ISSN 2651-2475

วารสาร

พลิตกรรมการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2563

VOL.2 NO.1 JANUARY – APRIL 2020

วารสารผลิตกรรมการเกษตร

Journal of Agricultural Production

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

นโยบายการจัดพิมพ์

รับบทความวิชาการด้านการเกษตร หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร เช่น นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านการเกษตร เป็นต้น ตีพิมพ์ในรูปแบบ บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full length article) โดยบทความดังกล่าวจะต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาก่อน บทความอาจจะเขียนโดยใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่บทคัดย่อจะต้องมีทั้งสองภาษา บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารจะต้องส่งในรูปแบบการเขียนตามที่กำหนด (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์) ทุกบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ จะทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 ท่าน และเมื่อผ่านการประเมินแล้ว กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งพิมพ์ตามที่เห็นสมควร และไม่รับพิจารณาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การตีพิมพ์ของวารสาร สำหรับผู้สนใจบทความสามารถเข้าถึงเนื้อหาผลงานตีพิมพ์ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (Open access)

เนื้อหาบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมิใช่ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

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

คำบรรยายภาพปก

“แปลงฝึกงานนักศึกษา คณะผลิตกรรมการเกษตร”

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองอธิการบดี ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
ศาสตราจารย์ ดร.สัญชัย จตุรสิทธา

บรรณาธิการอำนวยการ

คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศมาพร แสงยศ)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุฒิสรรค์ เครือคำ)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุญเกียรติ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.กมล เลิศรัตน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.นพมณี โทปุญญานนท์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.นคเรศ รังควัต	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ ศรีตนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ฉายประสาท	มหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการดำเนินงาน

อาจารย์ ดร.ผานิตย์ นาขยัน	อาจารย์ ดร.ปัทมา หาญนอก
อาจารย์ ดร.ปิยะ พละปัญญา	นางกนกพร นันทดี
นางอภิชนา วงศ์วารเตชะ	นางสาวเขมินทรา ติ๊บปัญญา
นางสาวปาณิศา วงค์ใส	นายอนุศิษฏ์ บุญทาแดง
นายกานต์พนธ์ ชมภู	

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกันรอบนี้ขึ้นปีที่สองแล้วนะคะ การเตรียมต้นฉบับสำหรับปีที่สองนี้เป็นการเตรียมต้นฉบับในบรรยากาศ work from home เนื่องจากพิษโควิด-19 ที่ได้รับผลกระทบกันทั่วหน้าค่ะ โดยทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้เอง ก็มีหนังสือประกาศให้ปิดที่ทำการตั้งแต่วันที่ 26 มีนาคม – 30 เมษายน 2563 หากจะเข้ามาปฏิบัติงานในพื้นที่ ต้องมีความจำเป็นอันที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และการเตรียมต้นฉบับเพื่อส่งโรงพิมพ์ก็เป็นเหตุจำเป็นหนึ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้เช่นกัน

วารสารผลิตกรรมการเกษตร ฉบับนี้เป็นฉบับที่ 1 ของปีที่ 2 แล้ว ต้องขอขอบพระคุณสำหรับนักวิจัยหรือนักวิชาการจากทั้งภายในและภายนอกสถาบัน ที่มีความสนใจเสนอบทความให้พิจารณาเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ตามกำหนดเวลาของวารสาร ในฉบับนี้ มีเรื่องต่างๆ เข้ามารวม 8 เรื่อง แบ่งเป็นบทความรีวิวเรื่องไส้เดือนดิน และบทความวิจัยอื่นๆ จำนวน 7 เรื่อง ซึ่งล้วนแต่มีเนื้อหาที่น่าสนใจ ทั้งไม้ผล ไม้ดอก สมุนไพร และการส่งเสริมการเกษตร เช่น เรื่องพัฒนาการของมิราเคิลหรือผลมหัศจรรย์ แนวทางการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายด้วยสารอินทรีย์ การทดสอบธาตุอาหารในอ้อย หรือการศึกษาเบื้องต้นลักษณะประจำพันธุ์ สัณฐานวิทยา และสารสำคัญในสัตฤษี และหญ้าหวาน เป็นต้น ซึ่งเชื่อว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับทุกท่านที่ได้ผ่านสายตา

ท้ายที่สุดขอประชาสัมพันธ์เชิญชวนทุกท่านที่สนใจ ส่งบทความเข้าร่วมตีพิมพ์เผยแพร่ โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยสามารถศึกษารูปแบบข้อกำหนดต่างๆ ของการเขียนบทความ จากหน้าปกในหรือใบรองปกหลังของวารสาร หรือสามารถติดตามได้จากเว็บไซต์ http://jap.mju.ac.th หรือสอบถามโดยตรงทางอีเมล japmju@gmail.com และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากทุกท่าน เช่นเดิม

สวัสดีค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บรรณาธิการ

สารบัญ

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ไส้เดือนดินกำจัดขยะอินทรีย์ ตำรับแม่โจ้ 1
อานัฐ ตันโช

พัฒนาการของดอกและผลต้นมหัศจรรย์ (*Synsepalum dulcificum*) ที่ปลูกในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ 11
จินตนา สามารถ ณัฐพงศ์ หงส์ทอง และ ธีรนุช เจริญกิจ

ผลของสารสกัดยีสต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาต่อการเจริญของเอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ 23
รามิล จิระภิญโญ และ ประนอม ยังคำมั่น

การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟในตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 33
เฉลิมพันธุ์ บุตรตานนท์ พหล คักดิ์คะทัศน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ นภารัศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย และ ธีร์ธวัช ปุรินทราภิบาล

ผลของการจัดการปุ๋ยและการฉีดพ่นธาตุสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย 45
เจนจิรา หม่องอ้น ชัชวิจก์ ถนอมถิ่น ปราณี ศิริพันธ์ และ อารมย์ จันทะสอน

การแยกกลุ่มสารอัลลีโลพาธิกจากใบอ้อยและฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตต่อหญ้าข้าวนกและผักโขม 55
ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ และ ชนากานต์ พูนธนากิจ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของหญ้าหวาน 67
สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง พัชธาวดี ขุนไกร เกษม ทองขาว จันทร์เพ็ญ แสนพรหม พิจิตร ศรีปินตา ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ และ สายชล โนสุวรรณ

การศึกษาเบื้องต้นลักษณะทางพันธุกรรม สัณฐานวิทยา และพฤกษเคมีของสัตฤาษี 79
สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง พัชธาวดี ขุนไกร เกษม ทองขาว ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ วินัย แสงแก้ว และ สายชล โนสุวรรณ

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ 91
Guide for Authors 95

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(1):1-10
J. Agri. Prod.
1

ไส้เดือนดินกำจัดขยะอินทรีย์ ตำรับแม่โจ้

Garbage Disposal with Earthworm at Maejo University

อานัฐ ตันโช*

Arnat Tancho*

สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Division of Soil Science Faculty of Agricultural Production Maejo University Sansai, Chiang Mai 50290
* Corresponding author: arnat009@yahoo.com

ไส้เดือนดินและการใช้ประโยชน์

ไส้เดือนดินถูกมองว่าเป็นสัตว์ที่เป็นประโยชน์มากกว่าสัตว์ที่เป็นโทษต่อมนุษย์ เพราะมีส่วนช่วยทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้นจากการชอนไชทำให้ดินร่วนซุยและทำให้การระบายน้ำและอากาศในดินดีขึ้น ไส้เดือนดินสามารถชอนไชลงไปในดินได้ลึกมากกว่า 20 เมตร เป็นการไถพรวนทางธรรมชาติที่เครื่องกลทางการเกษตรไม่สามารถทำได้ และยังช่วยให้ดินอุดมสมบูรณ์โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารแก่ดิน นอกจากนี้ยังพบว่าไส้เดือนดินมีประโยชน์ต่อพืชในการช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชด้วย

นอกจากนี้ยังใช้เป็นดัชนีที่มีชีวิต (bio-index) ในการบ่งชี้การปนเปื้อนสารพิษต่างๆ ในดิน การสังเกตจำนวนไส้เดือนดินที่ลดลงในดินที่ศึกษาก็เป็นข้อบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี ในที่นี้รวมถึงดินทราย ดินเหนียวจัดที่ระบายน้ำไม่ดี ดินที่มีการพ่นสารเคมีกำจัดแมลงและวัชพืชบ่อยครั้ง แปลงปลูกที่มีสัตว์เข้าเหยียบย่ำจนเกิดเลน หรือมีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่เข้าทำการเตรียมพื้นที่บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตามนอกจากการกล่าวถึงไส้เดือนดินในด้านที่เป็นประโยชน์แล้ว มีการกล่าวถึงไส้เดือนดินในเชิงลบด้วยเช่นกัน คือ กล่าวกันว่าไส้เดือนดินเป็นศัตรูต่อพืช โดยเป็นตัวนำพาเชื้อโรคพืช และทำให้ดินพังทลาย เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วไส้เดือนดินสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มไส้เดือนดินสีเทาและกลุ่มไส้เดือนดินสีแดง (Fig. 1) โดยกลุ่มไส้เดือนดินสีเทานั้นเป็นกลุ่มใหญ่ที่พบเห็นได้ทั่วไปในดิน ซึ่งมีมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของไส้เดือนดินทั้งหมด ส่วนไส้เดือนดินสีแดงนั้นพบได้เฉพาะบางพื้นที่เท่านั้นโดยส่วนใหญ่พบที่ผิวดิน เช่น พบอาศัยอยู่ในกองขยะอินทรีย์ บริเวณซักล้างที่มีเศษอาหาร หรือบริเวณร่องระบายน้ำทิ้งในโรงเลี้ยงวัวนม เป็นต้น

