุสังกะสี และโบรอนในสารเคลือบด้วย (ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2557)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น

จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 5 ครั้งต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ค่า CCS (commercial cane sugar) โดยอาศัยสมการของ Meade and Chen (1977) และผลผลิตน้ำตาล โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ผลผลิตของน้ำตาล} = \frac{\text{CCS} \times \text{ผลผลิตอ้อยสด (ตัน/ไร่)}}{100}$$

นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในลำ ได้แก่ ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดย ทศนีย์ และจรงค์ (2542) ปริมาณธาตุสังกะสีทั้งหมดในท่อนลำ ตามที่ได้อธิบายไว้โดย Lindsay and Norvell (1978) และปริมาณโบรอนทั้งหมดในท่อนลำ ตามวิธี Azomethine-H จากนั้น นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร ตามที่ได้อธิบายไว้โดย ทศนีย์ และจรงค์ (2542) โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 22

Table 1 Properties of soil before the experiment

Properties	Results (0-30 cm)	Rating
pH (1:1 water)	7.33	neutral
EC _e (dS/m)	0.53	non-saline
Organic matter (%)	1.36	moderately low
Available P (mg/kg)	33.59	high
Exchangeable K (mg/kg)	54.72	low
Exchangeable Ca (mg/kg)	1,124	high
Exchangeable Mg (mg/kg)	94.56	moderately
Exchangeable Na (mg/kg)	32.54	-
Extractable Zn (mg/kg)	0.67	low
Extractable B (mg/kg)	0.54	low
Texture	sandy loam	-

Table 2 Information of experimental treatments

Treat- ments	Treatment descriptions				Quantity of major elements (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/rai)
	Fertilizer materials	Fertilizer grades	Applied rates (kg/rai)	Applied time (months)	
T ₁	-	-	-	-	0 - 0 - 0
T ₂	CF ^{1/}	21-0-0	28.57, 28.57	2, 4	12 - 3 - 12
		0-42-0	7.14	4	
		0-0-60	20	4	
T ₃	CF ^{1/}	16-16-16	50, 50	1, 3	25.2 - 16 - 16
		46-0-0	20	3	
T ₄	CR-NF (original) ^{2/}	12-12-12	66	1	7.92 - 7.92 - 7.92
T ₅	CR-NF (new) ^{2/}	12-12-12	66	1	7.92 - 7.92 - 7.92
T ₆	CF ^{1/}	16-16-16	25, 25	1, 3	12.6 - 8 - 8
		46-0-0	10	3	
T ₇	CR-NF (original) ^{2/}	12-12-12	33	1	3.96 - 3.96 - 3.96
T ₈	CR-NF (new) ^{2/}	12-12-12	66	1	7.92 - 7.92 - 7.92

Notes ^{1/} = chemical fertilizer ^{2/} = controlled release-nano chemical fertilizers

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งการควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า T_3 มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (120.60 เซนติเมตร) รองลงมาคือ T_5 ซึ่งไม่แตกต่างกับ T_4 และ T_2 ที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า T_3 มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 ส่วนที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า T_3 มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (278.50 เซนติเมตร) รองลงมาคือ T_5 ซึ่งไม่แตกต่างกับ T_4 นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) (T_5) มีแนวโน้มให้ความสูงต้นของอ้อยที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูกใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา (T_3) แม้ว่า T_5 จะมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม น้อยกว่าปริมาณธาตุอาหารหลักของ T_3 เท่ากับ 3.18, 2.02 และ 2.02 เท่า ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย มีผลทำให้อ้อยมีความสูงของลำต้นมากกว่าหรือใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา โดยช่วยลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน (Bhanuvally *et al.*, 2017)

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย

(สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งการควบคุม มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ T_3 มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 , T_4 , T_2 และ T_6 โดยมีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือน มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของอ้อยในด้านความสูงเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการบังแสง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสงอย่างเหมาะสม จึงส่งผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการแก่งแย่งธาตุอาหารจึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของณัฐภัทร และคณะ (2562)

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งการควบคุม มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3, 6 และ 8 เดือน พบว่า T_3 มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 , T_4 , T_2 และ T_6 ส่วนที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า T_3 มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 และ T_4 โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลง

ตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อย ก็ตาม ตำรับควบคุมมีผลให้ความสูงของต้น จำนวนลำ
ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบอ้อย
ของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558) อย่างไร น้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 3 Height of sugarcane at different ages

Treatments	Height (cm)			
	3 MAP	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T ₁	59.74 ^{e 1/}	124.24 ^{e 1/}	168.42 ^{f 1/}	183.42 ^{e 1/}
T ₂	106.54 ^{bc}	203.56 ^{bc}	251.46 ^{cd}	275.35 ^c
T ₃	120.60 ^a	218.63 ^a	278.50 ^a	300.35 ^a
T ₄	108.60 ^b	206.34 ^{bc}	257.48 ^{bc}	281.53 ^{bc}
T ₅	112.67 ^b	211.56 ^{ab}	264.24 ^b	289.53 ^{ab}
T ₆	100.33 ^c	196.46 ^c	245.20 ^d	270.38 ^c
T ₇	80.49 ^d	153.25 ^d	222.55 ^e	235.19 ^d
T ₈	83.62 ^d	161.42 ^d	226.44 ^e	239.08 ^d
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.76	13.22	12.63	13.46

Notes MAP = months after planting

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

Table 4 Number of stalks within a one-meter row of sugarcane at different ages

Treatments	Number of stalks within a one-meter row			
	3 MAP	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T ₁	7.12 ^{c 1/}	6.98 ^{c 1/}	6.73 ^{d 1/}	6.58 ^{c 1/}
T ₂	10.28 ^a	12.24 ^a	12.11 ^{ab}	11.92 ^a
T ₃	10.62 ^a	12.56 ^a	12.31 ^a	12.26 ^a
T ₄	10.34 ^a	12.36 ^a	12.16 ^{ab}	12.03 ^a
T ₅	10.53 ^a	12.43 ^a	12.22 ^a	12.13 ^a
T ₆	10.22 ^a	12.18 ^a	12.08 ^{ab}	11.83 ^a
T ₇	9.12 ^b	11.32 ^b	11.24 ^c	11.21 ^b
T ₈	9.25 ^b	11.42 ^b	11.31 ^{bc}	11.36 ^b
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.76	12.68	13.46	12.19

Notes MAP = months after planting

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

Table 5 Leaf greenness (SPAD reading) of sugarcane at different ages

Treatments	SPAD reading			
	3 MAP	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T ₁	34.63 ^{b 1/}	33.82 ^{c 1/}	32.18 ^{d 1/}	30.28 ^{f 1/}
T ₂	39.83 ^a	47.11 ^a	43.86 ^{ab}	41.86 ^{bc}
T ₃	42.86 ^a	48.73 ^a	46.13 ^a	44.68 ^a
T ₄	40.51 ^a	47.26 ^a	45.14 ^a	43.51 ^{ab}
T ₅	40.73 ^a	48.51 ^a	45.26 ^a	43.78 ^{ab}
T ₆	39.64 ^a	46.38 ^a	43.53 ^{ab}	40.83 ^{cd}
T ₇	36.18 ^b	42.61 ^b	38.72 ^c	36.56 ^e
T ₈	36.26 ^b	42.85 ^b	40.87 ^{bc}	38.73 ^{de}
F-test	*	**	**	**
CV (%)	12.48	13.47	12.86	13.68

Notes MAP = months after planting

^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

* indicates significant difference at $P < 0.05$

** indicates significant difference at $P < 0.01$

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

2.1 ผลผลิตอ้อยสด และน้ำหนักต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมชาติ การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งดำรับควบคุม มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด และน้ำหนักต่อลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ T₃ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (23.56 ตัน/ไร่ และ 2.31 กิโลกรัม/ลำ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ T₅, T₄ และ T₂ ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตอ้อยสด และน้ำหนักต่อลำของอ้อยต่ำที่สุด (8.48 ตัน/ไร่ และ 1.01 กิโลกรัม/ลำ ตามลำดับ)

2.2 ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมชาติ การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งดำรับควบคุม มีผลให้ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ T₃ มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด (283.41 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกับ T₅ และ T₄ นอกจากนี้ T₃ ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยมากที่สุด (3.42 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกับ T₅, T₄, T₂ และ T₆ ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยต่อน้อยที่สุด (169.50 และ 2.22 เซนติเมตร ตามลำดับ)

2.3 ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งดำรับควบคุม มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ T₃ มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (13.86 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ T₅, T₄, T₂ และ T₆ ขณะที่ T₃ ยังมีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (3.27 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับ T₅ ส่วนดำรับควบคุมมีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.35 เปอร์เซ็นต์ และ 0.71 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

Table 6 Yield, weight/stalk, stalk height, stalk diameter, CCS and sugar yield of sugarcane at 12 months

Treatments	Yield (ton/rai)	Weight/stalk (kg)	Stalk height (cm)	Stalk diameter (cm)	CCS (%)	Sugar yield (ton/rai)
T ₁	8.48 ^{d1/}	1.01 ^{d1/}	169.50 ^{e1/}	2.22 ^{c1/}	8.35 ^{c1/}	0.71 ^{f1/}
T ₂	20.84 ^{ab}	2.18 ^{ab}	270.36 ^{bc}	3.30 ^a	13.32 ^a	2.78 ^c
T ₃	23.56 ^a	2.31 ^a	283.41 ^a	3.42 ^a	13.86 ^a	3.27 ^a
T ₄	22.53 ^a	2.22 ^{ab}	276.51 ^{ab}	3.33 ^a	13.48 ^a	3.04 ^b
T ₅	22.76 ^a	2.27 ^{ab}	280.36 ^a	3.40 ^a	13.69 ^a	3.12 ^{ab}
T ₆	19.16 ^{bc}	2.14 ^b	262.67 ^c	3.27 ^a	12.96 ^a	2.48 ^d
T ₇	16.36 ^c	1.81 ^c	222.60 ^d	3.02 ^b	10.65 ^b	1.74 ^e
T ₈	16.84 ^c	1.87 ^c	228.63 ^d	3.10 ^b	10.89 ^b	1.83 ^e
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	13.87	11.38	12.18	11.28	12.42	10.48

Notes ^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT
** indicates significant difference at $P < 0.01$

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในลำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) รวมทั้งดำรับควบคุม

มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ T₃ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด (0.322 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ

T₅, T₄, T₂ และ T₆ นอกจากนี้ T₃ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด (0.087 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ T₅ ส่วน T₃ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด (0.489 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ T₅ และ T₄ อย่างไรก็ตาม T₅ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อย

มากที่สุด (12.63 และ 9.42 mg/kg ตามลำดับ) รองลงมา คือ T₈, T₄ และ T₃ ตามลำดับ ขณะที่ค่ารับควบคุมมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อยน้อยที่สุด (0.134, 0.022, 0.176 เปอร์เซ็นต์ 1.93 และ 1.39 mg/kg ตามลำดับ)

Table 7 The concentration of macro plant nutrients, Zn and B in the stalk of sugarcane at 12 months

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Zn (mg/kg)	Total B (mg/kg)
T ₁	0.134 ^{c1/}	0.022 ^{f1/}	0.176 ^{d1/}	1.93 ^{g1/}	1.39 ^{g1/}
T ₂	0.312 ^a	0.053 ^e	0.469 ^b	4.85 ^e	4.12 ^{de}
T ₃	0.322 ^a	0.087 ^a	0.489 ^a	5.56 ^d	4.36 ^d
T ₄	0.315 ^a	0.076 ^{bc}	0.476 ^{ab}	6.74 ^c	4.89 ^c
T ₅	0.318 ^a	0.081 ^{ab}	0.480 ^{ab}	12.63 ^a	9.42 ^a
T ₆	0.308 ^a	0.071 ^{bcd}	0.466 ^b	3.26 ^f	3.51 ^f
T ₇	0.261 ^b	0.061 ^{de}	0.430 ^c	3.59 ^f	3.75 ^{ef}
T ₈	0.268 ^b	0.068 ^{cd}	0.433 ^c	8.43 ^b	6.53 ^b
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	12.78	11.87	10.39	11.45	10.29

Notes ^{1/} means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา (T₃) มีแนวโน้มให้ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ที่สะสมในลำของอ้อยใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่, T₅) และการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโน

ที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม, T₄) แม้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา (T₃) มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากกว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักของ T₅ และ T₄ เท่ากับ 3.18, 2.02 และ 2.02 เท่า ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต

และองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในลำของอ้อย เพราะการใช้ปุ๋ยประเภทนี้ช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงดินได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่น การลดการสูญเสียไนโตรเจนในดินโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification process) ได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนประเภทละลายเร็ว (Morgan, 2009; Zwieten *et al.*, 2016) เนื่องจากกลไกการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย จะดูดซับน้ำและความชื้นในดินผ่านเปลือกที่หุ้มเม็ดเข้าไปในเม็ดปุ๋ยแล้วละลายตัวปุ๋ยเกิดเป็นสารละลายเกลือที่เข้มข้นภายในเปลือกของปุ๋ยแต่ละเม็ด ในสภาพเช่นนี้จะทำให้เกิดความดันออสโมซิส (osmotic pressure) ขึ้นภายในและเมื่อมีความดันสูงจนถึงระดับหนึ่ง จะมีผลทำให้น้ำปุ๋ยในรูปสารละลายค่อย ๆ แพร่ซึมผนังเปลือกเม็ดปุ๋ยที่ปริ้วออกมาภายนอกอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอเป็นระยะเวลานาน ซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ (ปิยะ, 2538; วียงค์ และคณะ, 2557) นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรใหม่) มีแนวโน้มให้ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุสังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อยมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อย (สูตรเดิม) และการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดธรรมดา ตามลำดับ โดยผลการทดลองสอดคล้องกับผลการวิจัยที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสี (วรัญญา และคณะ, 2562) และโบรอน (ยศวดี และคณะ, 2562) มีแนวโน้มให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ความเข้มข้นของธาตุสังกะสี และโบรอนที่สะสมในท่อนลำอ้อยมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว

ซึ่งผลการทดลองจะเด่นชัดเมื่อมีการปลูกทดสอบกับอ้อยในดินที่มีปริมาณสังกะสีและโบรอนในระดับต่ำ

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 และ 90 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก (T_3) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ CCS และปริมาณความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_5) การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรเดิม) อัตรา 66 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_4) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (T_2) นอกจากนี้ T_3 ยังมีผลให้ผลผลิตน้ำตาล และปริมาณความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ T_5 ขณะที่ T_5 มีผลให้ปริมาณความเข้มข้นของธาตุสังกะสี และโบรอนที่สะสมในลำของอ้อยมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยสูตร 12-12-12 (สูตรใหม่) อัตรา 33 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (T_8), T_4 และ T_3 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการวิจัยระหว่างศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ณัฐภัทร ถาวรกิจการ ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย ทศพล พรพรม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2562. ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่อ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2(1): 68-81.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันท์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นาวา ทวีชาโรตม ปิยะ ดวงพัตรา ปิติ กันตังกุล และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2562. ประสิทธิภาพทางการเกษตรและความคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจของปุ๋ยเคมีเคลือบด้วยวัสดุนาโนที่ควบคุมการปลดปล่อยในอ้อย. วารสารแก่นเกษตร 47(2): 259-270.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยศวดี เม่งเอียด ภิญญาพัชญ์ มิ่งมิตร ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย จุฑามาศ ร่มแก้ว ชาลินี คงสุต ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2562. การจัดการปุ๋ยร่วมกับโบรอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 6 “ดิน: กำเนิดของอาหารเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม”, นครปฐม. น. 54-68.
- วรัญญา เอมถมยา นัฐพร กลิ่นหอม ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย จุฑามาศ ร่มแก้ว ชาลินี คงสุต ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2562. การจัดการปุ๋ยร่วมกับสังกะสีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 6 “ดิน: กำเนิดของอาหารเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม”, นครปฐม. น. 69-82.
- วิงค์ กังวานศุภมงคล สุวัชชัย จรัสโสภณ ภาวิณี พงษ์วัน ธนกร วิรุฬห์มงคล นิษฐา บุญภาวนิชกุล และกรรณิกา สิทธิสุวรรณกุล. 2557. กรรมวิธีการเตรียมเมล็ดปุ๋ยเคมีจากการเคลือบด้วยสารเคลือบชนิดโพลิเมอร์-นาโนเคลย์คอมพอสิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีดังกล่าว. สิทธิบัตรไทย เลขที่ 1401003878.
- ศุภย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557. กรรมวิธีการเตรียมเมล็ดปุ๋ยเคมีจากการเคลือบด้วยสารเคลือบชนิดโพลิเมอร์-นาโนเคลย์คอมพอสิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกรรมวิธีดังกล่าว. สิทธิบัตรไทย เลขที่ 1401003878.
- Bhanuvally, M., Y.M. Ramesha and H. Yogeeshappa. 2017. Effect of slow releasing nitrogen fertilizers on growth and yield of sugarcane. App. Sci. 6: 570-577.

- Garrett, J., B. Tubana, S. Kwakye, W. Paye, F.B. Agostinho, D. Forestieri, M.S. Daren and M. Martins. 2017. Controlled release nitrogen fertilizer and application timing: soil N, leaf N and yield respond in sugarcane. Proceeding of Managing Global Resources for a Secure Future 2017 Annual meeting, USA.
- Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Am. J. 42: 421-428.
- Meade, G.P. and J.C.P. Chen. 1977. Cane Sugar Handbook. 10th ed. John Wiley and Sons, New York.
- Morgan, K.T. 2009. Improved fertilizer use efficiency with controlled release sources on sandy soils in South Florida. Southwest Florida Research and Education Center, Florida.
- Mullen, R.W. 2011. Nutrient cycling in soils: nitrogen. pp. 67-78. *In* Hatfield, J.L., Sauer, T.J. (Eds.), Soil Management: Building a Stable Base for Agriculture. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Medison, WI.
- Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy: Ninth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C.
- Verburg, K., T.H. Muster, Z. Zhao, J.S. Biggs, P.J. Thorburn, J. Kandulu, K. Witter-Schmid, G. McLachlan, K.L. Bristow, J. Poole, M.F.T. Wong and J.I. Mardell. 2017. Roles of controlled release fertilizer in Australian sugarcane system: final report 2014/11. Sugar Research Australia Ltd, Australia.
- Zwieten, L.V., J. Rush, T.J. Rose, S. Joseph, R. Beattie, S. Donne, G. Butler, R. Quirk, S. Kimber and S. Morris. 2016. Assessing controlled release and deep placement N fertilizer technologies in subtropical sugarcane, Proceeding of the 2016 International Nitrogen Initiative Conference. Melbourne, Australia. pp. 1-4.

การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

Utilization of By-product from Poultry Industry on Growth, Yield and Yield Components of Sugarcane

น้ำผึ้ง แสงใส¹ ชัยสิทธิ์ ทองจู^{1*} ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ และ จุฑามาศ ร่มแก้ว²

Nampueng Sangsai¹ Chaisit Thongjoo^{1*} Tawatchai Inboonchuay¹ and Jutamas Romkaew²

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

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

* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th

(Received: 1 October 2021; Revised: 24 March 2022; Accepted: 6 May 2022)

Abstract

This investigation aimed to study the utilization of by-product from poultry industry on growth, yield and yield components of sugarcane *var.* Kamphaeng Saen 01-4-29 planted in Kamphaeng Saen soil series. Experimental design was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications consisting of 10 treatments. The results showed that all treatments that applied of chemical fertilizer (CF) based on soil chemical analysis in combination with by-product from poultry industry (BPI) or spraying with BPI provided the highest cane yield and commercial cane sugar (CCS), followed by that the application of CF based on soil chemical analysis (CF_{DOA}). Furthermore, the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 600 g/rai (CF_{DOA}+BPI₁₀₀₀ (in soil)+BPI₆₀₀ (spray)) provided the highest weight/stalk and sugar

yield which were not significantly different from those of the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 300 g/rai ($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{300} \text{ (spray)}$), the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 150 g/rai ($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$) and the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 500 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 600 g/rai ($CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$).

Keywords: Sugarcane, by-product, chicken feather, poultry industry

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ประโยชน์ของผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 10 ตำรับทดลอง ผลการศึกษา พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดยาส่วนเหนือดินของพืช มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด และค่า CCS มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดยาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 600 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$) มีผลให้น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดยาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 300 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{300} \text{ (spray)}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดยาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 150 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 500 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดยาผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 600 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$)

คำสำคัญ: อ้อย ผลพลอยได้ ขนไก่ อุตสาหกรรมสัตว์ปีก

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 11.47 ล้านไร่ ได้ผลผลิตอ้อยสด 116.78 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 10.19 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โดยความต้องการอ้อยของตลาดโลกและภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่มีข้อจำกัดทางด้านต้นทุนการผลิตที่สูง และผลผลิตต่อไร่ต่ำ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2564) แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตอ้อย คือ การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น เช่น การปรับปรุงบำรุงดิน การนำผลพลอยได้จากภาคการเกษตร หรือภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ มาใช้เพื่อลดต้นทุน เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตอ้อยให้สูงขึ้น (ปิยพงศ์และคณะ, 2560) โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ผลพลอยได้จากโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) กากตะกอนยีสต์จากโรงงานผลิตเอทานอล เป็นต้น โดยผลพลอยได้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย และมักก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) Prasanthi *et al.* (2016) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก โดยรายงานไว้ในภูมิภาคยุโรปมักมีขนไก่ (chicken feather) ที่ถูกทิ้งในแต่ละปีประมาณ 2.3 ล้านตัน และปริมาณดังกล่าวจะเพิ่มมากขึ้นอีก 30 เปอร์เซ็นต์ในภูมิภาคเอเชีย ซึ่งมีการบริโภคสัตว์ปีกที่สูงกว่า ขนไก่ที่สกัดได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวข้น เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นกระจาย (spray drying) จะมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล ประกอบด้วยโปรตีนมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณ

อินทรีย์วัตถุประมาณ 12, 6 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นจึงเกิดแนวคิดในการศึกษาการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้ดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมแล้ว ยังเป็นข้อมูลที่สำคัญและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563-เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งตามแผนที่ดินระบุเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks) โดยจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดินชั้นวงศ์ดินเป็น Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs (โรจน์, 2525) เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ดินตามหลักคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542) ได้แก่ ค่า pH (1:1) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ รวมทั้งเนื้อดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) สำหรับ

สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 งานทดลองนี้ประกอบด้วย 30 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5×4.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 10 ดำรับทดลอง โดยรายละเอียดของดำรับทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 %P₂O₅) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K₂O) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละครึ่งอัตรา ในแต่ละดำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก ยกเว้น ดำรับควบคุม (control) อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย คือ 12, 6 และ 12 กิโลกรัม N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สำหรับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก (by-product from poultry industry, BPI) ที่ใช้ในการทดลองมาจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่างบริษัท วังเคมี จำกัด และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม (Table 3) โดยการใส่ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกมี 2 ลักษณะ คือ 1) การผสมในปุ๋ยเคมีอัตรา 500 กรัม/ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัม (ดำรับทดลองที่ 3-6) และการผสมในปุ๋ยเคมีอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ยเคมี 50 กิโลกรัม (ดำรับทดลองที่ 7-10) และ 2) การฉีดพ่นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกกระทำ 3 ครั้ง ที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก กล่าวคือ ดำรับทดลองที่ 4 และ 8 ซึ่งผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร โดยการฉีดพ่น

แต่ละครั้งจะดำเนินการฉีดพ่น 5 ถัง/ไร่ หรือใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 50 กรัม/ไร่ ดังนั้น ดำรับทดลองดังกล่าวจึงใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 150 กรัม/ไร่ ดำรับทดลองที่ 5 และ 9 ซึ่งผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร โดยการฉีดพ่นแต่ละครั้งจะดำเนินการฉีดพ่น 5 ถัง/ไร่ หรือใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 100 กรัม/ไร่ ดังนั้น ดำรับทดลองดังกล่าวจึงใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 300 กรัม/ไร่ ขณะที่ดำรับทดลองที่ 6 และ 10 ซึ่งผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร โดยการฉีดพ่นแต่ละครั้งจะดำเนินการฉีดพ่น 5 ถัง/ไร่ หรือใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 200 กรัม/ไร่ ดังนั้น ดำรับทดลองดังกล่าวจึงใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 600 กรัม/ไร่

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่ได้ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) โดยวัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ด้วยเครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ ความยาวลำ น้ำหนักต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล จากนั้นนำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 22

Table 1 Properties of soil (0–30 cm depth) before the experiment

Properties	Results	Rating
pH (1:1 water)	7.12	neutral
EC _e (dS/m)	0.41	non-saline
Organic matter (%)	0.81	low
Available P (mg/kg)	27.56	high
Exchangeable K (mg/kg)	56.42	low
Exchangeable Ca (mg/kg)	812	high
Exchangeable Mg (mg/kg)	114	moderately
Exchangeable Na (mg/kg)	26.28	-
Texture	sandy loam	-

Table 2 Detail of treatments

Treat-ments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P ₂ O ₅ -K ₂ O per rai)
T ₁	no chemical fertilizer (CF) treatment	control	0-0-0
T ₂	the application of CF based on soil chemical analysis	CF _{DOA}	12-6-12
T ₃	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with by-product from poultry industry (BPI) of 500 g/ 50 kg of CF	CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)	12-6-12
T ₄	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 500 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 150 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil) +BPI ₁₅₀ (spray)	12-6-12
T ₅	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 500 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 300 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil) +BPI ₃₀₀ (spray)	12-6-12
T ₆	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 500 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 600 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil) +BPI ₆₀₀ (spray)	12-6-12
T ₇	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF	CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)	12-6-12
T ₈	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 150 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil) +BPI ₁₅₀ (spray)	12-6-12
T ₉	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 300 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil) +BPI ₃₀₀ (spray)	12-6-12
T ₁₀	the application of CF based on soil chemical analysis in combination with BPI of 1000 g/ 50 kg of CF and spraying with BPI of 600 g/rai	CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil) +BPI ₆₀₀ (spray)	12-6-12

Table 3 Properties of by-product from poultry industry (BPI) before the experiment

Properties	Results
pH (1:2)	5.29
EC (1:10, dS/m)	9.89
Organic matter (%)	54.75
C/N ratio	2.64 : 1
Total N (%)	12.02
Available P_2O_5 (%)	5.78
Exchangeable K_2O (%)	0.05
Total Ca (%)	2.91
Total Mg (mg/kg)	n.d.
Total S (mg/kg)	1,998
Total Fe (mg/kg)	145
Total Mn (mg/kg)	9.42
Total B (mg/kg)	2.52
Total Na (%)	2.20
Moisture (%)	16.66

Note n.d. = not detected

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของอ้อย

ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อย ที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3 และ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม สัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการ ฉีดพ่นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา

600 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA} + BPI_{1000} \text{ (in soil)} + BPI_{600} \text{ (spray)}$) มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่าง ทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดพ่น ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 300 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA} + BPI_{1000} \text{ (in soil)} + BPI_{300} \text{ (spray)}$) ส่วนที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า $CF_{DOA} + BPI_{1000} \text{ (in soil)} + BPI_{600} \text{ (spray)}$ มีผลให้ความสูงต้น ของอ้อยมากที่สุด รองลงมา คือ $CF_{DOA} + BPI_{1000} \text{ (in soil)} + BPI_{300} \text{ (spray)}$ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จาก อุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 1,000 กรัม/ปุ๋ย

50 กิโลกรัม และการฉีดพ่นผลพลอยได้จาก
อุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 150 กรัม/ไร่
($CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$) และการใส่
ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จาก
อุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 500 กรัม/ปุ๋ย
50 กิโลกรัม และการฉีดพ่นผลพลอยได้จาก
อุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 600 กรัม/ไร่
($CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$) ขณะที่ดำรับ
ควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยน้อย
ที่สุดในทุกระยะของการเจริญเติบโต

จำนวนลำใน 1 แถวเมตร

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ
ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม
กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช
รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนลำ
ใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน
หลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า
 $CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$ มีผลให้จำนวนลำ
ใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด (8.95 ลำ)
ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}$
 $+BPI_{300} \text{ (spray)}$, $CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$,
 $CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$ และการใส่ปุ๋ยเคมี
ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับผลพลอยได้จาก
อุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 500 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม
และการฉีดพ่นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก
อัตรา 300 กรัม/ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{300}$
 (spray)) ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกดำรับ
ทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วม
กับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการ
คลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดิน
ของพืช มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อย
ใกล้เคียงกันในช่วง 12.53-13.56 ลำที่อายุ 8 เดือน

หลังปลูก พบว่า $CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$
มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด
(13.43 ลำ) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA}+BPI_{1000}$
 $\text{ (in soil)}+BPI_{300} \text{ (spray)}$, $CF_{DOA}+BPI_{1000} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$,
 $CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{600} \text{ (spray)}$, $CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}$
 $+BPI_{300} \text{ (spray)}$ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
ร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา
500 กรัม/ปุ๋ย 50 กิโลกรัม และการฉีดพ่น
ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกอัตรา 150 กรัม/
ไร่ ($CF_{DOA}+BPI_{500} \text{ (in soil)}+BPI_{150} \text{ (spray)}$) ส่วนที่อายุ
9 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่
ปุ๋ยเคมีร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก
ทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วน
เหนือดินของพืช มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร
ของอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 12.63-13.25 ลำ
ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนลำ
ใน 1 แถวเมตรของอ้อยน้อยที่สุดในทุกระยะของ
การเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่า
จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ
9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงทั้งนี้อาจเป็น
เพราะเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูง
เพิ่มขึ้น จึงเกิดการบังแสง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อย
ที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสง ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพ
การสังเคราะห์แสงลดลงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถ
เจริญเติบโตต่อไปได้ (วรัญญา และคณะ, 2561)

ค่าความเขียว (SPAD unit) ของใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ
ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม
กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช
รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่าความเขียว
ของใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6)
กล่าวคือ ที่อายุ 3, 6, 8, 9 เดือนหลังปลูก พบว่า

ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือ การใส่ร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วน เหนือดินของพืช มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อย ไกล่เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียว ของใบอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของ

ใบอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือน มีแนวโน้มลดลงตาม ระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในระดับต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลงตาม ระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของ คลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558)

Table 4 Height of sugarcane at different ages

Treatments	Height (cm)			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T ₁ = control	40.49 ^s ^{2/}	100.32 ^s ^{2/}	176.57 ^s ^{2/}	217.45 ^h ^{2/}
T ₂ = CF _{DOA}	43.47 ^s	125.56 ^f	215.59 ^f	243.43 ^s
T ₃ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)	54.54 ^f	136.51 ^e	234.38 ^e	263.44 ^f
T ₄ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	60.60 ^{de}	143.62 ^{cd}	241.43 ^{cd}	277.65 ^{de}
T ₅ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	62.47 ^d	145.51 ^{cd}	243.53 ^c	281.69 ^{cd}
T ₆ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	64.57 ^{cd}	147.57 ^{bc}	247.64 ^{bc}	285.50 ^{bcd}
T ₇ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)	56.16 ^{ef}	138.78 ^{de}	236.44 ^{de}	270.65 ^{ef}
T ₈ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	68.62 ^{bc}	149.49 ^{bc}	250.40 ^b	287.40 ^{bc}
T ₉ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	70.60 ^{ab}	153.48 ^{ab}	253.64 ^b	291.54 ^b
T ₁₀ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	75.58 ^a	159.60 ^a	260.80 ^a	300.54 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.17	12.72	12.58	13.79

^{1/} Months after planting

^{2/} Means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

Table 5 Number of stalk within one-meter row of sugarcane at different ages

Treatments	Number of stalk within one-meter row			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T ₁ = control	7.38 ^{d 2/}	9.49 ^{b 2/}	9.29 ^{d 2/}	9.00 ^{c 2/}
T ₂ = CF _{DOA}	8.41 ^c	12.53 ^a	12.48 ^c	12.34 ^b
T ₃ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)	8.63 ^b	12.83 ^a	12.73 ^{bc}	12.63 ^{ab}
T ₄ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	8.71 ^b	13.28 ^a	13.18 ^{ab}	12.87 ^{ab}
T ₅ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	8.73 ^{ab}	13.41 ^a	13.22 ^{ab}	12.93 ^{ab}
T ₆ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	8.76 ^{ab}	13.43 ^a	13.27 ^{ab}	12.95 ^{ab}
T ₇ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)	8.66 ^b	12.95 ^a	12.80 ^{bc}	12.71 ^{ab}
T ₈ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	8.81 ^{ab}	13.47 ^a	13.33 ^{ab}	13.15 ^{ab}
T ₉ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	8.83 ^{ab}	13.50 ^a	13.35 ^{ab}	13.17 ^{ab}
T ₁₀ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	8.95 ^a	13.56 ^a	13.43 ^a	13.25 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	12.14	11.49	12.53	13.48

^{1/} Months after planting

^{2/} Means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

Table 6 Leaf greenness (SPAD unit) of sugarcane at different ages

Treatments	SPAD unit			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T ₁ = control	38.63 ^{b 2/}	36.54 ^{b 2/}	35.61 ^{b 2/}	34.74 ^{b 2/}
T ₂ = CF _{DOA}	43.42 ^a	48.39 ^a	46.33 ^a	43.05 ^a
T ₃ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)	44.33 ^a	50.41 ^a	47.11 ^a	43.76 ^a
T ₄ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	44.58 ^a	50.63 ^a	47.34 ^a	44.63 ^a
T ₅ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	44.63 ^a	50.72 ^a	47.43 ^a	45.21 ^a
T ₆ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	44.65 ^a	50.77 ^a	47.54 ^a	45.55 ^a
T ₇ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)	44.46 ^a	50.53 ^a	47.22 ^a	44.38 ^a
T ₈ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	44.73 ^a	50.83 ^a	47.63 ^a	45.63 ^a
T ₉ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	44.76 ^a	51.12 ^a	48.13 ^a	46.25 ^a
T ₁₀ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	44.83 ^a	51.23 ^a	48.28 ^a	46.39 ^a
F-test	**	**	*	**
CV (%)	12.94	11.41	12.63	13.14

^{1/} Months after planting

^{2/} Means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

* indicates significant difference at $P < 0.05$ ** indicates significant difference at $P < 0.01$

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

ผลผลิตอ้อยสด

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด ที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการ ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม สัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่น ส่วนเหนือดินของพืช มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด ไกลเคียงกันในช่วง 21.76-23.56 ตัน/ไร่ ขณะที่ ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้อยที่สุดเพียง 12.24 ตัน/ไร่

น้ำหนักต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อย ที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ $CF_{DOA}+BPI_{1000}$ (in soil) + BPI_{600} (spray) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (2.28 กิโลกรัม) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA}+BPI_{1000}$ (in soil)+ BPI_{300} (spray), $CF_{DOA}+BPI_{1000}$ (in soil)+ BPI_{150} (spray), $CF_{DOA}+BPI_{500}$ (in soil)+ BPI_{600} (spray) และ $CF_{DOA}+BPI_{500}$ (in soil)+ BPI_{300} (spray) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ น้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด (1.38 กิโลกรัม/ลำ)

ความยาวลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำของอ้อย ที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ $CF_{DOA}+BPI_{1000}$ (in soil)+ BPI_{600} (spray) มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด (268.58 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA}+BPI_{1000}$ (in soil)+ BPI_{300} (spray) ขณะที่ตำรับ ควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำของอ้อย น้อยที่สุด (151.42 เซนติเมตร)

Table 7 Yield, weight/stalk and stalk height of sugarcane at 12 MAP^{1/}

Treatments	Yield (ton/rai)	Weight/stalk (kg)	Stalk height (cm)
T ₁ = control	12.24 ^{c 2/}	1.38 ^{f 2/}	151.42 ^{h 2/}
T ₂ = CF _{DOA}	18.63 ^b	1.77 ^e	225.38 ^g
T ₃ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)	21.76 ^a	1.93 ^d	241.36 ^f
T ₄ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	22.58 ^a	2.13 ^{bc}	248.62 ^{de}
T ₅ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	22.64 ^a	2.17 ^{ab}	251.58 ^{de}
T ₆ = CF _{DOA} +BPI ₅₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	22.76 ^a	2.21 ^{ab}	255.43 ^{cd}
T ₇ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)	22.24 ^a	2.03 ^{cd}	245.58 ^{ef}
T ₈ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₁₅₀ (spray)	23.12 ^a	2.23 ^{ab}	258.55 ^{bc}
T ₉ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₃₀₀ (spray)	23.35 ^a	2.25 ^{ab}	262.38 ^{ab}
T ₁₀ = CF _{DOA} +BPI ₁₀₀₀ (in soil)+BPI ₆₀₀ (spray)	23.56 ^a	2.28 ^a	268.58 ^a
F-test	**	**	**
CV (%)	14.25	11.36	12.59

^{1/} Months after planting

^{2/} Means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

คุณภาพผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูก ค่า CCS

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ
ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม
กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง
ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อย
ที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ ทุกดำรับทดลองที่มี
การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม
สัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่น
ส่วนเหนือดินของพืช มีผลให้ค่า CCS ของอ้อย
ใกล้เคียงกันในช่วง 12.41-13.38 เปอร์เซนต์
รองลงมา คือ CF_{DOA} ขณะที่ดำรับควบคุม (control)
มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยต่ำที่สุด (9.56 เปอร์เซนต์)

ผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ
ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสม
กับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช รวมทั้ง
ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อย
ที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}$

$BPI_{600 \text{ (spray)}}$ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด
(3.15 ตัน/ไร่) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA}+$
 $BPI_{1000 \text{ (in soil)}}+BPI_{300 \text{ (spray)}}$, $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}+$
 $BPI_{150 \text{ (spray)}}$ และ $CF_{DOA}+BPI_{500 \text{ (in soil)}}+BPI_{600 \text{ (spray)}}$
ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิต
น้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (1.17 ตัน/ไร่)

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น
ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
ร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการ
คลุกผสมกับปุ๋ยเคมีและการฉีดพ่นส่วนเหนือดิน
ของพืช มีแนวโน้มให้ผลผลิตและองค์ประกอบ
ผลผลิตของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่
ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้
เป็นเพราะผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก
อาจมีสมบัติเป็นสารกระตุ้นเชิงชีวภาพของพืช
(biostimulants) เนื่องจากจัดอยู่ในกลุ่มของ
สารชีวมีก ผลิตภัณฑ์ที่มีฮอโมน และกรดอะมิโน
มีการใช้ในปริมาณที่น้อยโดยการผสมรวมไปกับปุ๋ย
หรือการฉีดพ่นทางใบ (ยงยุทธ, 2560) แต่มีผลต่อ
ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารพืช จึงส่งผลให้การ
เจริญเติบโตและผลผลิตโดยภาพรวมของพืชดีขึ้นได้

Table 8 CCS and sugar yield of sugarcane at 12 MAP^{1/}

Treatments	CCS (%)	Sugar yield (ton/rai)
T ₁ = control	9.56 ^{c 2/}	1.17 ^{g 2/}
T ₂ = CF_{DOA}	12.00 ^b	2.24 ^f
T ₃ = $CF_{DOA}+BPI_{500 \text{ (in soil)}}$	12.41 ^{ab}	2.70 ^e
T ₄ = $CF_{DOA}+BPI_{500 \text{ (in soil)}}+BPI_{150 \text{ (spray)}}$	12.76 ^{ab}	2.88 ^{cde}
T ₅ = $CF_{DOA}+BPI_{500 \text{ (in soil)}}+BPI_{300 \text{ (spray)}}$	13.00 ^a	2.94 ^{bcd}
T ₆ = $CF_{DOA}+BPI_{500 \text{ (in soil)}}+BPI_{600 \text{ (spray)}}$	13.16 ^a	3.00 ^{abc}
T ₇ = $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}$	12.48 ^{ab}	2.78 ^{de}
T ₈ = $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}+BPI_{150 \text{ (spray)}}$	13.22 ^a	3.06 ^{abc}
T ₉ = $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}+BPI_{300 \text{ (spray)}}$	13.31 ^a	3.11 ^{ab}
T ₁₀ = $CF_{DOA}+BPI_{1000 \text{ (in soil)}}+BPI_{600 \text{ (spray)}}$	13.38 ^a	3.15 ^a
F-test	**	**
CV (%)	12.41	10.76

^{1/} Months after planting

^{2/} Means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by DMRT

** indicates significant difference at $P < 0.01$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีก ทั้งการคลุกผสมกับปุ๋ยเคมี หรือการฉีดพ่นส่วนเหนือดินของพืช มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด และค่า CCS มากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}) นอกจากนี้ $CF_{DOA} + BPI_{1000 \text{ (in soil)}} + BPI_{600 \text{ (spray)}}$ มีผลให้น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ $CF_{DOA} + BPI_{1000 \text{ (in soil)}} + BPI_{300 \text{ (spray)}}$, $CF_{DOA} + BPI_{1000 \text{ (in soil)}} + BPI_{150 \text{ (spray)}}$ และ $CF_{DOA} + BPI_{500 \text{ (in soil)}} + BPI_{600 \text{ (spray)}}$

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท วังเคมี จำกัด และภาคีวิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาคีวิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบไฮดรอสโคป. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันท์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ

วิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ ชัยสิทธิ์ ทองจุ สุภชัย อำคา ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และพงษ์เพชร พงษ์ศิวกาย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และซีเถ้าลอยต่อสมบัติดิน ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35(3): 19-28.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2560. การใช้ปุ๋ยและสารเร่งทางใบ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โรจน์ เทพพลผล. 2525. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน ฉบับที่ 311 รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครปฐม. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วรัญญา เอมถมยา ชัยสิทธิ์ ทองจุ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย จุฑามาศ ร่มแก้ว ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้าชื่น. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่อ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 1(2): 66-79.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2564. ทางรุ่งอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลสวนกระแสลบวิกฤตโควิด. แหล่งข้อมูล: <https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/951743>. (15 สิงหาคม 2564).