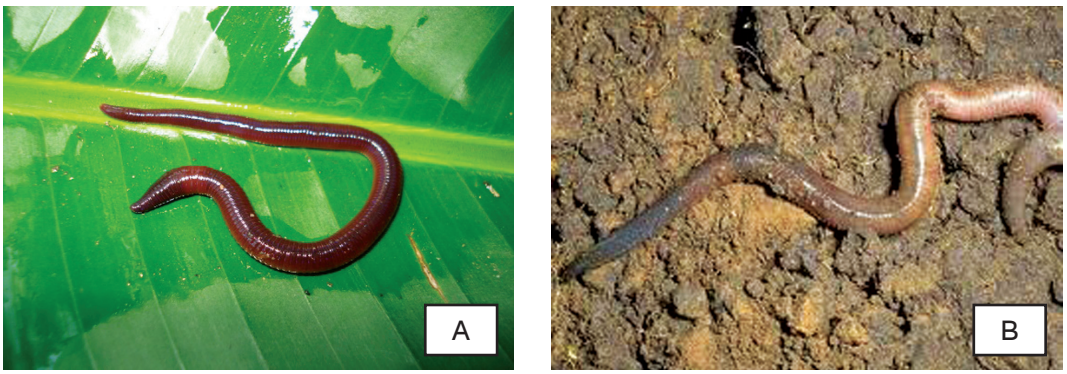

Figure 1 Type of earthworm A) Red – earthworm, B) Gray – earthworm

ประโยชน์ของไส้เดือนดิน

นอกจากไส้เดือนดินจะเป็นอาหารที่สำคัญในห่วงโซ่อาหารของสัตว์นักล่าอื่นๆ ในธรรมชาติแล้วยังเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการทำการเกษตร โดยเฉพาะการปรับโครงสร้างของดินจากการพลิกกลับดิน หรือการกินดินที่มีแร่ธาตุบริเวณด้านล่างแล้วถ่ายมูลบริเวณผิวดินด้านบน ช่วยให้เกิดการผสมคลุกเคล้าแร่ธาตุในดิน นำแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในชั้นใต้ดินขึ้นมาด้านบนให้พืชดูดนำไปใช้ได้ ไส้เดือนดินยังช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ซากพืช ซากสัตว์ และอินทรียวัตถุต่างๆ ทำให้ธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชได้ใช้ หรือลดความเป็นพิษของมูลวัวก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ (Fig. 2) ช่วยแพร่กระจายจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ด้วย การชอนไชของไส้เดือนดินทำให้ดินร่วนซุย การถ่ายเทน้ำและอากาศดี ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น เพิ่มช่องว่างในดินทำให้รากพืชชอนไชได้ดี (Fig. 3) นอกจากนี้ บทบาทใหม่ของไส้เดือนดินในปัจจุบัน คือ การเป็นดัชนีที่มีชีวิต (Bio-Index) ในการชี้วัดถึงการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆ ในดิน เนื่องจากไส้เดือนดินมีไขมันที่สามารถดูดซับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางกลุ่มที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ในภายหลัง ซึ่งเป็นตัวชี้วัดถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในดินได้เป็นอย่างดี

Figure 2 Test of new manure toxicity at control (OM; new manure) and using earthworm (Worm+OM)

Figure 3 Soil Structure changes after having earthworm

สายพันธุ์ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ไส้เดือนดินสีแดงและไส้เดือนดินสีเทา โดยไส้เดือนดินสีเทาเป็นไส้เดือนดินที่มีขนาดใหญ่ กินอาหารน้อย และแพร่พันธุ์ได้น้อย ส่วนไส้เดือนดินสีแดงจะมีขนาดเล็กกว่าไส้เดือนดินสีเทา ลำตัวมีสีแดง อาศัยอยู่บริเวณผิวดินที่มีแหล่งอาหารและความชื้นสูงตลอดปี กินอาหารเก่ง แพร่พันธุ์ได้เร็ว เหมาะสำหรับใช้ย่อยสลายขยะอินทรีย์

สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่นำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ทางการค้าส่วนมากเป็นไส้เดือนดินกลุ่มผิวดินที่มีลำตัวสีแดง ไม่เกิน 15 ชนิด โดยส่วนมากไส้เดือนดินที่นำมาใช้ในกระบวนการกำจัดขยะอินทรีย์จะเป็นไส้เดือนดินสีแดงที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์หรือใต้กองอินทรียวัตถุ ซึ่งจะเป็นไส้เดือนดินกลุ่มผิวดินที่กินอินทรียวัตถุมากกว่ากินดินและแร่ธาตุ โดยสามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วและมีจำนวนมาก และที่สำคัญคือมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้สูง สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ไส้เดือนดินสีแดงซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในมูลวัว ชาวบ้านเรียกว่า “ขี้ตาแร่” ซึ่งสามารถย่อยสลายขยะและแพร่พันธุ์ได้ดีเช่นกันกับพันธุ์การค้าในต่างประเทศ และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในประเทศไทยได้ดีกว่าสายพันธุ์ทางการค้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงในฤดูร้อน

เทคนิคการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยและสายพันธุ์ต่างประเทศ

การเลี้ยงไส้เดือนดินได้แพร่ขยายไปอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ซึ่งวัตถุประสงค์หลักในการเลี้ยงไส้เดือนดินนั้นมักประกอบด้วย 2 ข้อหลัก นั่นคือ 1) ความต้องการกำจัดขยะอินทรีย์ และ 2) ความต้องการผลิตปุ๋ยและเพาะตัวไส้เดือนดินเพื่อจำหน่ายทางการค้า จากวัตถุประสงค์ที่ต่างกันนี้ทำให้การเลือกใช้สายพันธุ์ไส้เดือนดินและวิธีการเลี้ยงมีการประยุกต์แตกต่างกันออกไปหลายวิธีการ ตามแต่ผู้เลี้ยงจะศึกษาและปรับปรุงให้เข้ากับวัตถุประสงค์ของตน

ปัจจุบันเมืองไทยนิยมเลี้ยงไส้เดือนดินอยู่ประมาณ 2-3 สายพันธุ์ คือ “ขี้ตาแร่” ซึ่งเป็นไส้เดือนดินกลุ่มอินเดียนบลู หาได้จากฟาร์มวัวนมในบ้านเรา สายพันธุ์ “แอฟริกัน ไนท์ คลอเลอร์” เป็นสายพันธุ์จากต่างประเทศที่สามารถนำมาเลี้ยงในบ้านเราได้ผลดีเช่นกัน และอีกสายพันธุ์คือ “ไทเกอร์วอร์ม” สายพันธุ์นี้กินขยะได้ดีเช่นเดียวกันแต่พบว่า

ไม่แพร่หลายเท่า 2 สายพันธุ์แรก แต่ได้รับความนิยมมากในต่างประเทศ ซึ่งการเลือกใช้ไส้เดือนดินนั้นส่วนมากผู้เลี้ยงจะมองที่ราคาและวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงเป็นหลัก

ตัวอย่างเช่นการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ “แอฟริกันไนท์ คลอเลอร์” นั้น ส่วนมากมีวัตถุประสงค์เพื่อเพาะพันธุ์ตัวไส้เดือน และผลิตปุ๋ย ดังนั้นการเลี้ยงโดยทั่วไปจะคล้ายต่างประเทศ คือ ใช้มูลสัตว์เป็นแหล่งอาหารในการเลี้ยง ที่นิยมใช้คือมูลวัวนม โดยนำมูลวัวแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 5-7 วัน จากนั้นนำไปใส่บ่อหรืออ่างพลาสติก 10 กิโลกรัมต่ออ่าง แล้วจึงปล่อยไส้เดือนดินแอฟริกันลงไปประมาณ 200 ตัว รักษาความชื้นในบ่อเลี้ยงด้วยน้ำเปล่าทุก 5-7 วัน จนกระทั่งไส้เดือนดินกินมูลวัวจนหมดใช้เวลาประมาณ 30 วัน จึงคัดแยกตัวไส้เดือนดินออกจากมูล และนำตัวไส้เดือนดินที่คัดแยกออกไปปล่อยในอ่างใหม่เพื่อกินมูลวัวชุดใหม่ วิธีการเลี้ยงแบบนี้จะได้มูลไส้เดือนดินในเวลาที่รวดเร็วแต่คุณภาพปุ๋ยที่ได้จะด้อยกว่ามูลไส้เดือนที่ผลิตจากขยะอินทรีย์หลายชนิด และได้มูลไส้เดือนดินเพียงอย่างเดียว และการทำเช่นนี้เมื่อเวลาผ่านไปตัวไส้เดือนดินจะทยอยตายลดจำนวนลงต้องซื้อตัวไส้เดือนเพิ่ม หรือต้องสร้างบ่ออนุบาลเพิ่มสำหรับสนับสนุนการผลิตปุ๋ย หากแต่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพาะขยายพันธุ์ไส้เดือนดินด้วยแล้ว จะไม่คัดแยกปุ๋ยออกใน 30 วัน แต่ต้องปล่อยให้ไส้เดือนดินในอ่างได้ฟักตัวออกมาก่อน ซึ่งจะใช้เวลานานขึ้นอีกประมาณ 2-3 เดือน จึงค่อยคัดแยกตัวออกจากมูล ในระหว่างนั้นจะต้องเพิ่มมูลวัวใหม่เพื่อเป็นอาหารให้ไส้เดือนพ่อแม่และลูกไส้เดือนเกิดใหม่ วิธีการนี้จะได้ตัวไส้เดือนดินจำนวนมาก แต่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จะมีธาตุอาหารพืชค่อนข้างต่ำ

สำหรับการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์ “ขี้ตาแร่” โดยส่วนมากการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้มักมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ และผลพลอยได้ คือ ตัวไส้เดือนดิน มูลไส้เดือนดิน และฉี่ไส้เดือนดิน มูลไส้เดือนดินพอเข้าใจได้ว่าเป็นอย่างไร แต่หลายคนอาจสงสัยว่า “ฉี่ไส้เดือน” คืออะไร มาจากไหน และมาได้อย่างไร ทำไมการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์แอฟริกันไม่ได้ฉี่ไส้เดือนดิน แล้วไส้เดือนดินมีฉี่ได้ด้วยหรือ สำหรับข้อสงสัยเหล่านี้ตอบได้ดังนี้ ไส้เดือนพันธุ์แอฟริกัน ชอบอาศัยอยู่ในที่มีความชื้นต่ำและกินอาหารที่มีกากใยสูงแต่มีน้ำน้อยอย่างขี้วัว จึงได้แต่มูลไส้เดือนดิน แต่ไส้เดือนพันธุ์ขี้ตาแร่เป็นไส้เดือนดินสีแดงซึ่งพบในธรรมชาติพบอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นในฟาร์มวัวนมและบริเวณชักล้างที่มีเศษอาหาร จึงมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนชื้นของเมืองไทยได้ดี และมีความต้องการความชื้นสูงในการอยู่อาศัย สามารถทนอยู่ในน้ำขังได้นาน กินขยะอินทรีย์ที่เน่าสลายได้หลากหลายชนิด จึงเป็นตัวเลือกที่นิยมนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากขยะอินทรีย์ที่หลากหลายส่วนใหญ่จะฉ่ำน้ำเมื่อเน่า (ซึ่งสายพันธุ์ต่างประเทศจะทนต่อสภาพการเลี้ยงที่มีความชื้นสูงเช่นนี้ได้ไม่ดี) ขี้ตาแร่จะกินขยะเหล่านี้แล้วถ่ายมูลออกมาพร้อมกับน้ำฉี่ทางรูทวารเช่นเดียวกับไส้เดือนพันธุ์อื่นๆ แต่น้ำฉี่ที่ได้นั้นมีปริมาณมากกว่าหลายเท่าทำให้ไหลซึมแยกตัวออกมาจากมูล ดังนั้นจึงสามารถกักเก็บฉี่ไส้เดือนเหล่านี้ไว้ในบ่อเก็บฉี่ไส้เดือนที่สร้างแยกไว้ได้ ซึ่งในการสังเกตฉี่ไส้เดือนดินที่มีคุณภาพดีนั้นดูได้จาก สี กลิ่น ค่าพีเอช กล่าวคือ ฉี่ไส้เดือนดินจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ คล้ายน้ำโคล่า ไม่มีกลิ่นเหม็น ค่าพีเอชเป็นกลางถึงด่างอ่อน

การพัฒนาระบบกำจัดขยะจากไส้เดือนดิน ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

จากเหตุการณ์ปัญหาขยะล้นเมืองเชียงใหม่ ในปี พ.ศ.2541 ส่งผลให้เกิดการระดมความคิดช่วยกันแก้ไขปัญหาขยะที่มีมากมาย ซึ่งศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช ได้เป็นตัวแทนของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการเข้าร่วมหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยได้เสนอแนวทางในการกำจัดขยะอินทรีย์ด้วยไส้เดือนดิน จึงเป็นที่มาของการริเริ่มศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำไส้เดือนดินมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ โดยได้สายพันธุ์ไส้เดือนดินจากต่างประเทศเข้ามาทำวิจัย จากการวิจัยพบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์ต่างประเทศ ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เลี้ยงเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ในประเทศไทย เนื่องจากไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสภาพขยะอินทรีย์ของเมืองไทย ประกอบกับสายพันธุ์ต่างประเทศมีราคาสูง จึงยากต่อการส่งเสริมให้กับผู้สนใจนำไปเลี้ยง จึงเป็นที่มาของการเริ่มต้นสำรวจไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยที่พบในท้องถิ่น เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบกำจัดขยะอินทรีย์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้เริ่มทำการสำรวจสายพันธุ์ไส้เดือนดินในปี พ.ศ.2550 โดยสำรวจในเขตภาคเหนือ 6 จังหวัด ประกอบด้วย เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน ซึ่งมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 150-500 เมตร โดยสำรวจในเขตพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตร พื้นที่ปศุสัตว์ และพื้นที่ในเขตชุมชนที่อยู่อาศัย รวบรวมไส้เดือนดินกว่า 100 ตัวอย่าง จากการจำแนก พบว่า ประกอบด้วยไส้เดือน 4 วงศ์ Moniligastridae, Megascolecidae, Octoehatidae และ Glossoscolecidae แยกเป็น 7 สกุล คือ *Drawide*, *Amynthas*, *Metaphire*, *Penonyx*, *Dichogaster* และ *Pontoscolex* (Fig. 4) จากการนำมาทดสอบกินขยะอินทรีย์นั้นมีเพียงสกุล *Perionyx* เท่านั้น ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกินขยะ ซึ่งเป็นไส้เดือนดินที่สำรวจพบในบริเวณร่องระบบน้ำทิ้งฟาร์มวัวนมที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ กับสายพันธุ์ที่สำรวจพบในบริเวณพื้นดินรอบๆ บริเวณที่ล้างจานของร้านก๋วยเตี๋ยวแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ศูนย์ฯ จึงได้เก็บรวบรวมไส้เดือนดินจากฟาร์มวัว อำเภอสันกำแพง ซึ่งมีชื่อท้องถิ่นว่า ขี้ตาแร่ (*Perionyx* sp.1) นำมาทดสอบกินขยะในระดับเชิงการค้า เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ทางการค้า 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ ไทเกอร์ วอร์ม, เรด ไทเกอร์ วอร์ม และ แอฟริกัน ไนท์ คลอเลอร์ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า สายพันธุ์ที่สำรวจนี้สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ดีเทียบเท่ากับสายพันธุ์การค้า โดยผลผลิตมูลไส้เดือนที่ได้นำมาตรวจวัดคุณค่าธาตุอาหารพืช N P K ได้สูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับมูลไส้เดือนดินที่ผลิตได้จากไส้เดือนดินพันธุ์การค้า แต่ในส่วนของการแพร่ขยายพันธุ์นั้นจะด้อยกว่าพันธุ์การค้าเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ขี้ตาแร่ *Perionyx* sp.1 ที่พบนี้สามารถทนต่อสภาพการเลี้ยงที่ใส่ขยะอินทรีย์ได้หลากหลายประเภท และทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้นได้ดีตลอดปี นอกจากนี้ศูนย์ฯ ได้ทราบว่าสายพันธุ์ขี้ตาแร่ จากเมืองเชียงใหม่ที่นำไปส่งเสริมเลี้ยงกำจัดขยะบนสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ซึ่งเป็นพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,400 เมตร นั้นไส้เดือนดินจะปรับตัวไม่ได้และไม่กินขยะในฤดูหนาวที่อุณหภูมิลดต่ำลงกว่า 10 องศาเซลเซียส ศูนย์ฯ จึงเดินทางเข้าพื้นที่ดังกล่าวเพื่อสำรวจสายพันธุ์ ไส้เดือนที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ทำให้การสำรวจครั้งนั้นพบไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx* sp.2 ในบริเวณคอกห่อที่ชาวบ้านเลี้ยงไว้ในหมู่บ้านพื้นที่เขตความรับผิดชอบของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