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถิติ
การเกษตรของประเทศไทย ปี 2560-2562.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Prasanthi, N., S. Bhargavi and P.V.S. Machiraju.
2016. Chicken Feather Waste-A threat
to the Environment. IJIRSET. 5(9):
16,759-16,764.
- Thongjoo, C., S. Miyagawa and N. Kawakubo.
2005. Effect of soil moisture and
temperature on decomposition rates
of some waste materials from
agriculture and agro-industry. Plant
Production Science 8(4): 475-481.

การพัฒนาสูตรชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืชอินทรีย์ และการประเมินคุณภาพ

Development of Tea Recipes with Antioxidant Activities from Organic Plants and Quality Evaluation

วุฒิพงศ์ คروبบัวบาน¹ และ วิลาวรรณ เชื้อบุญ^{2*}

Wuttipong Krobbuaban¹ and Wilawan Chuaboon^{2*}

^{1,2} สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 12120

^{1,2} Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit center 12120

* Corresponding author e-mail: cwilawan@tu.ac.th

Received: 15 December 2021; Revised: 21 April 2022; Accepted: 2 May 2022)

Abstract

The objective of this research was the development of tea recipes from 5 organic plants. The antioxidant activities were studied with the main ingredient including mulberry leaves, pennywort, jiaogulan, brahmi, and stevia by comparing their antioxidant activities in mixed tea from 5 organic plants. The antioxidant activities were studied by Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay, Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP), and ABTS radical cation decolorization assay. From the 5 recipes of tea developed from organic plants, it was found that the plants had similar antioxidant activities. Recipe 5 was highest antioxidant activities ($P \leq 0.05$), the mixture ratio of organic plants as follows: mulberry leaves : brahmi : pennywort : jiaogulan : stevia (0.35 : 0.35 : 0.20 : 0.10 : 0.25 g) with total phenolic content, DPPH, FRAP, and ABTS were 18.21 ± 0.86 mg GAE/g, 52.64 ± 1.84 mg TE/g DW, 83.84 ± 1.41 mg TE/g DW, 48.52 ± 1.67 mg Fe²⁺/g DW, respectively and followed by recipes 2, 3, 1, and 4.

Quality and shelf life of tea from the organic plant products was assessed. The results showed that, the change of the microbial quality of the tea from organic plant products during 60-day storage at 35, 45, and 55°C. The products has total microbial

count, yeast and mold count does not change with tea as made from organic plant products. The evaluation shelf life of the products, when stored at 55 and 45°C, it could be stored for 36 and 120 days, respectively. The result revealed that the predicting the shelf life of these products at 30°C for 721 days.

The tea from mixed organic plants product showed chemical, physical, and microbial qualities as demonstrated in tea from plant standards (Notification of the Ministry of Public Health (No. 426) B.E. 2021 Re: Tea from Plants)

Keywords: Recipes development, tea from plants, antioxidant activities, shelf life

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรชาผสมจากพืชอินทรีย์ 5 ชนิดที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ โดยมีส่วนผสมหลัก ได้แก่ ใบหม่อน บัวบก ปัญจขันธ์ พรมมิ และหญ้าหวาน ซึ่งสามารถพัฒนาสูตรชาผสมจากพืชอินทรีย์ จำนวน 5 สูตร โดยศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay) ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (Ferric ion reducing antioxidant power: FRAP) และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระ (ABTS radical cation decolorization assay) ในน้ำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ที่พัฒนาขึ้น พบว่าชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไปในทิศทางเดียวกัน โดยสูตรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($P \leq 0.05$) คือ สูตรที่ 5 มีอัตราส่วนผสมของพืชอินทรีย์ คือ ใบหม่อน : พรมมิ : บัวบก : ปัญจขันธ์ : หญ้าหวาน (0.35 : 0.35 : 0.20 : 0.10 : 0.25 กรัม) มีปริมาณฟีนอลิกรวม, DPPH, FRAP และ ABTS เท่ากับ 18.21 ± 0.86 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมของน้ำหนักรับแห้ง 52.64 ± 1.84 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์/กรัมของน้ำหนักรับแห้ง 83.84 ± 1.41 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์/กรัมของน้ำหนักรับแห้ง และ 48.52 ± 1.67 มิลลิกรัมสมมูลของไอร้ออนู/กรัมของน้ำหนักรับแห้ง ตามลำดับ รองลงมาคือสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 ตามลำดับ

การประเมินคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสถิตภัณฑ์ชาจากพืชอินทรีย์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ชาจากพืชอินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน ที่อุณหภูมิ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บทั้ง 60 วัน ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ชาจากพืชที่กำหนดไว้ และผลการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยวิธีสภาวะเร่ง พบว่าสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 55 และ 45 องศาเซลเซียส ได้นาน 36 และ 120 วัน ตามลำดับ และการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ 30 พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นาน 721 ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาผสมจากพืชอินทรีย์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ เป็นไปตามมาตรฐานชาจากพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564 เรื่อง ชาจากพืช)

คำสำคัญ: การพัฒนาสูตร ชาจากพืช ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อายุการเก็บรักษา

คำนำ

“ชาจากพืช” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้ง อาจผ่านการบดหยาบหรือลดขนาดโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564) ปัจจุบันมีการนำพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมาผ่านกระบวนการเพื่อใช้ทำให้แห้งแล้วลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับ หรือบด แล้วบรรจุของสำหรับการแช่เพื่อชงดื่มหรือบรรจุภาชนะอื่นเพื่อการดักขังดื่มในปริมาณตามความต้องการ การชงดื่มทำได้โดยการแช่ชงหรือต้กพืชนั้นลงในน้ำร้อน ซึ่งพืชที่นิยมนำมาทำเป็นชาจากพืช ได้แก่ มะตูม กระเจี๊ยบ เหง้าขิง เหง้าข่า เหง้าและต้นตะไคร้ ดอกคำฝอย ใบเตยหอม ใบบัวบก ดอกเก็กฮวย เถาวัลย์เปรียง ใบหญ้าหวาน ใบหม่อน รวมทั้งใบและต้นปัญจชัน (เจี๋ยวกู่หลาน) อีกพืชหนึ่งที่มีสรรพคุณโดดเด่น คือ พรหมมี ที่สามารถนำมาเป็นชาจากพืชทั้งในรูปแบบเดี่ยวและผสม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรชาผสมจากพืชอินทรีย์ 5 ชนิด ได้แก่ ใบหม่อน พรหมมี บัวบก ปัญจชัน และหญ้าหวาน ซึ่งพืชเหล่านี้มีสรรพคุณโดดเด่น เช่น ใบหม่อน (*Morus alba* Linn.) จัดอยู่ในวงศ์ Moraceae มีสารสำคัญคือ สารโพลีฟีนอล (polyphenols) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันภาวะสมองขาดเลือดรวมทั้งการเสื่อมสมรรถภาพทางกาย เช่น กล้ามเนื้ออ่อนแรง เดินไม่ตรง เดินเซ นอนไม่หลับ การเกิดภาวะทางสมอง เช่น โรคสมองเสื่อม อัลไซเมอร์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2561) พรหมมี (*Bacopa monnieri* (L.) Wettst.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Plantaginaceae มีสารสำคัญคือ บาโคไซด์ (bacoside) (กรรณก, 2561) สารสกัดจากส่วนต้นที่อยู่เหนือดินมีฤทธิ์เพิ่มประสิทธิภาพ

ของสมอง (nootropic activity) บัวบก (*Centella asiatica* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Umbelliferae (Arun *et al.*, 2017) การแพทย์แผนไทยพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากใบบัวบก มีสารกลุ่ม monoterpenes มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase สารสกัดชนิดนี้มีฤทธิ์กล่อมประสาท (tranquilizing) ซึ่งเกิดจากสารไตรเทอร์พีน (triterpenes) ที่ชื่อว่า บราโมไซด์ (brahmoside) สารสกัดจากใบบัวบกยังมีฤทธิ์กดประสาท (sedative) ด้านอาการซึมเศร้าและมีฤทธิ์เป็นสารต้านโคลีนเอสเทอร์ส (cholinomimetic) ในสัตว์ทดลอง จากการค้นพบนี้จึงอาจมีการนำบัวบกไปใช้รักษาอาการซึมเศร้าและอาการกังวลในผู้ป่วยอัลไซเมอร์ได้ (ชาญชัย, 2555) ปัญจชันหรือเจี๋ยวกู่หลาน (*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb) Makino) จัดอยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) มีสรรพคุณในการบำรุงสุขภาพและรักษาอาการป่วยต่าง ๆ มีสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ซาโปนิน โพลีแซ็กคาไรด์ ฟลาโวนอยด์ และไฟโตสเตอรอล ซึ่งปัญจชันมีฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ได้แก่ ต้านมะเร็ง ต้านการเกิดลิ่มเลือด ต้านภาวะสมองเสื่อม และโรคพาร์กินสัน (Chao Su *et al.*, 2021) และหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) จัดอยู่ในวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) ใบหญ้าหวานมีคุณสมบัติหลายด้านเนื่องจากมีสารให้ความหวานที่เรียกว่า สตีวียอล ไกลโคไซด์ (steviol glycoside) ซึ่งทราบกันดีว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลชีพ และต้านเชื้อรา ซึ่งสตีวียอล ไกลโคไซด์ สตีวียอไซด์ (stevioside) และรีบาดีโอไซด์ เอ (rebaudioside A) เป็นสารประกอบให้ความหวานมากกว่าซูโครสหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 30-250 เท่า (Haida *et al.*, 2020) จะเห็นได้ว่า พืชเป้าหมายทั้ง 5 ชนิด

มีสรรพคุณที่โดดเด่นที่หลากหลายและที่สำคัญล้วนเกี่ยวข้องกับระบบประสาทและความจำทั้งสิ้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อพัฒนาสูตรชาผสมจากพืชอินทรีย์เพื่อเพิ่มสรรพคุณของชาจากพืช โดยใช้พืชที่มาจากกระบวนการผลิตแบบอินทรีย์เพื่อพัฒนาเป็นชาชงดื่มเพื่อสุขภาพด้านภาวะสมองเสื่อม และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่ได้จากสารธรรมชาติจากพืชที่มีศักยภาพในการช่วยฟื้นฟูความจำ พัฒนาการเรียนรู้ และบำรุงสมอง ได้แก่ ใบหม่อน พรหมมี บัวบก ปัญจชัน และ หญ้าหวาน เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืชอินทรีย์

พืชอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดที่เก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 ประกอบด้วย 1) พรหมมี (*Brahmi: Bacopa monnieri* (L) Wettst.) ใช้ส่วนใบและลำต้น เก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน 2) บัวบก (*Pennywort: Centella asiatica* (Linn.) Urban) ใช้ส่วนใบ เก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน 3) ปัญจชันหรือเจียวกู่หลาน (*Jiaogulan: Gynostemma pentaphyllum* (Thunb). Makino) ใช้ส่วนใบ เก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน 4) ใบหม่อน (*Mulberru Leaves: Morus alba* Linn.) ใช้ส่วนใบ เก็บเกี่ยว

ที่อายุ 120 วัน 5) หญ้าหวาน (*Stevia: Stevia rebaudiana* Bertoni) ใช้ส่วนใบ เก็บเกี่ยวที่อายุ 30 วัน จากฟาร์ม บริษัท ภูเขียวทาเอิร์บแลนด์ จำกัด อำเภอนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งได้ปลูกพืชแบบอินทรีย์โดยได้รับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกช. 9000 เล่ม 1 (G)-2557: เกษตรอินทรีย์ เล่ม 1: การผลิต แปรรูป แสลงฉลาก และจำหน่าย ผลิตผลและผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยนำพืชแต่ละชนิดมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ซับให้แห้ง และหั่นให้มีขนาด 2-3 เซนติเมตร นำไปอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง (Bacco *et al.*, 1998) นำพืชที่แห้งไปบดด้วยเครื่องบด (DELIXI, LX19-001, China) และร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 80 บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ปิดดเชื้อเพื่อนำไปพัฒนาสูตรชาต่อไป

การพัฒนาสูตรชาจากพืชอินทรีย์

นำวัตถุดิบพืชอินทรีย์ที่เตรียมได้มาพัฒนาเป็นชาจากพืชอินทรีย์โดยนำวัตถุดิบพืชอินทรีย์แต่ละชนิดที่เตรียมให้อยู่ในรูปผงแห้งมาพัฒนาสูตรเป็นชาจากพืชอินทรีย์ โดยแบ่งเป็น 5 สูตร บรรจุส่วนผสมตามอัตราส่วนใน Table 1 ลงในถุงชาขนาด 6x8 เซนติเมตร

Table 1 Recipes of tea form organic plant 5 recipes

Recipes	Raw material (Dry weight/g)					Total weight (g)
	Mulberry leaves	Pennywort	Jiaogulan	Brahmi	Stevia	
1	0.50	0.10	0.10	0.05	0.25	1.0
2	0.40	0.15	0.15	0.05	0.25	1.0
3	0.60	0.05	0.05	0.05	0.25	1.0
4	0.65	0.05	0.05	0.05	0.20	1.0
5	0.35	0.20	0.10	0.10	0.25	1.0

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การเตรียมน้ำชาจากพืชอินทรีย์

นำชาจากพืชอินทรีย์บรรจุลงในซองเยื่อกระดาษทั้ง 5 สูตร โดยแบ่งเป็นซอง ซองละ 1 กรัม แล้วชงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นาน 5 นาที (Chan *et al.*, 2010) เก็บน้ำชาจากพืชอินทรีย์ในขวดแก้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อไป

การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

นำน้ำชาจากพืชอินทรีย์ที่เตรียมได้ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร มาเติมน้ำปราศจากไอออน 100 ไมโครลิตร และเติม 10% Folin-Cioaltea's reagent ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที เติม Na_2CO_3 (7% w/v) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที นำสารละลายผสมมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer (Labomed, Spectro SC, USA) ทดลอง 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกรดแกลลิกมาตรฐาน รายงานปริมาณฟีนอลิกรวมในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมของน้ำหนักแห้งตามวิธีการดัดแปลงจาก Chan *et al.* (2010)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

นำน้ำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครโมล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer (Labomed, Spectro

SC, USA) ทดลอง 5 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ได้มาคำนวณความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทรลอคซ์ ที่ความเข้มข้น 0-100 พีพีเอ็ม รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของโทรลอคซ์/กรัมของน้ำหนักแห้ง ตามวิธีการดัดแปลงจาก Zaeoung *et al.* (2005)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

นำน้ำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เติมสารละลาย FRAP ปริมาตร 180 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน วางไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer (Labomed, Spectro SC, USA) โดยใช้สารละลาย FRAP เป็น blank ทำการทดลอง 5 ซ้ำ และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานของ $\text{FeCl}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ดัดแปลงวิธีการจาก Benzie and Strain (1996)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

นำน้ำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ปริมาตร 10 ไมโครลิตร เติมสารละลาย ABTS ปริมาตร 190 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน วางไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 120 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร ด้วย Spectrophotometer (Labomed, Spectro SC, USA) โดยใช้สารละลาย ABTS เป็น blank ทำการทดลอง 5 ซ้ำ และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานโทรลอคซ์ และรายงานเป็นมิลลิกรัมสมมูลของโทรลอคซ์/กรัมของน้ำหนักแห้ง ดัดแปลงวิธีการจาก Charoensiddhi and Anupong (2008)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระระหว่างชาแต่ละสูตร โดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของชาพีชอินทรีย์

นำชาพีชอินทรีย์สูตรที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดมาทำการศึกษาคูณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ในสภาวะเร่ง (accelerated shelf life test) โดยบรรจุชาพีชอินทรีย์ลงในซองสำหรับบรรจุชา น้ำหนัก 1.0 กรัม จำนวน 360 ซอง แบ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทุก ๆ 5 วัน เป็นเวลา 60 วัน (สุ่มตัวอย่าง 12 ครั้ง) จำนวน 10 ซ้ำ ต่อการวิเคราะห์ 1 ครั้ง โดยใช้ชาพีชอินทรีย์จากซองใหม่ทุกครั้ง และเก็บตัวอย่างกว่าผลิตภัณฑ์มีค่า Thiobarbituric acid (TBA) สูงเกิน 1.6 มิลลิกรัมมาลอนไดแอลดีไฮด์/กิโลกรัม มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ได้แก่ เพอร์เซ็นต์ความชื้น (AOAC, 2005) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) (AQUA Lab: CX3TX, USA) ค่ากรด TBA (Tarlidgis *et al.*, 1960) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Maturin and Peeler, 2001) ยีสต์และรา (Tournas *et al.*, 2001) *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. (AOAC, 2005) และค่าสี L, a^* , b^* (Minolta, CR-300, Japan)

การคำนวณอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

การหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการประเมินทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า Accelerated shelf life testing (ASLT) ด้วยการใช้ค่า Q_{10} Factor ซึ่งเป็นวิธีการสากลที่นิยมใช้ในการหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้เวลาการหาสั้นและประหยัดค่าใช้จ่าย แต่สามารถคาดคะเนอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องทดลองทุกอุณหภูมิ และยังใช้ประเมินอายุการเก็บที่เหลือหลังจากการเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้เช่นกัน (Labuza, 1982; Labuza and Schmidl, 1985) แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดสำหรับอาหารบางชนิด เช่น การเพิ่มอุณหภูมิในระยะการบ่มอาจจะเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางเคมีและกายภาพบางชนิด ทำให้การคาดคะเนอายุมีความคลาดเคลื่อนได้ (ศรี, 2551) ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของค่า Q_{10} และ Q_1 ได้ต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก Mizrahi, 2004) จากสูตร

$$Q_{10} = \theta_s(T) \quad \text{และ} \quad Q_1 = \frac{\theta_{10}^{0.1}}{\theta_s(T+10)}$$

$$Q^{\Delta T} = \frac{\theta_s(T)}{\theta_s(T+\Delta T)}$$

เมื่อ

$\theta_s(T)$ = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T (วัน)

$\theta_s(T+\Delta T)$ = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T+10 (วัน)

Q_{10} = อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิต่างกัน 10 องศาเซลเซียส

Q_1 = อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิต่างกัน 1 องศาเซลเซียส

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำนายกับอุณหภูมิ T

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การพัฒนาสูตรชาจากพืชอินทรีย์

การพัฒนาสูตรชาจากพืชอินทรีย์ ได้จำนวน 5 สูตร (Figure 1) ที่มีอัตราส่วนของส่วนผสมของพืชอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด คือ ใบหม่อน บัวบก ปญจันธุ์ พรมมิ และหญ้าหวานที่เหมาะสมลงตัว โดยงานวิจัยนี้เลือกใบหม่อนเป็นพืชหลักในการพัฒนาสูตรชา ใบหม่อนนอกจากเป็นพืชที่มีสารพฤษเคมีที่สำคัญแล้ว ยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเมื่อชงในน้ำร้อน ให้รสชาติดี ดื่มง่าย และไม่ขม (อนงค์ และกาญจนา, 2563) ตลอดจนเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว โรคและแมลงศัตรูพืชค่อนข้างน้อย อีกทั้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ในขณะที่พรมมิมีสรรพคุณทางยาที่ดี แต่รสชาติขมติดลิ้น (กรกนก, 2561) จึงใช้ในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับพืชเป้าหมายอื่น อีกทั้งยังเพิ่มสรรพคุณทางยาด้วยการเติมใบบัวบกและปญจันธุ์ พร้อมแต่งรสชาติของชาพืชอินทรีย์ให้ดื่มง่ายมากขึ้น

ด้วยการปรับให้มีรสหวานกลมกล่อมจากการเติมใบหญ้าหวาน (วุฒิพงศ์, 2564) การเพิ่มหญ้าหวานในสูตรชานอกจากจะทำให้ชามีรสชาติหวานดื่มง่ายแล้ว หญ้าหวานยังมีสารสำคัญ เช่น สเตียวอลไกลโคไซด์ (steviolglycoside) ซึ่งละลายน้ำได้ดีแล้วยังทำให้ปริมาณฟีนอลิกรวมในน้ำชาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณฟีนอลิกรวมที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีขึ้น ได้แก่ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น (วุฒิพงศ์, 2564; Zaidan *et al.*, 2019)

เมื่อนำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร ชงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นาน 5 นาที เก็บน้ำชาจากพืชอินทรีย์ที่ชงในขวดแก้ว และนำไปวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อไป โดยพบว่า สีของน้ำชาจากพืชอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร มีความเข้มของสีที่แตกต่างกัน โดยสีที่ปรากฏเป็นสีเหลืองทอง (Figure 2)



Figure 1 The 5 recipes of tea developed from organic plants packed in tea sachets

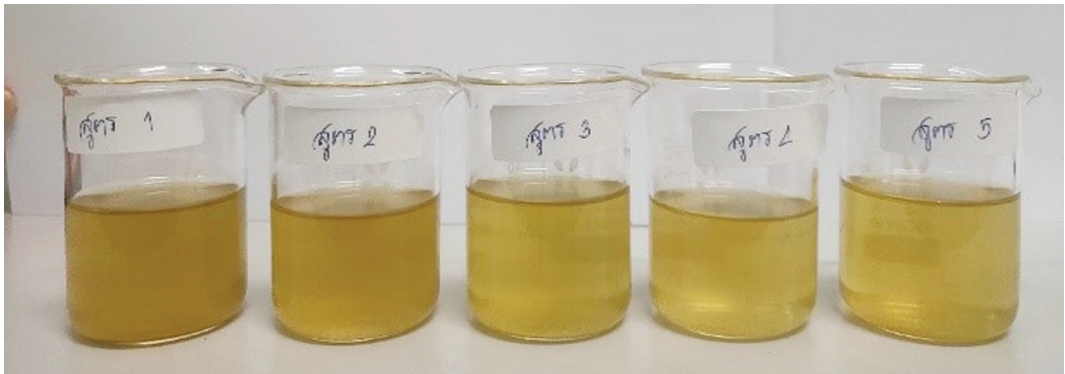


Figure 2 The color of different tea water from organic plants 5 recipes

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ชาจากพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด เท่ากับ 18.215 ± 0.864 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง ($P \leq 0.05$) (Table 2) รองลงมาคือ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 16.418 ± 0.702 , 15.481 ± 0.632 , 15.103 ± 0.774 และ 13.420 ± 1.013 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Table 2) พบว่า ชาพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 52.645 ± 1.842 , 45.185 ± 1.558 , 44.397 ± 0.937 , 40.906 ± 1.485 และ 36.881 ± 1.199 มิลลิกรัมสมมูลของTrolox/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (Table 2) พบว่า ชาพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 83.848 ± 1.410 , 67.349 ± 2.217 ,

64.063 ± 1.376 , 59.175 ± 2.186 และ 57.400 ± 1.569 มิลลิกรัมสมมูลของTrolox/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ สูตรที่ 5 รองลงมาคือ ชาพืชอินทรีย์สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 4 โดยมีค่าเท่ากับ 48.528 ± 1.673 , 43.756 ± 1.258 , 41.323 ± 1.671 , 37.608 ± 1.218 และ 35.340 ± 1.358 มิลลิกรัมสมมูลของTrolox/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 2)

ชาพืชอินทรีย์ที่พัฒนาขึ้นในสูตรที่ 5 ซึ่งมีส่วนผสมของ ใบหม่อน : บัวบก : ปัญจชันธุ์ : พรมมิ : หญ้าหวาน ในอัตราส่วน 0.35 : 0.20 : 0.10 : 0.10 : 0.25 ตามลำดับ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP ปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จึงเลือกสูตรชาดังกล่าวใช้ในการทดสอบคุณภาพของชาจากพืชอินทรีย์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งต่อไป

Table 2 Total phenolic content and antioxidant activity of the 5 recipes form organic plants^{1/}

Recipes	Ingredient	Weight (g)	DPPH (mg TE/g DW)	ABTS (mg TE/g DW)	FRAP (mg Fe ²⁺ /g DW)	Total Phenolic Compound (mg GAE/g DW)
1	Mulberry leave	0.50				
	Pennywort	0.10				
	Jiaogulan	0.10	40.90±1.48 ^c	59.17±2.18 ^d	37.60±1.21 ^d	15.10±0.77 ^c
	Brahmi	0.05				
	Stevia	0.25				
2	Mulberry leave	0.40				
	Pennywort	0.15				
	Jiaogulan	0.15	45.18±1.55 ^b	67.349±2.21 ^b	43.75±1.25 ^b	16.41±0.70 ^b
	Brahmi	0.05				
	Stevia	0.25				
3	Mulberry leave	0.60				
	Pennywort	0.05				
	Jiaogulan	0.05	44.39±0.93 ^b	64.06±1.37 ^c	41.32±1.67 ^c	15.48±0.63 ^{bc}
	Brahmi	0.05				
	Stevia	0.25				
4	Mulberry leave	0.65				
	Pennywort	0.05				
	Jiaogulan	0.05	36.88±1.19 ^d	57.40±1.56 ^d	35.34±1.35 ^e	13.42±1.01 ^d
	Brahmi	0.05				
	Stevia	0.20				
5	Mulberry leave	0.35				
	Pennywort	0.20				
	Jiaogulan	0.10	52.64±1.84 ^a	83.84±1.41 ^a	48.52±1.67 ^a	18.21±0.86 ^a
	Brahmi	0.10				
	Stevia	0.25				

^{1/} Mean in the same column with different letter(s);

(a-c) differ significant (P≤0.05).

การศึกษาคุณภาพและการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาจากพืชอินทรีย์

นำผลิตภัณฑ์ชาจากพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 ซึ่งเป็นสูตรชาที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด มาศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของชาพืชอินทรีย์ตามมาตรฐานชาจากพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426)

พ.ศ. 2564 เรื่อง ชาจากพืช) โดยชาพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 พบว่า มีคุณภาพทางกายภาพโดยมีค่า a_w เท่ากับ 0.398 ± 0.001 และมีคุณภาพทางด้านสีโดยแสดงค่าความสว่าง (L^*) ค่าสัมประสิทธิ์ของสี a^* และ b^* เท่ากับ 42.566 ± 0.084 -0.618 ± 0.030 และ 6.554 ± 0.084 ตามลำดับ ซึ่งค่า L^* สามารถมีค่ามากกว่า 100 ได้ ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ

ยกตัวอย่างเช่น ภายในตัวอย่างมีส่วนประกอบที่สามารถสะท้อนแสงได้ (สีเมทาไลค) ทำให้ค่า L เกิน 100 แต่กรณีนี้ไม่ค่อยพบในอุตสาหกรรมอาหาร และค่า a^* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี โดย $+a^*$ คือค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง และ $-a^*$ คือค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ค่า b^* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี โดย $+b^*$ ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง และ $-b^*$ ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน โดยผลการทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของสีของชาพืชสูตรที่ 5 มีแนวโน้มไปทางสีเหลือง-เขียว ส่วนคุณภาพทางเคมีของชาพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 พบว่า มีความชื้น เท่ากับ

7.106 ± 0.249 ซึ่งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ปริมาณเถ้า ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 5.123 ± 0.167 กรัม/100 กรัม 18.215 ± 0.864 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 52.645 ± 1.842 มิลลิกรัมสมมูลของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินค่าที่กำหนด (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) (Table 3) โดยผลิตภัณฑ์ชาจากพืชอินทรีย์สูตรที่ 5 มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานของชาจากพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564 เรื่อง ชาจากพืช)

Table 3 Chemical, physical, and microbial quality of tea from organic plants

Quality	Value	Standard*
<i>Physical qualities</i>		
Color L*	42.566 ± 0.084	NS
a*	-0.618 ± 0.030	NS
b*	6.554 ± 0.084	NS
Water activity (a_w)	0.398 ± 0.001	<0.6
<i>Chemical qualities</i>		
Moisture content (g/100 g)	7.106 ± 0.249	<10
Ash (g/100 g)	5.123 ± 0.167	NS
Total phenolic compound (mg GAE/g DW)	18.215 ± 0.864	NS
Antioxidation activity (mg TE/g DW)	52.645 ± 1.842	NS
<i>Microbiological qualities</i>		
Total plate count (cfu/g)	$<250 \pm 0.00$	1×10^4
Yeasts and moulds (cfu/g)	$<25 \pm 0.00$	NS
<i>Salmonella</i> spp. (BAM)	Not detected	Not detect in 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i> (BAM)	Not detected	< 100 in 1 g (CFU/g)

* Standard of Notification of the Ministry of Public Health (No. 426) B.E. 2021 Re: Tea from Plants; NS = Not specified.

การคำนวณอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

การคำนวณอายุการเก็บผลิตภัณฑ์โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ชาพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง พบว่า ผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ชาพีชอินทรีย์มีปริมาณความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w พบว่า ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของชาจากพีชอินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิ

สูงขึ้น จากการศึกษาคุณภาพทางด้านสี (Figure 4C) โดยแสดงค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้นตลอดเวลา การเก็บรักษา และอุณหภูมิมีผลต่อค่าความสว่างของสีเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น และอุณหภูมิมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของสี a^* (Figure 4D) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของสีเป็น $-a^*$ คือค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) (Figure 4E) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ค่า b^* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี โดยมีค่าเป็น $+b^*$ ซึ่งหมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง และค่าการเปลี่ยนแปลง

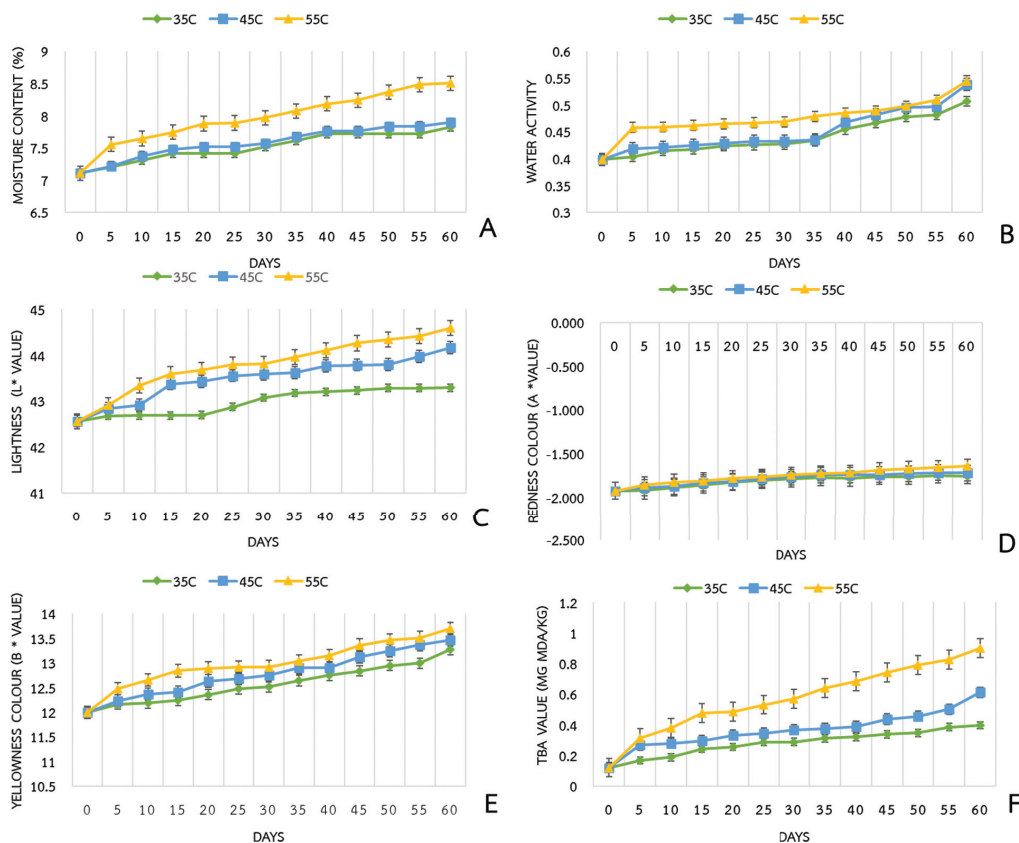


Figure 4 Six parameters of mixed tea from organic plants product during storage at 35, 45, and 55°C for 60 days: the moisture content (A), water activity (a_w) (B), lightness color (L^*) (C), redness color (a^*) (D), yellowness (b^*) (E), and thiobarbituric acid value (mg MDA/Kg) (F)

สีโดยรวม พบว่า การเก็บที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีได้มากขึ้น อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ส่งผลให้เกิดเป็นสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นได้ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาต่าง ๆ เกิดในอัตราที่เร็วขึ้นและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี (นิธิยา, 2557) และการเปลี่ยนแปลงค่ากรด thiobarbituric acid (TBA) ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาชาจากพีชอินทรีย์ ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และเมื่อช่วงอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีปริมาณ TBA ที่สูงขึ้นด้วย โดยในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า หากค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับอาหารทั่วไป คือ ค่าไม่เกิน 1.6 มิลลิกรัมมาลอนไดแอลดีไฮด์/กิโลกรัม (Figure 4F) โดยที่อาหารยังเป็นที่ยอมรับของบริโภคและผู้บริโภคยังไม่ได้รับกลิ่นเหม็นหืนสำหรับผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ พบว่า หากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้มากกว่า 60 วัน เนื่องจากมีค่า TBA ไม่เกิน 1.6 มิลลิกรัมมาลอนไดแอลดีไฮด์/กิโลกรัม เป็นผลจากผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์มีความชื้นต่ำและไม่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจึงไม่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ (นิธิยา, 2557)

ส่วนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วันที่อุณหภูมิ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และราตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 60 วัน อาจเนื่องจากในผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 จึงทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ เพราะมีปัจจัยไม่เหมาะสม (Fennema, 1996) โดยปกติค่า a_w มากกว่า 0.6 จะสามารถพบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้น คุณภาพทางด้าน

จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งนี้ และการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 โดยใช้วิธีการประเมินทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า accelerated shelf life testing (ASLT) ทำให้สามารถประเมินผลของสภาพการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารได้ โดยเลือกสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะเร่งอุณหภูมิแล้วนำไปทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถเก็บรักษาได้นาน 120 วัน ผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ความชื้น ร้อยละ 7.47 ± 0.17 และค่า TBA 1.584 ± 0.026 มิลลิกรัมมาลอนไดแอลดีไฮด์/กิโลกรัม ปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และ 36 วัน มีความชื้นร้อยละ 7.45 ± 0.16 และค่า TBA 1.574 ± 0.042 มิลลิกรัมมาลอนไดแอลดีไฮด์/กิโลกรัม ปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ตามลำดับเมื่อนำผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวมาทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์จะสามารถคำนวณค่า Q_{10} ของผลิตภัณฑ์ได้จากการประเมินอายุการเก็บรักษา พบว่า สามารถคำนวณค่าอายุการเก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ได้นาน 721 วัน

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 มีส่วนผสมของใบหม่อน : พรมมิ : บัวบก : ปัญจชัน : หญ้าหวาน ในอัตราส่วน 0.35 : 0.35 : 0.20 : 0.10 : 0.25 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด การทดสอบการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์เป็นเวลา 60 วันที่อุณหภูมิ 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส โดยผลิตภัณฑ์ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์

ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้ง 60 วัน และจากการคำนวณอายุการเก็บรักษาโดยใช้ Q_{10} ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 721 วัน หรือ 24 เดือน (2 ปี) เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์สูตรที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานของชาจากพีช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564 เรื่องชาจากพีช) และจากงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการผลิตชาขงดื่มจากพีชอินทรีย์เพื่อสุขภาพที่มีประโยชน์ในการต้านภาวะสมองเสื่อมได้ และในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ คือมีผู้สูงอายุมากกว่าในวัยอื่น ๆ โดยจะส่งผลให้ผู้สูงอายุเป็นโรคอัลไซเมอร์และโรคสมองเสื่อมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาจากพีชอินทรีย์ที่พัฒนาขึ้นมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่ได้จากสารธรรมชาติของพีชอินทรีย์ที่มีศักยภาพในการช่วยฟื้นฟูความจำ พัฒนาการเรียนรู้ และบำรุงสมอง ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้เหมาะสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุที่เกิดอาการของโรคอัลไซเมอร์และโรคสมองเสื่อม

เอกสารอ้างอิง

- กรกนก องคินันท์. 2561. พรหมิ สมุนไพรบำรุงความจำ. พิษณุโลก. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, สื่อสิ่งพิมพ์ออนไลน์. 2561. พัฒนาอาหารเสริมจากสารสกัดใบหม่อนมีสรรพคุณช่วยเพิ่มความจำ กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นมาสู่เชิงพาณิชย์. แหล่งข้อมูล <http://www3.dmsc.moph.go.th/post-view/415> (1 ธันวาคม 2564).
- กระทรวงสาธารณสุข. 2564. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 426) พ.ศ. 2564 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง ชาจากพีช. แหล่งข้อมูล <http://food.fda.moph.go.th/law/index.php>. (1 ธันวาคม 2564).
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2557. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- วุฒิพงศ์ ครอบบัวบาน. 2564. การพัฒนาชาจากพีชอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศจี สุวรรณศรี. 2551. หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- อนงค์ ศรีโสภาก และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. 2563. การพัฒนาสูตรชาสมุนไพรใบหม่อนผสมสมุนไพรให้กลิ่นหอมที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์กลูโคซิเดส. Thai Journal of Science and Technology. 9(2):218-229.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington D.C.
- Arun, M., V. Gombar, M. Gupta, S. Sinha and Y. Shamsi. 2017. Effectiveness of *Centella asiatica* (brahmi) in various illnesses: a review. International journal of current medical and pharmaceutical research. 3(12): 2748-2752.

- Benzie, I. and J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry* 239: 70-76.
- Chan, E., Y. Lim, K. Chong, J. Tan and S. Wong. 2010. Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. *J Food Compos Anal.* 2010(23): 185-189.
- Chao, S., N. Li, R. Ren., Y. Wang., X. Su., F. Lu., R. Zong., L. Yang and X. Ma. 2021. Review progress in the medicinal value, bioactive compounds, and pharmacological activities of *Gynostemma pentaphyllum* Molecules. 2021,26,6249 <https://doi.org/10.3390/molecules26206249>. (December 5, 2021).
- Charoensiddhi, S. and P. Anupong. 2008. Bioactive compounds and volatile compounds of Thai baelfruit (*Aegle marmelos* (L.) Correa) as a valuable source for functional food ingredients. *Int. Food Res. J.* 15: 287-295.
- Fennema, O. 1996. *Water and Ice in Food Chemistry*. 3rd ed. Marcel Dekker, New York.
- Haida, Z., A. Abdullah and H. Mansor. 2020. Health benefits of *Stevia rebaudiana* Bertoni as zero calorie natural sweetener: A review. *IFRJ.* 27(5): 783-789.
- Labuza, T. 1982. *Shelf-Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press, Inc., Westport.
- Labuza, T. and M. Schmidl. 1985. Accelerated shelf-life testing of foods. *Food Technology* 39(9): 57-64.
- Maturin, L. and J. Peeler. 2001. *Bacteriological Analytical Manual*, Chapter 3: Aerobic plate count. (Online). Available: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>. (December 6, 2021).
- Mizrahi, S. 2004. *Understanding and Measuring the Shelf Life of Food*. F&N Press, Westport.
- Tarlidgis, B., B. Watts, M. Younathan and L. Dugan. 1960. Determination of thiobarbituric acid value in food. *Journal of American Oil Chemists Society* 37: 44.
- Zaeoung, S., A. Plubrukarn and N. Keawpradub. 2005. Cytotoxic and free radical scavenging activities of Zingiberaceous rhizomes. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 27(4): 799-812.
- Zaidan, U.H., N.I.M. Zen, N.A. Amran, S. Shamsi and S.S.A. Gani. 2019. Biochemical evaluation of phenolic compounds and steviol glycoside from *Stevia rebaudiana* extracts associated with in vitro antidiabetic potential, *Biocat. Agric. Biotechnol.* 18: 101049.

ทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล บ้านแม่แก๊ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

Attitude Towards Tilapia Organic Culture System Adaptation
of Farmers in Maegad, Parphai Subdistrict, Sansai District,
Chiang Mai Province

อานูภาพ วรณคณาพล* และ ดารชาต์ เทียมเมือง

Arnuparp Wankanapol* and Daracha Thiammuang

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: doi36@yahoo.com

(Received: 8 September 2021; Revised: 21 February 2022; Accepted: 24 March 2022)

Abstract

The objectives of this research were to study the attitude towards tilapia organic culture adaptation as well as to investigate the factors affecting attitudes including socio-economic attributes, commercial tilapia culture information and freshwater organic aquaculture cognition of tilapia farmers in the Maegad, Parphai subdistrict, Sansai district, Chiang Mai province. The information could be applied to promote the adaptation to tilapia organic culture system further. The population was commercial fish farmers in the Sansai district area. The samples were gathered from all members in tilapia culture groups of 105 farmers selected by the purposive sampling method. The validity and reliability questionnaires were approved moreover, structure interviews were used as tools. Data analysis was performed with descriptive statistics, Pearson's product moment correlation coefficient and chi-square test. The results revealed that majority of the tilapia farmers performed the overall positive attitude towards adaptation to tilapia organic culture system while sub attitude included environment awareness, organic culture certificate

and marketing, the positive attitude was also obtained. In contrary, the negative attitude about the farmer cooperation readiness was found. The four factors included tilapia culture experience, initial tilapia size, training experience frequency and cognition which were affected the attitudes significantly. In conclusion, the process to encourage the tilapia farmers adaptation, the eligible farmers who has readiness and more experiences should be chosen individually or grouping as a pioneer and leader to conduct tilapia organic culture system. After that, the specific intensive training program about implementing to tilapia organic culture certify included supplying chain, production methodology, marketing channel and value adding by fish processing should be conducted completely.

Keywords: Attitude towards, tilapia, organic culture system, adaptation

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์ ตลอดจนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่ประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์ ของเกษตรกรบ้านแม่แก๊ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรคือเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์พื้นที่อำเภอสนทราย กลุ่มตัวอย่างคือสมาชิกของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล จำนวน 105 ราย คัดเลือกโดยวิธีเฉพาะเจาะจง ใช้แบบสอบถามที่ผ่านการทดสอบความถูกต้องและความเชื่อมั่นร่วมกับการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและไครส์แคร์ ผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมเกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่บวกเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลในระบบอินทรีย์ สำหรับประเด็นย่อยด้านสิ่งแวดล้อม วิธีการเลี้ยงในระบบอินทรีย์และการตลาด เกษตรกรมีทัศนคติในแง่บวกเช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามเกษตรกรมีทัศนคติแง่ลบเกี่ยวกับประเด็นความพร้อมของกลุ่มเกษตรกร สำหรับปัจจัยประสพการณ์ในการประกอบอาชีพการเลี้ยงปลานิล จำนวนครั้งของการฝึกอบรม ขนาดปลานิลที่เริ่มเลี้ยงรวมทั้งความรู้ความเข้าใจ มีความสัมพันธ์กับทัศนคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อเสนอแนะทางการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตคือการคัดเลือกเกษตรกรรายย่อยหรือกลุ่มที่มีประสพการณ์และความพร้อมสูง เพื่อเป็นผู้นำต้นแบบการเลี้ยงปลานิลในระบบอินทรีย์ มากกว่านั้นการจัดฝึกอบรมให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการเพื่อให้ได้รับการรับรองมาตรฐานผลผลิต เช่น การจัดหาปัจจัยการผลิต วิธีการผลิตปลานิลอินทรีย์ การตลาดและการแปรรูปเพิ่มมูลค่า ควรมีการดำเนินการให้ครบวงจรการผลิต

คำสำคัญ: ทัศนคติ ปลานิล ระบบอินทรีย์และการปรับเปลี่ยน

คำนำ

ปลานิล (nile tilapia, *Oreochromis niloticus*) ปลาน้ำจืดที่มีต้นกำเนิดจากทวีปแอฟริกา แต่ในปัจจุบันเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีความนิยมเพาะเลี้ยงและบริโภคแพร่หลายไปทั่วโลก ส่งผลให้มีผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงมากที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลกรวมทั้งในประเทศไทย ปลานิลเริ่มมีบทบาทในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยมานานกว่า 50 ปี เนื่องจากเป็นปลาที่มีรสชาติดี เพาะเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและมีราคาถูก หากเทียบกับเนื้อสัตว์บกอื่น ๆ การเพาะเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันเป็นการเพาะเลี้ยงเชิงพัฒนา (intensive culture) โดยมีรูปแบบการเลี้ยงแบบเพศเดียว (monosex) ทำให้ลูกพันธุ์ปลานิลถูกพัฒนาเทคนิคในการแปลงเพศ (sex reversal) ให้เป็นเพศผู้ล้วน (all male) ซึ่งต้องพึ่งพาการใช้ฮอร์โมนเพศชายสังเคราะห์เข้าช่วยในการเหนี่ยวนำการเปลี่ยนเพศ แม้ว่าจะมีรายงานการวิจัยว่าการใช้ฮอร์โมนนี้ไม่มีผลให้ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อปลา แต่อย่างไรก็ตามตลาดส่งออกในบางพื้นที่ไม่เปิดรับผลผลิตปลานิลจากวิธีการนี้ ประกอบกับในปัจจุบันกระแสของการบริโภคมุ่งเน้นผลผลิตที่มีคุณภาพ ได้รับการรับรองมาตรฐานมากยิ่งขึ้น ระบบการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่จะได้รับการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี (Good aquaculture practice; GAP) แต่ในระดับมาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ (Organic aquaculture) ซึ่งมีระดับความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผู้ผลิตและสิ่งแวดล้อมที่สูงขึ้น ยังไม่มีรายงานฟาร์มที่ได้รับการรับรองผลผลิตนี้ ซึ่งหากสามารถส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงที่ได้รับการรับรองมาตรฐานนี้ จะเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

รวมทั้งสามารถส่งออกและเพิ่มมูลค่าของปลานิลได้มากยิ่งขึ้น

จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งทางด้านอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการบริการ สามารถผลิตสัตว์น้ำเพื่อรองรับอุตสาหกรรมดังกล่าวในปี 2558 ได้ทั้งหมด 2,843.12 ตัน โดยพื้นที่อำเภอสันทรายมีสัดส่วนผลผลิตมากที่สุด จำนวน 838.59 ตัน (สำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่, 2563) หรือคิดเป็นร้อยละ 29.50 ของผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงในจังหวัดทั้งหมด ซึ่งปลานิลคือปลาที่มีสัดส่วนผลผลิตมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามยังต้องมีการนำเข้าผลผลิตจากต่างจังหวัดเนื่องจากเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ไม่สามารถผลิตได้เพียงพอกับความต้องการของตลาด กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในอำเภอสันทราย โดยเฉพาะบริเวณบ้านแม่แก้ว ตำบลป่าไผ่ เป็นกลุ่มที่ริเริ่มเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์มาเป็นระยะเวลานาน ทำให้มีบทบาทและส่วนแบ่งทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงปลานิลมาก การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงเข้าสู่ระบบอินทรีย์จึงเป็นสิ่งท้าทายเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการยกระดับและขยายตลาดผลผลิตเพิ่มรายได้จากผู้บริโภคกลุ่มที่เน้นคุณภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษาทัศนคติของเกษตรกรจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ควรศึกษาเนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่จะบ่งบอกความคิด ความรู้สึกและแนวโน้มพฤติกรรมของบุคคลต่อสถานการณ์ ในทิศทางที่ดีหรือไม่ดี บวกหรือลบ (ศักดิ์ไทย, 2545) ดังนั้น การศึกษารั้วนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์ ตลอดจนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่ประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์ เพื่อเป็น

แนวทางส่งเสริมการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรในพื้นที่บ้านแม่แก้ดต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยคือเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกับสำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่ กรมประมง จำนวน 441 ราย (สำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่, 2563) ในพื้นที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มหรือชมรมผู้เลี้ยงปลานิลในพื้นที่บ้านแม่แก้ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) พบว่ามีจำนวน 5 กลุ่ม ที่ประกอบด้วยกลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลเชียงใหม่ กลุ่มเครือข่ายผู้เลี้ยงปลานิลแปลงใหญ่เชียงใหม่ ชมรมผู้เลี้ยงปลานิลสันทราย กลุ่มผู้เลี้ยงปลาป่าเกิดก้าวหน้า และกลุ่มปลานิลเชียงใหม่พัฒนา โดยเลือกเกษตรกรทุกรายตามรายชื่อที่อยู่ในทะเบียนกลุ่มหรือชมรมผู้เลี้ยงปลานิล จำนวน 30 30 20 20 และ 5 ราย ตามลำดับ ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 105 ราย การวิจัยนี้เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมจาก 2 แหล่ง จำแนกเป็น 1) ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกรผู้เป็นสมาชิกกลุ่มหรือชมรมผู้เลี้ยงปลานิลที่มีสำนักงานในพื้นที่บ้านแม่แก้ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามที่ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้ ข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ข้อมูล

การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ ข้อมูลความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลในระบบอินทรีย์ รวมทั้งการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structure interview) และ 2) ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากการค้นคว้าเอกสารในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บทความวิจัย บทความวิชาการ รายงานการวิจัย จากฐานข้อมูลวารสารวิชาการไทย (TCI) งานประชุมวิชาการและฐานข้อมูลงานวิจัยของมหาวิทยาลัย หนังสือ ตำรา เอกสารวิชาการ จากห้องสมุดและหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ รวมทั้งการสืบค้นในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) แบบสอบถามถูกทดสอบความถูกต้อง (content validity) ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (reliability) โดยในส่วนของข้อมูลความรู้ความเข้าใจและทัศนคติใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 30 ราย พบว่า มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 และ 0.92 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1 หมายความว่าแบบสอบถามสองส่วนนี้มีความเชื่อมั่นสูง (พัชรภักดิ์, 2550)

2) การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยในส่วนของข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลด้านความรู้ความเข้าใจให้เลือกตอบถูกและผิด แบ่งระดับได้ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยใช้ค่าเฉลี่ยในการนำเสนอ ส่วนทัศนคติให้คะแนนแบบลิเคิร์ต (Likert arbitrary weighting scale) 5 ระดับ

ประกอบด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยมีคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ในคำถามแง่บวก และ 1 2 3 4 และ 5 ในคำถามแง่ลบ สำหรับการนำเสนอระดับทัศนคติทำการแบ่งออกเป็นสองระดับคือ แ่บวกและลบ โดยใช้ค่ามัธยฐาน (median) ในการแบ่งตามเกณฑ์การแบ่งความรู้สึกเกี่ยวกับทัศนคติของักดีไทย (2545) หากเกษตรกรมีคะแนนรวมของทัศนคติสูงกว่าค่ามัธยฐาน อธิบายได้ว่าเกษตรกรมีทัศนคติในแง่บวก ในทางตรงกันข้ามหากมีคะแนนต่ำกว่า อธิบายได้ว่าเกษตรกรมีทัศนคติในแง่ลบ และนำเสนอข้อมูลในรูปร้อยละเพื่อให้สอดคล้องกับการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรนามบัญญัติ

3) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติ ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient, r) สำหรับข้อมูลย่อยในตัวแปรต้นด้านข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ด้านข้อมูลการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ และด้านความรู้ความเข้าใจสำหรับตัวแปรมาตรวัดช่วง (interval scale) และใช้ไครสแควร์ (χ^2) สำหรับตัวแปรมาตรวัดนามบัญญัติ (nominal scale) สำหรับข้อมูลย่อยด้านต่าง ๆ ข้างต้น โดยใช้สัมประสิทธิ์ฟี (phi, ϕ) อธิบายระดับความสัมพันธ์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม การเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์

เกษตรกรที่มีรายชื่อเป็นสมาชิกกลุ่มหรือชมรมผู้เลี้ยงปลานิลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 66.67 อายุเฉลี่ย 49.45 ปี มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 60.95 เป็นส่วนใหญ่ และ

ประกอบอาชีพการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์เป็นอาชีพรองถึงร้อยละ 92.38 สำหรับสถานะทางสังคมส่วนใหญ่ร้อยละ 94.29 มีสถานภาพสมรส และมีสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 3.89 คน เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 18,500.34 บาท และมีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพหลักเฉลี่ย 28.12 ปี

ข้อมูลการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ พบว่าเกษตรกรสังกัดกลุ่มหรือชมรมเลี้ยงปลานิลที่มีจำนวนสมาชิกเฉลี่ย กลุ่มละ 21 ราย ระยะเวลาการก่อตั้งกลุ่มเฉลี่ยกลุ่มละ 14.36 ปี โดยเกษตรกรทั้งหมดเลี้ยงปลานิลสีดำ ใช้ทุนของตนเองในการดำเนินการเลี้ยงถึงร้อยละ 93.34 โดยเกือบทุกรายดำเนินการเลี้ยงในบ่อดินร้อยละ 99.05 ซึ่งร้อยละ 97.14 มีกรรมสิทธิ์การเลี้ยงในพื้นที่ตนเอง มีจำนวนบ่อและพื้นที่เลี้ยงเฉลี่ย 1.80 บ่อ และ 2.15 ไร่ ตามลำดับ โดยทั้งหมดใช้แหล่งน้ำจากชลประทานแม่แฝก-แม่จืดเป็นหลัก ในรอบหนึ่งปีสามารถดำเนินการเลี้ยงได้เฉลี่ย 1.82 รุ่นต่อปี โดยมีการปล่อยปลานิลขนาดใหญ่ น้ำหนักเฉลี่ย 21.14 กรัมต่อตัว ความหนาแน่นเฉลี่ย 3,589.28 ตัวต่อไร่ ใช้ระยะเวลาเลี้ยงต่อรุ่นเฉลี่ย 5.79 เดือน ได้ผลผลิตเฉลี่ย 1,566.66 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้หักต้นทุนจากการจำหน่ายเฉลี่ย 25,700.83 บาทต่อรุ่น มีสมาชิกในครอบครัวที่มีส่วนร่วมเลี้ยงเฉลี่ย 1.28 คน ประสบการณ์ในการประกอบอาชีพการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์พบว่ามีความเฉลี่ยสูงถึง 15.17 ปี และเกษตรกรส่วนใหญ่ผ่านประสบการณ์ในการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการจัดการฟาร์มเลี้ยงโดยเฉพาะปลา รวมทั้งการฝึกอบรมด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานรัฐและเอกชนในพื้นที่มากถึงร้อยละ 98.09 โดยมีจำนวนครั้งในการอบรมเฉลี่ยต่อรายเท่ากับ 2.57 ครั้ง

ความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในระดับมากและมากที่สุดร้อยละ 52.38 และ 11.43 ตามลำดับ ระดับปานกลาง 34.29 และต่ำร้อยละ 1.90 ตามลำดับ

ทัศนคติของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์

ผลการศึกษาในภาพรวม (Table 1) พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่บวกถึงร้อยละ 69.52 และมีเพียงร้อยละ 30.48 เท่านั้นที่มีทัศนคติในแง่ลบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลส่วนใหญ่มีอาชีพและรายได้หลักจากการประกอบอาชีพอื่น ๆ เป็นประจำอยู่แล้ว ส่วนการเลี้ยงปลานิลเป็นเพียงอาชีพและรายได้เสริม และยังไม่ได้ลงมือปฏิบัติการเลี้ยงจริงตามระบบการเลี้ยงอินทรีย์ ประกอบกับมีความรู้สึกว่าการทำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์เป็นสิ่งท้าทายและอาจมีบทบาทมากยิ่งขึ้นในอนาคต การผลิตปลานิลอินทรีย์จึงอาจยังไม่กระทบต่อรายได้ในขณะปัจจุบันจึงส่งผลให้มีทัศนคติในแง่บวกมากกว่าแง่ลบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรวิทย์ (2560) ที่พบว่าเกษตรกรรายย่อยมีทัศนคติที่ดีในปรับเปลี่ยนมาเป็นการผลิตในระบบอินทรีย์ เนื่องจากมีรายได้จากแหล่งอื่นนอกจากการทำเกษตรเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้สรพงษ์ และชฎารัตน์ (2554) และณัชชา และคณะ (2556) ก็พบว่าเกษตรกรมีทัศนคติที่ดีต่อการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชและพืชผักในระบบอินทรีย์เนื่องมาจากการปลูกพืชหลักและจะลองทำเกษตรในระบบอินทรีย์เป็นรายได้เสริม ตามลำดับ โดยมีความคิดเห็นต่อการปรับเปลี่ยนที่สามารถจำแนกได้ตามประเด็นหัวข้อหลักต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) **ด้านสิ่งแวดล้อม** เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่บวกร้อยละ 95.24 โดยมีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งเกี่ยวกับหากปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์แบบปกติที่มีการใช้สารเคมีมาเป็นระบบอินทรีย์จะทำให้สามารถประกอบการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควบคู่กับการรักษาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน ไม่ใช่แค่ปัจจุบันแต่สามารถส่งต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรจนถึงอนุชนรุ่นหลัง สอดคล้องกับสวรค์ และดุสิต (2562) ที่พบว่าการทำเกษตรอินทรีย์ส่งผลให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดี รวมทั้งเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติที่ดีด้วยเช่นกัน เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ยึดหลักกิจกรรม กระบวนการผลิต และการจัดการผลผลิตที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ในทุกระดับของผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นธรรม นอกจากนี้ยังรวมถึงการปฏิบัติต่อการเลี้ยงปลานิลให้เหมาะสม เช่น การจัดสภาพการเลี้ยงที่สอดคล้องกับลักษณะความต้องการตามธรรมชาติ การดูแลเอาใจใส่ความเป็นอยู่ของปลานิล เป็นต้น ไม่มุ่งเน้นเฉพาะการเพิ่มผลผลิตปลานิลต่อหน่วยพื้นที่ให้มีผลผลิตสูงสุดเช่นเดิม ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2) **ด้านวิธีการเลี้ยงในระบบอินทรีย์** เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่บวกร้อยละ 53.33 โดยรู้สึกเห็นด้วยว่า มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอินทรีย์เป็นวิธีการดำเนินงานที่ปฏิบัติตามได้ยาก เนื่องจากมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและรายละเอียดและตัวชี้วัดมาก ต้องอาศัยระยะเวลา ประสบการณ์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการดำเนินการผลิตให้มาก ทำให้ในปัจจุบันยังไม่มีเกษตรกรรายใดดำเนินการหรือได้รับการรับรองมาตรฐานการเลี้ยงปลานิลอินทรีย์ สอดคล้องกับณัชชา และคณะ

(2556) ที่พบว่ากระบวนการผลิตระบบเกษตรอินทรีย์มีความซับซ้อนและสร้างความลำบากให้กับเกษตรกร โอกาสประสบความสำเร็จยาก ในประเด็นด้านการลงทุนเกษตรกรยังไม่แน่ใจว่าต้องใช้ทุนในการดำเนินการสูงระดับใด เนื่องจากยังขาดความชัดเจนด้านการจัดหาวัตถุดิบในการผลิต เช่น ยังไม่มีลูกพันธุ์ปลาไนที่ได้รับการรับรองจากฟาร์มเพาะในระบบอินทรีย์จำหน่ายและหาได้ยาก ในท้องตลาด ทำให้ยังไม่แน่ใจเกี่ยวกับราคาต่อหน่วยของลูกปลานิลว่าจะอยู่ในระดับใด จะสูงหรือต่ำกว่าลูกปลาในท้องตลาดปัจจุบัน รวมทั้งปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีความต้องการลูกพันธุ์ในปริมาณที่มากและต่อเนื่อง ลูกพันธุ์ในระบบอินทรีย์จะสามารถผลิตออกมาให้เพียงพอกับความต้องการของตลาดหรือไม่ สำหรับอาหารในการเลี้ยงปลานิลซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการผลิตระบบอินทรีย์เนื่องจากวัตถุดิบหลายชนิดที่เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ต้องนำมาจากกระบวนการผลิตระบบอินทรีย์เช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น รำ ปลายข้าว ข้าวโพดหรือวัตถุดิบอื่น ๆ ไม่สามารถใช้วัสดุจากการผลิตทางเคมี ทำให้เกษตรกรไม่แน่ใจว่าวัสดุอาหารนี้จะมีปริมาณเพียงพอในการนำมาผลิตอาหารอินทรีย์หรือไม่ ต้นทุนต่อหน่วยจะเป็นอย่างไร คุณภาพของอาหารจะได้มาตรฐานหรือไม่ และจะมีโรงงานไหนที่สามารถผลิตและได้รับการรับรองอย่างไร ซึ่งหากเทียบกับอาหารสัตว์น้ำทั่วไปที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด นอกจากนี้ในประเด็นการใช้สารเคมีหรือยาปฏิชีวนะในการจัดการคุณภาพน้ำและการรักษาโรคแม้ว่าเกษตรกรจะไม่เต็มใจที่จะใช้ แต่เมื่อเกิดโรคหรือคุณภาพน้ำต่ำลงก็จำเป็นต้องใช้ ซึ่งเกษตรกรไม่แน่ใจว่าอะไรที่สามารถทดแทนสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะที่ใช้อยู่หากเกิดภาวะน้ำเสียและโรคระบาด ซึ่งณฯ และคณะ (2556) ก็พบปัญหา

การใช้สารเคมีนี้เช่นเดียวกันกับเกษตรกรปลูกพืชผักในระบบเคมี สำหรับประเด็นสุดท้ายสัตว์น้ำอินทรีย์ใช้ระยะเวลาเลี้ยงนานกว่ารูปแบบเคมี รวมทั้งผลผลิตต่อหน่วยของระบบอินทรีย์อาจได้น้อยกว่ารูปแบบเคมี เกษตรกรส่วนใหญ่รู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งในประเด็นนี้ สืบเนื่องจากการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงในรูปแบบเพศเดียว (monosex) คือเพศผู้ล้วน ยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่สามารถผลิตเพศผู้ล้วนได้นอกจากการเหนี่ยวนำโดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์เพศชาย (testosterone) ทำให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและใช้ระยะเวลาเลี้ยงสั้น และได้ผลผลิตเต็มที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ หากเปลี่ยนมาเลี้ยงในระบบอินทรีย์ซึ่งยังไม่มีข้อมูลการศึกษาวิจัยว่าสามารถผลิตผลผลิตและระยะเวลาเลี้ยงรองรับที่ชัดเจนจึงทำให้ไม่แน่ใจในประเด็นนี้ สอดคล้องกับ วริพัสย์ (2560) ที่พบว่าเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบเชิงเดี่ยวมีความสนใจทำเกษตรอินทรีย์น้อยกว่าเกษตรกรที่ทำเกษตรแบบผสมผสาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยเรื่องรายได้รวมทั้งปริมาณผลผลิตจากระบบอินทรีย์ที่หากเปรียบเทียบกับระบบปกติแล้วอาจมีผลผลิตต่อหน่วยต่ำกว่า ส่งผลให้มีรายได้น้อยกว่า สำหรับประเด็นเกี่ยวกับคุณภาพเนื้อของปลานิลในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับระบบเคมี เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่แน่ใจ ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าเกษตรกรมีความคุ้นชินว่าการเลี้ยงปลานิลในระบบเคมีมีอาหารเลี้ยงที่มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอ สามารถเลือกซื้อได้ง่าย มีหลากหลายบริษัท เมื่อนำมาเลี้ยงทำให้ปลามีการเจริญเติบโตและน้ำหนักดี โดยเฉพาะปริมาณเนื้อต่อตัวที่สูง สันหนา ซึ่งหากเปรียบกับผลผลิตปลานิลจากระบบอินทรีย์ที่ยังไม่มีข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของเนื้อ รวมทั้งสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงที่มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอ และสำคัญที่สุดคือ

สามารถผลิตปริมาณอาหารป้อนเข้าสู่กระบวนการเลี้ยงได้ต่อเนื่องหรือไม่ในส่วนประเด็นการตรวจสอบย้อนกลับ (traceability) เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นด้วยกับประเด็นนี้ แต่ต้องมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องเข้าใจง่าย เพื่อนำมาใช้ประกอบในการประเมินรับรองได้ถูกต้องและชัดเจน

3) ประเด็นด้านการตลาด เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่บวกร้อยละ 68.57 โดยรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งกับประเด็นตลาดที่เลี้ยงในระบบอินทรีย์เป็นสัตว์น้ำที่ผู้บริโภคกำลังมีความต้องการเนื่องจากแนวโน้มกระแสการดูแลสุขภาพและการดูแลเอาใจใส่ตนเองด้านการรับประทานอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะปลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและราคาไม่สูงมาก ปลาอินทรีย์จึงมีโอกาเป็นทางเลือกในการเข้าสู่การแข่งขันทางการตลาดกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ต่อไป สอดคล้องกับสมเกียรติ และวิลาวรรณ (2561) ที่ศึกษาพบว่า การตัดสินใจซื้อสินค้าอาหารอินทรีย์เนื่องจากเป็นสินค้าปลอดภัยจากสารพิษ สำหรับในประเด็นราคาต่อหน่วยของผลผลิตปลาที่มาจาก การเลี้ยงในระบบอินทรีย์จะมีราคาสูงกว่าปลาที่มาจากระบบเคมี เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งเนื่องจากว่าการผลิตในระบบอินทรีย์อาจต้องใช้ต้นทุนวัตถุดิบอาหารที่สูงเนื่องจากปริมาณผลผลิตของวัตถุดิบแต่ละชนิดยังไม่เพียงพอที่จะรองรับอุตสาหกรรมการผลิตอาหารปลา ประกอบกับคุณภาพของวัตถุดิบยังไม่ได้ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานอินทรีย์ ทำให้ส่งผลต่อการกำหนดราคาต่อหน่วยที่สูงขึ้นเช่นเดียวกับการ

ผลผลิตทางด้านเกษตรอื่น ๆ สอดคล้องกับคณิต และดุสิต (2563) ที่พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อราคาสินค้าอินทรีย์ว่าสูงกว่าสินค้าทั่วไป ซึ่งสุณี และคณะ (2563) ได้แนะนำว่าเกษตรกรควรหาวิธีการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ เพื่อให้ราคาขายลดลง ในประเด็นหากปลานิลได้รับการรับรองมาตรฐานอินทรีย์การส่งออกเป็นทางเลือกในการขยายตลาดได้มากขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นด้วยกับประเด็นนี้ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรให้ข้อสังเกตว่าในปัจจุบันผลผลิตปลานิลในจังหวัดเชียงใหม่ไม่เพียงพอความต้องการของตลาดยังต้องนำเข้าจากพื้นที่อื่น ๆ เช่น จากจังหวัดเชียงราย เป็นต้น ประกอบกับการส่งออกอาจมีรายละเอียดปลีกย่อยเพิ่มเติมมากกว่านี้ เช่น เกณฑ์การยอมรับในระดับนานาชาติ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไป

4) ประเด็นความพร้อมของกลุ่มเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่มีทัศนคติในแง่ลบร้อยละ 60.94 โดยเกษตรกรมีความรู้สึกไม่เห็นด้วยว่าเกษตรกรมีความพร้อมในการปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงในระบบอินทรีย์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนของการใช้ยาหรือสารเคมี ปัญหาด้านกระบวนการผลิต เช่น ขั้นตอนในการตรวจสอบที่ซับซ้อน ปัจจัยการผลิตที่ไม่เพียงพอสำหรับการสนับสนุนการผลิต และรายได้จากการผลิตปลานิลอินทรีย์จะเพียงพอหรือไม่หากเทียบกับในระบบการเลี้ยงเดิม และประเด็นสำคัญยังไม่มีเกษตรกรต้นแบบรายได้ที่ประสบความสำเร็จจากการเลี้ยงปลานิลอินทรีย์ เป็นต้น

Table 1 Attitude towards Tilapia organic culture system adaptation of farmers in Maegad, Parphai Subdistrict, Sansai District, Chiang Mai province

N=105

Issue	Attitudes	
	Positive (%)	Negative (%)
1. Environment awareness	95.24	4.76
2. Organic culture certificate	53.33	46.67
3. Marketing	68.57	31.43
4. Farmer group readiness	29.06	60.94
Overall	69.52	30.48

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์

ผลการศึกษา (Table 2) พบว่า ตัวแปรย่อยด้านปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม และด้านการเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์ 2 ตัวแปร ได้แก่ ประสบการณ์ในการประกอบอาชีพการเลี้ยงปลานิลและจำนวนครั้งของการฝึกอบรมที่แตกต่างกันมีผลให้เกษตรกรมีทัศนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) โดยมีความสัมพันธ์แบบผกผันและตรงตามลำดับ ($r = -0.44$ และ $0 = 0.12$, $P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากขึ้นแต่กลับมีทัศนคติในแง่ลบและหากมีการฝึกอบรมที่มากขึ้นมีผลให้มีทัศนคติในแง่บวกมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในปัจจุบันเกษตรกรคุ้นเคยกับการเลี้ยงปลานิลในระบบเคมีมานาน ประกอบกับยังไม่มีการผลิตปลานิลที่ได้รับรองภายใต้ระบบอินทรีย์เป็นต้นแบบความสำเร็จ จึงอาจส่งผลให้เกษตรกรมีความรู้สึกว่าเป็นเรื่องยากที่จะปฏิบัติตามระบบ ซึ่งหากมีการฝึกอบรมแนวทางการเลี้ยงปลานิลในระบบอินทรีย์นี้ที่ชัดเจนและต่อเนื่องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะสามารถทำให้

เกษตรกรมีความรู้สึกแง่บวกมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับยุทธพล และดุขมู (2554) ณัชชา และคณะ (2556) ณัฐวุฒิ และพหล (2559) นราศิณี และคณะ (2560) และสวรค์ และดุสิต (2562) ที่พบว่าประสบการณ์และการฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์เป็นปัจจัยสัมพันธ์กับการผลิตรายอมรับและส่งผลให้เกษตรกรมีทัศนคติต่อเกษตรอินทรีย์ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ตัวแปรอีก 2 ตัวแปร ได้แก่ ขนาดปลานิลที่ปล่อยเลี้ยงเริ่มต้นและระดับความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกันมีผลให้เกษตรกรมีทัศนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($P < 0.01$) เช่นกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบตรงและผกผันตามลำดับ ($r = 0.29$ และ -0.33 , $P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่าการปล่อยปลาขนาดใหญ่จะส่งผลให้มีทัศนคติแง่บวกมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรในปัจจุบันนิยมปล่อยปลานิลที่มีขนาดใหญ่ลงเลี้ยงเนื่องจากให้ผลผลิตที่ดี จากอัตราการรอดที่สูงทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ที่เหมาะสม ซึ่งหากจะปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงระบบอินทรีย์โดยเริ่มเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ก็มีโอกาสให้ผลผลิตดีกว่าลูกปลาขนาดเล็กเช่น

เดียวกัน สำหรับปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจสูง ส่งผลให้มีทัศนคติในแง่ลบมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในปัจจุบันยังไม่มี การเลี้ยงปลานิลในระบบ อินทรีย์ที่ได้รับการรับรองการผลิต ประกอบกับ ระบบการเลี้ยงมีรายละเอียดในการดำเนินการ มากและซับซ้อน ยากต่อการปฏิบัติตามเพื่อให้ได้ รับการรับรอง จึงอาจทำให้เกษตรกรที่มีความรู้สูง เห็นข้อจำกัดในการดำเนินการมากกว่าจึงส่งผล

ให้มีทัศนคติลบมากกว่าเกษตรกรที่มีความรู้ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนราศิณี และคณะ (2560) ที่พบว่า ความรู้ความเข้าใจเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่ส่งผลต่อการยอมรับและทัศนคติที่ดีต่อการปลูก พืชอินทรีย์ แต่เนื่องจากการปลูกพืชในระบบอินทรีย์ ประสบผลสำเร็จมากแล้ว แต่การเลี้ยงปลานิล ในระบบอินทรีย์ยังไม่ประสบความสำเร็จ จึงอาจส่งผล ให้เกษตรกรที่มีความรู้สูงมีทัศนคติในแง่ลบมากกว่า

Table 2 The factors affecting attitude towards tilapia organic culture system adaptation of farmers in Maegad, Parphai subdistrict, Sansai district, Chiang Mai province

N=105

Variable	Relation		Interpretation
	Coefficient	P-value	
Tilapia culture experiences (year)	$r = -0.44$	0.04*	Negative and moderate
Organic aquaculture cognition (score)	$r = -0.33$	0.002**	Negative and moderate
Initial tilapia size (gram)	$r = 0.29$	0.007**	Positive and low
Training experiences (time)	$\chi^2 = 1.16, \phi = 0.12$	0.04*	Positive and low

Remark: * = significance at 0.05 level, ** = significance at 0.01 level

แนวทางการสนับสนุนและส่งเสริมการปรับเปลี่ยน การเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์

จากปัจจัย 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ ทัศนคติ ดังนั้นการดำเนินแนวทาง ควรคัดเลือก เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการเลี้ยงปลานิลสูง และมีความพร้อมทางด้านพื้นที่ รายได้และมีเวลา เพื่อเป็นผู้นำต้นแบบการเลี้ยงปลานิลในระบบ อินทรีย์ให้ประสบผลสำเร็จ ควบคู่กับการฝึกอบรม ให้ความรู้ความเข้าใจอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับ

กระบวนการเลี้ยงปลานิลให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ มาตรฐานผลผลิตตามระบบอินทรีย์ เช่น การจัดหา ปัจจัยการผลิต วิธีการผลิตปลานิลอินทรีย์ การ แปรรูปเพิ่มมูลค่า ช่องทางการจำหน่ายและตลาด รองรับผลผลิต เพื่อให้ได้รับการรับรองมาตรฐาน และเพิ่มความมั่นใจแก่เกษตรกรว่าการเลี้ยงปลานิล ในระบบอินทรีย์สามารถทำได้ และสร้างรายได้ ที่มั่นคงแก่เกษตรกรได้เช่นเดียวกับในระบบเคมี

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล บ้านแม่แก๊ด ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 กลุ่ม 105 ราย ในภาพรวมส่วนใหญ่มีทัศนคติแง่บวกต่อการปรับเปลี่ยนการเลี้ยงปลานิลเข้าสู่ระบบอินทรีย์สำหรับในประเด็นย่อยด้านสิ่งแวดล้อม วิธีการเลี้ยงในระบบอินทรีย์และการตลาดเกษตรกรส่วนใหญ่ก็มีทัศนคติในแง่บวกเช่นกัน แต่ในประเด็นความพร้อมของกลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่กลุ่มเกษตรกรมีความรู้สึกในแง่ลบแสดงถึงความไม่พร้อมของกลุ่มเกษตรกรจึงแสดงทัศนคติออกมาในแง่ลบ สำหรับปัจจัยที่มีส่งผลให้เกษตรกรมีทัศนคติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ประสบการณ์ในการประกอบอาชีพการเลี้ยงปลานิล จำนวนครั้งของการฝึกอบรม ขนาดปลานิลที่เริ่มปล่อยเลี้ยงและระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร และคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับการสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณิต สุขรัตน์ และดุสิต อธิวัฒน์. 2563. การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและทัศนคติของผู้บริโภคสินค้าอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 9(1): 68-76.
ณัฏฐา ลูกรักษ์ ดุสิต อธิวัฒน์ และธีระ สันเดชาวัณ. 2556. ปัญหาและอุปสรรคในการปรับเปลี่ยนเพื่อการผลิตพืชผักอินทรีย์ของเกษตรกรจังหวัดราชบุรีที่ผ่านการอบรมโครงการพัฒนาระบบ

เกษตรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2(2): 125-133.