จึงได้รวบรวมนำไปให้กับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบเลี้ยงไส้เดือนดินของสถานีเพื่อใช้เลี้ยงกินขยะบนพื้นที่ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดีตลอดทั้งปี ในเวลาต่อมาไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ได้ถูกขยายการใช้งานไปสู่พื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกัน (microclimate) เช่น อินทนนท์ หรือภูเรือ จังหวัดเลย เป็นต้น

Perionyx excavates

Pontoscolex corethrurus

Amynthas mekongianus

Amynthas hilgendorfi

Polypheretima elongate

Metaphire peguana

Metaphire posthuma

Amynthas hilgendorfi

Figure 4 Earthworm species

ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ จากไส้เดือนดิน

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) หมายถึง เศษซากพืชอินทรียวัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมาทางรูทวาร ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำมีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูง และมีจุลินทรีย์จำนวนมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป และผ่านการย่อยสลายในลำไส้แล้วขับถ่ายออกมา มูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า “ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน” (Fig. 5)

Figure 5 Vermicompost

น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน หมายถึง น้ำที่ได้จากกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เป็นน้ำที่ได้จากการเน่าสลายของเศษขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นอาหารของไส้เดือนดินซึ่งเป็นน้ำในเซลล์ของพืชผักผลไม้ และเศษอาหารต่างๆ หรือน้ำที่ได้จากวัสดุที่นำมาใช้ให้ไส้เดือนดินกำจัด โดยน้ำหมักที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ คล้ายน้ำโคล่า ไม่มีกลิ่นเหม็น มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์หลายชนิด (Fig. 6)

Figure 6 Fermented water from Earthworm

การใช้ประโยชน์น้ำหมักและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ผลผลิตทั้งสองชนิดนี้สามารถนำไปใช้ปลูกพืชได้เกือบทุกชนิด ให้ผลดีในด้านส่งเสริมการออกดอกออกผลของพืช ส่วนมากจะนำไปใช้บำรุงไม้ดอกกระถาง ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก 5-10 เปอร์เซ็นต์ หรือส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้า 20-30 เปอร์เซ็นต์

สำหรับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินนั้นในการใช้จะนำมาเจือจางน้ำในอัตรา 20-40 เท่า แล้วฉีดพ่นใบพืชหรือรดลงดิน หรือนำไปปักชำกิ่งจะทำให้ออกรากได้ดีขึ้น นอกจากนี้ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ใส่โถส้วมสามารถลดกลิ่นเหม็นของห้องน้ำได้

แต่มีฟาร์มบางแห่งที่เลี้ยงไส้เดือนพันธุ์แอฟริกาไนท์ คลอเลอร์ ที่ต้องการผลิตฉี่ไส้เดือน จะใช้วิธีการผลิตน้ำมูลไส้เดือนแทน ซึ่งมีชื่อเรียกว่า เวิอร์ม-ที (Worm Tea) ทำได้โดยใช้มูลไส้เดือนดินแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน แล้วแยกกากออกไป และนอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันมีการนำฉี่ไส้เดือนดินผสมน้ำและกากน้ำตาลเป่าออกซิเจนเข้าไป นำออกจำหน่ายด้วย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้คุณสมบัติความเป็นฉี่ไส้เดือนดินจะลดต่ำลงทั้งในด้านของกลิ่นจะมีกลิ่นเปรี้ยว และค่าพีเอชเป็นกรด การใช้ต้องเจือจางน้ำมากเพื่อป้องกันใบพืชไหม้จากกรด และคุณภาพที่ได้จะต่ำกว่าที่ฉี่ไส้เดือนดินที่ผลิตจากตัวไส้เดือนกินขยะอินทรีย์ 100 เปอร์เซ็นต์ ในแง่ของธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช จากขยะอินทรีย์หลากหลายที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน รวมถึงจุลินทรีย์หลายชนิดจากลำไส้ไส้เดือนดินที่ปนออกมากับมูลและฉี่ไส้เดือนซึ่งหมักอย่างสมบูรณ์แล้วในลำไส้ไส้เดือนดิน ซึ่งมีการทดลองแล้วพบว่า สามารถช่วยให้กิ่งชำออกรากได้ดีขึ้น (Fig. 7)

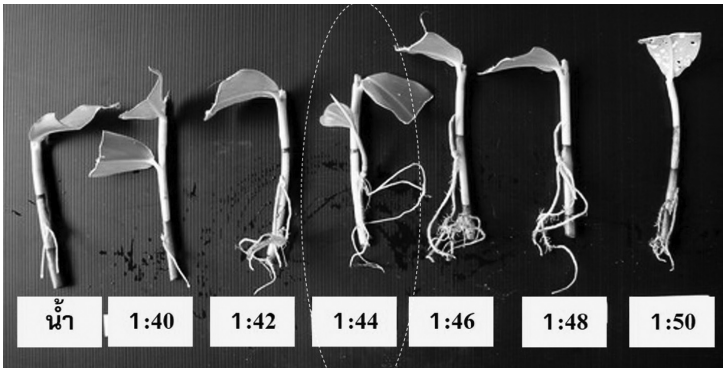

Figure 7 Test of Fermented water from earthworm on cutting materials

การเลี้ยงไส้เดือนดินกำจัดขยะอินทรีย์ระดับอุตสาหกรรมในต่างประเทศ

ปัจจุบันมีโครงการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเชิงการค้าหลายประเทศทั่วโลก ซึ่งในบางประเทศมีการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพื่อใช้ภายในฟาร์มกันอย่างแพร่หลาย เช่น ในประเทศอินเดีย มีเกษตรกรเกือบ 1,000 ราย สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในท้องถิ่นลงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ โดยหันมาใช้ปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินแทนในการปลูกองุ่น ทับทิม และกล้วย ประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ได้นำเข้าไส้เดือนดินประมาณ 3,000 ล้านตัว/ปี สำหรับใช้กำจัดขยะแล้วนำปุ๋ยหมักที่ได้มาใช้ในการปลูกพืชเพื่อผลิตอาหารแนวใหม่ โดยประเทศจีนได้ใช้เทคโนโลยีการกำจัดขยะอินทรีย์ด้วยไส้เดือนดินในกีฬาโอลิมปิกปี 2008 ที่กรุงปักกิ่งด้วย นอกจากนี้ประเทศฟิลิปปินส์ก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินกันอย่างแพร่หลายด้วยเช่นกัน สำหรับประเทศในแถบอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลีย ได้มีการนำไส้เดือนดินมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักเป็นเวลาหลายร้อยปีแล้ว และในปัจจุบันได้ขยายวงกว้างลงไปถึงระดับครัวเรือนทำให้การกำจัดขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีประสิทธิภาพมาก

แนวโน้มการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอินทรีย์จากไส้เดือนดิน

การเลี้ยงไส้เดือนดินในประเทศไทยมีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากประโยชน์ของไส้เดือนดินในหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นในด้านช่วยพรวนดิน ด้านอาหารสัตว์ และกำจัดขยะอินทรีย์ นอกจากนี้ขยะที่ไส้เดือนดินย่อยนั้นสามารถนำมาเป็นปุ๋ยใช้ในแปลงเกษตรได้อีกด้วย

นอกจากปุ๋ยแล้ว ยังมีน้ำหมักมูลไส้เดือนดินที่เกิดจากกระบวนการเน่าเสียของขยะผสมคลุกเคล้ากับมูลไส้เดือนดินและฉี่ไส้เดือนดินรวมกับจุลินทรีย์จำนวนมหาศาลทำให้ได้น้ำหมักที่มีคุณภาพสูงไม่แพ้น้ำหมักทั่วไปที่มีอยู่ในท้องตลาด คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน คือ เป็นฮอร์โมนพืช ส่งเสริมการออกดอก ติดผล และการออกรากของพืช รวมถึงคุณสมบัติในด้านปรับสภาพดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่ถูกตรึงอยู่ในดินให้พืชดูดไปใช้ได้ ซึ่งได้รับความนิยมแพร่หลายมากในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

สุลีรัก อารักษณ์ธรรม และอานัฐ ตันโช. 2558. รูปแบบการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทย (*Perionyx* sp.) และสายพันธุ์การค้า (*Eudrilus eugeniae*) ที่เหมาะสมต่อการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเชิงพาณิชย์. ใน งานประชุมวิชาการประจำปี 2558 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

อานัฐ ตันโช. 2547. การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะชุมชนที่สลายตัวได้. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเนื่องในโอกาสฉลองมหาวิทยาลัยแม่โจ้ 70 ปี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

อานัฐ ตันโช. 2548. เกษตรธรรมชาติ แนวคิดหลักการ และจุลินทรีย์ท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด เชียงใหม่.