ณัฐวุฒิ จันทอง และพหล ศักดิ์คะทนต์. 2559. การยอมรับการผลิติดมม่วงตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง. วารสารเกษตร 32(1): 19-27.

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

พัชรภรณ์ ไชยสังข์. 2550. การวิจัยทางพยาบาล. แหล่งข้อมูล http://www.elahs.ssru.ac.th/jeerapa_pa/pluginfile.php/33/block_html/content/บทที่-6_เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.pdf (1 สิงหาคม 2564).

ยุทรพล ทองปรีชา และดุชนี ณ ลำปาง. 2554. ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกข้าวของเกษตรกรอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. วารสารเกษตร 27(1): 1-10.

วิรัชชัย เจียมปัญญาธิ. 2560. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความยั่งยืนของเกษตรกรอินทรีย์ของไทย: บทเรียนจากเกษตรกรรายย่อย. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 20(1): 199-215.

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. 2545. จิตวิทยาสังคม ทฤษฎีและการปฏิบัติการ. สุริยสาส์น, กรุงเทพฯ.
สวรรณ มณีโชติ และดุสิต อธิวัฒน์. 2562. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชนเกษตรกรรายย่อย จังหวัดนครสวรรค์.

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8(6):
596-608.

สุณี หงษ์วิเศษ ปริญญา นาคปทุม กฤษฎิพัทธ์
พิชญาเดชอนันต์ และธนวัฒน์ พิมลจินดา.
2563. การส่งเสริมสินค้าเกษตรอินทรีย์:
ความรู้ความเข้าใจ ทักษะคิดและปัจจัยทาง
การตลาดในมุมมองของผู้บริโภค. บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต 17(1): 16-
33.

สำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่. 2563. ข้อมูล
ผลผลิตด้านการเพาะเลี้ยง จังหวัดเชียงใหม่.
แหล่งข้อมูล [https://www.fisheries.go.th/
fpo-chiangmai/web2/images/
document/spp57-58.pdf](https://www.fisheries.go.th/fpo-chiangmai/web2/images/document/spp57-58.pdf) (1 สิงหาคม
2564).

สมเกียรติ วงศ์ประเสริฐ และวิลาวรรณ เชื้อบุญ.
2561. ทักษะติดต่อสินค้าอาหารอินทรีย์ของ
ผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7(4): 399-407.

สรพงษ์ เบญจศรี และชฎารัตน์ บุญจันทร์. 2554.
ศึกษาความเป็นไปได้ในการตัดสินใจปลูก
กระเจี๊ยบเขียวภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์
เพื่อเป็นอาชีพเสริมของเกษตรกรตำบล
บ้านพร้าว อำเภอบ้านพะยอม จังหวัดพัทลุง.
วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร 19(1): 24-32.

การวิเคราะห์พื้นที่และวันปลูกของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น ที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน

Spatial Analysis and Planting Dates of Wheat Promising Lines in Chiang Mai and Mae Hong Son Province

ลิปวิษญ์ ปัญญาตุ้ย^{1,4} สาทิต ปิ่นมณี¹ นงนุช ประดิษฐ์² สุรพล ใจวงศ์ษา³ และ เนตรนภา อินสลุต^{4*}
Sippawit Punyatuy^{1,4} Satis Pinmanee¹ Nongnuch Pradit² Suraphon Chaiwongsar³
and Nednapa Insalud^{4*}

¹ ศูนย์วิจัยข้าวสะเมิง ตำบลสะเมิงใต้ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 50250

¹ Samoeng Rice Research Center, Samoeng Tai subdistrict, Samoeng district, Chiang Mai 50250

² ศูนย์วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอน ตำบลสบป่อง อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน 50150

² Mae Hong Son Rice Research Center, Sop Pong subdistrict, Pang Mapha district, Mae Hong Son 50150

³ สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

³ Program in Plant Science, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna LamPang 52000

⁴ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: nedins@hotmail.com

(Received: 5 November 2021; Revised: 25 April 2022; Accepted: 30 May 2022)

Abstract

Wheat imports in Thailand are increasing every year. Therefore, it is necessary to analyze the potential areas for production of wheat that are currently grown. And assessed the yield of the best wheat varieties suitable. In order to guide the production of enough wheat to meet the needs of the domestic market, it is necessary to grow wheat as a substitute for imports. Therefore, it is necessary to analyze the potential areas for production of wheat that are currently grown. And assessed the yield of the best wheat varieties suitable. As in the local case study of Ban Thung Luang, Mae Win sub-district, Mae Wang district, Chiang Mai province, and Ban Sri Don Chai, Wiang Nuea sub-district, Pai district, Mae Hong Son province. The study was into two parts i.e. analysis of suitable

area by overlay analysis method with the geographic information system program and a comparison of the yield of outstanding wheat varieties on the appropriate planting dates. The design of this experiment was split plot in RCB with 3 replications. The results showed that Ban Thung Luang had a moderately suitable area of 491 rai and should be planted with PMPBWS89013 and FNBW8301-5-5 in mid-November to early January. And Ban Sri Donchai had a moderately suitable area of 1,584 rai and should be planted with PMPBWS89013, LARTC-W89011 and Samoeng 2 in mid-November.

Keywords: Spatial analysis, planting dates, wheat promising lines

บทคัดย่อ

การนำเข้าข้าวสาลีในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตข้าวสาลีให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศจึงจำเป็นต้องปลูกข้าวสาลีเพื่อทดแทนการนำเข้า โดยต้องการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูกในปัจจุบัน และประเมินผลผลิตของข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ดังกรณีศึกษาในพื้นที่ของบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวสาลีโดยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการเปรียบเทียบผลผลิตข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นในแต่ละวันปลูกที่เหมาะสมวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า บ้านทุ่งหลวง มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ FNBW8301-5-5 ตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม และบ้านศรีดอนชัย มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ ควรปลูกพันธุ์/สายพันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011 และ Samoeng 2 ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน

คำสำคัญ: การวิเคราะห์พื้นที่ วันปลูก ข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่น

คำนำ

จากสถิติการนำเข้าข้าวสาลีและแบ่งข้าวสาลีในแต่ละปีมีมูลค่าเพิ่มขึ้น โดยมีการนำเข้าข้าวสาลีและแบ่งข้าวสาลี คิดเป็นมูลค่า 21 22 และ 24 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2561 2562 และ 2563 ตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2020) อีกทั้งข้าวสาลียังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ส่วนต้นจนถึงเมล็ด โดยเมล็ด (grain)

ใช้แปรรูปเป็นแป้งเพื่อทำขนมปัง รำและจมูกข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ รวมถึงเมล็ด (seed) สามารถใช้แปรรูปเป็นน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพเช่นกัน หากไม่ต้องการจำหน่ายเป็นเมล็ดสามารถใช้ส่วนของลำต้นแปรรูปเป็นหลอดกาแฟหรือหลอดต้มน้ำใช้ทดแทนหลอดพลาสติกเพื่อเป็นการรักษาสິงแวดล้อม หรือขายตัดดอกเป็นดอกไม้แห้ง ซึ่งจะสามารถเพิ่มมูลค่า

ได้สูงถึง 800% จากต้นทุนการผลิตข้าวสาลี โดยทั่วไป (Nantapoldej, 2018) ตามที่กองวิจัยและพัฒนาข้าวได้จัดประชุมผู้ใช้ประโยชน์จาก ธัญพืชเมืองหนาว เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัยและพัฒนาธัญพืชเมืองหนาวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศ และเพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้ผู้บริโภคใช้ประโยชน์จากธัญพืชเมืองหนาวชนิดต่าง ๆ ได้ทราบถึงแหล่งผลิตและชนิดของธัญพืชเมืองหนาวที่มีการปลูกของประเทศไทย ในปัจจุบัน เพื่อใช้วางแผนด้านการตลาด พบว่า ปัจจุบันมีความต้องการข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทย ในปริมาณสูงมาก โดยความต้องการผลผลิตของผู้ประกอบการ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) กลุ่มข้าวสาลีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภค ได้แก่ แป้งสำหรับทำขนมปัง 206 ตันต่อปี ผลิตภัณฑ์ น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี 10 ตันต่อปี รำข้าวสาลี 144 ตันต่อปี และน้ำอาร์ซีเพื่อสุขภาพ 20 ตันต่อปี และ 2) กลุ่มข้าวสาลีที่ถดถอม ได้แก่ ข้าวสาลีสำหรับ เครื่องดื่ม รวมความต้องการผลผลิตข้าวสาลีทั้งหมด 382 ตัน พันธุ์ข้าวสาลีที่ปลูกส่วนใหญ่ คือ ผาง 60 มีพื้นที่ผลิตที่สำคัญมีอยู่ 2 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอบาง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่วาง จังหวัด เชียงใหม่ สามารถผลิตได้ 43 และ 12 ตัน ตามลำดับ สำหรับพื้นที่อื่น ๆ มีอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ผลผลิต 4 ตัน รวมถึง มีในพื้นที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ซึ่งยังไม่สามารถคาดการณ์ผลผลิตได้ และแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์ วิจัยข้าวแม่ฮ่องสอนและสะเมิง ผลิตได้ 5 และ 15 ตัน ตามลำดับ แต่กำลังการผลิตโดยประมาณ ที่ประเมินโดยกรมการข้าว ในปี 2563 สามารถผลิต

ข้าวสาลีได้เพียง 79 ตัน ซึ่งผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอ กับความต้องการของตลาด (Rice Department, 2019) โดยประเทศไทยมีการนำข้าวสาลีมาปลูก ในพื้นที่สูงทางภาคเหนือซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ทำให้ผลิตข้าวสาลีมีจำกัดและปริมาณผลผลิต ที่ได้น่า เฉลี่ย 250 กิโลกรัม/ไร่ (Mascharoon et. al., 1990) ในทวีปยุโรปผลผลิตข้าวสาลี เฉลี่ย 900 กิโลกรัม/ไร่ (statista, 2022) ข้าวสาลีที่ปลูก เป็นชนิดปลูกต้นฤดูใบไม้ผลิ (spring wheat) ที่นำมาจากต่างประเทศ จึงต้องปลูกต้นฤดูหนาว หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปีทั้งหมด โดยมีพันธุ์รับรอง จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1, สะเมิง 2, แพร่ 60, อินทรี 1, อินทรี 2 และผาง 60 ซึ่งการให้ ผลผลิตยังมีความแปรปรวนสูงขึ้นกับสภาพแวดล้อม และการจัดการ จากหลายงานวิจัยพบว่า อุณหภูมิ ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในกลุ่ม spring wheat คือ 10-24 °C (Chujo, 1966) หากอุณหภูมิ เพิ่มขึ้นมากกว่า 25 °C จะส่งผลทำให้จำนวนต้น ดอกอ จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และการสะสม น้ำหนักแห้งลดลง (Wall and Cartwright, 1974) จำนวนกลุ่มดอกย่อยต่อรวงและจำนวนเมล็ดต่อ กลุ่มดอกย่อยต่ำ (Rawson and Evans, 1971) เมล็ดมีขนาดเล็ก (Frank and Bauer, 1984) และ หากอุณหภูมิสูงขึ้น 30-40 °C จะทำให้ดอกข้าวสาลี เป็นหมัน (Marcellos and Single, 1972)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องการวิเคราะห์พื้นที่ ที่มีศักยภาพในการผลิตข้าวสาลีที่มีการปลูก ในปัจจุบัน และประเมินผลผลิตของข้าวสาลี สายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็น แนวทางในการผลิตข้าวสาลีให้เพียงพอต่อความ ต้องการของตลาดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้แบ่งงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวสาธิตบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และ บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสาธิต โดยการนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วย 1) ข้อมูลระดับของผลผลิตข้าวสาธิตของเกษตรกร โดยใช้แบบสัมภาษณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Yamane, 1973) เนื่องจากเกษตรกรในกลุ่มเป็นครอบครัวเดียวกันจึงไม่ได้เก็บข้อมูลจากเกษตรกรทั้งหมด คือ (1) กลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 12 ราย จากเกษตรกรทั้งหมด 13 ราย และ (2) กลุ่มผู้ปลูกข้าวสาธิต บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 13 ราย จากเกษตรกรทั้งหมด 14 ราย พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลสภาพอากาศโดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน แบบอัตโนมัติ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ต่ำสุด สูงสุด และปริมาณน้ำฝนสะสมในฤดูปลูก พร้อมทั้งบันทึกความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน ในแปลงปลูกที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Pratt, 1965) และ 2) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (ความละเอียด 1:25,000) ได้แก่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล และความลาดชัน) และลักษณะของดิน (เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การระบายน้ำของดิน ความ

เป็นกรดเป็นด่าง ความลึกของดิน และปริมาณเกลือในดิน) จากนั้นประเมินความเหมาะสมศักยภาพของพื้นที่การผลิตข้าวสาธิต การให้ค่าคะแนน (Rating) คำน้ำหนัก (Weighting) โดยดัดแปลงและอ้างอิงมาจาก FAO Frame work (1983) และ Department of Land Development (1996) ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS)

และการเปรียบเทียบผลผลิตดำเนินการจัดทำแปลงทดสอบพื้นที่ละ 1 แปลง ในฤดูปลูกปี 2563/2564 (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564) โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ กำหนด main plots เป็นวันปลูก (planting date) จำนวน 4 ช่วงวันปลูก ประกอบด้วย 1) กลางเดือนพฤศจิกายน (Mid November) 2) ต้นเดือนธันวาคม (Early December) 3) กลางเดือนธันวาคม (Mid December) และ 4) ต้นเดือนมกราคม (Early January) และกำหนด sub plots เป็นข้าวสาธิตสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ PMPBWS89248, PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011, MHSBWS12010, MHSBWS12046, FNBW8301-5-5, FNBW8310-1-SMG-1-1-1, Lampang 2, Lampang 5, Samoeng 2 และ Fang 60 ปลูกโดยวิธีโรยเป็นแถว ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อย 2x3 เมตร อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันทีหลังปลูกและให้น้ำทุก 10-14 วัน ใส่ปุ๋ย จำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 กิโลกรัมN/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 5 กิโลกรัม P_2O_5 /ไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม อัตรา 15 กิโลกรัม K_2O /ไร่ และครั้งที่ 2 ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กิโลกรัมN/ไร่

เก็บข้อมูลผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวแต่ละแปลงย่อย โดยเก็บเกี่ยว 8 แถวกลาง ยาว 3 เมตร บันทึกน้ำหนักของผลผลิตสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยใช้ค่า Least significant difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

ผลการวิจัยและวิจารณ์

กลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของบ้านทุ่งหลวงส่วนใหญ่เป็นชุดดินดอนไร่ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 1-5% การระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติของดิน เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลปนเทา จากการเก็บตัวอย่างดิน พบว่า ดินเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง และเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีระดับความสูง 1,065 เมตรจากระดับน้ำทะเล และข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยอุดรธานี พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 54 มิลลิเมตร (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564)

เมื่อพิจารณาระดับของผลผลิตข้าวสาลีของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบว่า เกษตรกรมีผลผลิตสูงกว่า 450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 27.27 ผลผลิตระหว่าง 301-450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 27.27 ผลผลิตระหว่าง 151-300 กิโลกรัมต่อไร่

ร้อยละ 36.36 และผลผลิตต่ำกว่า 150 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 9.10 (Figure 1)

หากจำแนกพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีโดยประเมินจากแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ และเนื้อดิน พบว่า จากขอบเขตพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ประมาณ 2,631 ไร่ มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ เหมาะสมต่ำ 6 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม 970 ไร่ (Figure 2)

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกและสายพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า วันปลูกไม่ส่งผลให้ผลผลิตข้าวสาลีแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Chujo (1966) รายงานว่า อุณหภูมิ 10-24 องศาเซลเซียส เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลีในกลุ่ม spring wheat โดยเป็นกลุ่มที่นำมาปลูกในประเทศไทย แต่สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์/พันธุ์ ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสาลีมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวสาลีในแต่ละวันปลูกขึ้นอยู่ กับสายพันธุ์/พันธุ์ที่เลือกปลูก (Table 1)

โดยการปลูกข้าวสาลีสายพันธุ์ PMPBWS89248 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม, PMPBWS89013 ปลูกต้นเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม, SMGBWS88008 ปลูกต้นเดือนมกราคม, LARTC-W89011 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนและกลางเดือนธันวาคม, MHSBWS12010 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายน, MHSBWS12046 ปลูกกลางเดือนพฤศจิกายนและกลางเดือนธันวาคม, FNBW8301-5-5 ปลูกกลางเดือนธันวาคมและต้นเดือนมกราคม, FNBW8310-1-SMG-1-1-1 ปลูกกลางเดือน

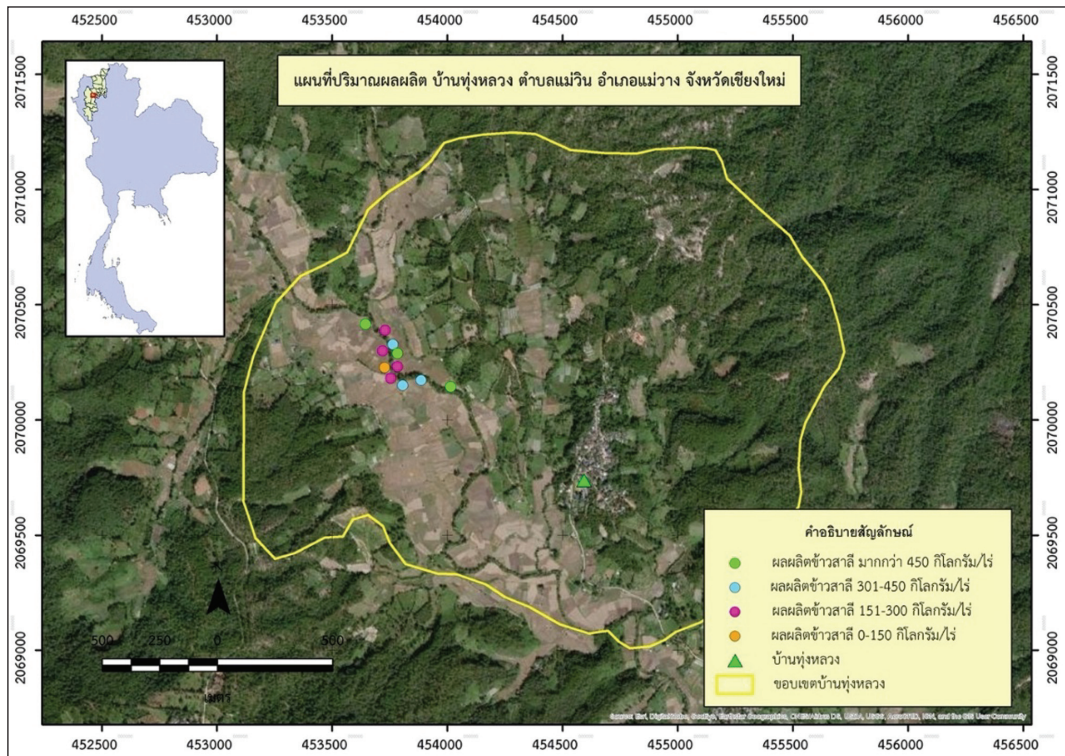


Figure 1 Wheat yield of in Bang Thung Luang

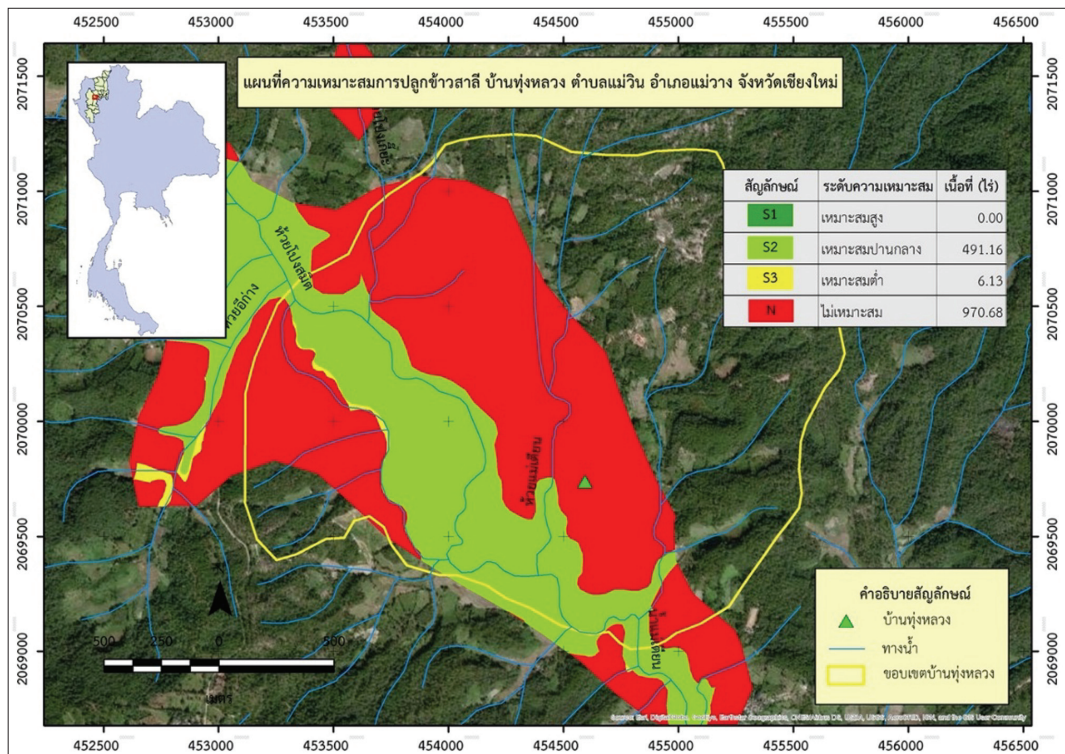


Figure 2 Suitable of wheat in Bang Thung Luang

Table 1 Wheat yield (kg/rai) to different planting dates in Bang Thung Luang

Line/Variety (V)	Planting Dates (PD)					
	Mid November		Early December		Mid December	
PMPBWS89248	347 ± 38	a	C	335 ± 40	a	C
PMPBWS89013	444 ± 73	b	BC	491 ± 28	a	AB
SMGBWS88008	439 ± 82	b	BC	413 ± 52	bc	BC
LARTC-W89011	569 ± 23	a	A	466 ± 9	b	AB
MHSBWS12010	515 ± 55	a	AB	412 ± 25	b	BC
MHSBWS12046	472 ± 59	ab	B	330 ± 29	c	C
FNBW8301-5-5	481 ± 91	b	AB	495 ± 36	b	AB
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	537 ± 13	a	AB	523 ± 41	a	AB
Lampang 2	367 ± 41	b	C	395 ± 82	b	BC
Lampang 5	400 ± 73	a	BC	532 ± 19	a	A
Samerng 2	553 ± 27	a	AB	441 ± 39	b	B
Fang 60	300 ± 42	b	C	495 ± 11	a	AB
Average of planting dates	452 ± 60			444 ± 34		
Planting Dates (PD)	P-value = 0.24					
Line/Variety (V)	P-value = 0.01					
PDxV	P-value = 0.01					
CV% (PD)	18.33					
CV% (V)	11.96					

Significant difference by LSD0.05 with in row indicated by different lowercase letters, with in column by uppercase letter

พฤศจิกายน กลางเดือนธันวาคม และต้นเดือนมกราคม, Lampang 2 ปลูกลางเดือนธันวาคม และต้นเดือนมกราคม, Lampang 5 ปลูกลางเดือนพฤศจิกายนและต้นเดือนธันวาคม, Samoeng 2 ปลูกลางเดือนพฤศจิกายน และ Fang 60 ปลูกลางต้นเดือนธันวาคมและกลางเดือนธันวาคม ทำให้ระดับของผลผลิตเหมาะสมที่สุด (Table 1)

อย่างไรก็ตาม บ้านทุ่งหลวงมีระดับความสูง 1,065 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีที่ปลูกในทุกวันช่วงวันปลูกอยู่ในระดับสูงทั้งหมด โดย Kanchanaprachot (1986) ได้ทดลองศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีบนพื้นที่สูงโดยอาศัยน้ำฝน (rainfed highland) 2 แห่ง ได้แก่ สถานีโครงการหลวงขุนแปะ อำเภอเชียงดาว ซึ่งมีระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และที่สถานีโครงการหลวงแก่งน้อย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูง 1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยได้กำหนดวันปลูกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ปลูกวันที่ 1, 15 กันยายน และ 1, 15 ตุลาคม ผลการทดสอบได้พบว่า เมื่อปลูกข้าวสาลีบนพื้นที่สูงอาศัยน้ำฝนนั้น ช่วงระยะวันปลูกที่เหมาะสมได้แก่วันปลูก 15 กันยายน จะให้ผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิที่ต่ำและยาวนานกว่าในพื้นที่ต่ำกว่า ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง

กลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอป่าเย็บ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

พื้นที่ปลูกข้าวสาลีของบ้านศรีดอนชัยส่วนใหญ่เป็นชุดดินกำแพงเพชร สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความลาดชัน 1-3% การระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะ

และสมบัติดิน เป็นดินสีมาก ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแฉะ สีนํ้าตาลถึงสีนํ้าตาลเข้มจากการเก็บตัวอย่างดิน พบว่า ดินเป็นกรดแก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับปานกลาง และเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีระดับความสูง 546 เมตรจากระดับน้ำทะเล และข้อมูลอุตุณิยวิทยาตลอดฤดูปลูก พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนสะสม 59 มิลลิเมตร (เดือนพฤศจิกายน 2563 - เมษายน 2564)

เมื่อพิจารณาระดับของผลผลิตข้าวสาลีของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง พบว่า เกษตรกรมีผลผลิตสูงกว่า 450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 25.00 ผลผลิตระหว่าง 301-450 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 58.33 และผลผลิตระหว่าง 151-300 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 16.67 (Figure 3)

หากจำแนกพื้นที่ความเหมาะสมในการปลูกข้าวสาลีโดยประเมินจากแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ และเนื้อดิน พบว่า จากขอบเขตพื้นที่บ้านศรีดอนชัยและบ้านโป่ง ประมาณ 14,584 ไร่ มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม 894 ไร่ (Figure 4)

จากการวิเคราะห์ช่วงวันปลูกและสายพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่บ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอป่าเย็บ จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า วันปลูกสายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างวันปลูกและสายพันธุ์/พันธุ์ ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวสาลีมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยการปลูกข้าวสาลีกกลางเดือนพฤศจิกายนส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตในทุกสายพันธุ์/พันธุ์สูงสุด ส่วนในวันปลูกอื่น ๆ ผลผลิตแตกต่างกันตามสายพันธุ์/พันธุ์ที่ปลูกในแต่ละวันปลูก การปลูกข้าวสาลีต้นเดือนธันวาคมโดยใช้สายพันธุ์

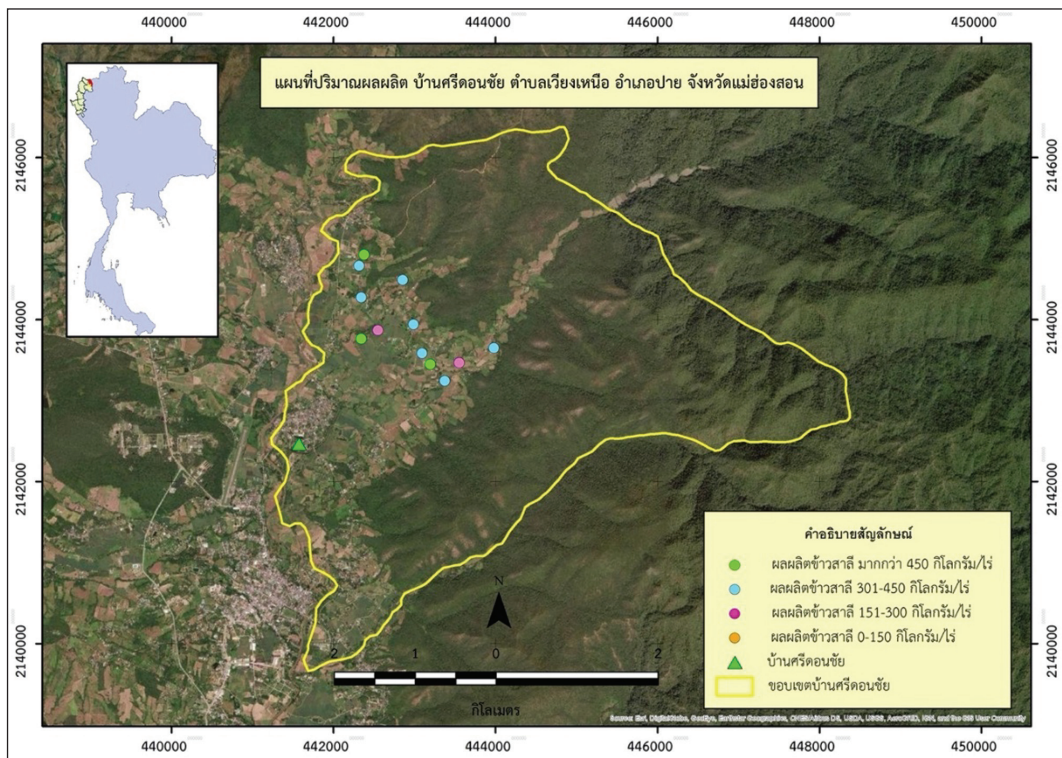


Figure 3 Wheat yield in Ban Sri Don Chai

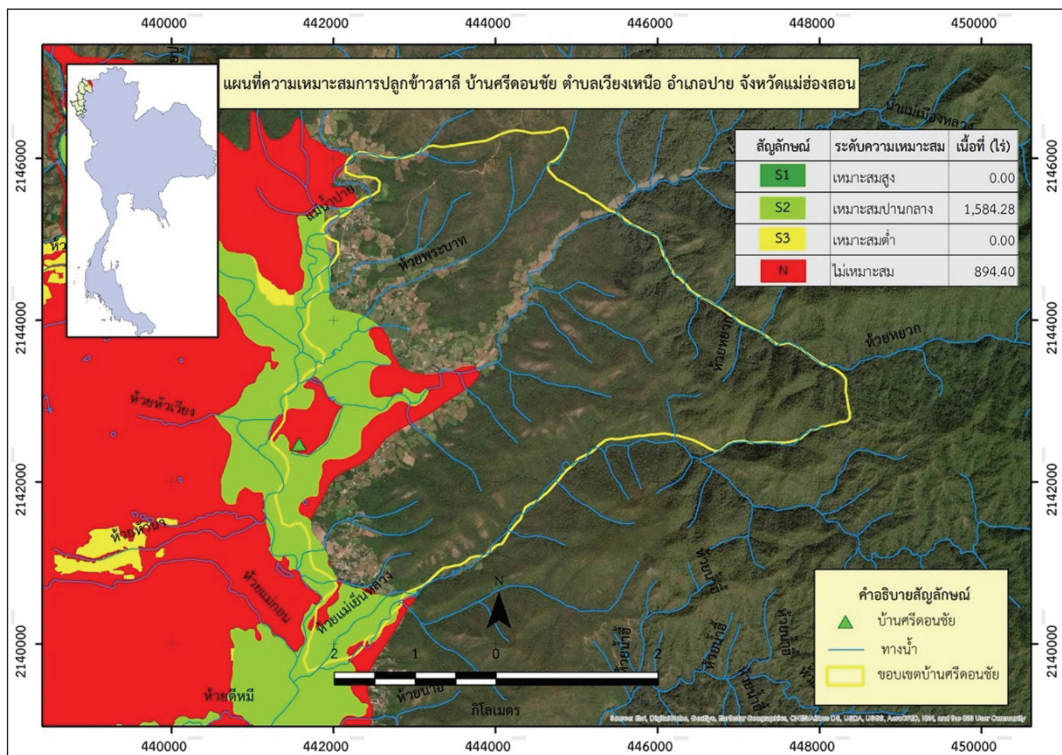


Figure 4 Suitable of wheat in Ban Sri Don Chai

Table 2 Wheat yield (kg/rai) to different planting dates in Ban Sri Don Chai

Line/Variety (V)	Planting Dates (PD)																		
	Mid November				Early December				Mid December				Early January		Average (V)				
PMPBW/S89248	232	± 3	a	B	144	± 26	b	C	152	± 16	b	AB	145	± 5	b	A	168	± 13	A
PMPBW/S89013	273	± 28	a	AB	186	± 34	b	B	188	± 19	b	A	131	± 23	c	A	194	± 26	AB
SMGBW/S88008	238	± 19	a	B	152	± 26	b	BC	67	± 7	c	C	135	± 27	b	A	148	± 20	ABC
LARTC-W89011	257	± 13	a	AB	223	± 11	b	A	119	± 18	c	BC	149	± 22	c	A	187	± 16	A
MHSBW/S12010	186	± 21	a	C	35	± 22	b	D	6	± 2	b	D	10	± 4	b	C	59	± 12	D
MHSBW/S12046	129	± 20	a	C	56	± 10	b	D	16	± 5	b	D	39	± 16	b	BC	60	± 13	D
FNBW8301-5-5	180	± 29	a	C	157	± 38	a	BC	66	± 13	b	C	74	± 24	b	B	119	± 26	C
FNBW8310-1-SMG-1-1-1	248	± 5	a	AB	173	± 26	b	BC	165	± 14	bc	AB	134	± 27	c	A	180	± 18	AB
Lampang 2	230	± 42	a	B	142	± 11	b	C	130	± 28	b	BC	136	± 14	b	A	160	± 24	AB
Lampang 5	210	± 27	a	BC	114	± 14	b	C	100	± 22	b	C	125	± 30	b	A	137	± 23	BC
Samerng 2	278	± 9	a	A	200	± 21	b	AB	145	± 11	c	B	134	± 8	c	A	189	± 12	AB
Fang 60	221	± 59	a	BC	154	± 12	b	BC	145	± 28	b	B	131	± 25	b	A	163	± 31	AB
Average of planting dates	223 ± 23 a				145 ± 21 b				108 ± 15 b				112 ± 19 b						
Planting Dates (PD)	P-value = 0.01																		
Line/Variety (V)	P-value = 0.01																		
PDxV	P-value = 0.01																		
CV% (PD)	20.49																		
CV% (V)	14.93																		