อานัฐ ตันโช. 2548. เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี.

อานัฐ ตันโช. 2548. มาทำความรู้จัก “ไส้เดือนดิน”. วารสารเกษตรธรรมชาติ 8(1): 21-27.

อานัฐ ตันโช. 2550. ไส้เดือนดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด เชียงใหม่.

อานัฐ ตันโช. 2551. การทดสอบหาไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อเลี้ยงร่วมกับการปลูกพืชในแปลงปลูกเกษตรกรเพื่อปรับปรุงโครงสร้างและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่การเกษตรบนที่สูงอย่างยั่งยืน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปี 2551, มูลนิธิโครงการหลวง.

อานัฐ ตันโช. 2552. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด เชียงใหม่.

อานัฐ ตันโช. 2560. การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พิมพ์ครั้งที่ 5. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด เชียงใหม่.

Agarwal, G. W., K. S. Rao and L. S. Negi. 1958. Influence of certain species of earthworms on the structure of some hill soils. Curr.Sci. 27: 213.

Patel, H. K. and R. M. Patel. 1959. Preliminary observations on the control of earthworms by soapdust (*Sapindus laurifolius* Vahl) extract. Indian J. Ent. 21: 251-5.

Rouelle, J. 1983. Introduction of an amoeba and *Rhizobium japonicum* into the gut of *Eisenia fetida* (Sav.) and *Lumbrucus terrestris* L. In Earthworm Ecology, From Darwin to Vermiculture, (ed. J. E. Satchell), Chapman & Hall, New York, pp. 375-81.

Springett, J. A. and J. K. Syers. 1979. The effect of earthworm casts on ryegrass seedlings. In Proceedings of the 2nd Australasian conference on grassland invertebrate ecology, (eds T. K. Crosby and R. P. Pottinger), Government Printer, Wellington, pp. 44-7.

Tomati, U., A. Grappellli and E. Galli. 1983. Fertility factors in earthworm humus. Proc. Int. Sym. On Agricultural and Environmental Prospects in Earthworm Farming. Publ. Minist. Ric. Sci. Tech., Rome, pp. 49-56.

พัฒนาการของดอกและผลต้นมหัศจรรย์ (*Synsepalum dulcificum*) ที่ปลูกในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

Flower and Fruit Development of Miracle Fruit Tree (*Synsepalum dulcificum*) Grown in Maejo University

จินตนา สามารถ* ณัฐพงศ์ หงส์ทอง และ ธีรนุช เจริญกิจ

Jintana Samart* Nutthapong Hongthong and Theeranuch Jaroenkit

สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Pomology Faculty of Agricultural Production Maejo University Sansai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: Jintana.kaew34@gmail.com

Abstract

Flower and fruit development of miracle fruit tree (*Synsepalum dulcificum*) grown at Division of Pomology, Faculty of Agriculture Production Maejo University, Sansai, Chiang Mai were studied. The finding showed that miracle flower occurs on the branch and stem. Once develop to be more mature, the peduncle will be elongated. Miracle flowers were perfect type containing 5 sepals, 5 petals and 5 anthers with filaments are about 4.0-5.0 mm long. The superior ovary has 2 lobes and style is about 5.0-6.0 mm long. There are 6 stages for flower development taking about 87-90 days. Size of flowers is small with the full length about 1.0 cm for fruit development, (from 0.3 cm - long to red ripe (2.0 cm –long)), it takes 40-60 days. There are 5 stages of fruit development and miracle fruit is classified as stone fruit with pattern of development as simple sigmoid curve. The fruits change color from green (young fruit) to pink and finally red (ripe fruit). Edible portion increase from 42 percent at the beginning to about 80 when ripe.

Keywords: miracle fruit tree (*Synsepalum dulcificum*), flower development, fruit development

บทคัดย่อ

พัฒนาการของดอกและผลต้นมหัศจรรย์ (*Synsepalum dulcificum*) ที่ปลูกในสาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่พบว่า ดอกต้นมหัศจรรย์เกิดบนก้านหรือลำต้นบริเวณข้อใบ เมื่อพัฒนาเป็นดอกสมบูรณ์ก้านจะยืดยาวออกมาเห็นชัดเจน ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวนอย่างละ 5 กลีบ อับละอองเรณูจำนวน 5 อัน ก้านชูอับละอองเรณูยาวประมาณ 4-5 มิลลิเมตร รังไข่มี 2 พู อยู่เหนือวงของกลีบดอก มีก้านชูเกสรเพศเมียยาวประมาณ 5-6 มิลลิเมตร พัฒนาการของดอกแบ่งได้เป็น 6 ระยะ รวมเวลาในการพัฒนาประมาณ 87-90 วัน ดอกมีขนาดเล็กเมื่อเจริญเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ในส่วนของผลถ้านับหลังจากรังไข่พัฒนาแล้ว (ยาวประมาณ 0.3 เซนติเมตร) จนกระทั่งผลสุกสีแดง (ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร) ใช้เวลาประมาณ 40-60 วัน แบ่งเป็น 5 ระยะ มีการเจริญแบบ simple sigmoid curve ในช่วงต้นของการพัฒนาผลจะมีสีเขียวและเปลี่ยนไปเป็นสีชมพู และแดงเมื่อสุก ผลเป็นแบบ stone fruit มีสัดส่วนของเนื้อที่รับประทานได้เพิ่มขึ้นจากประมาณร้อยละ 42 ในช่วงต้นเป็นร้อยละ 80 เมื่อผลสุกเป็นสีแดงพร้อมรับประทานได้

คำสำคัญ: ต้นมหัศจรรย์ (*Synsepalum dulcificum*) พัฒนาการของดอก พัฒนาการของผล

คำนำ

ต้นมหัศจรรย์ (Miracle Fruit) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Synsepalum dulcificum* เป็นไม้ผลพื้นเมืองทวีปแอฟริกาฝั่งตะวันตก (Andrade *et al*., 2019) ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศคล้ายคลึงกับภาคใต้ของประเทศไทย (วิกิพีเดีย, 2556) คุณสมบัติพิเศษของผลมหัศจรรย์ เมื่อสุกแก่จะมีผลสีแดง ผลสุกของต้นมหัศจรรย์มีสารไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ขณะรับประทานผลเข้าไปสารดังกล่าวจะไปเคลือบผิวของลิ้นอยู่ได้นานประมาณ 1-2 ชั่วโมง หากรับประทานผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะนาว ฯลฯ ตามเข้าไปจะไม่รู้สึกเปรี้ยว ในทางตรงกันข้ามกลับกลายเป็นรสชาติหวานคล้ายน้ำตาล (ทวีศักดิ์, 2561) โดยสารไกลโคโปรตีนที่กล่าวถึงคือสารมิราคูลิน (miraculin; MCL) ซึ่งพบว่ามีบทบาทกระตุ้นการทำงานของต่อมรับรส ซึ่งจะทำงานได้ดีเมื่อระดับความเป็นกรด-เบส (ค่า pH) เปลี่ยนจาก 6.5 เป็น 4.8 (เป็นกรดมากขึ้น) ทำให้ปรับเปลี่ยนต่อมรับรสให้รู้สึกว่ารสเปรี้ยวกลายเป็นรสหวานได้ (Koizumi *et al*., 2011) ดังนั้นเมื่อเรากินผลมหัศจรรย์สุกเข้าไป สารมิราคูลินในผลมหัศจรรย์จะจับกับตัวรับรสในตุ่มรับรส และเปลี่ยนโครงสร้างของตัวรับรส ทำให้ตัวรับรสหวานตอบสนองกับทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว และเมื่อเรากินอาหารที่มีรสเปรี้ยวตามไป ตัวรับรสหวานก็ทำงานและส่งกระแสประสาทไปยังสมองบอกว่าอาหารนั้นมีรสหวาน (นพปฎล, 2554) ไม่เฉพาะปรับเปลี่ยนรสเปรี้ยวแต่มีศักยภาพในการเปลี่ยนรสชาติขมให้เป็นหวานได้ด้วย แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการเปลี่ยนรสเปรี้ยวให้เป็นหวาน (Andrade *et al*., 2019)