Significant difference by LSD0.05 with in row indicated by different lowercase letters, with in column by uppercase letter

LARTC-W89011 และ Samoeng 2 กลางเดือน ธันวาคมโดยใช้สายพันธุ์ PMPBWS89248, PMPBWS89013 และ FNBW8310-1-SMG-1-1-1 และต้นเดือนมกราคมโดยใช้สายพันธุ์ PMPBWS 89248, PMPBWS89013, SMGBWS88008, LARTC-W89011, FNBW8310-1-SMG-1-1-1, Lampang 2, Lampang 5, Samoeng 2 และ Fang 60 ให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงสุด (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Chulsrikaiwan and Tuwalee (1982) ได้ทดลองศึกษาระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลีเพื่อยืนยันผลการทดลองของฤดูปลูก ปี 2523 อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้าวสาลี Bread Wheat พันธุ์ Inia 66 ซึ่งเป็นข้าวสาลีสายพันธุ์ที่ใช้ส่งเสริมให้แก่เกษตรกรปลูก โดยกำหนดให้มีระยะเวลาปลูก ห่างกัน 10 วัน เริ่มปลูกตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน 2524 จนถึงวันที่ 17 มกราคม 2525 ผลการทดลอง ได้พบว่า ช่วงระยะวันปลูกที่เหมาะสมของข้าวสาลี พันธุ์ Inia 66 อยู่ช่วงเดือนพฤศจิกายน ระหว่างวันที่ 4-27 พฤศจิกายนเท่านั้น ถ้าหากปลูกล่าช้าออกไป จนถึงเดือนธันวาคม จะได้ผลผลิตลดลงอย่างมาก และได้ผลผลิตต่ำทั้งนี้เนื่องจากข้าวสาลีได้รับ ผลกระทบอากาศร้อนของช่วงปลายฤดูปลูก เช่นเดียวกัน และ สาวิตร์ (2528) ได้ทดลองศึกษา ผลกระทบของวันปลูก และการขาดน้ำของข้าวสาลี พันธุ์ Inia 66 ภายใต้การเพาะปลูกการเกษตร เขตชลประทานได้แบ่งระยะเวลาปลูกออกเป็น 3 ช่วง ช่วงหนึ่งห่างกัน 14 วัน ปลูกวันที่ 12, 27 พฤศจิกายน และ 13 ธันวาคม 2527 ผลการทดลอง ปลูกได้ยืนยันการทดลอง Chulsrikaiwan *et. al.* (1981) และ Chulsrikaiwan and Tuwalee (1982) กล่าวคือ เมื่อปลูกข้าวสาลีช่วงเดือน พฤศจิกายน จะได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าปลูก เดือนธันวาคม

กรมส่งเสริมการเกษตร ได้ริเริ่มงานทดสอบ และส่งเสริมการปลูกข้าวสาลีหลังเสร็จสิ้นการทํานาปี ตั้งแต่ปี 2527 พบว่า การปลูกข้าวสาลี มีศักยภาพสูงในพื้นที่นาที่มีน้ำชลประทานในฤดูแล้ง และมีสภาพดินร่วน การระบายน้ำดี ซึ่งจากการ วิเคราะห์พื้นที่โดยคณะทำงานวิเคราะห์พื้นที่ กำหนดเขตการผลิตข้าวสาลี-ข้าวบาร์เลย์ ระบุว่า ในภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง และ แม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตรับน้ำโครงการ ชลประทานหลวง โครงการชลประทานขนาดปานกลาง และโครงการชลประทานขนาดเล็ก เหมาะสม แก่การปลูกข้าวสาลีประมาณ 192,789 ไร่ (Masjaroon *et. al.*, 1990) แต่ในปัจจุบันมีพื้นที่ ผลิตที่สำคัญมีอยู่ 2 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอบาง จังหวัด แม่ฮ่องสอน และอำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถผลิตได้ 43 และ 12 ตัน ตามลำดับ รวมพื้นที่ ประมาณ 160 ไร่ (Rice Department, 2019) อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษา พบว่า บ้านทุ่งหลวง มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 491 ไร่ และ บ้านศรีดอนชัย มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ รวมทั้งหมด 2,015 ไร่ ที่สามารถส่งเสริม การปลูกข้าวสาลีเป็นพืชหลังนาเสริมรายได้ให้กับ เกษตรกรในพื้นที่ได้

การปลูกข้าวสาลีในแถบมรสุม มีข้อจำกัด ทางด้านอุณหภูมิคือ มีช่วงฤดูหนาวสั้น ในพื้นที่ราบ ทางภาคเหนือฤดูหนาวจะเริ่มต้นตั้งแต่ปลายเดือน ตุลาคมเป็นต้นไป และจะสั้นประมาณกุมภาพันธ์ อย่างไรก็ตามช่วงเวลาการปลูกข้าวสาลีได้ผลผลิตดี จะอยู่ระหว่างกลางเดือนพฤศจิกายน ถึงกลางเดือน ธันวาคม หากปลูกล่าช้ากว่านี้จะมีผลกระทบทำให้ จำนวนต้นตอกลดลงประมาณ 30-70% จำนวน เมล็ดต่อรวงลดลง 30-40% ขนาดเมล็ดเล็ก 20%

และยังมีผลกระทบต่อคุณภาพแป้งด้วย (Saunders, 1990) ตามข้อเท็จจริงในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมตามคำแนะนำเกษตรกร โดยส่วนใหญ่ยังเก็บเกี่ยวข้าวไม่เสร็จ และบางรายที่ปลูกข้าวเบาก็มักจะมียางปลูกพืชอื่น หรือรับจ้างขายแรงงาน ประกอบกับสภาวะธรรมชาติในพื้นที่เหล่านั้นมักจะมีการฝนตกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนเป็นประจำทุกปี ในระยะเวลาอันสั้นและขาดแคลนแรงงานเช่นนี้ จึงทำให้เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำหรือมีการจัดการได้ไม่เหมาะสม จากการกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรโดยส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตามคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการเตรียมและการปลูก กล่าวคือ ใช้รถไถในการเตรียมดินทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากแต่ก่อนใช้รถไถในการเตรียมดิน ร้อยละ 62 และใช้จอบรื้อยละ 12 และใช้วิธีการปลูกโดยโรยเมล็ดเป็นแถว ร้อยละ 69 (Pongsakul *et. al.*, 1990) แต่ปัจจุบันใช้วิธีปลูกโดยโรยเมล็ดแถวด้วยเครื่องจักรและหว่านเพื่อลดแรงงานและเวลา แต่ที่สามารถปลูกได้ทันภายในกลางเดือนธันวาคม ร้อยละ 85 ที่ปลูกหลังกลางเดือนธันวาคม ร้อยละ 15 สำหรับกลุ่มผู้ปลูกข้าวสาลีบ้านศรีดอนชัย และกลุ่มเกษตรกรบ้านทุ่งหลวง ปลูกทันก่อนกลางเดือนธันวาคมทั้งหมด จึงเห็นว่า มีเกษตรกรส่วนมากที่ปฏิบัติตามตรงตามเวลาที่แนะนำ และมีข้าวสาลีสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสมในแต่ละวันปลูกที่แตกต่างกันอีกด้วย

ดังนั้นควรมีการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตข้าวสาลีให้เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ โดยเฉพาะการเลือกใช้พันธุ์พืชที่ดีโดยเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับช่วงฤดูปลูกหรือวันปลูกทำให้สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีกับสภาพแวดล้อม นับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานในการ

ปฏิบัติเพื่อการผลิตเพิ่มผลผลิตของข้าวสาลี ซึ่งเป็นการผลิตใช้วิธีการจัดการโดยไม่เพิ่มปัจจัยการผลิต โดยเป็นการจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมหรือการจัดการพืชให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแทนการใส่ปุ๋ยและการใช้สารเคมีต่าง ๆ ที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากข้าวสาลีไม่ใช่พืชท้องถิ่นของประเทศไทย

สรุปผลการวิจัย

บ้านทุ่งหลวง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่ว่าง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวสาลี ในระดับปานกลาง 491 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013 และ FNBW8301-5-5 โดยปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม และบ้านศรีดอนชัย ตำบลเวียงเหนือ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง 1,584 ไร่ ควรปลูกสายพันธุ์ PMPBWS89013, LARTC-W89011 และ Samoeng 2 ในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกรมการข้าว และสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ภายใต้โครงการพัฒนาศูนย์วิจัยพืชเมืองหนาวของล้านนาเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่ภาคเหนือประจำปีงบประมาณ 2564 และขอขอบคุณ ดร.กัญญณัช ศิริธัญญา และ ผศ.ดร.สาวิตร มีจุ้ย ที่ได้ให้คำแนะนำและจัดทำแบบสอบถามเกษตรกรเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษา รวมถึงขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามและเสียสละเวลา มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Chujo, H. 1966. Difference in vernalization effect in wheat under various temperatures. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 35: 177-186.
- Chulsrikaiwan, S. and D. Tuwalee. 1982. Study of the optimal planting date of wheat. In *The 3rd Winter Cereals Seminar*. Office of Northern Agriculture, Chiang Mai. pp. 257-262.
- Chulsrikaiwan, S., D. Tiwalee and W. Pattaro. 1981. Comparison of varieties of Bread wheat, Durum wheat and Triticale when planted at 4 planting dates and 4 phosphate fertilizer levels. In *Winter Cereals Seminar*. Northern Agriculture Office, Chiang Mai. pp. 82-94.
- Department of Land Development. 1996. *Land Quality Assessment Manual for Economic Crops*. Land Use Planning Division Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- FAO. 1983. *Guidelines Land Evaluation For Rained Agriculture Soils Bulletin No.52*. Food And Agriculture Organization of The United Nations. Rome.
- Frank, A.B. and A. Bauer. 1984. Cultivar, nitrogen, and soil water effects on apex development in spring wheat. *Agron. J.* 76: 656-660.
- Kanchanaprachot, A. 1986. Testing and production of wheat at the farmer level in the Royal Project Area. In *Workshop Seminar on Research and Development Planning for Winter Cereals 1986-1987*, Phitsanulok. pp. 343-346.
- Marcellos, H. and W.V. Single. 1972. The influence of cultivar, temperature and photoperiod on post-flowering development of wheat. *Aust. J. agric. Res.* 23: 533-540.
- Masjaroon, A., Pongsakul P. and Lapruay T. 1990. Cultivation of Wheat After the Rice Field. In: *Report of the 7th Farming System Seminar*, Prince of Songkla University. Songkhla Province. pp. 398-408.
- Masjaroon, A., T. Lapruay, P. Pongsakul and N. Sangplang. 1990. Cultivation of Wheat Cropping System. In: *Report of the 7th Farming System Seminar*. Wangtai Hotel, Surat Thani. pp. 398-408.
- Nantapoldej, K. 2018. Value chain analysis of wheat products and products at Ban Thung Luang, Mae Win Subdistrict, Mae Wang District, Chiang Mai Province. M.S. Thesis in Logistics and Supply Chain Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

- Office of Agricultural Economics. 2020. Statistics of imports (Import). Available: <http://impexp.oae.go.th/service/import.php> (October 27, 2020).
- Pongsakul, P., T. Lapruay and A. Masjarun. 1990. Cultivation of Wheat Cropping System. In Farming Systems Seminar Report. Rice Department, Bangkok. pp. 398-408.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium. In: C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin. pp. 1022-1030.
- Rawson, H.M. and L.T. Evans. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat of different heights. Aust. J. Agric. Res. 22: 851-863.
- Rice Department. 2013. Rice Production Potential Zoning of Chiang Mai. Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thai Ltd., Bangkok.
- Rice Department. 2019. Demand for Temperate Cereal in Thailand. In Development of Temperate Cereal and Products to Increase Commercial Value. Rice Department, Bangkok. pp. 1-8.
- Sanuders, A.D. 1990. Wheat Crop Management Reach in Thailand A Review and Recommendations. A paper presented at Annual Wheat Workshop. Chaingrai. pp. 24-26.
- statista. 2022. Top U.S. states for wheat yield per harvested acre from 2021. Available: <https://www.statista.com/statistics/190370/top-10-us-states-for-wheat-yield-per-harvested-acre/> (April 31, 2022).
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
- Wall, P.C. and P.M. Cartwright. 1974. Effects of photoperiod, temperature and vernalization on the phenology and spikelet numbers of spring wheat. Ann. Appl. Biol. 76: 299-309.
- Yamane, T. 1973. Statistics an Introduction Analysis. 3rd Edition. Harper & Row Publishers, Inc., New York. pp. 400.

การระบุชนิดของสารกลุ่ม Cannabinoids และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงและกัญชา โดยโมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์

Identification Types of Cannabinoids and Genetic Relationships in Hemp and Marijuana by SSR Markers

มัลลิกา จินดาสิงห์ และ สุตติรักษ์ พลเจริญ*

Manlika Jindasing and Suttirak Plonjarean*

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร 86170

Department of Crop Production Technology, Faculty of Maejo University at Chumphon, Lamae, Chumphon, 86170

* Corresponding author: suttirak3@gmail.com

(Received: 19 October 2021; Revised: 18 January 2022; Accepted: 31 March 2022)

Abstract

The identification types of cannabinoids in hemp and marijuana were analyzed by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC-MS), a method that can identify cannabinoids in hemp and marijuana. It was found that there were 4 types of cannabinoids, namely THC, CBN, CBC, and CBD, and they were statistically and significantly different ($P>0.05$), in the range of $0.65\pm0.15 - 6.76\pm0.21$, $0.13\pm0.12 - 0.52\pm0.19$, $0.00 - 0.29\pm0.15$ and $0.96\pm0.18 - 3.97\pm0.18$ %, respectively. Marijuana and Pang Thong could produce the highest THC content, Vietnam produced the highest CBN content, Pang Oung produced the highest CBC content and Vietnam produced the highest CBD and CBN content. The identification of DNA fingerprinting in 9 hemp cultivars and 1 marijuana by 11 simple sequence repeat (SSR) markers in the study could be perfectly 100 % detected and differentiated. Furthermore, DNA fingerprinting revealed 41 alleles to be polymorphic. Based on an initial DNA analysis using Unweighted Pair Group Method with Arithmetic

Mean (UPGMA), it revealed that the average number of alleles per SSR locus was 3.73. Similarly, their coefficients varied from 0.05 to 0.83 with an average of 0.44. Consequently, it indicated that there was a very broad genetic base and high genetic variation. As a result of using the SSR-base genetic similarity the UPGMA dendrogram, it was found that cannabinoids in hemp and marijuana can be classified into two distinct groups: Group 1 (Song Kew, Pang Tong, Huay Lang, Marijuana Pang Kae and Vietnam) and Group 2 (Pop Pra, Pang Aug, Mae Tala, and Huay Hoy).

Keywords: cannabinoids, gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS), simple sequence repeat (SSR) marker, hemp

บทคัดย่อ

การระบุชนิดของสารกลุ่ม cannabinoids ในกัญชงและกัญชา ได้ทำการวิเคราะห์โดยเครื่องก๊าซโครมาโท กราฟิ/แมสสเปคโตรเมตรี (GC-MS) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ชนิดของสารกลุ่ม cannabinoids ในกัญชงและกัญชา ได้ โดยพบว่า มีสารกลุ่ม cannabinoids 4 ชนิด ได้แก่ THC, CBN, CBC และ CBD ซึ่งมีปริมาณสารที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.65 ± 0.15 – 6.76 ± 0.21 , 0.13 ± 0.12 – 0.52 ± 0.19 , 0.00 – 0.29 ± 0.15 และ 0.96 ± 0.18 – 3.97 ± 0.18 % ตามลำดับ โดยกัญชงและกัญชาสายพันธุ์บางต้องมีสาร THC มากที่สุด พันธุ์เวียดนามมีสาร CBN และ CBD มากที่สุด และพันธุ์บางอู้งมีสาร CBC มากที่สุด การระบุความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในกัญชง 9 สายพันธุ์ และกัญชา 1 สายพันธุ์ โดยเทคนิคโมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์ จำนวน 11 ไพรเมอร์ สามารถแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมของกัญชงสูงถึง 100 % ในการศึกษาพบว่า มีจำนวนแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างเกิดขึ้นทั้งหมด 41 อัลลิล จากการวิเคราะห์ดีเอ็นเอเบื้องต้นโดยใช้วิธี unweighted pair group a arithmetic average (UPGMA) จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อโลคัส SSR เท่ากับ 3.73 ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงกันเปลี่ยนแปลงจาก 0.05 ถึง 0.83 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.44 ซึ่งบ่งชี้ว่ามีฐานทางพันธุกรรมที่กว้างมากและมีความแปรผันทางพันธุกรรมสูงจากการใช้ความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมของฐาน SSR UPGMA dendrogram แสดงให้เห็นว่าสามารถจำแนกสายพันธุ์ที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม ที่มีลักษณะเฉพาะดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ พันธุ์สองแคว บางตอง ห้วยแล้ง กัญชา บางแวก และเวียดนาม และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ พันธุ์พพระ บางอู้ง แม่ตะละ และห้วยหอย

คำสำคัญ: แคนนาบินอยด์ ก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี โมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์ กัญชง

คำนำ

กัญชงจัดเป็นพืชเส้นใยที่มีความสำคัญ 1 ใน 13 ของโลก (Cherney and Small, 2016) และจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศ มีประโยชน์ในการผลิตปัจจัยสี่ของมนุษย์ เช่น สามารถนำไปถักทอเสื้อผ้า เชือก กระสอบ ทำกระดาษ หรือเครื่องใช้ต่าง ๆ เมล็ดสามารถนำมาเป็นอาหารคน สัตว์เลี้ยง และยังให้น้ำมัน โปรตีน ซึ่งสามารถนำไปผลิตเป็นน้ำมันชักแห้ง สบู่ เครื่องสำอาง หรือแม้กระทั่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง (De Zeeuw *et al.*, 1972)

กัญชงและกัญชาสามารถสังเคราะห์สารที่เรียกว่า cannabinoids ชนิดต่าง ๆ ที่มีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน ได้แก่ 1) tetrahydrocannabinol (THC) ประกอบด้วยสารสองชนิดที่เป็น isomer กัน คือ Delta-9-tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) มีฤทธิ์ทางด้านจิตใจ ทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มและเป็นสุข ถ้าเสพโดยการสูบจะออกฤทธิ์แรงกว่าการรับประทาน และ Delta-8-tetrahydrocannabinol (Δ^8 -THC) ไม่มีฤทธิ์ต่อจิตใจจึงไม่จัดเป็นสารเสพติดทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้ม (Devane, 1992) 2) cannabidiol (CBD) 3) cannabinol (CBN) เป็นสารที่ได้จากการออกซิเดชันของ Delta-9-tetrahydrocannabinol มีฤทธิ์ทำให้เกิดการเสพติด 4) cannabicyclol (CBC) 5) cannabichromine (CBCH) 6) cannabinolic acid (CBNA) มีฤทธิ์ทำให้จิตใจสงบจัดเป็นยานอนหลับ 7) cannabichromenic acid (CBCHA) และ 8) cannabidivanol (Hazekamp *et al.*, 2004) โดยปริมาณของสารแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม เช่น ภูมิอากาศ ดิน น้ำ และอื่น ๆ (Etienne *et al.*, 2003)

เดิมกัญชงจัดเป็นพืชเสพติดประเภทที่ 5 เนื่องจากมีสารเสพติดประเภท tetrahydrocannabinol (THC) มากกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่สามารถปลูกได้ ปัจจุบันมีการปลดล็อกแต่กัญชงยังจัดอยู่ในยาเสพติดให้โทษประเภท 5 ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2564 ดังนั้น การปลูกจึงต้องขออนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขเสียก่อน โดยทำตามกฎกระทรวง การขออนุญาตและการอนุญาตผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครอง ซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 การศึกษาค้นคว้าวิจัยต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามกฎหมายในการศึกษาค้นคว้าวิจัยต้องขออนุญาตพิเศษ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านเกษตรกรรมและข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพในด้านสารเคมี น้ำมันในเมล็ด การให้เส้นใยและเยื่อหรือประโยชน์ในลักษณะอื่น ๆ ของกัญชงที่ปลูกในประเทศไว้โดยละเอียด อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับรองรับการพัฒนาให้กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีวิเคราะห์สายพันธุ์กัญชงเพื่อให้สามารถระบุชนิดของสารกลุ่ม Cannabinoids และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงและกัญชา ดังนั้นการนำเอาเครื่องหมายเอสเอสอาร์ (Simple Sequence Repeats: SSRs) มาใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสายพันธุ์กัญชงและกัญชา จะช่วยให้ทราบความแตกต่างทางพันธุกรรมได้อย่างแท้จริง โดยที่ไม่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง และยังสามารถทำการประเมินผลได้อย่างรวดเร็ว (Heyden and Sharp, 2001) จึงนับเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญในการวางแผนงานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาและคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์

กัญชงให้ประสบความสำเร็จต่อไป รวมถึงการตรวจสอบพันธุ์กัญชงที่ปลูกในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 – มิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยทำการปลูกสายพันธุ์กัญชง 9 สายพันธุ์ ได้แก่ ปางอุ๋ง, สองแคว, ปางแก, พบพระ, ปางตอง, แม่ตะละ, ห้วยหอย, ห้วยแล้ง เวียดนาม และกัญชาสายพันธุ์ชาติวามีการวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ

การวิเคราะห์สารกลุ่ม cannabinoids โดยก๊าซโครมาโทกราฟี

นำใบกัญชงสดมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดให้เป็นผงละเอียด ชั่งใบกัญชงที่อบ 5 กรัม มาสกัดด้วย Methanol (CH_3OH) 60 มิลลิลิตร และเขย่าใช้ระยะเวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง กรองเอาสารละลายที่ใช้ในการสกัดออกมาด้วยกระดาษกรอง จากนั้นขจัดน้ำออกด้วยการเติม Sodium sulfate anhydrous (Na_2SO_4) และกรองเอา Sodium sulfate anhydrous (Na_2SO_4) ออกจากกระดาษกรอง และนำสารละลายใบของกัญชงที่สกัดได้มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยเทคนิควิเคราะห์สารตัวอย่างและพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารเป็นการยืนยันโครงสร้างและน้ำหนักโมเลกุลของสารโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS) Agilent; U.S., Column Capillary (HP-5MS)/30.0 m $\times$ 250 ไมครอน i.d., 0.25 ไมครอน และเครื่องกลั่นระบบสุญญากาศ (Buchi/R-114, Switzerland) เมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอน และ

microsyringe 50 มิลลิลิตร (Pellegrini *et al.*, 2005) ใช้วิธีอิเล็กตรอนอิมแพค (Electron Impact mode) การเปรียบเทียบแมสสเปคโตรเมตรีกับฐานข้อมูล Public library: G1035A Wiley Library (Wiley7) และ National Institute of Standards and Technology, NIST NIST02 Mass Spectral Library สภาวะการทำงานของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี (GC-MS) มีดังนี้ Model Agilent mobile phase He (1.0 มิลลิลิตร/นาที) Column Capillary (HP-5MS)/30.0 มิลลิเมตร $\times$ 250 ไมครอน, 0.25 ไมครอน อุณหภูมิ Injector 110 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ Detector 300 องศาเซลเซียส/MS (EI) อุณหภูมิ Oven 1 นาที Isothermal ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส/นาที ที่ 300 องศาเซลเซียส ปริมาณการฉีด 1.0 ไมโครลิตร 70 โวลต์ (Pellegrini *et al.*, 2005)

การวิเคราะห์โมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์ในกัญชงและกัญชา

ใช้วิธีการสกัดดีเอ็นเอที่ดัดแปลงจากกรรมวิธีของ Doyle and Doyle (1987) ส่วนการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของดีเอ็นเอ กระทำโดยนำดีเอ็นเอมาผ่านอิเล็กโตรโฟรีซิสในวุ้นอะกาโรส ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วย้อมด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ ส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตด้วยเครื่อง UV Transillumination เปรียบเทียบกับขนาดของแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน 10 bp Ladder Plus บันทึกภาพแถบ DNA ด้วยกล้อง Digital Gel Doc

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์กัญชงและกัญชา ด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย SSR 11 ชนิด Miller (2003) โดยการนำดีเอ็นเอ

มาเพิ่มจำนวนด้วยเครื่อง PCR โดยใช้ปฏิกิริยา PCR ด้วยขั้นตอน Pre-denaturation เป็นเวลา 3 นาที ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส จำนวน 1 รอบ ขั้นตอน denaturation เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส จำนวน 35 รอบ ขั้นตอน annealing เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส จำนวน 35 รอบ ขั้นตอน extension เป็นเวลา 1 วินาที ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส จำนวน 35 รอบ และขั้นตอนสุดท้าย post extension เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส จำนวน 1 รอบ (Morgante and Olivieri, 1993) และตรวจสอบแถบดีเอ็นเอบนเจลอะกาโรส ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ในเครื่อง electrophoresis แล้วย้อมด้วย ethidium bromide โดยเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (100 bp DNA Ladder,

Bioscience) แล้วบันทึกภาพด้วยกล้อง Digital gel doc การวิเคราะห์จำนวนอัลลีล และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์กัญชงและกัญชา ดำเนินการโดยนำแถบดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ได้แล้วถ่ายภาพมาวิเคราะห์ขนาดด้วยการเปรียบเทียบกับแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน (DNA ladder) ทำการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลจากการปรากฏและไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอของสายพันธุ์กัญชงและกัญชา และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NTSYS เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรม (similarity Jaccard's coefficient) แล้วสร้างแผนภูมิตนไดรแกรม (dendrogram) โดยใช้ Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average (UPGMA) เพื่อจัดแบ่งกลุ่มสายพันธุ์กัญชงและกัญชาที่แตกต่างกันทางพันธุกรรม

Table 1 Primer sequences of selected 11 SSR primers for determination of genetic relationships in and marijuana. (Gilmore and Peakall, 2003) and (Gao *et al.*, 2014)

No.	SSR locus	Forward (5'→3')	Reverse (3'→5')
1	ANUCS201	GGTTCAATGGAGATTCTCGT	CCACTAAACCAAAAGTACTCTTC
2	ANUCS202	AGGACCAATTTTGAATATGC	AGAGAGGGAAGGGCTAACTA
3	ANUCS203	GCTCTTCTTATTAATTCCTCCTT	GAATATGATAAGACACAACTTCATT
4	ANUCS204	TGGAAGATATGCAACTGGAG	AACGAACATAAGCACGAACA
5	ANUCS205	TTGACTAACCGCAAAGATA	AAATTCAAACCGATTCTCAG
6	BO1-CANN1	TGGAGTCAAATGAAAGGGAAC	CCATAGCATTATCCCACTCAAG
7	DO2-CANN2	AGATGATGCCAAGAGGCAC	TACCCATCCCCTTGGATCAC
8	CO8-CANN2	GCAAGAAGTAGAGAGACAATCC	CCCTCAACACTCATTAACTCAC
9	H11-CANN1	GCATGTGGTTGTTTCGTACCC	CAGCGAACATTCACTCTAGCTC
10	B02-CANN2	CAACCAAATGAGAATGCAACC	TGTTTTCTTCACTGCACCC
11	TH1-CANN1	TGCTCTGCCCAAAGTATCAA	CCACTCACCCTCCACCTTT

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเปรียบเทียบแมสสเปกโตรเมตรีกับฐานข้อมูล

ผลการวิเคราะห์เพื่อระบุชนิดของสารกลุ่ม cannabinoids ในกัญชง ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC-MS) โดยการเปรียบเทียบแมสสเปกโตรเมตรีกับฐานข้อมูลใน Public library ได้แก่ G1035A Wiley Library

(Wiley7) และ NIST02 Mass Spectral Library พบว่า สามารถตรวจพบสารกลุ่ม cannabinoids ที่สำคัญ ได้แก่ Δ^8 -THC, Δ^9 -THC, CBC, CBD และ CBN ซึ่งมีลำดับเวลารีเทนชันที่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.35, 18.39, 17.08, 17.55 และ 18.93 นาที ตามลำดับ (Figure 1)

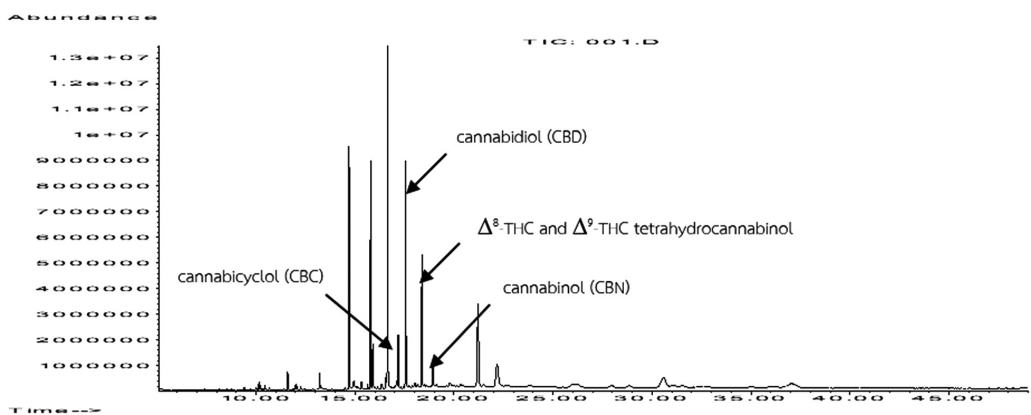


Figure 1 Chromatograms Pang Ung Hemp

การวิเคราะห์ผลด้วยการแตกตัวของแมสสเปกตรัมและตรวจสอบโดยฐานข้อมูล

ผลการวิเคราะห์การแยกชนิดของสารกลุ่ม cannabinoids ในกัญชาและกัญชงทั้ง 10 สายพันธุ์ ได้แก่ ปางอุ้งสองแคว ปางแก พบพระ ปางตอง แม่ตะละ ห้วยหอย ห้วยแล้ง พันธุ์เวียดนาม และกัญชา ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC-MS) พบว่า กัญชงทุกสายพันธุ์และกัญชา มีปริมาณสารกลุ่ม cannabinoids ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยสารกลุ่ม cannabinoids 4 ชนิด ที่ตรวจพบ ได้แก่ THC, CBN, CBC และ CBD มีค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC อยู่ระหว่าง 0.65 ± 0.15 – 6.76 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยปริมาณสาร CBN มีค่าเท่ากับ 0.13 ± 0.12 – 0.52 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยปริมาณสาร CBC มีค่าเท่ากับ 0.00 – 0.29 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์และมีค่าเฉลี่ยปริมาณสาร CBD อยู่ระหว่าง 0.96 ± 0.18 – 3.97 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยพันธุ์ปางตองมีปริมาณสาร THC มากที่สุด (Lachenmeier *et al.*, 2004) และยังพบอีกว่า กัญชง 3 สายพันธุ์ที่สามารถตรวจพบสารกลุ่ม cannabinoids ครบทั้ง 4 ชนิด (THC, CBC, CBD และ CBN) ได้แก่ สายพันธุ์ปางอุ้ง แม่ตะละ และห้วยหอย โดยกัญชาและกัญชงสายพันธุ์ปางตองมีสาร THC มากที่สุด พันธุ์เวียดนามมีสาร CBN มากที่สุด พันธุ์ปางอุ้งมีสาร CBC มากที่สุด และพันธุ์เวียดนามมีสาร CBD

มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 6.76 ± 0.21 , 0.52 ± 0.19 , 0.29 ± 0.15 และ 3.97 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) โดยปริมาณและชนิดของสารเสพติด cannabinoids แตกต่างกันเนื่องจากอิทธิพลของ พันธุกรรมที่ใช้ที่เป็นพันธุ์ต่างกัน และสภาพแวดล้อม

เช่น ภูมิอากาศ ดิน น้ำ หรืออื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ Etienne *et al.* (2003) ที่พบว่า สายพันธุ์กัญชงและกัญชาที่ปลูกต่างฤดูกาล มีผลทำให้ปริมาณสาร THC, CBC, CBD, CBN แตกต่างกัน

Table 2 Cannabinoids contents in 9 hems cultivars and 1 marijuana analyzed by GC-MS

Varieties	% of cannabinoids			
	THC	CBN	CBC	CBD
Pang Ung	2.24 ± 0.12^e	0.46 ± 0.18^a	0.29 ± 0.15^b	3.81 ± 0.18^a
Song Kew	5.42 ± 0.21^b	0.32 ± 0.11^b	0.22 ± 0.14^b	-
Pang kae	1.47 ± 0.12^f	-	-	0.96 ± 0.18^d
Pop Pra	4.22 ± 0.12^c	0.30 ± 0.22^b	-	3.19 ± 0.18^b
Pang Tong	5.93 ± 0.21^b	0.22 ± 0.18^b	0.21 ± 0.12^b	-
Mae Ta la	4.21 ± 0.12^c	0.15 ± 0.13^c	0.13 ± 0.15^a	2.27 ± 0.18^c
Huay Hoi	4.19 ± 0.12^c	0.13 ± 0.13^c	0.11 ± 0.17^a	2.76 ± 0.18^c
Huay Lang	3.41 ± 0.13^d	0.12 ± 0.12^c	0.11 ± 0.11^a	-
Vietnam	6.52 ± 0.15^s	0.52 ± 0.20^a	-	3.97 ± 0.18^a
Marijuana	6.76 ± 0.21^a	0.33 ± 0.12^b	0.23 ± 0.16^b	2.15 ± 0.15^c
F-test	**	*	*	**

Remark: Each value represents mean of three replicates $\pm$ standard deviation. Means in the same column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ when comparing the means value by Duncan Multiple Range Test.