โดยทั่วไปต้นมหัศจรรย์สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนพฤษภาคม สิงหาคม และตุลาคม ของทุกปี และมีระยะพัฒนาการของดอกประมาณ 100 วัน ส่วนผลมีระยะพัฒนาการจากดอกบานถึงผลสุกประมาณ 90 วัน (Xingwei *et al*., 2016) แต่ยังไม่มีรายงานการพัฒนาการของดอกและผลของต้นมหัศจรรย์ที่ปลูกในประเทศไทย ซึ่งหากมีการศึกษาจนทราบถึงระยะเวลาในการพัฒนาการของดอกและผลที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย ก็จะทำให้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนในการผลิต และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ต้นมหัศจรรย์อายุประมาณ 10 ปี ปลูกไว้ที่สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 6 ต้น เก็บข้อมูลระหว่าง ดอกระยะไข่ปลา ถึงระยะกลีบดอกเปลี่ยนสี สุ่มช่อดอกเพื่อเก็บตัวอย่างครั้งละ 10 ดอก โดยแบ่งช่วงการเจริญของดอกเป็น 6 ระยะ ดังนี้ 1. ไข่ปลา 2. มะเขือพวง 3. ลูกตุ้ม 4. กลีบดอกโผล่ 5. กลีบดอกโผล่เต็มที่และ 6. กลีบดอกเปลี่ยนสี บันทึกความกว้างและความยาวของดอกรายสัปดาห์หรือรายวัน โดยความกว้างวัดบริเวณของดอกที่กว้างที่สุด ความยาวดอกวัดตั้งแต่ฐานรองดอกจนถึงปลายด้านบนสุด ใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกมหัศจรรย์ โดยการถ่ายภาพประกอบในแต่ละครั้งที่เก็บข้อมูล ศึกษาองค์ประกอบของดอก โดยใช้ดอกในระยะที่ 6 มาใช้ผ่าจำแนกเพื่อบันทึกภาพประกอบ

สำหรับการพัฒนาของผล เก็บข้อมูลระหว่างผลเริ่มมีสีเขียวโผล่ให้เห็น ถึงระยะผลสีแดง แบ่งช่วงพัฒนาการผลออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่ 1. เริ่มมีผลสีเขียวโผล่ให้เห็นด้วยตา เล็กน้อย 2. ผลสีเขียวเต็มผล 3. ผลสีขาวปนชมพู 4. ผลสีชมพูอ่อน 5. ผลสีแดง บันทึกข้อมูลความกว้างและความสูงของผล โดยความกว้างวัดบริเวณที่กว้างที่สุดของผล ความสูงวัดตั้งแต่บริเวณขั้วผลถึงบริเวณด้านล่างสุด สุ่มผลแต่ละระยะมาชั่งน้ำหนัก และหาน้ำหนักขององค์ประกอบภายใน เช่น ผลและเมล็ด เพื่อหาสัดส่วนที่รับประทานได้

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบของดอกมหัศจรรย์

เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower หรือ hermaphrodite) ที่มีทั้งเกสรเพศผู้และเพศเมียในดอกเดียวกัน โดยมีส่วนประกอบของดอกครบทุกส่วน (Fig 1) ได้แก่

1. กลีบเลี้ยง (sepal) สีน้ำตาลอ่อน ลักษณะหนาแข็งเป็นหลอดแยกที่ปลาย จำนวน 5 กลีบ

2. กลีบดอก (petal) สีขาว มีลักษณะบางเวลาบานจะแย้มออกเห็นจำนวน 5 กลีบชัดเจน

3. เกสรเพศผู้ (stamen) มีเกสรเพศผู้ 5 อัน ติดอยู่กับกลีบดอก สีน้ำตาล ก้านชูเกสรเพศผู้ (filament) มีขนาดสม่ำเสมอกันยาวประมาณ 4-5 มิลลิเมตร อับเรณู (anther) มี 2 หยัก และแตกตามยาว

4. เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยรังไข่ที่มี 2 พู รังไข่อยู่เหนือวงกลีบดอก เรียกว่า superior ovary ด้านนอกของรังไข่มีขนปกคลุมอยู่ ก้านเกสรเพศเมีย (stigma) ยาวประมาณ 5-6 มิลลิเมตร

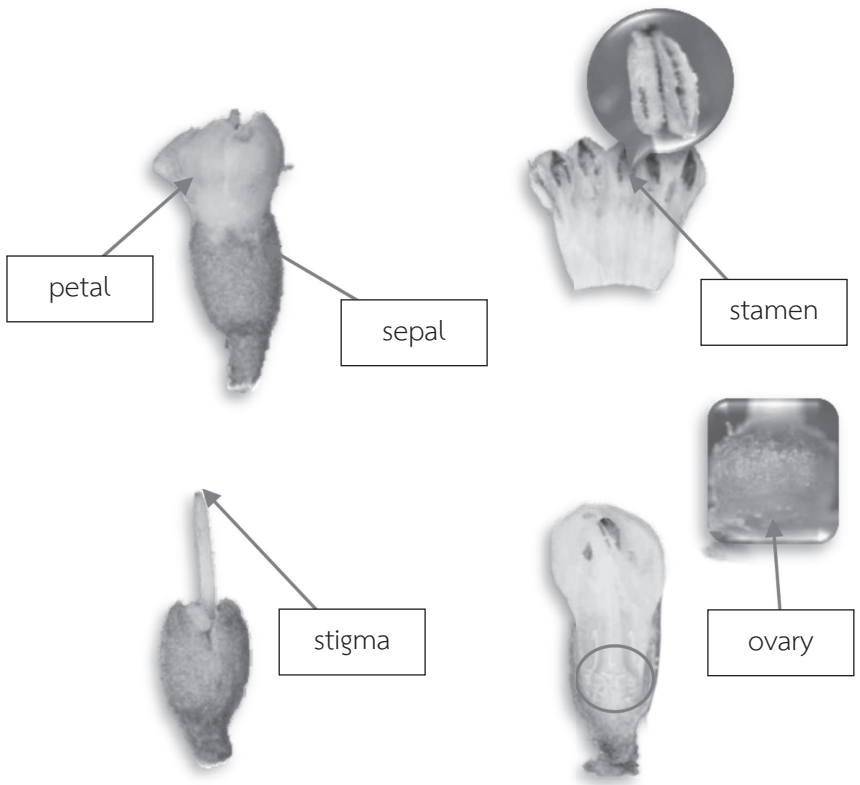

Figure 1 Flower parts of *Synsepalum dulcificum*

การพัฒนาการของดอก

จากการศึกษาการเจริญของดอกมหัศจรรย์ที่ปลูกในพื้นที่สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า พัฒนาการของดอกสามารถแบ่งออกเป็นระยะชัดเจนได้ 6 ระยะ (Fig 2) ได้แก่

1. ระยะไข่ปลา (small dot) มีลักษณะเป็นตุ่มเล็กๆ สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ติดอยู่บนลำต้นโดยตรง ยังไม่เห็นก้านดอกชัดเจน (Fig 2a)

2. ระยะกลมเล็ก (tiny ball) มีลักษณะตุ่มกลม โผล่พ้นลำต้นออกมา มีก้านดอกชัดเจนขึ้น (Fig 2b)

3. ระยะยืดยาว หรือลูกตุ้ม (elongated shape) มีลักษณะเป็นลูกตุ้มที่ยืดยาว ส่วนปลายอวบใหญ่มีสีน้ำตาลอ่อน ก้านดอกเรียวติดอยู่บนลำต้น (Fig 2c)

4. ระยะดอกขาว (white-color break) เป็นระยะที่เริ่มเห็นกลีบดอกสีขาวแสดงออกมาที่ปลายดอกแต่ยังไม่พ้นกลีบเลี้ยง (Fig 2d)

5. ระยะเห็นเกสรเพศเมีย (stigma seen) มีกลีบดอกสีขาวโผล่พ้นกลีบเลี้ยงชัดเจน ปลายดอกมียอดเกสรเพศเมียแทงออกมา กลีบดอกไม่คลี่บาน (Fig 2e)

6. ระยะกลีบดอกแห้ง (dried petal) ที่ปลายดอกมีกลีบดอกที่แห้งเหี่ยวเป็นสีน้ำตาลเกาะอยู่ (Fig 2f)

พัฒนาการแต่ละระยะใช้เวลาต่างกัน โดยจากระยะที่ 1 (ไข่ปลา) ถึงระยะที่ 2 (กลมเล็ก) ใช้เวลาประมาณ 30 วัน จากระยะที่ 2 ถึง ระยะที่ 3 (ยืดยาวหรือลูกตุ้ม) ใช้เวลาประมาณ 30 วัน จากระยะที่ 3 ถึงระยะที่ 4 (ดอกขาว) ใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน จากระยะที่ 4 ถึงระยะที่ 5 (เห็นยอดเกสรเพศเมีย) ใช้เวลาสั้นมากประมาณ 2-3 วัน และจากระยะที่ 5 ถึงระยะที่ 6 (กลีบดอกแห้ง) ใช้เวลาอีกประมาณ 20 วัน (Fig 3) โดยรวมแล้วการพัฒนาการของดอกมหัศจรรย์ใช้เวลาประมาณ 87-90 วัน (ประมาณ 3 เดือน) ซึ่งในเบื้องต้นพบว่าระยะที่ดอกเริ่มพัฒนา ตั้งแต่ระยะแรกจนถึงระยะที่เห็นกลีบดอกสีขาวโผล่พ้นกลีบเลี้ยง (ระยะที่ 4) ใช้เวลานานมาก ไม่ต่ำกว่า 2 เดือน ซึ่งบางครั้งดอกจะหลุดร่วงไปโดยไม่พัฒนาต่อหากต้นขาดน้ำหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม แต่ถ้าต้นได้รับน้ำสมบูรณ์ พัฒนาการของดอกในช่วงท้ายจะรวดเร็วมาก เพียง 2-3 วัน จากช่วงเห็นกลีบดอกถึงระยะเห็นยอดเกสรเพศเมียโผล่พ้นกลีบดอก จากนั้นอีกประมาณ 3 สัปดาห์ กลีบดอกจะเริ่มแห้งและเห็นรังไข่หรือผลเริ่มพัฒนาอย่างชัดเจน