* = significantly different at $P < 0.05$

** = significantly different at $P < 0.01$

การตรวจหาชนิดของสารเสพติดกลุ่ม cannabinoids ในกัญชงและกัญชาทั้ง 10 สายพันธุ์ สามารถตรวจพบสาร THC และยังพบสาร CBD, CBN และ CBC ซึ่งสารทั้ง 4 ชนิดเป็นกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพของ THC ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bruce and John (1973) สารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในกัญชงมีหลายชนิด แต่สารที่สำคัญที่สุดที่มีฤทธิ์ต่อสมอง และทำให้ร่างกาย อารมณ์ และจิตใจเปลี่ยนแปลงไป คือสารในกลุ่ม THC มีสองชนิดที่เป็นสารออกฤทธิ์คือ Δ^9 -THC และ CBD ส่วน Δ^8 -THC ไม่มีฤทธิ์ต่อจิตใจจึงไม่จัดเป็นสารเสพติดทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้ม CBN เป็นสารที่ได้จากการออกซิเดชันของ Δ^9 -THC แต่ Δ^9 -THC จัดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่ในกัญชงที่ส่งผลกระทบต่อจิตและประสาทมากที่สุด โดยสารนี้มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน ไม่ค่อยละลายน้ำ (Chadi, 2006) การเรียกชื่อสารเสพติดชนิดนี้โดยทั่วไปนิยมเรียกชื่อสั้น ๆ ว่าสาร THC สารเสพติดที่พบในกัญชงมีอยู่ 2 สารที่เป็น Isomer กัน คือ Δ^8 -THC และ Δ^9 -THC โดย THC ที่พบนี้สามารถแยกและวิเคราะห์ผลด้วยการแตกตัวของแมสสเปกตรัมที่เกิดและตรวจสอบโดยฐานข้อมูลของแมสสเปกตรัมซึ่งฐานข้อมูลที่ใช้คือ NIST และ Wiley7 โดยสาร THC มีสูตรโครงสร้างโมเลกุลเป็น $C_{21}H_{30}O_2$ มีน้ำหนักมวลโมเลกุลเท่ากับ 314.46 สอดคล้องกับรายงานของ Elsohly and Slade (2005) นอกจากนั้นยังพบกลุ่มของสารอื่นที่มีความใกล้เคียงกับสาร THC สอดคล้องกับรายงานของ สุทธิรักษ์และคณะ (2552) ที่พบสาร Hexadecanoic acid, Cannabispirenone A, Cannabichromene, Cannabivarin

ผลการทดลองที่ได้นี้สามารถบอกว่ากลุ่มของสาร tetrahydrocannabinol (THC) cannabidiol

(CBD) cannabinol (CBN) มีความเกี่ยวข้องกันเนื่องจากในสายพันธุ์กัญชงที่มีปริมาณ THC สูง จะมีผลทำให้ปริมาณสาร CBD สูงตามไปด้วย จึงทำให้กัญชงสายพันธุ์ดังกล่าวมีฤทธิ์ที่เป็นสารเสพติดมาก ไม่เหมาะในการใช้พัฒนาพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์พมพระ แม่ตะละ ห้วยห้อย และเวียดนาม โดยมีสัดส่วนระหว่างปริมาณสาร THC:CBD เท่ากับ 2:1 แต่มีกัญชงบางสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์สองแคว ปางดอง และห้วยแล้ง ที่มีปริมาณสาร THC สูงแต่มีปริมาณ CBD ต่ำ ซึ่งจะเหมาะสมในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อนำไปใช้มากกว่า และในอีกด้านถ้าผลการวิเคราะห์ตรวจพบมีสาร CBN สูง จะทำให้ตรวจพบกลุ่มของ THC และ CBD ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งจะทำให้กัญชงสายพันธุ์นั้นมีฤทธิ์ที่เป็นสารเสพติดน้อย ข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นผลมาจากเส้นทางการสังเคราะห์ทางชีวภาพของสาร THC ในกลุ่ม cannabinoids ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bruce and John (1973) ข้อมูลจากการทดลองนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ในการนำใช้คัดเลือกพันธุ์และพัฒนาพันธุ์กัญชงในอนาคต

การวิเคราะห์โมเลกุลเครื่องหมายเอสเอสอาร์ในกัญชง

ผลของการใช้ SSR primers ทั้ง 11 ชนิดพบว่าทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ (polymorphism) คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ของ SSR primer ทั้งหมด แถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดมี 41 แถบ หรือตำแหน่ง (polymorphic alleles) ของสายพันธุ์กัญชงทั้ง 9 สายพันธุ์ และกัญชา จำนวนแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นต่อไพรเมอร์มีตั้งแต่ 3 ถึง 4 แถบ (alleles) คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.73 แถบต่อไพรเมอร์ SSR primer ที่ทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอ 4 แถบ ได้แก่

ANUCS201 ANUCS202 ANUCS203 ANUCS204 BO1-CANN1 CO8-CANN2 BO2-CANN2 และ TH1-CANN1 ส่วน SSR primer ที่ทำให้เกิดแถบ ดีเอ็นเอ 3 แถบ ได้แก่ ANUCS205 DO2-CANN2 และ H11-CANN1 (Figure 2) การใช้ SSR primer ต่างชนิดกันทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน ในลักษณะทั้ง 9 สายพันธุ์และลักษณะบางพันธุ์อาจมีความเหมือนกันหรือความคล้ายคลึงกันของแถบ ดีเอ็นเอที่ปรากฏค่าความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรม ของลักษณะที่ได้จากค่า similarity coefficient ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.83 แสดงให้เห็นว่า การใช้โมเลกุลเครื่องหมาย SSR สามารถบ่งบอก ความหลากหลายแตกต่างกันทางพันธุกรรมของ สายพันธุ์กัญชาและลักษณะทั้ง 10 สายพันธุ์ได้ดี

ลักษณะบางสายพันธุ์มีความคล้ายคลึงกันมาก เช่น พันธุ์ปางอู่ กับ แม่ตะละ มีค่าความคล้ายคลึงทาง พันธุกรรมเท่ากับ 0.83 ในทางตรงข้ามพันธุ์ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมค่อนข้างมาก ได้แก่ พันธุ์สองแคว กับ ห้วยหอย ซึ่งมีค่าความคล้ายคลึง ทางพันธุกรรมน้อยมากเพียง 0.05 เท่านั้น สอดคล้องกับ Alghanim and Almirell (2003) เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนหรือความคล้ายคลึง ทางพันธุกรรมมาจัดกลุ่ม (cluster analysis) ทำให้ สามารถจัดแบ่งกลุ่มพันธุ์กัญชาได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (Figure 3) โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสายพันธุ์ สองแคว ปางตอง ห้วยแล้ง กัญชา ปางแก และ เวียดนาม ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสายพันธุ์ พบพระ ปางอู่ แม่ตะละ และห้วยหอย

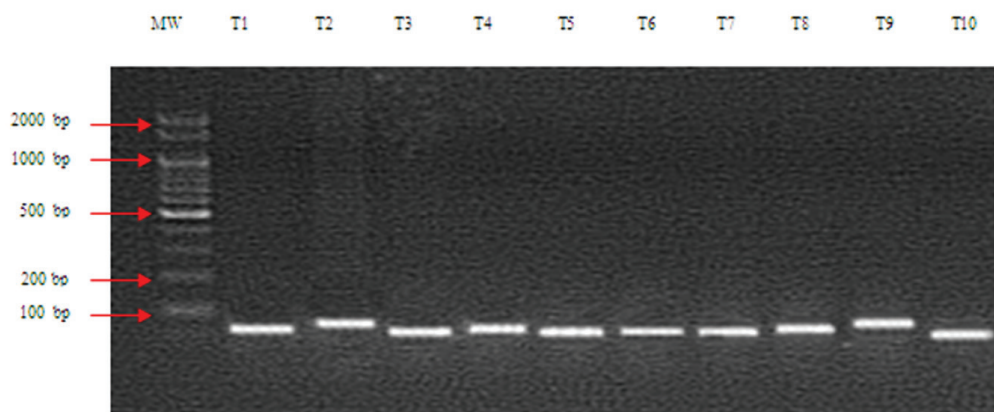


Figure 2 The simple sequence repeat (SSRs) profile of 9 hemp genotypes and marijuana (Song Kew (T1), Pang kae (T2), Pop Pra (T3), Pang Tong (T4), Pang Ung (T5), Mae Ta la (T6), Huay Hoi (T7), Huay Lang (T8), Vietnam (T9) and Marijuana (T10)) using the ANUCS201 primer pair. Lane MW was 100 bp molecular weight marker mixed with 2000 bp ladders

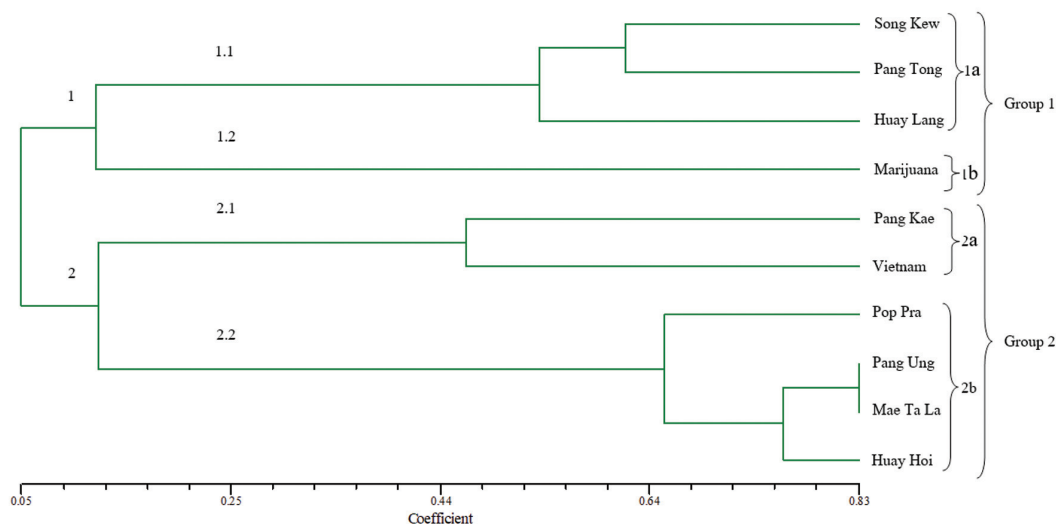


Figure 3 The dendrogram (UPGMA) was constructed based on the dice similarity coefficient in 10 *Cannabis sativa* genetic materials analyzed by SSRs

สรุปผลการวิจัย

การระบุชนิดของสารเสพติด cannabinoids ในกัญชงด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC-MS) สามารถวิเคราะห์ชนิดของสารเสพติด cannabinoids ในกัญชง 9 สายพันธุ์ และกัญชาได้โดยพบว่า มีสารเสพติด cannabinoids ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ THC, CBN, CBC และ CBD โดยกัญชงและกัญชาสายพันธุ์ปางทองมีสาร THC มากที่สุด พันธุ์เวียดนามมีสาร CBN และ CBD มากที่สุด และพันธุ์ปางอ้งมีสาร CBC มากที่สุด

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกัญชงทั้ง 9 สายพันธุ์และกัญชา โดยอาศัยโมเลกุลเครื่องหมาย SSR Markers พบว่ามีไพรเมอร์ทั้งหมด 11 ชนิดเกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน 41 แถบ หรือ polymorphic alleles ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมมีค่าอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.83 และเมื่อจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA

ทำให้แบ่งกลุ่มกัญชงและกัญชาออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ โดยแต่ละกลุ่มยังสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้อีก ผลของการศึกษาทำให้เกิดประโยชน์สำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์กัญชงและกัญชาในอนาคต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการระบุชนิดของสารกลุ่ม cannabinoids กับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงมีความเกี่ยวข้องกัน โดยกลุ่ม 1 สามารถระบุได้ว่าเป็นกลุ่มที่มีปริมาณสาร THC สูง คือ กลุ่ม 1a ประกอบด้วยสายพันธุ์สองแคว ปางทอง และห้วยหอย และเป็นกลุ่มที่พบสารกลุ่ม cannabinoids 3 ชนิดเหมือนกัน คือ THC CBN และ CBC ส่วนกลุ่ม 2 ระบุได้ว่ากัญชามีสาร THC สูง โดยกลุ่ม 2a ได้แก่ สายพันธุ์ปางแก และเวียดนาม ระบุได้ว่ามีปริมาณสาร THC น้อยเหมือนกัน และกลุ่ม 2b ได้แก่ สายพันธุ์ปางอ้ง แม่ตะละ และห้วยหอย มีสารเสพติด cannabinoids ทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ THC, CBN, CBC และ CBD

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.วีรชัย พุทธวงศ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์งบประมาณในการวิจัยและห้องปฏิบัติการ รวมถึงความอนุเคราะห์ด้านตัวอย่างพืชและขอขอบคุณนางสาวรัตติกาล ดิง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- สุทธิรักษ์ ผลเจริญ เศรษฐา ศิริพินธุ์ ดนุวัตติ เพ็งอัน และวีรชัย พุทธวงศ์. 2552. การวิเคราะห์สารเสพติด tetrahydrocannabinol (THC) ในกัญชงพันธุ์ต่างกัน โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(3): 305-308.
- Alghanim, H. J., and J. R. Almirall. 2003. Development of microsatellite markers in *Cannabis sativa* for DNA typing and genetic relatedness analyses. Anal. Bioanal. Chem. 376: 1225-1233.
- Bruce, L.H. and D.R. John. 1973. Nuclear magnetic resonance spectroscopy ¹³C fourier transformspectra of Δ -8-THC and Δ -9-tetrahydrocannabinol. Proc. Nat. Acad. Sci. 70(4): 1027-1029.
- Chadi, A. 2006. Development and validation of the quantitation of Δ^9 -tetrahydrocannabinol in human plasma by high performance liquid chromatography after solid-phase extraction. Pharma. and Biom. Ana. 41(3): 1011-1016.
- Cherney, J.H. and E. Small. 2016. Industrial Hemp in North America: Production, Politics, and Potential. Agronomy. 58(6): 1-24.
- De Zeeuw, R.A., Th. M. Malingre and F.W.H.M. Merkus. 1972. Tetrahydrocannabinolic acid, an important component in the evaluation of *Cannabis* products. Pharm. Pharmacology. 24: 1-6.
- Devane, W.A., L. Hanuš, A. Breuer, R.G. Pertwee, L.A. Stevenson, G. Griffin, D. Gibson, A. Mandelbaum, A. Etinger and R. Mechoulam. 1992. Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor. Sci. 258: 1946-1949.
- Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19: 11-15.
- Elsohly, M.A. and D. Slade. 2005. Chemical constituents of marijuana: The complex mixture of natural cannabinoids. Life Sci. 78: 539-548.
- Etienne, P.M. de Meijer, B. Manuela, C. Andrea, C. Paola, M. Cristina, R. Paolo and M. Giuseppe. 2003. The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L. Genetics. 136: 335-346.

- Gao C., Xin P., C. Cheng, Q. Tang, P. Chen, C. Wang, G. Zang and L. Zhao 2014. Diversity Analysis in *Cannabis sativa* Based on Large-Scale Development of Expressed Sequence Tag-Derived Simple Sequence Repeat Markers. PLoS ONE. 9(10): 110638.
- Gilmore S. and R. Peakall 2003. Isolation of Microsatellite Markers in *Cannabis sativa* L. (marijuana). Molecular Biology Notes. 3: 105-107
- Hazekamp, A., Y. Hae Choi and R. Verpoorte. 2004. Quantitative Analysis of Cannabinoids from *Cannabis sativa* using ^1H NMR Chem. Pharin. Bull. 52(6): 718-721.
- Heyden, M.J. and P.J. Sharp 2001. Targeted development of informative Microsatellite (SSR) markers. Nucleic Acids Res. 29(8): 44-4.
- Lachenmeier, D. W., L. Kroener, F. Musshoff and B. Madea. 2004. Determination of cannabinoids in hemp food products by use of headspace solid-phase micro extraction and gas chromatography mass spectrometry. Anal. Bioanal. Chem. 378: 183-189.
- Miller Coyle, H. 2003. An overview of DNA methods for the identification and individualization of marijuana. Croat. Med. 44(3): 315-321.
- Morgante, M. and A. M. Olivieri. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. Plant 3: 175-182.
- Pellegrini M., E. Marchesi, R. Pacifici and S. Pichini. 2005. A rapid and simple procedure for the determination of cannabinoids in hemp food products by gas chromatography mass spectrometry. Pharmaceutical and Biomedical Analysis 36: 939-946.

ปัจจัยการตัดแต่งกิ่งที่มีผลต่อการออกดอกและคุณภาพผลของ มะเกี๋ยง กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Effects of Pruning on Flowering and Fruit Quality of Makiang (*Cleistocalyx nervosum*): A Case Study of Maejo University- Phrae Campus

กิตติพงษ์ วุฒิญาณ¹ อนูวัฒน์ จรัสรัตนไพบูลย์² ศรายุทธ ตรีรัตน์² ตะวัน ฉัตรสูงเนิน³ และ
ปิยะพิศ ขอนแก่น^{1*}

Kitipong Wuttiyan¹ Anuwat Jaradrattanapaiboon² Sarayut Trirat² Tawan
Chatsungnoen³ and Piyapit Khonkaen^{1*}

¹ สาขาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

¹ Program of Forest Management, Maejo-Phrae University, Phrae 54140

² สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

² Program of Plant Production Technology, Maejo-Phrae University, Phrae 54140

³ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

³ Program of Industrial Biotechnology, Maejo-Phrae University, Phrae 54140

* Corresponding author: E-mail: piyapit@gmail.com

(Received: 1 November, 2021; Revised: 24 February, 2022; Accepted: 16 March, 2022)

Abstract

This study was conducted to compare the effect of four pruning systems on flowering and fruit quality of Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*), consisting of T1: control unit shape (without pruning), T2: open-center shape, T3: cubic shape, and T4: flat shape. The 4x4 meters spacings, 8-9 years of age were applied in the organic plots. The experimental design was assigned into a randomized complete block design (RCBD) of 4 treatments, each with 3 replications, and 4 samples. The studied plants had never been pruned nor yielded before. The research findings revealed as followed the data concerning leaf flushing and flowering of Makiang plant showed that the T2, T3, and T4 gave

27.72 - 37.25 buds. This had a statistically significant difference from the T1 that gave 6.23 buds per branch. The number of inflorescences and panicles showed no difference among the treatments. Regarding the product quantity, it was found that T1 gave the highest of fruit weight. The findings also revealed that four types of pruning had indifferent effects on fruit length, fruit width, pulp thickness, seed diameter, TSS (Total Soluble Solids) content, TA (Titratable Acidity) content. In the aspect the peel color of Makiang fruit after flowering, it was found that within 24 weeks, the fruit developed a dark peel color. In 25 weeks, most fruit peel turned to dark purplish gray color. Then the fruit peel color value changed to dark red after 28 weeks. All treatments had no different effects on peel color. Moreover, the study showed that canopy pruning (factor A) and flowering period (factor B) had no effect nor relationships with total soluble solids content.

Keywords: Pruning factors, Makiang, yield, growth

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการตัดแต่งกิ่งมะเงี้ยว 4 รูปทรง ได้แก่ ทรงชุดควบคุมไม่ตัดแต่ง (T1) ทรงเปิดกลาง (T2) ทรงสี่เหลี่ยม (T3) และ ทรงฟาชิงาย (T4) ที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญ การออกดอก และคุณภาพผลของมะเงี้ยว ใช้แปลงปลูกระยะ 4x4 เมตร อายุ 8-9 ปี วางแผนการทดลอง แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ตัวอย่าง ดินที่ใช้ศึกษาไม่เคย ได้รับการตัดแต่งกิ่งและให้ผลผลิตมาก่อน ใช้แปลงในระบบอินทรีย์ ผลการทดลองพบว่า มีการแตกตาใหม่ ของต้นในกรรมวิธี T2 T3 T4 ระหว่าง 27.72-37.25 ตาต่อกิ่ง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติกับชุดควบคุม T1 เท่ากับ 6.23 ตาต่อกิ่ง จำนวนช่อดอกและจำนวนช่อดอกย่อย ไม่มีความ แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธี ข้อมูลผลผลิตเชิงปริมาณ พบว่า กรรมวิธี T1 มีน้ำหนักต่อผลมากที่สุด สำหรับ ความยาวผล, ความกว้างผล, ความหนาเนื้อ, เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ด, ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วน TSS:TA ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างรูปทรงการตัดแต่งกิ่ง ในด้านสีเปลือกของผลระหว่างการเจริญเติบโต พบว่า สีผลที่ 24 สัปดาห์ ให้ค่าสีเปลือกผลเป็น dark purplish grey มากที่สุด ใน 26 สัปดาห์ ค่าสีเปลือกผล เปลี่ยนเป็น dark red จนกระทั่งใน 28 สัปดาห์ ค่าสีเปลือกผลเป็น dark red ทุกกรรมวิธี ในส่วนของ การจัดรูปทรงพุ่ม (ปัจจัย A) และระยะเวลาของการติดผล (ปัจจัย B) ไม่ส่งผลกระทบต่อผลและไม่สัมพันธ์ ต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

คำสำคัญ: ปัจจัยการตัดแต่งกิ่ง มะเงี้ยว ผลผลิต การเจริญเติบโต

คำนำ

มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) เป็นไม้ยืนต้นพืชพื้นเมือง จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae พบมากในแถบภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เป็นพืชที่ได้รับการเสนอให้เป็นพืชที่ควรอนุรักษ์ตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) (พรชัย และคณะ, 2558) สารสกัดจากน้ำมันมะเกี๋ยงมีฤทธิ์ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ ช่วยยับยั้งการกลายพันธุ์ที่เกิดจากสารก่อมะเร็ง (Charoensin *et al.*, 2012) ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิคุ้มกัน ช่วยชะลอการเกิดโรคมะเร็ง (Taya *et al.*, 2014) ช่วยลดน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ป้องกันไม่ให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน รักษาแผลในกระเพาะอาหาร เป็นต้น (ทองศักดิ์, 2544) มะเกี๋ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200-500 เมตร บริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึง และที่ไม่มีน้ำท่วมขัง โดยพฤติกรรมการออกดอกติดผลของมะเกี๋ยงนั้นจะออกดอกในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ บริเวณกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป ตามซอกใบที่ร่วงไป (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558) การตัดแต่งกิ่งมีประโยชน์ต่อการแตกตาใหม่ ทำให้ต้นฟื้นตัวได้เร็ว ใบใหม่สามารถสะสมอาหารไว้สำหรับการออกดอกติดผลในฤดูกาลถัดไป (อนุชา, 2561) ดังนั้น การตัดแต่งกิ่งจึงเป็นวิธีการที่นิยมใช้ควบคุมการออกดอกติดผลได้ดีขึ้น (กวิศร์, 2546)

การจัดรูปทรงมีหลายรูปแบบ แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ผล เช่น ลิ้นจี่ มะม่วง ลำไย น้อยหน่า ฝรั่ง มะนาว องุ่น เป็นต้น มีการศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเกี๋ยงของ นพพร (2559) ที่ได้ศึกษาการจัดการ

การเขตกรรมและการพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง โดยการตัดแต่งกิ่งรูปทรงต่าง ๆ หลังเปลี่ยนยอด 8 เดือน ร่วมกับการบังคับการออกดอก ด้วยวิธีการคลุมตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ การตัดใบทิ้งทั้งต้น การตัดราก การควั่นโคนต้น การราดสารพาโคบิวทราโซลอัตราต่าง ๆ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่สามารถกระตุ้นการออกดอกติดผลของพืชมะเกี๋ยงได้ และในการศึกษาของ วาสนา และคณะ (2563) ได้ศึกษาเทคนิคการตัดแต่งกิ่ง โดยทำการศึกษาการเจริญเติบโตของมะเกี๋ยง 3 สายต้น ได้แก่ สายต้น RIT ม.2013/18/2, LP 007 และ RIT ต. 1072/1/13 ในพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยา โดยเลือกต้นที่มีอายุ 4 ปี พบว่าการตัดแต่งกิ่งหนกมีการออกดอกเร็วที่สุด ปริมาณผลผลิตต่อต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solids; TSS) และอัตราส่วน TSS ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) มากที่สุด แต่ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ มีลักษณะพื้นที่ปลอดสารเคมี การปลูกระยะชิด อายุ ช่วงเวลาการออกดอก ช่วงเวลาการตัดแต่งกิ่งที่แตกต่างกัน จึงเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการจัดรูปทรง หรือการตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ยงที่เหมาะสมต่อการออกดอก และคุณภาพผลของมะเกี๋ยงในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาการจัดการรูปทรง 4 รูปทรงนี้ใช้พื้นที่ศึกษาวิจัย ณ แปลงทดสอบการปลูกพืชมะเกี๋ยง ศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพระราชดำริมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) 47 Q, x = 638421, y = 2030549 มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 265 เมตร

ใช้ต้นที่ศึกษาจากการปลูกกระยะชิด 4×4 เมตร อายุ 8-9 ปี โดยคัดเลือก จำนวน 60 ต้น โดยมีความสูงเฉลี่ย 8.82 เมตร ความกว้างเฉลี่ย 4.98 เมตร เป็นแปลงที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) จากสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย (มกท.) ซึ่งต้นที่ใช้ทดลองยังไม่เคยได้รับการตัดแต่งกิ่งและให้ผลผลิตมาก่อน โดยแบ่งชุดแผนการทดลองเป็น 2 แผน

ชุดการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) มี 4 กรรมวิธี จำนวน 15 ซ้ำ โดยใช้หาค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ย และชุดการทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ 4×3 Factorial in RCBD โดยปัจจัย A คือ การจัดรูปทรง 4 รูปทรง ได้แก่ ทรงชุดควบคุม (A1) ทรงเปิดกลาง (A2) ทรงสี่เหลี่ยม (A3) และ ทรงผ่าซีกหาง (A4) ปัจจัย B คือ การศึกษาอายุผล 3 ช่วงเวลา ได้แก่ 24 (B1) 26 (B1) และ 28 (B3) สัปดาห์หลังการออกดอก เพื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TSS ส่วนค่าสีเปลือกผลได้จากกระดาษเทียบค่าสีมาตรฐาน RHS color chart (Torso-Verlag, 2015) ได้ดำเนินการจัดรูปทรงในวันที่ 7-9 ตุลาคม 2562 (ตัดแต่งกิ่ง) 4 รูปทรง ดังนี้ รูปทรงแบบชุดควบคุมหรือไม่ดำเนินการตัดแต่งกิ่ง โดยมีความสูงเฉลี่ย 8 เมตร เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับรูปทรงอื่น ๆ รูปทรงแบบเปิดกลาง ตัดกิ่งตั้งหลักออกไปประมาณ 1-2 กิ่ง เป็นการจัดรูปทรงที่ไม่หนักรมากให้แสงส่องเข้าถึงบริเวณกลางทรงพุ่มได้ โดยให้มีความสูงเฉลี่ย 6-8 เมตร รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม ตัดกิ่งตั้งหลักออกให้เสมอกันในด้านบน

และด้านความกว้างด้านข้างทั้ง 4 ด้าน เป็นการจัดรูปทรงที่ค่อนข้างหนักร เพื่อกระตุ้นให้มีการแตกยอดอ่อนบริเวณส่วนปลายยอดทุกด้านของต้น โดยมีความสูงเฉลี่ย 6-8 เมตร รูปทรงแบบผ่าซีกหาง ตัดกิ่งตั้งหลักออกประมาณ 3-5 กิ่ง เป็นการจัดรูปทรงที่ค่อนข้างหนักรมากให้แสงแดดส่องถึงกลางทรงพุ่มได้ มีความสูงเฉลี่ย 4-6 เมตร การดูแลรักษามีการให้น้ำอาทิตย์ละ 2 ครั้ง โดยในระยะหลังการจัดรูปทรงให้น้ำครั้งละ 40 นาที ปริมาณน้ำ 20 ลิตร ต่อต้นต่อครั้ง ในระยะการออกดอกให้น้ำครั้งละ 60 นาที ปริมาณน้ำ 30 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง สำหรับในระยะติดผลให้น้ำครั้งละ 40 นาที ปริมาณน้ำ 20 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง (ให้น้ำเฉพาะเวลาที่ฝนทิ้งช่วงเท่านั้น) การให้ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ต้นละ 2 กระสอบ แบ่งให้ 2 ระยะ หลังการจัดทรงต้นแล้วหนึ่งเดือน และให้อีกครั้งในระยะติดผลอ่อน การบันทึกข้อมูลพัฒนาการและข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยหลังการจัดรูปทรงในช่วงการแตกตาใบและการออกดอก โดยเลือกกิ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 4 กิ่ง ต่อ 4 ทิศต่อต้น และช่อดอกที่สมบูรณ์เพื่อการบันทึกข้อมูล นับจำนวนการแตกตาใหม่ จำนวนช่อดอก จำนวนช่อดอกย่อย จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนเกสรเพศผู้ต่อดอก การบันทึกข้อมูลผลผลิตทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ด้านน้ำหนักผลผลิต ความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเนื้อ เส้นผ่านศูนย์กลางผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ น้ำหนักต่อผล และการเทียบค่าสีเปลือกผลด้วยกระดาษเทียบสี RHS color chart โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT V.4 (International Rice Research Institute version 4) สำหรับการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ย หลังจากการจัดรูปทรงแล้วเริ่มแตกช่อดอกใช้ระยะเวลา 85 วัน พบว่า ลักษณะจำนวนการแตกใบใหม่ต่อกิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่รูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) เท่ากับ 37.25 ตาต่อกิ่ง รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 32.00 ตาต่อกิ่ง รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 27.72 ตาต่อกิ่ง มีความแตกต่างกับชุดควบคุม (T1) เท่ากับ 6.23 ต่อกิ่ง (Table 1) โดยการแตกตาใบใหม่ เกิดจากอิทธิพลจากตายอดข่มตาข้างที่มีการตัดตายอดหรือกิ่งตั้งออก ทำให้ตาข้างเจริญเติบโตได้เต็มที่ ลักษณะการเกิดช่อดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.25 ช่อดอกต่อกิ่ง ลักษณะจำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.3 ช่อดอกย่อยต่อช่อ ลักษณะจำนวนดอกต่อช่อมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ชุดควบคุม (T1) เท่ากับ 72 ดอกต่อช่อมากที่สุด รูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) เท่ากับ 44.20 ดอกต่อช่อ และรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 42.40 ดอกต่อช่อ มีความแตกต่างกับรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 31.60 ดอกต่อช่อ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยพีชมะเกี๋ยของ อภินันท์ และคณะ (2549) ที่ศึกษาคุณภาพของผลมะเกี๋ยโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมปีที่ 2 กับต้นอายุ 6-7 ปี ในสถาบันวิจัยและฝึกอบรมทางการเกษตรลำปาง มีค่าเฉลี่ยปริมาณดอกต่อช่ออยู่ระหว่าง

34.31-48.00 ดอกต่อช่อ และในส่วนของจำนวนเกสรเพศผู้ต่อดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 197.95 อัน (Table 1) มีจำนวนใกล้เคียงกับงานวิจัยพีชมะเกี๋ยของ อภินันท์ และคณะ (2549) ที่ศึกษาในพื้นที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมทางการเกษตรลำปาง พบว่า จำนวนเกสรเพศผู้ต่อดอกอยู่ระหว่าง 190.50-196.60 อัน สัดส่วนเกสรเพศผู้เพศเมียมีความสำคัญทำให้การติดผลสมบูรณ์มากขึ้น ในการศึกษาของ จิรนนท์ (2551) ที่ได้ศึกษาการจัดรูปทรงของลำไย พบว่า ปริมาณผลผลิตที่ได้รับจากการจัดทรงต้นในปีที่ 1 ทรงเปิดกลาง ทรงครึ่งวงกลม และทรงเหลี่ยม มีจำนวนผลผลิตมากกว่าทรงผ่าซีกหาง ในปีที่ 2 ผลผลิตเฉลี่ยทุกรูปทรงไม่แตกต่างกันทางสถิติ วาสนา และคณะ (2563) ศึกษาการตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ย อายุ 4 ปี ณ มหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงเดือนมกราคม 2561 ได้กล่าวว่า การตัดแต่งกิ่งเป็นการบังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด การเจริญของกิ่งใหม่ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ สร้างอาหารได้ดีกว่าโดยต้นมะเกี๋ยเริ่มออกดอกวันแรกในช่วงวันที่ 7-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 รูปทรงที่ตัดแต่งกิ่งที่หนักรมีการออกดอกเร็วที่สุด ปริมาณผลผลิตต่อต้น ปริมาณ TSS และอัตราส่วน TSS:TA มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากการศึกษานี้ คือ สภาพปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ลักษณะเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง ช่วงระยะการออกดอก (ระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม) อายุต้น และการจัดการแปลงแบบอินทรีย์ เป็นต้น

Table 1 Development of leaf bud and flower emerging growth of Makiang after pruned through treatments

Treatment	Leaf flushing (buds/branches)	Number of panicle	Number of cymose-panicle	Number of flowers/bunch	Number of stamens/flowers
control unit shape (T1)	6.23b	39.38	6.20	72.00a	205.20
open center shape (T2)	27.72a	45.45	4.60	42.40ab	199.60
square shape (T3)	32.00a	42.28	5.40	31.60b	191.60
slender spindle shape (T4)	37.25a	29.90	5.00	44.20ab	211.80
Mean	25.80	39.25	5.30	47.55	197.95
F-test	**	ns	ns	*	ns
CV. (%)	36.9	49.50	23.11	46.24	14.95

ns = non-significant difference, * = significant difference at probability level 0.05, ** = significant difference at probability level 0.01, n = 60

ผลการทดลองเรื่องลักษณะทางกายภาพของผลมะเงี้ยว โดยเก็บข้อมูลผลมะเงี้ยวหลังการออกดอก 3 ระยะ คือ 24 26 และ 28 สัปดาห์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของผลมะเงี้ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ศึกษา โดยที่ปริมาณผลผลิตมีค่าเฉลี่ย 3.16 กิโลกรัมต่อต้น ความยาวของผลมีค่าเฉลี่ย 16.85 มิลลิเมตร ความกว้างของผลมีค่าเฉลี่ย 12.47 มิลลิเมตร ความหนาของเนื้อ มีค่าเฉลี่ย 2.04 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดมีค่าเฉลี่ย 7.82 มิลลิเมตร (Table 2) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของ

ผลผลิตมะเงี้ยวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในการจัดรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) ในปีที่ 1 มีแนวโน้มที่ดี เป็นผลมาจากการจัดรูปทรงที่ไม่หนักจนเกินไป ทำให้ช่วยกระตุ้นการออกดอกติดผลที่เหมาะสม ยังมีกิ่งก้านสาขาที่ยังสามารถออกผลผลิตมาได้ และต้นสามารถปรับตัวได้ดี ทุกกรรมวิธีที่จัดรูปทรง มีพัฒนาการของผลตามช่วงระยะเวลาการสุกแก่ตามปกติ การจัดรูปทรงยังได้ช่วยฟื้นฟูต้นให้แข็งแรงสมบูรณ์ใหม่ได้ อาจจะเป็นการเพิ่มภาระด้านต้นทุนในการดำเนินการตัดแต่งกิ่งบ้าง แต่จะช่วยให้ผลผลิตมีพัฒนาการที่ดีมีคุณภาพในระยะยาว

Table 2 Quantitative and qualitative characteristics of Makiang yield between different treatments

Treatment	Yield (kg./ plant)	Fruit length (mm.)	Fruit width (mm.)	Flesh thickness (mm.)	Seed diameter (mm.)
control unit shape (T1)	3.24	17.25	11.87	2.08	7.31
open center shape (T2)	3.69	16.07	12.43	2.02	7.60
square shape (T3)	3.32	15.86	12.65	2.04	7.96
slender spindle shape (T4)	2.39	18.25	12.92	2.03	8.42
Mean	3.16	16.85	12.47	2.04	7.82
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	94.7	9.05	7.47	8.28	9.09

ns = non-significant differences, n = 60

ในขณะที่ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลผลิตมะเขีย พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 9.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าเฉลี่ย 0.44 เปอร์เซ็นต์ ค่ารสชาติจากอัตราส่วน TSS:TA มีค่าเฉลี่ย 23.97 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการจัดรูปทรง ส่วนน้ำหนักต่อผลในต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง หรือชุดควบคุม (T1) มีค่า 1.64 กรัม มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบผ่าซีกยาว (T4) ที่มีค่าเท่ากับ 1.42 และ 1.27 กรัม ตามลำดับ (Table 3) การศึกษาการจัดรูปทรงมีผลกระทบต่อสรีรวิทยาของพืชที่ได้จากการสังเคราะห์แสงทั้งในด้านการเจริญเติบโต การนำไปเก็บสะสมเป็นอาหารไว้ใช้ในการออกดอกติดผล และยังเป็นการลดขนาดของพืชแล้วนำอาหารที่พืช

สังเคราะห์ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ต้นอายุ 8-9 ปีที่ยังไม่เคยให้ผลผลิตมาก่อน เริ่มมีการออกดอกติดผลหลังการตัดแต่งกิ่ง แต่ยังไม่มีความสม่ำเสมอด้านปริมาณและคุณภาพ สอดคล้องกับงานตัดแต่งกิ่งมะเขียของ สันติ และคณะ (2550) พบว่า การตัดแต่งกิ่งเป็นการกระตุ้นให้ต้นสามารถเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งแขนง และใบ ได้มากกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งเลย ซึ่งการไม่ตัดแต่งกิ่งมีส่วนของกิ่งตายที่ยังสามารถออกดอกได้ดี และมีการส่งอาหารจากกิ่งใบที่มันนั้นมาใช้ในการออกดอกและเลี้ยงผลได้ดีกว่ากรรมวิธีที่มีการตัดแต่งกิ่งอื่น ๆ การตัดแต่งกิ่งเป็นวิธีที่ส่งผลต่อการออกดอกและปรับสมดุลทางสรีรวิทยาของต้นให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งอาจลดปริมาณผลผลิตลงในปีแรก ๆ แต่จะสามารถเพิ่มคุณภาพและคุณสมบัติทางเคมีของผลผลิตมะเขียที่เหลืออยู่ให้ดีขึ้นได้

Table 3 Quantitative data and qualitative data on the number and size of yield of Makiang Fruit

Treatment	Total soluble solids (%)	Titrateable acidity (%)	Flavor (TSS:TA)	Weight per fruit (g.)
control unit shape (T1)	9.41	0.43	21.89	1.64a
open center shape (T2)	9.67	0.51	20.33	1.52ab
square shape (T3)	10.06	0.41	25.84	1.42b
slender spindle shape (T4)	9.89	0.40	25.04	1.27c
Mean	9.76	0.44	23.27	1.46
F-test	ns	ns	ns	*
CV. (%)	6.23	14.58	19.48	4.57

ns = non-significant difference, * = Significant difference at probability level 0.05, n = 60

จากการทดลองชุดที่ 2 พบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด การจัดรูปทรงต่าง ๆ (ปัจจัย A) อายุการเก็บเกี่ยว (ปัจจัย B) และปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัย ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

(Table 4) เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยงต้องรอให้สุกและร่วงมาเอง แต่ควรเพิ่มกระบวนการบริหารจัดการแปลง การดูแลรักษา และควรให้ปุ๋ยน้ำหมักผลไม้รวมเพิ่มรสชาติ ในช่วงระยะเริ่มต้นผลอ่อนอย่างต่อเนื่อง

Table 4 The comparison of total Soluble solids during harvested period

Treatment	Total soluble solids (%)
control unit shape (A1)	9.41
open center shape (A2)	9.67
square shape (A3)	10.06
slender spindle shape (A4)	9.89
F-test	ns
24 weeks after flowering (B1)	9.72
26 weeks after flowering (B2)	9.45
28 weeks after flowering (B3)	10.10
F-test	ns

Table 4 The comparison of total Soluble solids during harvested period (Cont.)

Treatment	Total soluble solids (%)
control unit shape (A1) × 24 weeks after flowering (B1)	8.77
control unit shape (A1) × 26 weeks after flowering (B2)	9.82
control unit shape (A1) × 28 weeks after flowering (B3)	9.64
open center shape (A2) × 24 weeks after flowering (B1)	9.91
open center shape (A2) × 26 weeks after flowering (B2)	9.00
open center shape (A2) × 28 weeks after flowering (B3)	10.09
square shape (A3) × 24 weeks after flowering (B1)	9.59
square shape (A3) × 26 weeks after flowering (B2)	9.82
square shape (A3) × 28 weeks after flowering (B3)	10.77
slender spindle shape (A4) × 24 weeks after flowering (B1)	10.59
slender spindle shape (A4) × 26 weeks after flowering (B2)	9.18
slender spindle shape (A4) × 28 weeks after flowering (B3)	9.91
F-test	ns
CV. (%)	26.61

ns = non-significant difference, n = 132

ผลการเทียบสีค่าสีเปลือกของผลมะเกี๋ยง หลังการออกดอก พบว่า สัปดาห์ที่ 24 ทุกกรรมวิธี ที่จัดรูปทรง ให้ค่าสีเปลือกเป็น dark purplish grey (N186-7A) หรือสีม่วงเข้ม สัปดาห์ที่ 26 ทุกกรรมวิธี สีเปลือกผลเริ่มเปลี่ยนให้ค่าสีเป็น dark red (187A) หรือสีแดง แต่ในการรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีค่าสีเปลือกเป็น dark purplish grey (N186A) มีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่า (Table 5) เนื่องจาก กระบวนการตัดแต่งกิ่งหรือการจัดรูปทรง ทำให้เกิดความทึบจากกิ่งแขนงและใบที่แตกใหม่เพิ่มขึ้น

มามาก ทำให้แสงและลมไหลผ่านเข้าไปในทรงพุ่ม ได้ไม่ดี และสัปดาห์ที่ 28 ให้ค่าสีเปลือกผลเป็น dark red (187A) หรือสีแดงทั้งหมดทุกรูปทรง Watada and Abbott (1975) รายงานว่า การ ดูดกลืนแสงมีความสัมพันธ์กับสีแดงที่เกิดจาก เม็ดสีแอนโทไซยานิน และขึ้นอยู่กับปริมาณของสาร แอนโทไซยานิน โดยสีที่นิยมไปใช้ประโยชน์ในการ แปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ สีแดงถึงสีม่วงดำ (นัยวิทย์, 2538) สีผลหรือสีเปลือกของผลผลิตมะเกี๋ยง ทุกกรรมวิธีนี้สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

Table 5 The comparison of peel color during harvested period

Treatment	24 weeks after flowering	26 weeks after flowering	28 weeks after flowering
control unit shape (T1)	N186A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)
open center shape (T2)	N187A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)
square shape (T3)	N186-7A (DPG)	N186A (DPG)	187A (DR)
slender spindle shape (T4)	N187A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)

DPG = dark purplish grey (N186-7A), DR = dark red (187A), n = 132

สรุปผลการวิจัย

ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการทราบการตัดแต่งกิ่งรูปทรงต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการออกดอกและคุณภาพของผลมะเกี๋ยง การศึกษาในฤดูกาลปี 2563 กรณีศึกษาพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติในชุดการทดลองที่ 1 พบว่าข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยงที่การตัดแต่งกิ่งรูปทรงต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ รูปทรงเปิดกลาง (T2) รูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงฟาสีหงาย (T4) แต่มีความแตกต่างจากทรงชุดควบคุม (T1) ที่มีพัฒนาการการแตกใบใหม่ในปริมาณที่มากกว่าในช่วงหลังการตัดแต่งกิ่งแล้ว 85 วัน จำนวนดอกต่อช่อของทรงชุดควบคุม (T1) และรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้านน้ำหนักผลรูปทรงชุดควบคุม (T1) มีน้ำหนักผลที่ดีกว่าในด้านขนาดและคุณสมบัติทางเคมีในผลมะเกี๋ยงทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในชุดการทดลองที่ 2 การจัดรูปทรงและระยะเวลาการติดผล ไม่มีผลกระทบและไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าสี

เปลือกผลในสัปดาห์ที่ 26 รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกผลที่ช้ากว่า ซึ่งควรมีการศึกษาในระยะยาวต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการที่ปรึกษา คณาจารย์สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ ที่ช่วยให้คำแนะนำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ ที่ให้ความอนุเคราะห์บุคลากร สถานที่ พี่มะเกี๋ยงในการศึกษา และขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (อพ.สธ.) ที่ได้รวบรวมองค์ความรู้พี่มะเกี๋ยงให้ข้อมูลในการอ้างอิงประกอบการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล. 2546. การจัดทรงต้นและการตัดแต่งไม้ผล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จิรนนท์ เสนานาญ. 2551. การตอบสนองของลำไยพันธุ์อู่ต่อต่อการจัดการทรงต้นและการ

- จัดการปุ๋ย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ทงศ์ศักดิ์ มณีวรรณ. 2544. มะเกี๋ยง พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. ศิลป์การพิมพ์ลำปาง, ลำปาง.
- นพพร บุญปลอด. 2559. การจัดการการเกษตรกรรม และการพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นัยวิทย์ เถลิงมนต์. 2538. การศึกษาความเป็นไปได้ ในการผลิตและการใช้สีแดงธรรมชาติจาก กลีบกระเจี๋ยบแดง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- พรชัย จุฑามาศ ปิยะรักษ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ ทงศ์ศักดิ์ มณีวรรณ และวินัย แสงแก้ว. 2558. ประวัติความเป็นมาการอนุรักษ์และพัฒนา การใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง. น. 10-20. ใน: ปิยะรักษ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (บ.ก.). มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรม ราชกุมารี สมองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัย ราชภัฏอุดรดิตถ์, อุดรดิตถ์.
- วาสนา พิทักษ์พล วชิราภรณ์ ตรียะ ปวีณพล คุณารูป และสมสุดา วรพันธุ์. 2563. ผลของ การตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและคุณภาพ ของผลมะเกี๋ยง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 51(พิเศษ 1): 243-248.
- วิภารัตน์ เทพแก้ว และทงศ์ศักดิ์ มณีวรรณ. 2558. ชีวิตวิทยาของพืชมะเกี๋ยง. น. 22-24. ใน: ปิยะรักษ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ (บ.ก.). มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรม ราชกุมารี สมองพระราชดำริโดย มหาวิทยาลัย ราชภัฏอุดรดิตถ์, อุดรดิตถ์.
- สันติ ช่างเระจา ชิตี ศรีตันทิพย์ พันธโชติ สัญชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ และอภินันท์ เมฆบงวัน. 2550. ผลของการตัดแต่งกิ่งควบคุมทรงต้น ที่มีการเจริญเติบโตของมะเกี๋ยง. รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา.
- อนุชา จันทบูรณ์. 2561. การทำสวนไม้ผล. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, น่าน.
- อภินันท์ เมฆบงวัน สันติ ช่างเระจา ชิตี ศรีตันทิพย์ และสุเทพ ทองมา. 2549. การพัฒนาคุณภาพ ของผลโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา.
- Charoensin, S., S. Taya, A. Chailungka, P. Meepowpan and R. Wongpoomchai. 2012. Assessment of genotoxicity and antigenotoxicity of an aqueous extract of *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* in in vitro and in vivo models. *Interdisciplinary Toxicology* 5(4): 201-206.

- Taya, S., C. Punvittayagul, W. Inboot, S. Fukushima and R. Wongpoomchai. 2014. Cleistocalyx nervosum extract ameliorates chemical-induced oxidative stress in early stages of rat hepatocarcinogenesis. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 15(6): 2825-2830.
- Torso-Verlag. 2015. RHS Colour Chart for Plants and Flowers. 6th Edition. Torso-Verlag e.K., Germany.
- Watada, A.E. and J.A. Abbott. 1975. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes. Journal of Food Science 40: 1278-1279.

รูปแบบการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน จังหวัดเชียงใหม่

The Model of Community Enterprise Networks Operation under the Sustainable Development Concept, Chiang Mai Province

ณัฐพงษ์ สกุนพงษ์ จักรพงษ์ พวงงามชื่น* นครเศ รังควัต และ พุฒิสรรค์ เครือคำ

Nattapon Sakunpong Jukkaphong Pong-ngamchuen* Nakarate Rungkawat and
Phutthisun Kruekum

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Division of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo
University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: jukkaphong.mju@gmail.com

(Received: 7 December 2021; Revised: 8 April 2022; Accepted: 25 May 2022)

Abstract

During 2015-2020, the registration of the Community Enterprise Network (CEN) in Thailand tended to increase but in contrast, CEN in Chiang Mai was decreased continuously. So, the problems of development process in CEN at the national level was happened as it effect. Therefore, the study of factors and Sustainable CEN Operational Model is needed. Data were collected by questionnaires from 182 CEN members in Chiang Mai, consisting of seven networks, with 25 community enterprise groups. Obtained data were analyzed using descriptive and inferential statistics. A set of questions and in-depth interview technique were also employed for data collection from 50 of chairman and representatives of the community enterprise committee. The data were analyzed by rational content analysis. The results reveal that more than three-fourth (78.57%) of sample group were members of CEN in the category of product manufacturing. The CEN was founded by group leaders (63.74%), used their own funds (29.10%), and applied “made to order” production method (23.26%). The sample group had joined the network for an average

of 3.35 years. More than half (57.14%) of sample group used to contact to the government agencies, but they had experiences of nonresponding (56.59%). However, the sample group had high level of attachment to each other (mean = 4.23). Meanwhile, they had participated in CEN at a high level in general (mean = 3.90), leading to the sustainable operation as a whole at a high level (mean = 4.00). Furthermore, seven factors influencing the sustainable operation of CEN were also found to have a statistically significant correlation at 0.01 level as followed: participation in CEN as a whole, income (less than 84,000 baht/year), participation in benefits sharing, funding from the Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives, extension from agricultural extension officers, involving the CEN (below one year), and educational attainment (bachelor's degree or above).

Keywords: Sustainable Operational Model, Community Enterprise, Community Enterprise Network

บทคัดย่อ

ในช่วงปี พ.ศ. 2558-2563 การจดทะเบียนเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนในภาพรวมของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในขณะที่จังหวัดเชียงใหม่พบว่าเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนอย่างยั่งยืนในระดับประเทศ ดังนั้นการศึกษาถึงปัจจัยในการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนอย่างยั่งยืนจึงเป็นเรื่องเร่งด่วน โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 182 คน ซึ่งเป็นสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 7 เครือข่าย รวม 25 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและอนุมาน และเก็บข้อมูลด้วยชุดคำถามร่วมกับเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึกกับประธานและกรรมการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทั้งสิ้น 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงเหตุผล ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (78.57%) เป็นสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนประเภทการผลิตสินค้าที่ก่อตั้งโดยผู้นำกลุ่ม (63.74%) โดยกลุ่มตัวอย่างประมาณหนึ่งในสี่ (23.26%) จัดจำหน่ายผลผลิตตามคำสั่งซื้อ และใช้ทุนตนเอง (29.10%) โดยมีการเข้าร่วมเครือข่ายมาแล้วเฉลี่ย 3.35 ปี กลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่ง (57.14%) เคยมีการติดต่อแต่ไม่ได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ (56.59%) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีความแนบแน่นต่อกันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.23) ในขณะที่การมีส่วนร่วมในภาพรวมระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.90) ซึ่งนำไปสู่การดำเนินงานอย่างยั่งยืนในภาพรวมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.00) อีกทั้งพบ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนอย่างยั่งยืนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ การมีส่วนร่วมในภาพรวม รายได้ (ต่ำกว่า 84,000 บาท/ปี) การมีส่วนร่วมแบ่งผลประโยชน์ แหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การได้รับความช่วยเหลือจากนักส่งเสริมการเกษตร การเข้าร่วมเครือข่าย (ต่ำกว่า 1 ปี) และระดับการศึกษาสูงสุด (ปริญญาตรีขึ้นไป)

คำสำคัญ: รูปแบบการดำเนินงานอย่างยั่งยืน วิสาหกิจชุมชน เครือข่ายวิสาหกิจชุมชน

คำนำ

การพัฒนาประเทศไทยที่ผ่านมาอีตลัการพัฒนาระบบเศรษฐกิจแบบทุนนิยมโดยมุ่งเน้นการเติบโตทางเศรษฐกิจ มีเป้าหมายนำประเทศไปสู่ประเทศอุตสาหกรรม ประกอบกับนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาตามแนวคิดขององค์การสหประชาชาติ (United Nation: UN) นั่นก็คือเป้าหมายการพัฒนาสหัสวรรษหรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ที่ประกอบไปด้วย 17 เป้าหมายของการพัฒนา (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) แต่อย่างไรก็ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ได้กำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศภายใต้กรอบการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 3 ด้านคือ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (Siriwan *et al.*, 2020) แต่เนื่องด้วยผลจากการพัฒนาที่เร่งรีบส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและวัฒนธรรม ทำให้การพัฒนาประเทศเป็นไปด้วยความยากลำบาก ถึงแม้ชุมชนจะพยายามพึ่งตนเองแต่ก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นกับผลกระทบที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำทางสังคม (ลำแพน และสุทธิพงษ์, 2546) โดยปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคนในทุกระดับชั้นขึ้นในประเทศ กระทั่งวันหนึ่งที่ปัญหาที่สะสมมานาน เกิดปะทุขึ้นเหมือนระเบิดภูเขาไฟในรูปของพิษเศรษฐกิจหรือที่เรียกว่าวิกฤตการณ์เศรษฐกิจฟองสบู่แตก (ปิยะบุตร, 2547) โดยส่งผลกระทบมากที่สุดต่อธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กซึ่งเป็นภาคการผลิตที่เป็นหัวใจในกระบวนการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจในประเทศ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนทั่วประเทศ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงปรับแนวคิดจากการเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นการเน้นคนให้เป็นศูนย์กลางของการพัฒนา (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2540) จากนั้น

รัฐบาลได้ส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนนำทุนทางสังคมอันเป็นรากฐานสำคัญที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ช่วยเสริมสร้างเศรษฐกิจในชุมชนให้สามารถพึ่งตนเองได้ นอกจากนี้รัฐบาลมีนโยบายพัฒนาสินค้าโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยมีเป้าหมายให้แต่ละชุมชนได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และบริการ เป็นการสร้างรายได้และอาชีพแก่ผู้อยู่อาศัยอยู่ในชุมชนเพื่อผลักดันให้เป็นวิสาหกิจชุมชน ภายหลังรัฐบาลได้ออกพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548 เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงานเป็นแบบอย่างวิสาหกิจชุมชนขึ้น โดยวิสาหกิจชุมชนเน้นให้ชุมชนมีการค้นหาคำถามของตนเองและพัฒนาศักยภาพไปสู่การพึ่งพาตนเองและนำไปสู่การพัฒนาเป็นผู้ประกอบการในระดับสูงขึ้นไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) ทั้งนี้ชุมชนเป็นเจ้าของและผู้ดำเนินการในการจัดการทุน มีการดำเนินการแบบบูรณาการเชื่อมโยงกิจกรรมต่าง ๆ (กรมพัฒนาชุมชน, 2547) ในช่วงปี พ.ศ. 2558-2563 การจดทะเบียนเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนในภาพรวมของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 325 เครือข่าย เพิ่มขึ้นถึง 561 เครือข่าย (กลุ่มทะเบียนและสารสนเทศวิสาหกิจชุมชน, 2563) โดยสวนทางกันกับจังหวัดเชียงใหม่ที่เครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่องโดยในปี พ.ศ. 2558 ที่มี 11 เครือข่าย ในปี พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2560 เหลือเพียง 6 เครือข่าย ในขณะที่ปี พ.ศ. 2561 ลดลงอย่างน่าใจหายเหลือเพียง 3 เครือข่าย และ 7 เครือข่ายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนที่ไม่ยั่งยืนในระดับประเทศ (กลุ่มทะเบียนและสารสนเทศวิสาหกิจชุมชน, 2563) ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามที่จะศึกษาถึงข้อมูลพื้นฐาน

ของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน การดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ตลอดจนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนอย่างยั่งยืนของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน รวมทั้งแนวคิดในการดำเนินงานของคณะกรรมการบริหารเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการแบบผสมระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วย 1) สมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ทั้งสิ้น 7 เครือข่าย 25 วิสาหกิจชุมชน จำนวนประชากรทั้งหมด 333 คน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีคำนวณเพื่อหาขนาดของกลุ่มประชากรตัวอย่างจากสูตรของ Taro Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 182 คน 2) คณะกรรมการบริหารเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ประกอบด้วย ประธานวิสาหกิจชุมชน 1 คนและตัวแทนคณะกรรมการ 1 คน ทั้ง 25 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 50 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยเก็บจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 182 คน โดยมีคำถาม

ปลายเปิดและปลายปิด แบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ตอนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยเศรษฐกิจสังคมของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ตอนที่ 3 ข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน และตอนที่ 4 ข้อคำถามเกี่ยวกับการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 3 ด้าน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความเที่ยงตรงของแบบสอบถามได้ค่า IOC = 0.89 และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามซึ่งผลการทดสอบคือ 1) การมีส่วนร่วมของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน Alpha Coefficient = 0.853 2) ความแนบของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน Alpha Coefficient = 0.914 และ 3) การดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน Alpha Coefficient = 0.932 2) ชุดคำถาม (A Set of Question) ถูกนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประธานและคณะกรรมการวิสาหกิจชุมชนจำนวน 50 คน ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ประกอบไปด้วยข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเครือข่ายภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนใน 7 ประเด็นหลัก ได้แก่ ด้านโครงสร้าง ด้านการวางแผน ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการแลกเปลี่ยนความรู้ ด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านการตลาด และด้านผลประโยชน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยเศรษฐกิจสังคม ปัจจัยแวดล้อม การดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยตัวแปรความแน่นอนของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน การมีส่วนร่วมในการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน และการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน

ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ วัดมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert สำหรับข้อคำถามที่ใช้การวัดแบบเป็นระดับ (พวงรัตน์, 2540 อ้างถึง Likert, 1961) ใน 5 ระดับ โดยกำหนดคะแนนเฉลี่ยเพื่อแบ่งระดับความแน่นอน การมีส่วนร่วม และการดำเนินงานที่ยั่งยืนเป็นช่วง ๆ เพื่อพิจารณาระดับความแน่นอน การมีส่วนร่วม และการดำเนินงานอย่างยั่งยืน (จักรพงษ์ และคณะ, 2562) ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับความแน่นอน/ระดับการมีส่วนร่วม/การดำเนินงานอย่างยั่งยืน
4.50-5.00	แน่นอนมากที่สุด/มีส่วนร่วมมากที่สุด/ดำเนินงานอย่างยั่งยืนมากที่สุด
3.50-4.49	แน่นอนมาก/มีส่วนร่วมมาก/ดำเนินงานอย่างยั่งยืนมาก
2.50-3.49	แน่นอนปานกลาง/มีส่วนร่วมปานกลาง/ดำเนินงานอย่างยั่งยืนปานกลาง
1.50-2.49	แน่นอนน้อย/มีส่วนร่วมน้อย/ดำเนินงานอย่างยั่งยืนน้อย
1.00-1.49	แน่นอนน้อยที่สุด/มีส่วนร่วมน้อยที่สุด/ดำเนินงานอย่างยั่งยืนน้อยที่สุด

2. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน 3 ด้าน โดยใช้สถิติเชิงอนุมานคือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) ด้วยวิธี Stepwise และนำเสนอผลการวิเคราะห์แบบพรรณนา (Descriptive Explanation)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) กับประธานวิสาหกิจชุมชน และตัวแทนคณะกรรมการวิสาหกิจชุมชน ด้วยการจัดวิเคราะห์ข้อมูลการจัดหมวดหมู่ และการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงเหตุผล (Rationale Content Analysis)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยเศรษฐกิจสังคม และปัจจัยแวดล้อม

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่ง (56.59%) เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 47 ปี กลุ่มตัวอย่างหนึ่งในสาม (37.36%) จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีรายได้เฉลี่ย 99,230 บาทต่อปี วิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่ (78.57%) ในเครือข่ายเป็นประเภทการผลิตสินค้า โดยใช้ทุนตนเอง (29.10%) และจัดจำหน่ายผลผลิตตามคำสั่งซื้อ (22.56%) สองในสาม (63.74%) ของการก่อตั้งเครือข่ายเกิดจากผู้นำกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเป็นคนริเริ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมเครือข่ายมาแล้ว 3 ปี เกินครึ่งหนึ่ง (52.55%) ได้รับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับเครือข่ายจากสมาชิก ประธานและคณะกรรมการเครือข่าย สมาชิกโดยส่วนใหญ่ (57.14%) เคยติดต่อกับ

เจ้าหน้าที่เกี่ยวกับเครือข่าย แต่ในทางกลับกันกลับไม่ได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ (56.59%) ในขณะที่ความแน่นแฟ้นของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.23) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสนับสนุนซึ่งกันและกันในกิจกรรมต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย 4.31) และการเคารพความคิดเห็นของกันและกัน (ค่าเฉลี่ย 4.29) รวมทั้งการมีส่วนร่วมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) โดยประกอบไปด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ การมีส่วนร่วมด้านการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมด้านการแบ่งผลประโยชน์ร่วมกัน การมีส่วนร่วมด้านการดำเนินงานเครือข่าย และการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผล (ค่าเฉลี่ย 4.14, 4.07, 3.98 และ 3.90 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า สมาชิกทุกคนรวมถึงคณะกรรมการเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนให้ความสำคัญกับการตัดสินใจในการดำเนินงานเครือข่ายร่วมกัน รองลงมาคือด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินการของสมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน กล่าวคือ สมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนให้ความสนใจและร่วมกันดำเนินกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนทุกกิจกรรม ซึ่งส่งผลต่อผลการดำเนินงานที่ดีของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนเช่นกัน โดยผลการวิจัยนี้สนับสนุนการศึกษาของ ทศน์ชัย (2564) โดยพบว่า การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนอยู่ในระดับมากที่สุด ส่งผลต่อความสำเร็จ

การดำเนินงานวิสาหกิจชุมชนมากขึ้น กล่าวคือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจนั้นเป็นประเด็นหนึ่งที่สำคัญหนึ่งในกระบวนการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชน และเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เปิดโอกาสให้ทุกคนแสดงความคิดเห็นอย่างเท่าเทียมกัน ภายใต้ความโปร่งใสในการบริหารจัดการ แต่เป็นที่น่าสนใจว่า สมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินผลเป็นลำดับสุดท้าย (ค่าเฉลี่ย 3.90) ทั้งนี้เนื่องจากสมาชิกหลายรายขาดความมั่นใจในความรู้ และประสบการณ์ในการประเมินผล อีกทั้งสมาชิกหลายรายมองว่า การประเมินผลนั้นไม่ใช่หน้าที่ของตน แต่เป็นหน้าที่ของคณะกรรมการเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมากกว่า ซึ่งเป็นไปตามผลการวิจัยของ ปิยะนุช (2552) และ จักรพงษ์ (2552) ว่าประชาชนหรือกลุ่มสมาชิกในชุมชนมักจะเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินผลโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ ในระดับที่ไม่มากนัก ซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินผลโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ นั้นต้องอาศัยความรู้หรือความเข้าใจสูง โดยในปัจจุบันการประเมินผลโครงการหรือกิจกรรมสำคัญต่าง ๆ ต้องอาศัยผู้ประเมินที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์สูง ดังนั้น เครือข่ายวิสาหกิจชุมชนควรจัดกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับการประเมินผลให้กับสมาชิกทุกคน (Table 1)

Table 1 CEN member's participation in CEN operation

Participation	$\bar{X}$	SD	Level of Participation
Decision making	4.14	0.873	High
Implementation	4.07	0.923	High
Benefit sharing	3.98	0.888	High
Evaluation	3.90	0.989	High
Total	4.02	0.671	High

การดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืน

ผลการศึกษาพบว่า การดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืนในภาพรวมพบอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 4.00) โดยเมื่อพิจารณาการดำเนินงานเป็นรายด้านพบว่า ด้านสังคมพบการดำเนินงานภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืนอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 3.79) โดยเฉพาะในประเด็นการจัดให้สมาชิกได้พบปะ แลกเปลี่ยนกันอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.13) และการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการเป็นเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนที่เข้มแข็งและยั่งยืน (ค่าเฉลี่ย 4.11) ในขณะที่การดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน

อย่างยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ พบอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.17) โดยเฉพาะในประเด็นการมีแนวทางการดำเนินงานเพื่อให้สมาชิกในเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมีรายจ่ายลดลง (ค่าเฉลี่ย 4.32) และมีการวางแผนเพิ่มการลงทุน ปรับปรุง และพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มยอดขายและรายได้ร่วมกันระหว่างเครือข่าย (ค่าเฉลี่ย 4.20) และการดำเนินงานภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมพบอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.04) โดยการผลิตเพื่อลดขยะและของเสีย (ค่าเฉลี่ย 4.24) ตลอดจนการลดการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิตตามแนวคิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย 4.22) เป็นประเด็นที่เครือข่ายให้ความสำคัญที่สุด (Table 2)

Table 2 CEN operation under the sustainable development concept

Sustainable Operational	$\bar{X}$	S.D.	Level of Sustainability
Social aspect	3.79	.878	High
Economic aspect	4.17	.875	High
Environmental aspect	4.04	.865	High
Total	4.00	0.63	High

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สมาชิกเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนทั้ง 7 แห่งในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 182 คน โดยครั้งนี้มีดำเนินการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานเครือข่ายภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืน โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (Multiple

Regression Analysis) ด้วยวิธี Stepwise โดยวิเคราะห์ความยั่งยืนในภาพรวม มีผลการวิเคราะห์พบตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานอย่างยั่งยืนของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนายั่งยืนด้านภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (F value = 89.100) ทั้งหมด 7 ตัวแปร คือ การมีส่วนร่วมในภาพรวม รายได้ (ต่ำกว่า 84,000 บาท/ปี) การมีส่วนร่วมการแบ่งผลประโยชน์ แหล่งเงินทุน (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์) การได้รับความช่วยเหลือจากนักส่งเสริมการเกษตร ระยะเวลา

การเข้าร่วมเครือข่าย (ต่ำกว่า 1 ปี) และการศึกษา (ระดับปริญญาตรีขึ้นไป) โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม หรือ การดำเนินงานอย่างยั่งยืนของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

ด้านภาพรวมได้ร้อยละ 78.20 ($R^2 = 0.782$) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานอย่างยั่งยืนของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ด้านภาพรวมมีจำนวน 7 ปัจจัย (Table 3)

Table 3 Factors' influencing sustainable CEN operation as a whole

Independent Variables	The Level of Sustainable CEN Operation	
	Beta	t-value
Constant		10.282
Overall Participation	.328	3.606**
Income (less than 84,000 baht/year)	-.143	-2.860**
Participation in sharing of mutual benefits	.314	4.345**
Source of funds (Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives)	.202	3.522**
Receiving assistance from Agricultural Extension Officers	-.144	-3.042**
Length of participation in the network (under one year)	-.169	-2.748**
Education level (Bachelor's degree and above)	-.177	-2.180**
	$R^2 = .782$	F value = 89.100**

Note: * = significantly different at $p < 0.05$; ** = significantly different at $p < 0.01$

เมื่อพิจารณาการดำเนินงานอย่างยั่งยืนในแต่ละด้าน พบว่า ด้านสังคมพบ 8 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสังคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F value = 59.629) ได้แก่ การมีส่วนร่วมในภาพรวม การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน รายได้ต่ำกว่า 84,000 บาทต่อปี การได้รับความช่วยเหลือจากนักส่งเสริมการเกษตร

แหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การมีส่วนร่วมการตัดสินใจ การก่อตั้งเครือข่ายจากการส่งเสริมของหน่วยงานภาครัฐ และช่องทางการขายปลีกโดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสังคมได้ร้อยละ 73.40 ($R^2 = 0.734$)

ในด้านเศรษฐกิจ พบ 11 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F \text{ value} = 37.141$) ได้แก่ การมีส่วนร่วมในภาพรวม สถานภาพสมรส การเข้าร่วมเครือข่ายต่ำกว่า 1 ปี ช่องทางการขาย ในงานเทศกาลต่าง ๆ การมีส่วนร่วมการแบ่งผลประโยชน์ร่วมกัน ช่วงอายุ 34-43 ปี การศึกษาระดับประถมศึกษา รายได้ระหว่าง 168,001-252,000 บาท ช่องทางการขายส่ง ช่องทางการขายผ่านพ่อค้าคนกลาง และแหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ โดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านเศรษฐกิจได้ร้อยละ 70.60 ($R^2 = 0.706$)

อีกทั้งยังพบ 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F \text{ value} = 43.628$) ได้แก่ การเข้าร่วมเครือข่ายต่ำกว่า 1 ปี การได้รับข้อมูลข่าวสารผ่านอินเทอร์เน็ต การมีส่วนร่วมการแบ่งผลประโยชน์ร่วมกัน การศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป สถานภาพโสด และการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือการดำเนินงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้ร้อยละ 59.90 ($R^2 = 0.599$)

ความยั่งยืนในการบริหารจัดการในบริบทของ คณะกรรมการบริหารเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน

จากการสัมภาษณ์กับคณะกรรมการบริหารงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนทำให้ทราบว่า แนวทางในการบริหารจัดการเครือข่ายใน 7 ประเด็นนั้น สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน กล่าวคือ ในด้านสังคมพบว่า คณะกรรมการบริหารมีแนวทางในการจัดโครงสร้างองค์กรจากความร่วมมือของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องในท้องถิ่น โดยในช่วงแรกของการก่อตั้งเครือข่ายทางหน่วยงานภาครัฐให้ความช่วยเหลือทางด้านของการแบ่งโครงสร้างคณะกรรมการ การวางแผน การแลกเปลี่ยนความรู้ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของเครือข่าย และในปัจจุบันเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมุ่งให้ความสำคัญไปที่การติดต่อสื่อสารผ่านระบบออนไลน์เพื่อลดปัญหาและตอบสนองนโยบายการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) ในช่วงการแพร่ระบาดของ COVID-19

สำหรับการบริหารจัดการด้านเศรษฐกิจ พบความเชื่อมโยงของการวางแผนและการกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับการบริหารจัดการด้านเศรษฐกิจ โดยมุ่งเน้นเพิ่มอำนาจในการต่อรองมูลค่าทางการตลาดของสินค้าและการต่อรองกับสถาบันการเงิน มีการรวมตัวกันเพื่อสร้างกองทุนเครือข่าย ในการสร้างศูนย์จำหน่ายสินค้า การแลกเปลี่ยนข้อมูลทางการตลาด อีกทั้งยังเป็นการหนุนเสริมด้านการมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนสินค้ากันภายในเครือข่าย เพื่อเป็นการขยายฐานการผลิตและลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ยังมีแนวทางในการแบ่งผลประโยชน์ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวน

หุ้นของสมาชิก และประเด็นการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม คณะกรรมการเครือข่ายมุ่งเน้นไปที่ประเด็นการมีส่วนร่วมในการผลิต โดยงดการนำวัตถุดิบจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต และให้สมาชิกนั้นเป็นผู้ผลิตและรับซื้อวัตถุดิบจากสมาชิกเครือข่ายเท่านั้น กล่าวโดยสรุปด้วยว่าหลักการบริหารจัดการทั้ง 7 ประเด็นของคณะกรรมการบริหารงานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนนั้นสอดคล้องและเป็นไปตามกรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาในภาพรวมพบว่า การดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนนั้นสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ การดำเนินงานอย่างยั่งยืนด้านสังคม โดยให้ความสำคัญไปที่การจัดให้สมาชิกได้พบปะแลกเปลี่ยนกันอย่างสม่ำเสมอ และการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดการเป็นเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนที่เข้มแข็งและยั่งยืน ในขณะที่การดำเนินงานอย่างยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ พบว่าเครือข่ายได้มุ่งเน้นไปที่การมีแนวทางการดำเนินงานเพื่อให้สมาชิกในเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมีรายจ่ายลดลง และมีการวางแผนเพิ่มการลงทุน ปรับปรุง และพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มยอดขายและรายได้ร่วมกันระหว่างเครือข่าย และการดำเนินงานอย่างยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าสมาชิกให้ความสำคัญกับการผลิตเพื่อลดขยะและของเสีย ตลอดจนการลดการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิตตามแนวคิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ในทิศทางเดียวกันพบแนวทางในการบริหารจัดการของ

คณะกรรมการเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนทั้ง 7 ประเด็นภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งได้แก่ ด้านโครงสร้าง การวางแผน การมีส่วนร่วม การแบ่งผลประโยชน์ การตลาด การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และด้านการสื่อสาร ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่ารูปแบบการบริหารจัดการและการดำเนินงานของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ นั้น มีความเชื่อมโยงกันเพื่อเป้าหมายตามกรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน

สิ่งที่ค้นพบจากการวิจัย

จากผลการวิจัยได้ค้นพบว่าการดำเนินงานภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืนของเครือข่ายนั้น ให้ความสำคัญไปที่การดำเนินการที่เกี่ยวข้องในด้านเศรษฐกิจ โดยสังเกตได้จากหลักการบริหารจัดการของคณะกรรมการเครือข่ายใน 7 ด้าน ซึ่งคณะกรรมการบริหารมุ่งเป้าไปที่ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกเครือข่ายในทุกระดับ ในขณะที่การดำเนินงานของสมาชิกเครือข่ายมุ่งเน้นไปที่การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ร่วมกัน ดังนั้นในการศึกษาต่ออีกครั้งต่อไปผู้วิจัยขอแนะนำให้ผู้ที่สนใจนั้นศึกษาความสัมพันธ์เชิงลึกของ 3 ส่วน คือ การพัฒนาที่ยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ การบริหารจัดการโดยยึดหลักการมีส่วนร่วม และการเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงานด้านการแบ่งผลประโยชน์ของสมาชิก นอกจากนั้นอาจมีการทดลองนำรูปแบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนในทุกระดับ เพื่อปรับปรุงพัฒนา รูปแบบดังกล่าวในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างทั่วถึง (Figure 1)

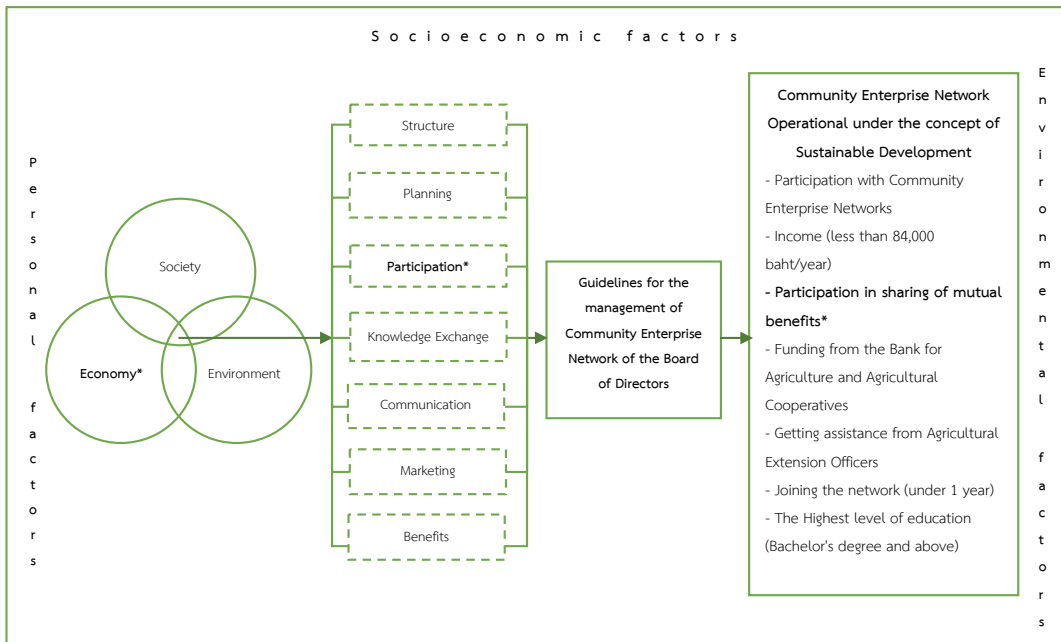


Figure 1 Model of CEN operation under the sustainable development concept

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาชุมชน. 2547. คู่มือการปฏิบัติงานวิสาหกิจชุมชน. กระทรวงมหาดไทย. โรงพิมพ์บริษัท เอ ที เอ็น โปรดักชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. การดำเนินงานพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

กลุ่มทะเบียนและสารสนเทศวิสาหกิจชุมชน. 2563. รายชื่อเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน. แหล่งข้อมูล <http://smce.doae.go.th/ProductCategory/SmceCategory.php> (23 กรกฎาคม 2564).

จักรพงษ์ พวงงามชื่น. 2552. การบริหารจัดการป่าชุมชน: กรณีศึกษาบ้านป่าสักงาม ตำบลหลวงเหนือ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่.

วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 32: 407-422.

จักรพงษ์ พวงงามชื่น รักษ์สรณ์ คงนาคารอนันต์ และทองเลียน บัวจุม. 2562. เหตุจูงใจในการประกอบอาชีพเกษตรกรหลังจบการศึกษาของนักศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารมนุษยสังคมศาสตร์ 17(3): 135-156.

ทัศนชัย ศิริวรรณ. 2564. การพัฒนาดัชนีชี้วัดความสำเร็จอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนชีววิถีตำบลน้ำเกียน อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน. ปรินญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่.