ระยะเวลาการพัฒนาของดอกมหัศจรรย์ดังกล่าวใกล้เคียงกับการศึกษาของ Xingwei *et al*. (2016) ที่รายงานว่าดอกมหัศจรรย์ที่ศึกษาใช้เวลาในการเจริญประมาณ 100 วัน ส่วนจำนวนวันที่แตกต่างอาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของการเริ่มต้นเก็บข้อมูล และความแตกต่างของพื้นที่หรืออุณหภูมิในช่วงที่ทำการศึกษา โดย Xingwei *et al*. (2016) ศึกษาอยู่ที่มาเลเซีย มีการจำแนกระยะการพัฒนาของดอกเป็น 6 ระยะเช่นเดียวกัน โดยในช่วงต้น (ระยะที่ 1-3) มีการจำแนกที่คล้ายคลึงกัน แต่ในระยะท้ายมีการแบ่งระยะที่ละเอียดกว่าในการศึกษาครั้งนี้ โดยหลังจากระยะแทงยอดเกสรเพศเมียแล้ว (ระยะที่ 5 ของการศึกษาครั้งนี้ เท่ากับระยะที่ 4 ของการศึกษาของ Xingwei *et al*., 2016) โดย Xingwei *et al*. (2016) ได้แบ่งเป็นระยะดอกบาน (anthesis) อีก 1 ระยะเป็นระยะที่ 5 ซึ่งจะเห็นกลีบดอกพองขึ้นไม่บานชัดเจน แต่จะมีระยะเวลาสั้นมากก่อนที่กลีบดอกจะเหี่ยว (ระยะที่ 6) คือประมาณ 3-4 วัน แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้แยกระยะดอกบานนี้ออกมา ทำให้ระยะเวลาในการพัฒนาการของดอกระยะที่ 5 ยาวนานถึงประมาณ 20 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะดอกบานที่แบ่งโดย Xingwei *et al*. (2016) ซ่อนอยู่ในระยะที่ 5 ของการศึกษาครั้งนี้

การขยายตัวขนาดความกว้างและความยาวของดอก สอดคล้องกับลักษณะพัฒนาการของดอก คือ ในช่วงแรก (60 วัน หลังดอกพัฒนา) ขนาดของดอกจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และจะมีการพัฒนาขนาดอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะความยาวของดอกหลังจากที่กลีบดอกเริ่มแทงพ้นจากกลีบเลี้ยง (ระยะที่ 4 เป็นต้นไป) เนื่องจากกลีบดอกยืดยาวโผล่พ้นกลีบเลี้ยงชัดเจนขึ้น และความยาวดอกลดลงเมื่อกลีบดอกเหี่ยวแห้ง ในระยะที่ 6 (Fig 4)

Figure 2 Stages of miracle (*Synsepalum dulcificum*) flower development classified as stage I, small dot (a), stage II, tiny ball (30 d, b), stage III, elongatd shape (31-60 d, c), stage IV, white-color break (60-65 d, d), stage V, stigma seen (65-67 d, e), and stage VI, dried petal (87-90 d, f)

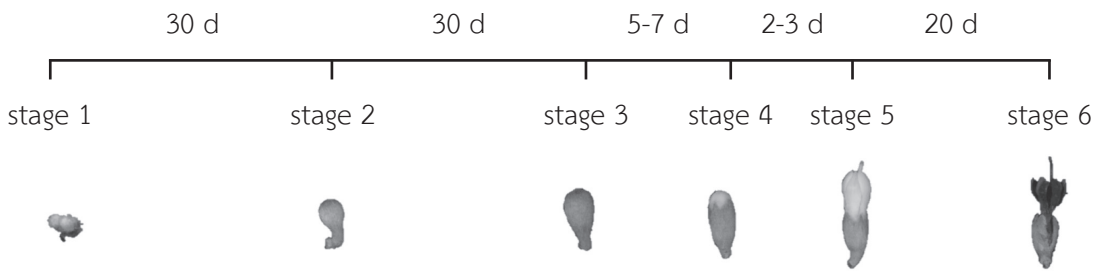

Figure 3 Stages of flower development

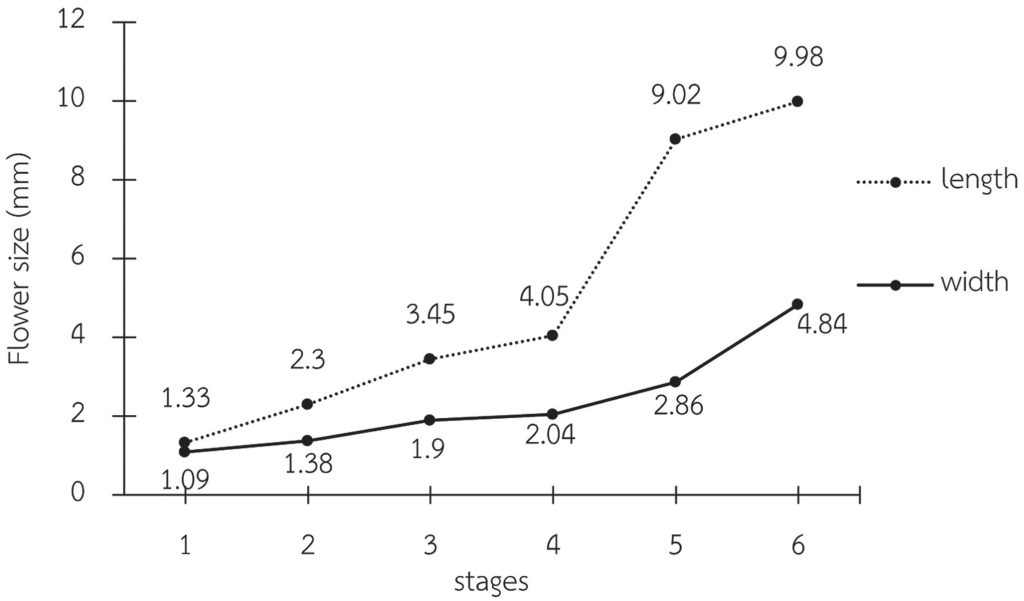

Figure 4 Flower size of *Synsepalum dulcificum* during development

การพัฒนาของผล

ผลมหัศจรรย์ จัดเป็นผลเดี่ยว (simple fruit) มีขนาดความกว้างผลประมาณ 1 เซนติเมตร และมีความยาวผลประมาณ 2 เซนติเมตร เมื่ออ่อนมีสีเขียว เปลี่ยนสีเป็นชมพู และแดงจัดเมื่อสุก ลักษณะผลเป็นแบบ stone fruit หรือผลเดี่ยวเมล็ดแข็ง มีผนังผลชั้นใน (endocarp) แข็ง ส่วนที่รับประทานได้เป็นผนังผลชั้นกลางหรือ mesocarp เมล็ดมีเยื่อหุ้มภายนอกสีขาว (Fig 5)

Figure 5 Fruit of *Synsepalum dulcificum*

จากการศึกษาสามารถแบ่งพัฒนาการของผลมหัศจรรย์ออกเป็น 5 ระยะ (Fig 6) คือ

1. ระยะติดผล ผลมีลักษณะสีเขียวเล็ก (fruit setting) อาจมีปลายของ stigma ติดอยู่ (Fig 6a)
2. ระยะผลอ่อนสีเขียว (green bean) ผลสีเขียวรูปทรงรี (Fig 6b)
3. ระยะผลเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือเหลืองอ่อน (white or light yellow bean) (Fig 6c)
4. ระยะผลเปลี่ยนเป็นสีชมพู (pink bean) (Fig 6d)
5. ระยะผลสีแดง (red bean) เป็นระยะที่ผลสุกเป็นสีแดงทั้งผล (Fig 6e)