ปิยะนุช กลิ่นคล้าย. 2552. ปัจจัยการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชน อำเภอ

- สนามชัย จังหวัดกาฬสินธุ์. มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปิยะบุตร หล่อไกรเลิศ. 2547. เศรษฐกิจพอเพียง.
แม่ค. กรุงเทพฯ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรม
ศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร. กรุงเทพฯ.
- ลำแพน จอมเมือง และสุทธิพงษ์ วสุโสภณ. 2546.
ผ้าทอไทลื้อ: เศรษฐกิจชุมชนเพื่อการพึ่งตนเอง.
สร้างสรรค์. กรุงเทพฯ.
- วีระศักดิ์ จุลดาลัย และพณิศา ยงพิทยาพงศ์. 2551.
การพัฒนาระบบการจัดการเครือข่ายวิสาหกิจ
ชุมชน เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถ
ในท้องถิ่นอย่างเป็นระบบและยั่งยืน จังหวัด
นครพนม. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัย
ราชภัฏบุรีรัมย์ 3(1): 43-53.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ. 2540. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. แหล่งข้อมูล [https://
www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.
php?nid=3783](https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=3783) (22 กรกฎาคม 2564).
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ. 2564. ประเทศไทยกับการพัฒนา
ที่ยั่งยืน. แหล่งข้อมูล [https://sdgs.nesdc.
go.th/](https://sdgs.nesdc.go.th/) (22 กรกฎาคม 2564).
- Likert, R. 1961. New patterns of management.
Print book: EnglishView all editions and
formats. McGraw-Hill Book Company,
Inc. New York.
- Siriwan, T., J. Pong-Ngamchuen, N.
Rungkawat and P. Kruekum. 2020.
Rationale Factors Affecting Participation
in Managerial Administration of
Chiavavitee Community Enterprise
Group's Members in Nam KianSub-
district, Phu Phiang District, Nan
Province. Journal of Environmental
Treatment Techniques 8(4): 1611-1617.
- Taro, Y. 1973. Statistics: An Introductory
Analysis. Harper and Row Publications.
New York.

ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้ปลูกผักอินทรีย์ ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว

Factors Influencing Organic Agriculture Standards Practices of Organic Vegetable Farmers in Vientiane Capital, Lao People's Democratic Republic

จอห์นนี่ หลวงผ่าน พุฒิสรรค์ เครือคำ* ปิยะ พละปัญญา และ กอบลาภ อารีศรีสม

Johnny Louangphan Phutthisun Kruekum* Piya Parapanya and Koblap Areesrisom

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Division of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo
University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: rungsun14@hotmail.com

(Received: 26 November 2021; Revised: 17 March 2022; Accepted: 31 March 2022)

Abstract

The objectives of this research were to study 1) farmer's personal characteristics, social and economic information, 2) farmer's knowledge, attitude and practice of organic agriculture, 3) factors influencing farmer's practice of organic agriculture standards and 4) problems and recommendations on organic farming of organic vegetable farmers in Vientiane, Lao PDR. Data were collected with questionnaire from sample group of 160 farmers and analyzed by using descriptive statistics and inferential statistics.

The research found two-thirds of farmers (68.13%) were female with average age of 45.55 years, half of them (53.12%) graduated higher than primary level. The farmers had an average 3.16 rai of organic agriculture area, which earned 218,775 Baht per year of family income during 6.91 years in average of organic farming experience, received agricultural information 2.97 time a month and participated in agricultural training 2.68 time per year. The farmers possessed a medium knowledge ($\bar{x} = 15.24$), while their attitude toward organic farming were at a high level ($\bar{x} = 4.21$), leading their practice of organic

agriculture as a whole were also at a high level ($\bar{X}=4.20$). There were five factors influencing farmer's practice according to organic agriculture standards (Sig<.05) consisted organic farming area, receiving agricultural information, agricultural training or trip, knowledge and attitude on organic agriculture. Most of farmers had problems on organic farming included disease and pest protection, lack of production factor and unstable market. Thereby, some of them recommended to relevant agencies should continuously encourage agricultural knowledge and useful information, support grant for agricultural input such as organic seed and fertilizer as well as allocation of stable market which could help them to produce according to standards efficiently.

Keywords: practice, organic vegetable, organic agriculture standards, Lao PDR

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม 2) ระดับความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ รวมถึง 4) ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 160 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติอนุมานคือ การวิเคราะห์ ถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรสองในสาม (68.13%) เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 45.55 ปี มากกว่าครึ่งหนึ่ง (53.12%) มีการศึกษาสูงกว่าระดับประถมศึกษา มีพื้นที่ปลูกผักอินทรีย์เฉลี่ย 3.16 ไร่ รายได้ในครัวเรือน เฉลี่ย 218,775 บาทต่อปี ประสบการณ์ปลูกผักอินทรีย์เฉลี่ย 6.91 ปี ได้รับข่าวสารด้านการเกษตรเฉลี่ย 2.97 ครั้งต่อเดือน อบรมหรือดูงานด้านการเกษตรเฉลี่ย 2.68 ครั้งต่อปี ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 15.24$) ในขณะที่มีทัศนคติต่อมาตรฐานเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$) และการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์รวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$) โดยพบ 5 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร (Sig<.05) ได้แก่ พื้นที่ปลูก ผักอินทรีย์ การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตร การเข้าร่วมอบรมหรือดูงานด้านการเกษตร ความรู้ และทัศนคติของเกษตรกรต่อมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ปัญหาที่เกษตรกรพบมาก ได้แก่ การป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช ขาดปัจจัยการผลิต และการตลาด เกษตรกรจึงมีข้อเสนอแนะต่อทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่าควรมีการจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช การสนับสนุนทุน เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ รวมถึงการจัดสรรตลาดที่มั่นคง เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตพืชผักตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การปฏิบัติ ผักอินทรีย์ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ สปป. ลาว

คำนำ

ปัจจุบันการเกษตรแบบทั่วไปที่ใช้สารเคมีเป็นการก่อกมลพิษต่อธรรมชาติและทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมโดยคิดเป็นร้อยละ 14 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของโลก (Pachauri *et al.*, 2014) ทำให้ความต้องการและพฤติกรรมผู้บริโภคของบุคคลเริ่มมีความตระหนักมากขึ้นเกี่ยวกับความยั่งยืนของสุขภาพและการอนุรักษ์ธรรมชาติ ส่งผลทำให้การผลิตในระบบอินทรีย์เติบโตขึ้น เกษตรอินทรีย์เป็นแนวทางการทำการเกษตรที่ไม่ใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต แต่จะให้ความสำคัญด้วยการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถเพาะปลูกพืชให้ได้ผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพที่ดี เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค เป็นระบบเกษตรที่มีความยั่งยืนและเป็นอาชีพที่มั่นคง (Department of Agriculture Extension, 2015 อ้างถึงใน สรรณ และพูนสิริสรรค์ (2562)) ถือได้ว่าเป็นการสร้างคามยั่งยืนทั้งทางสังคม นิเวศน์ และเศรษฐกิจ (Bourn and Prescott, 2002) ทั้งนี้สถานการณ์การทำเกษตรอินทรีย์ทั่วโลกมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และผลผลิตที่ได้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี (สุนฐวีย์, 2558)

สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป. ลาว) โครงการแรกที่มีมุ่งเน้นต่อการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์คือโครงการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์และการตลาดใน สปป. ลาว (PROFIL) เป็นโครงการที่พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2547 โดยความร่วมมือระหว่างองค์กรพัฒนาเอกชนจากสวิตเซอร์แลนด์ (Helvetas) และกรมปลูกฝัง (Department of Agriculture; DOA) กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้ (Ministry of agriculture and

forestry; MAF) อีกทั้งยังได้รับทุนจากสมาคมเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศจากสวีเดน ภายใต้การช่วยเหลือของโครงการนี้ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ฉบับแรกของ สปป. ลาว ได้รับการสร้างขึ้น (Department of Agriculture, 2005) โดยอิงตามมาตรฐานสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (IFOAM) จนปัจจุบันนี้ได้มีการจัดตั้งกลุ่มผลิตเกษตรอินทรีย์ทั้งหมด 1 นคร และ 7 จังหวัด (กรมปลูกฝัง, 2559) โดยหนึ่งในกลุ่มริเริ่มที่สำคัญคือ กลุ่มเกษตรอินทรีย์นครหลวงเวียงจันทน์ ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตพืชผักและผลไม้อินทรีย์ที่ปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ลาวในการผลิตทุกขั้นตอน ภายใต้การดูแลของกรมปลูกฝัง (DOA) ที่คอยผลักดันและส่งเสริมการผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน เนื่องจากพืชผักเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญจัดอยู่ในกลุ่มพืชอายุสั้นที่ให้ผลผลิตเร็วและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ (กมล และคณะ, 2544) กลุ่มเกษตรอินทรีย์นครหลวงเวียงจันทน์จึงเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตและตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคพืชผักอินทรีย์ในพื้นที่ที่ต้องการบริโภคผลผลิตและผลิตภัณฑ์ที่สะอาดปลอดภัยจากสารเคมีทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม แม้ว่าภาครัฐจะมีนโยบายส่งเสริมการผลิตเกษตรอินทรีย์ แต่การเผยแพร่มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ยังไม่ครอบคลุมส่งผลให้เกษตรกรบางส่วนยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ทำให้มีการปฏิบัติไม่ได้ตามมาตรฐาน และยังไม่มีมาตรการลงโทษต่อผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (กรมปลูกฝัง, 2559) ดังนั้น การวิจัยเพื่อให้ทราบถึงการตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติตามตลอดจนปัญหา และข้อเสนอแนะของเกษตรกรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะได้มาซึ่งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อการวางแผนงานส่งเสริม แก่ไข

ปัญหาให้ตรงจุด เพื่อพัฒนาการปลูกพืชในระบบอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกผักในนครหลวงเวียงจันทน์ และพื้นที่อื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ เกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทั้งหมด 10 หมู่บ้าน ประกอบด้วย 265 ครัวเรือน (แขนงปลูกผัก, 2563) โดยผู้วิจัยได้คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 160 ครัวเรือน แล้วกำหนดสัดส่วนประชากรในแต่ละหมู่บ้าน และทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกร โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลากจากรายชื่อ และกำหนดให้ตัวแทนเกษตรกรครัวเรือนละ 1 คน เป็นผู้ให้ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่รวบรวมเพื่อใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลปฐมภูมิ รวบรวมข้อมูลโดยการใช้อย่างสอบถาม (Questionnaire) มีทั้งข้อคำถามปลายเปิดและปลายปิด แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 การศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ตอนที่ 2 การศึกษาระดับความรู้ ทักษะ และ การปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ และตอนที่ 3 การศึกษาปัญหา และ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยผ่านการทดสอบความเชื่อมั่นแล้ว ($\alpha > 0.07$)

2. ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ระดับความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในส่วนของการปฏิบัติใช้การวัดแบบ 5 ระดับ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert (1961) โดยกำหนดคะแนนเฉลี่ยเพื่อแบ่งระดับและพิจารณาระดับการปฏิบัติ ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย		ระดับการปฏิบัติ
4.51 – 5.00	=	ปฏิบัติมากที่สุด
3.51 – 4.50	=	ปฏิบัติมาก
2.51 – 3.50	=	ปฏิบัติปานกลาง
1.51 – 2.50	=	ปฏิบัติน้อย
1.00 – 1.50	=	ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. การวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐ

ประชากรไทยประชาชนลาว โดยการใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistics) คือการวิเคราะห์ พหุคูณถอยแบบคัดเลือกเข้าทั้งหมด (Enter multiple regression analysis)

3. การวิเคราะห์ปัญหา และข้อเสนอแนะ ของเกษตรกรต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตร อินทรีย์ด้วยวิธีการจัดประเภท และจัดกลุ่ม (Categorize and sort)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ของเกษตรกร

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรสองในสาม (68.13%) เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 45.55 ปี มากกว่าครึ่งหนึ่ง (53.12%) ได้รับการศึกษาสูงกว่า ระดับประถมศึกษา มีสถานภาพสมรสเกือบทั้งหมด (93.75%) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 5.48 คน จำนวนแรงงานปลูกผักอินทรีย์เฉลี่ย 3.28 คน มีพื้นที่ ปลูกผักอินทรีย์เฉลี่ย 3.16 ไร่ จำนวนชนิดพืชผัก ที่ปลูกในแต่ละปีเฉลี่ย 19.14 ชนิด สร้างรายได้ ในครัวเรือนเฉลี่ย 218,775 บาทต่อปี เกษตรกร ส่วนมาก (76.88%) ไม่มีหนี้สิน มีประสบการณ์ ในการปลูกผักอินทรีย์เฉลี่ย 6.91 ปี นอกจาก การเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรอินทรีย์แล้วมากกว่า ครึ่งหนึ่ง (57.50%) ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ในชุมชนเลย เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารด้าน การเกษตรเฉลี่ย 2.97 ครั้งต่อเดือน โดยผ่าน ช่องทางที่สำคัญได้แก่ เพื่อนบ้านหรือกลุ่มปลูกผัก เจ้าหน้าทีภาครัฐ และอินเทอร์เน็ต และเคยเข้าร่วม

ฝึกอบรมหรือศึกษาดูงานด้านการเกษตรเฉลี่ย 2.68 ครั้งต่อปี

ความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติตามมาตรฐาน เกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 15.24) มีทัศนคติต่อมาตรฐานเกษตร อินทรีย์โดยภาพรวมจัดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.21) และมีการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ รวมทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.20) และ ระดับการปฏิบัติในแต่ละด้านก็อยู่ในระดับมาก ทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันดังนี้ ด้านระยะ การปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.32) ด้านการจัดการฟาร์มโดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.26) ด้านการจัดการดิน น้ำ และ ปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.19) ด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรคพืช และ วัชพืช (ค่าเฉลี่ย 4.13) และด้านชนิดและพันธุ์ของพืชปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.10) ตามลำดับ (Table 1) แสดง ให้เห็นว่า เกษตรกรมีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติมากที่สุด ในด้านระยะการปรับเปลี่ยนเป็นเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากเกษตรกรทุกครัวเรือนที่ได้การรับรองนั้น ผ่านระยะนี้มาก่อนแล้ว ซึ่งเป็นระยะที่ต้องเริ่ม ปฏิบัติตามหลักการที่มาตรฐานกำหนด ในขณะที่ เกษตรกรมีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติน้อยกว่าด้านอื่น ๆ ในเรื่องของชนิดและพันธุ์ของพืชปลูก เพราะว่ เกษตรกรยังใช้เมล็ดพันธุ์ทั่วไปอยู่เป็นส่วนใหญ่ และผลิตเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ไว้ใช้เองได้น้อย

Table 1 Level of vegetable farming practice according to organic agriculture standards of farmers

(n = 160)

Organic Agriculture Standards	$\bar{X}$	SD.	Practicing Level
1. Organic Farm Management	4.26	.339	High
2. Conversion period Standards	4.32	.341	High
3. Choice of Crops and Varieties	4.10	.376	High
4. Soil, Water and Fertilizer Management	4.19	.322	High
5. Prevention and Control of Diseases, Insects and Weeds	4.13	.348	High
Total	4.20	.268	High

Remarks: 4.51–5.00 = Highest, 3.51–4.50 = High, 2.51–3.50 = Moderate, 1.51–2.50 = low, 1.00–1.50 = Lowest

ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเอง พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกิน 0.70 จึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity และผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 16 ตัวแปรสามารถรวมกันอธิบายหรือทำนายความผันแปรตัวแปรตามอยู่ที่ร้อยละ 69.3 ($R^2 = 0.693$) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. of F = 0.000) พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 5 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีผลทางบวก 4 ตัวแปร คือ การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตร การเข้าร่วมอบรมหรือดูงานด้านการเกษตร ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์และ

ทัศนคติต่อมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบ คือ พื้นที่ปลูกผักอินทรีย์ โดยมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Table 2) โดยสามารถอธิบายและวิจารณ์ผลการวิจัยได้ดังนี้

1) การรับข่าวสารด้านการเกษตรของเกษตรกรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ หมายความว่า เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรมากเท่าไรก็ส่งผลต่อการนำไปปฏิบัติตามมากขึ้นด้วย ไม่ว่าจะเป็นการได้รับข่าวสารจากเพื่อนบ้านหรือกลุ่มปลูกผัก ภาครัฐ รวมถึงอินเทอร์เน็ต ในประเด็นที่น่าสนใจ หรือสำคัญต่องานที่ทำ ก็จะทำให้เกิดปฏิบัติตาม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Inta และคณะ (2561) ที่พบว่าจำนวนครั้งของการได้รับข้อมูลข่าวสารด้านการเกษตรมีผลทำให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวภายใต้ระบบเกษตรดีที่เหมาะสม เช่น

เดียวกันกับการศึกษาของ Thong (2564) พบว่า เมื่อเกษตรกรรับรู้ข่าวสารในการปลูกกาแฟอินทรีย์มากขึ้นจะมีผลทำให้การปฏิบัติสูงขึ้นเช่นกัน

2) การเข้าร่วมฝึกอบรมหรือศึกษาดูงานด้านการเกษตร มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ แสดงให้เห็นว่า เมื่อเกษตรกรมีการฝึกอบรมหรือมีการศึกษาดูงานด้านการเกษตรมากขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย อาจเนื่องมาจากการฝึกอบรมนั้นเกษตรกรได้ทั้งแลกเปลี่ยน เรียนรู้ และฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองจากสิ่งที่น่าสนใจ จนเกิดเป็นความเข้าใจ สามารถนำไปปรับใช้ได้จริง สอดคล้องกับการวิจัยของ นราศิณี และคณะ (2560) พบว่า เกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมในเรื่องการทำเกษตรอินทรีย์ จะมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ไม่ได้รับการอบรม ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ยังสนับสนุนการศึกษาของ พุฒิสรรค์ และคณะ (2562) ที่พบว่า เมื่อเกษตรกรมีการฝึกอบรมเกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรที่ดีเพิ่มขึ้นย่อมจะมีผลทำให้เกิดการยอมรับการส่งเสริมการปลูกพืชผักในระบบการเพาะปลูกที่ดีสูงขึ้นตามไปด้วย

3) ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ แสดงว่าถ้าเกษตรกรมีความรู้มากขึ้นจะมีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรนั้นสั่งสมความรู้จากขบวนการเรียนรู้ผ่านการฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมตั้งแต่เริ่มสร้างกลุ่มจนถึงปัจจุบัน การได้รับข้อมูลข่าวสารจากสื่อต่าง ๆ รวมถึงประสบการณ์ปลูกผักอินทรีย์จนเกิดเป็นความรู้นำไปสู่การปฏิบัติได้ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ กังสดาล และคณะ (2561) พบว่า

เกษตรกรที่มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการปลูกพืช GAP สูง จะเกิดการยอมรับวิธีการปลูกพืช GAP ไปปฏิบัติสูง และยังสอดคล้องกับ กนกกานต์ (2564) ที่พบว่าการที่เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มากขึ้นสามารถช่วยให้เกษตรกรมีการปฏิบัติในการปลูกข้าวตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย

4) ทศนคติต่อมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กล่าวคือ ถ้าเกษตรกรมีทัศนคติที่เห็นด้วยมากขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้การปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากข้อมูลความรู้ที่เกษตรกรได้รับจากหน่วยงานรัฐที่รณรงค์ส่งเสริม และสนับสนุนการทำเกษตรอินทรีย์ตลอดมา รวมถึงกระแสความต้องการของผู้บริโภค และผลตอบแทนที่ดีจากประสบการณ์จริง ทำให้เกษตรกรมีทัศนคติที่ดีและมีการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ เจริญ และคณะ (2559) ที่พบว่า ปัจจัยด้านทัศนคติต่อกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับการยอมรับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์มากที่สุด เช่นเดียวกันกับ ศานิต และคณะ (2564) พบว่า เมื่อเกษตรกรมีทัศนคติเห็นด้วยต่อการผลิตมะพร้าวอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น การยอมรับการผลิตมะพร้าวอินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

5) พื้นที่ปลูกผักอินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เมื่อเกษตรกรมีจำนวนพื้นที่ปลูกผักเพิ่มขึ้นกลับทำให้ความสามารถในการปฏิบัติได้ตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ลดลง อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรมีขนาดพื้นที่มากขึ้นก็ยิ่งจำเป็นต้องใช้แรงงาน เวลา และต้นทุนที่สูงขึ้นด้วย ภาวะในการจัดการดูแล

ที่มากขึ้นอาจส่งผลทำให้ความสามารถในการปฏิบัติได้ตามมาตรฐานน้อยลง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นราศิณี และคณะ (2560) พบว่า หากเกษตรกรมีขนาดพื้นที่ผลิตพืชเพิ่มขึ้น 1 ไร่ มีโอกาสที่เกษตรกรเหล่านี้จะยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์

ลดลง 1 เท่า รวมถึงผลการวิจัยของ ปภพ และคณะ (2561) ก็สนับสนุนว่า เมื่อเกษตรกรมีจำนวนพื้นที่ในการทำเกษตรเพิ่มขึ้นกลับส่งผลให้มีการทำเกษตรกรรมในระดับครัวเรือนลดลง

Table 2 Results of the multiple regression analysis of independent variables and vegetable farming practice according to organic agriculture standards

Independent Variables	Dependent Variable		
	Vegetable farming practice according to organic agriculture standards of farmers		
	B	t	Sig.
1. Gender	-.022	-.509	.611
2. Age	.000	-.247	.805
3. Education level	.038	.970	.334
4. Marital status	-.055	-.761	.448
5. Family member	.001	.090	.928
6. Number of labors	.003	.250	.803
7. Organic farming area	-.028	-3.279	.001**
8. Crops and varieties	-.001	-.566	.572
9. Total income	1.964E-7	1.379	.170
10. Indebtedness	.017	.394	.694
11. Organic farming experience	.008	1.853	.066
12. Participation in community group	-.065	-1.768	.079
13. Receiving agricultural information	.021	2.494	.014*
14. Agricultural training or trip	.015	2.214	.028*
15. Knowledge of organic farming	.025	4.625	.000**
16. Attitude towards organic farming	.499	9.073	.000**
R ² = .693 (69.30%) F = 8.245 Sig. F = .000**			

Remarks: * Statistically significant level at 0.05, ** Statistically significant level at 0.01

ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกร

การศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรพบว่า ปัญหาที่เกษตรกรพบมากได้แก่ ปัญหาในการป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ปัจจัยการผลิตที่ยังขาดแคลน เช่น เมล็ดพันธุ์อินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และทุนในการสร้างโรงเรือน นอกจากนี้ปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แล้ว เกษตรกรบางส่วนยังมีปัญหาตลาดสำหรับขายผลผลิตที่ยังไม่คงที่ หมุนเวียนไปตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนด โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะต่อทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่า เจ้าหน้าที่ควรจัดฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและควบคุมโรค-แมลงศัตรูพืช การผลิตและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ การทำปุ๋ยอินทรีย์ที่หลากหลาย ตลอดจนการสนับสนุนวิทยาการใหม่ที่เป็นประโยชน์ให้แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการจัดสรรตลาดที่มั่นคง และแหล่งทุนสนับสนุนปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะการทำโรงเรือนเพื่อลดปัญหาศัตรูพืช และเพิ่มความสามารถในการผลิตช่วงฤดูฝนได้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้คือ การปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และการปฏิบัติทั้ง 5 ด้านก็อยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยพบ 5 ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญในงานส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์ ได้แก่ พื้นที่ปลูกผักอินทรีย์ การรับรู้ข่าวสารด้านการเกษตร การเข้าร่วมอบรมหรือดูงานด้านการเกษตร ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์และทัศนคติต่อมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ แสดงให้เห็นว่าการที่เกษตรกรได้รับ

ข้อมูลข่าวสาร ได้เรียนรู้จนเกิดความเข้าใจ และความรู้สึกรักคิดที่ดีต่อการทำเกษตรอินทรีย์ รวมถึงการมีขนาดพื้นที่ทำการผลิตในขอบเขตที่ควบคุมจัดการได้นั้น สามารถส่งผลให้เกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ได้ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์เป็นกลุ่มที่ได้รับการส่งเสริมสนับสนุน และอยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยงานภาครัฐ จึงเป็นปัจจัยสำคัญของกลุ่มผลิตผักอินทรีย์ที่มีทั้งประสบการณ์ และความรู้ที่จะสามารถปฏิบัติตามมาตรฐาน ดังนั้น ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรส่วนใหญ่ควรได้รับการช่วยเหลือและแก้ไข เพื่อให้พวกเขาสามารถทำการผลิตได้อย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการได้รับข้อมูลข่าวสารและการเข้าร่วมการฝึกอบรมช่วยทำให้เกษตรกรมีความรู้และทัศนคติที่ดีต่อการผลิตผักอินทรีย์และยอมนำไปสู่การปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ตามไปด้วย แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความรู้ปานกลาง ค่าเฉลี่ยการปฏิบัติด้านชนิดและพันธุ์ของพืชปลูกน้อยกว่าด้านอื่น ๆ และยังมีปัญหาในการป้องกันศัตรูพืช ดังนั้นเจ้าหน้าที่ส่งเสริมหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญกับการจัดทำโครงการหรือกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ความรู้เรื่องการทำเกษตรอินทรีย์แก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เช่น วิธีการควบคุมป้องกันศัตรูพืช การผลิตและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การทำปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตต่าง ๆ โดยมีการสาธิตวิธีการ หรือมีแปลงทดลองให้เกษตรกรได้ศึกษาเป็นตัวอย่าง การเสริมสร้างจิตสำนึก หรือการกระตุ้นให้เกษตรกรตระหนักถึงข้อดีของการทำเกษตรอินทรีย์ที่ถูกต้อง

และเหมาะสม ผ่านการประชาสัมพันธ์หรือเผยแพร่ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ ที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ ตลอดจนการแนะนำให้เกษตรกรจัดแบ่งพื้นที่เพื่อทำเกษตรอินทรีย์อย่างเหมาะสมเพื่อเป็นการลดต้นทุนทางการผลิต นอกจากนี้ การสร้างตลาดให้มีความมั่นคงโดยการสร้างตลาดของกลุ่มเอง เพื่ออำนวยความสะดวกให้เกษตรกรสามารถนำผลผลิตออกจำหน่ายและเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างสม่ำเสมอจะสามารถผลักดันให้เกษตรกรเกิดความมั่นใจในการผลิตผักอินทรีย์ที่มีมาตรฐาน และสามารถจะผลิตตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่อง

จากผลการวิจัยปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรยังพบว่า เกษตรกรบางส่วนยังขาดปัจจัยการผลิต ดังนั้น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกระดับควรหาแหล่งทุนเข้ามาช่วยเหลือและสนับสนุนเกษตรกรในด้านปัจจัยการผลิตเช่น เมล็ดพันธุ์ และสารชีวภัณฑ์ เป็นต้น รวมถึงเงินทุนในการสร้างโรงเรือน ซึ่งจะสามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตในช่วงฤดูฝนและลดปัญหาจากการทำลายของศัตรูพืชได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม นอกจากการช่วยเหลือด้านปัจจัยต่าง ๆ แล้ว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนควรร่วมปรึกษารื้อกับกลุ่มเกษตรกรในการกำหนดให้มีมาตรการลงโทษต่อผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เพื่อลดปัญหาการละเมิดหรือการละเลยที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ตามที่กลุ่มกำหนด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อหน่วยวิชาป้องกันพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ที่สนับสนุนและช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนคณาจารย์และบุคลากร

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและการพัฒนาชนบท คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่คอยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ในนครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กนกกานต์ วงศ์ษา. 2564. การปฏิบัติในการปลูกข้าวตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนารัพยากรและส่งเสริมการเกษตร, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- กมล เลิศรัตน์ อรสา ดิสถาพร สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร และวีระ ภาคอุทัย. 2544. รายงานการประมวลความรู้เรื่องผักในประเทศไทย: สถานภาพของการผลิต การตลาด และการวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- กรมปลูกฝัง. 2559. แผนดำเนินงานยุทธศาสตร์ด้านเกษตรอินทรีย์ปี ค.ศ. 2568 วิสัยทัศน์ถึงปี ค.ศ. 2573. กระทรวงเกษตรและปศุสัตว์, นครหลวงเวียงจันทน์.
- กังสดาล กนกหงษ์ นฤเบศร์ รัตนวัน และปภพ จัรัสดี. 2561. การยอมรับวิธีการปลูกพืชภายใต้มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) ของเกษตรกร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 36(1): 75-84.
- เจริญ ดาวเรือง ขวสวรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทศน์ และนเรศ รังควัด. 2559. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับมาตรฐานเกษตร

- อินทรีย์ของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์
ในอำเภอสังขะทอง นครหลวงเวียงจันทน์
สปป. ลาว. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุดรดิตถ์ 11(2): 55-66.
- นราศิณี แก้วไหลมา สุรพล เศรษฐบุตร บุศรา
ลิมน์รัตนกุล และประทานทิพย์ กระมล.
2560 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำ
เกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ตำบลแม่หอพระ
อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วารสาร
เกษตร 33(3): 387-395.
- ปภพ จีรัตน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์
และสายสกุล ฟองมูล. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อ
การทำเกษตรกรรมในระดับครัวเรือนตาม
แนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของ
เกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลอุโมงค์ อำเภอ
เมือง จังหวัดลำพูน. วารสารวิจัยและส่งเสริม
วิชาการเกษตร 36(1): 55-67.
- แขนงปลูกฝัง. 2563. บทสรุปการจัดตั้งปฏิบัติของ
คณะบริหารงานกลุ่มกสิกรรมอินทรีย์
นครหลวงเวียงจันทน์ ชุดที่ 4 ปี ค.ศ. 2019-
2020. แผนกสิกรรมและป่าไม้, นครหลวง
เวียงจันทน์.
- พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์ นภารัตน์
เวชสิทธิ์นิรภัย และปภพ จีรัตน์. 2562.
การยอมรับการส่งเสริมปลูกพืชผักในระบบ
การเพาะปลูกที่ดีของเกษตรกรชนเผ่า
กะเหรี่ยงในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง
วัดจันทร์ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและ
ส่งเสริมวิชาการเกษตร 38(1): 135-143.
- ศานิต ปิ่นทอง และนิรันดร์ ยิ่งยวด. 2564. ปัจจัย
ที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตมะพร้าวอินทรีย์
ของเกษตรกร อำเภอบางสะพาน จังหวัด
- ประจวบคีรีขันธ์. วารสารสังคมศาสตร์วิจัย
12(1): 192-211.
- สรณ ธิติสุทธิ และพุฒิสรรค์ เครือคำ. 2562. ปัจจัย
ที่มีผลต่อความต้องการรับการส่งเสริม
การปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบล
แม่แฝกใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่.
วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร
36(3): 86-95.
- สุณัฐวิทย์ น้อยโสภ. 2558. “เกษตรอินทรีย์” โอกาส
การส่งออกของเกษตรกรไทยในตลาดโลก.
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี 18(9):
83-91.
- Inta Chanthavong พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล
ศักดิ์คะทัศน์ และนครเรศ รังควัต. 2561.
ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการ
ปลูกข้าวภายใต้ระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสมของ
เกษตรกรอำเภอจำปอน จังหวัดสะหวันนะ
เขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว.
วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร
36(2): 106-117.
- Thong Sengmany. 2564. การปฏิบัติการปลูก
กาแฟในระบบอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก อำเภอ
แม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนา
ทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร, คณะผลิตกรรม
การเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- Bourn, D. and J. Prescott. 2002. A comparison
of the nutritional value, sensory
qualities, and food safety of organically
and conventionally produced foods.
Critical reviews in food science and
nutrition 42(1): 1-34.

- Department of Agriculture. 2005. Decision of the Minister of Agriculture and Forestry on organic agriculture standards. Ministry of Agriculture and Forestry, Vientiane.
- Likert, R. 1961. New Patterns of management. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Pachauri, R.K., M.R. Allen, V.R. Barros, J. Broome, W. Cramer, R. Christ and J.P. van Ypserle. 2014. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ipcc.
- Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. 3rd Edition. Harper and Row, New York.

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 โดยอธิบายเชิงอรรถไว้ในหน้าแรกของบทความ ที่อยู่ควรเป็นที่อยู่ติดต่อได้ทางไปรษณีย์ รวบรวมรหัสไปรษณีย์ด้วย 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 โดยวางในตำแหน่งชิดด้านซ้ายของหน้ากระดาษ (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 ธีรณัฐ เจริญกิจ และฉันทนา วิษรัตน์. 2559. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลำไยด้วยเทคนิคดีอาร์เอฟพีดี. 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. Agricultural Technology 1(2): 247-253.

4.2.2 หนังสือ หรือตำรา (Books/ Textbook) ไม่ต้องระบุจำนวนหน้า

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล. 2555. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดเชิงการค้า. ดอกคิวนันทาริ 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 องค์ประเสริฐ. 2543. การให้น้ำลำไย. น. 44-49. ใน: นพดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย นพมณี โทบุญญานนท์ อีรนุช จันทระจิต 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 ธรรมจรัส. 2554. การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต 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 จิรารัตน์ 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 (ไฮโดรโปนิคส์). 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

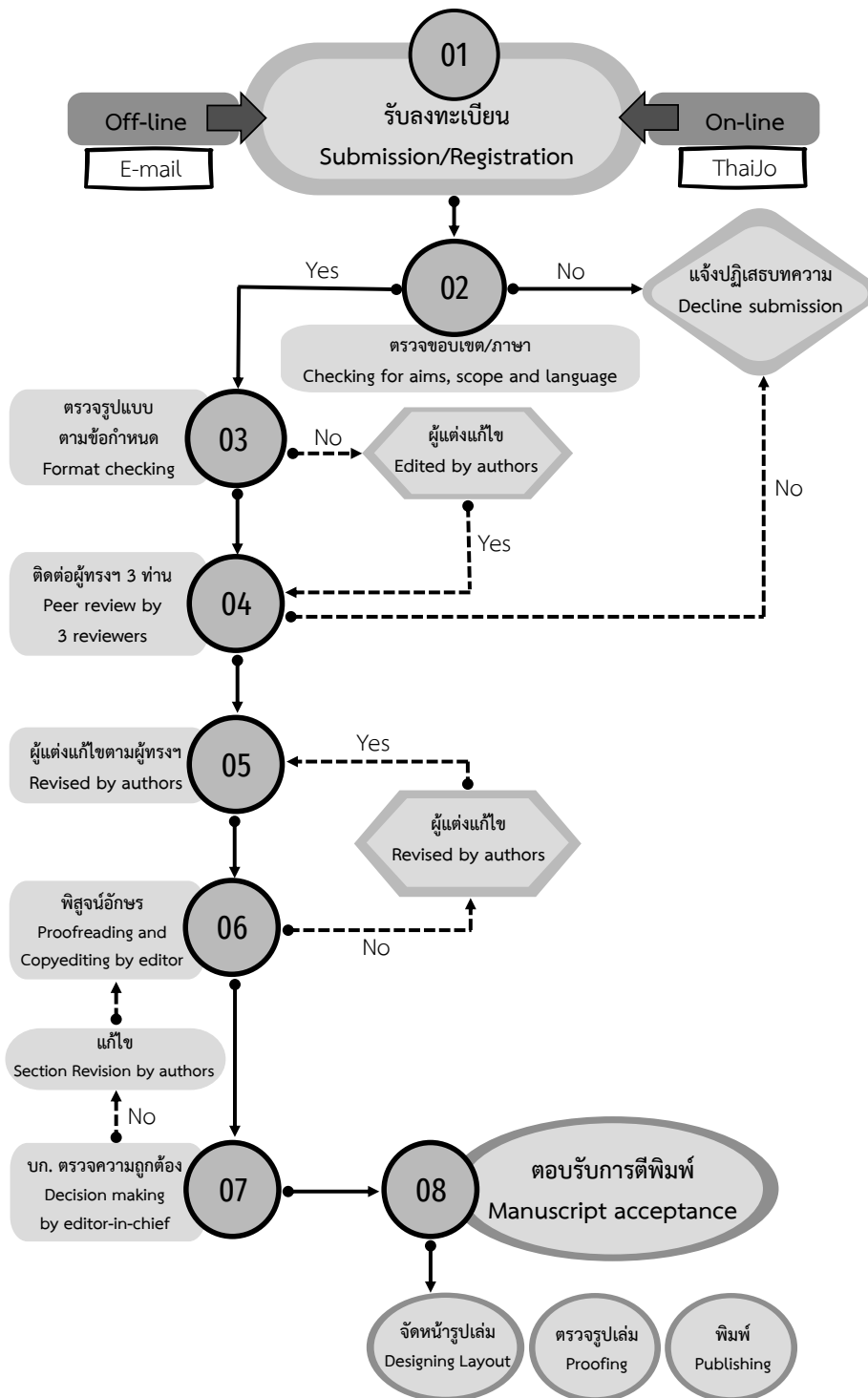
ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.jap.mju.ac.th

การส่งบทความ

อีเมล	jap@mju.ac.th
ThaiJo	https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju
เว็บไซต์	www.jap.mju.ac.th
เบอร์โทรศัพท์	+66 5387 3618
ที่อยู่ติดต่อวารสาร	สำนักงานวารสารผลิตกรรมการเกษตร อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
หมายเหตุ	ทุกช่องทางการส่งบทความ ให้ส่งใบลงทะเบียนส่งบทความ (แบบฟอร์ม วผก.1) ที่กรอกเอกสารเรียบร้อยแล้ว แนบไปพร้อมกับบทความทุกครั้ง

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ corresponding author หรือหากจำเป็นเร่งด่วนจะติดต่อทางเบอร์โทรศัพท์หรือไปรษณีย์ตามที่อยู่ติดต่อได้
2. เรื่องที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายใน 180 วัน หลังวันรับลงทะเบียนบทความ
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็นต้องส่งต้นฉบับที่แก้ไขแล้วคืนให้ผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



แผนผังขั้นตอนการพิจารณาบทความ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารผลิตกรรมการเกษตร
(ภายใน 180 วันหลังรับลงทะเบียน)

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 atatisticabiometric 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