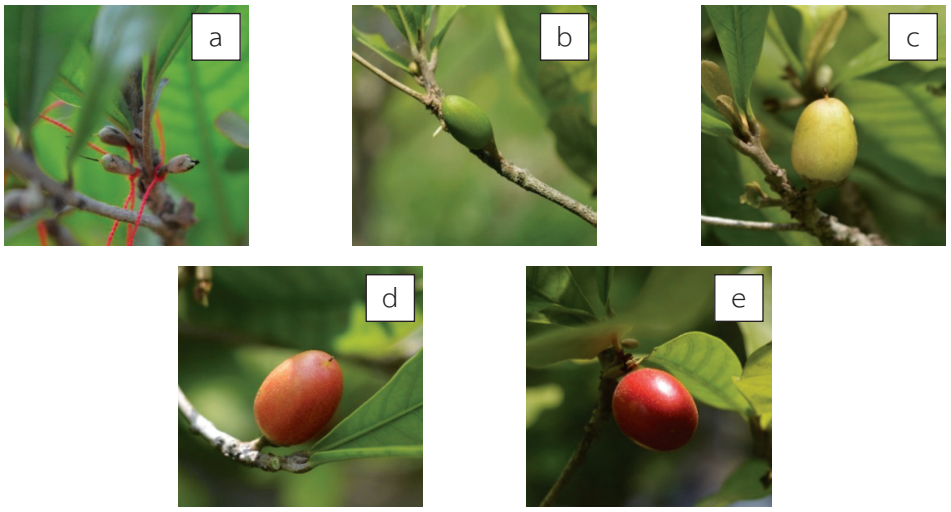

Figure 6 Stages of miracle (*Synsepalum dulcificum*) fruit development classified as fruit setting (a), green bean (b), white or light-yellow bean (c), pink bean (d), and red bean (e)

จากการศึกษาระยะพัฒนาการแต่ละระยะ พบว่า จากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาผล ประมาณ 15-30 วัน และจากระยะที่ 2 ถึงระยะที่ 3 ใช้ระยะเวลา 15 วัน จากระยะที่ 3 ถึงระยะที่ 4 ใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน และระยะที่ 4 ถึงระยะที่ 5 ใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน รวมแล้วการพัฒนาดอกจากระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 5 ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาผลประมาณ 40-60 วัน (Fig 7) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ระยะพัฒนาการของผล จากติดผลจนถึงสุกแดง มีระยะเวลาพัฒนาการที่น้อยกว่าในการศึกษาของ Xingwei *et al*. (2016) ซึ่งรายงานว่าผลมหัศจรรย์จะใช้เวลาประมาณ 100 วันหลังติดผล เมื่อตรวจสอบข้อมูลและขนาดผลที่เริ่มต้นพัฒนา พบว่าในการศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นช้ากว่างานดังกล่าว โดย Xingwei *et al*. (2016) เริ่มต้นตั้งแต่ระยะดอกเหี่ยว (ดอกระยะที่ 6) แต่ในการศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นจากรังไข่ที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน ซึ่งจะใช้เวลาพัฒนาการจากระยะดอกเหี่ยวประมาณ 2 สัปดาห์ และผลที่สุกแดงหากไม่ได้ดำเนินการเก็บจะมีระยะเวลาอยู่บนต้นอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งหากรวมระยะเวลาเข้าทั้งหมด จะมีอายุผลที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 90-100 วัน

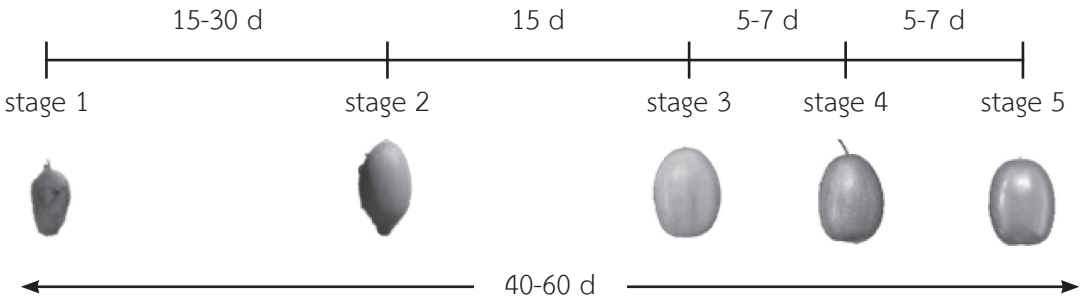

Figure 7 Stages of fruit development

พัฒนาการของผลแตกต่างจากการพัฒนาของดอก ผลมหัศจรรย์มีการพัฒนาที่เร็วในช่วงต้นหลังจากติดผล โดยเฉพาะความยาวผล สูงสุดในระยะที่ 4 หลังจากนั้นความยาวผลจะคงที่ ในขณะที่ขนาดความกว้างของผลขยายขนาดช้าลงเมื่อเทียบกับตอนต้นของการพัฒนาผล จนกระทั่งผลเปลี่ยนสีและสุกเป็นสีแดง (Fig 8)

น้ำหนักผลมหัศจรรย์ มีการพัฒนาสอดคล้องกับความยาวและความกว้างของผล โดยน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการพัฒนาและมีน้ำหนักสูงสุดในระยะที่ 5 คือผลสุกแก่เต็มที่ (Fig 9) สัดส่วนระหว่างเนื้อกับเมล็ดหรือสัดส่วนของส่วนที่รับประทานได้ (edible portion) กับเมล็ดเพิ่มขึ้นจากร้อยละประมาณ 40 ในระยะที่ 2 เป็นร้อยละประมาณ 80 ในระยะที่ 5 (Fig 10)

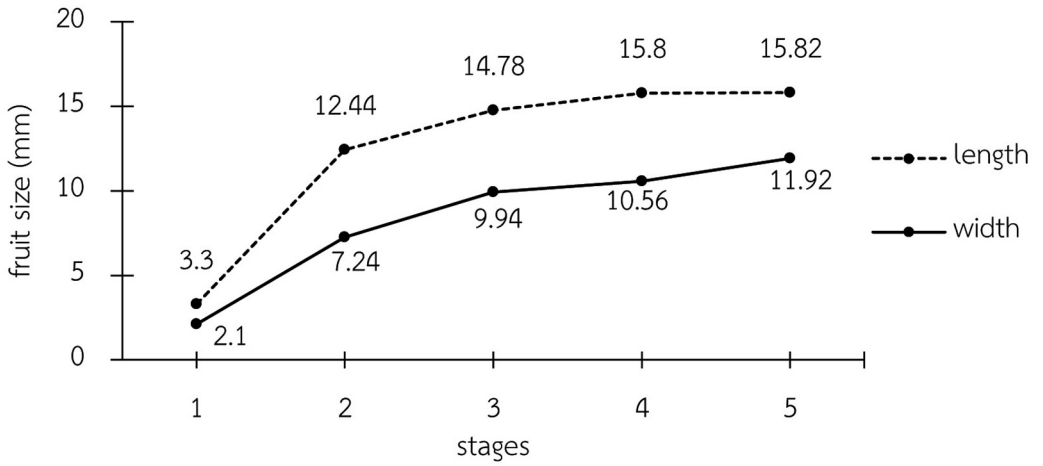

Figure 8 Fruit size of *Synsepalum dulcificum* during development

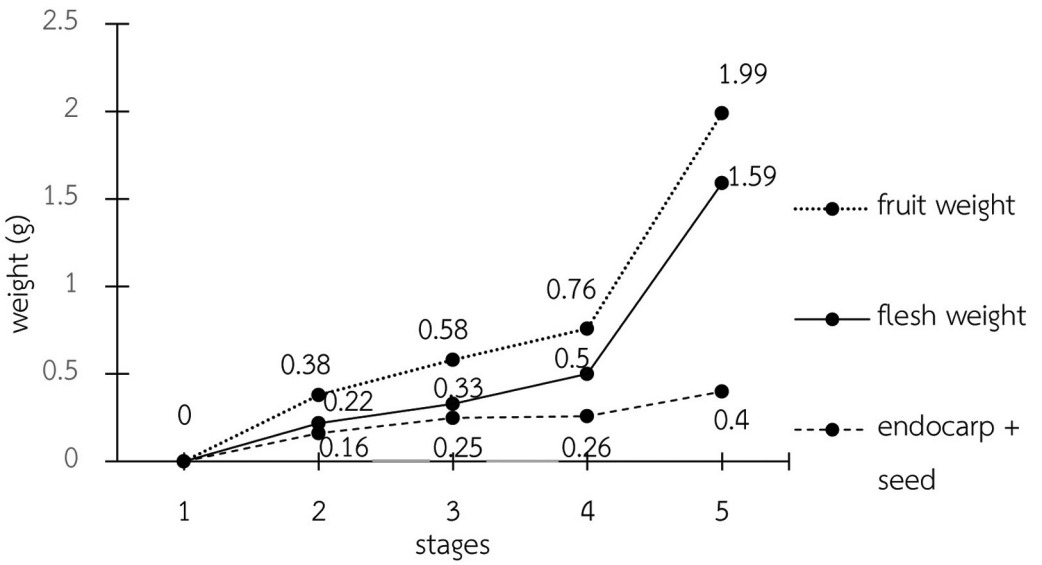

Figure 9 Weight of *Synsepalum dulcificum* fruit during development

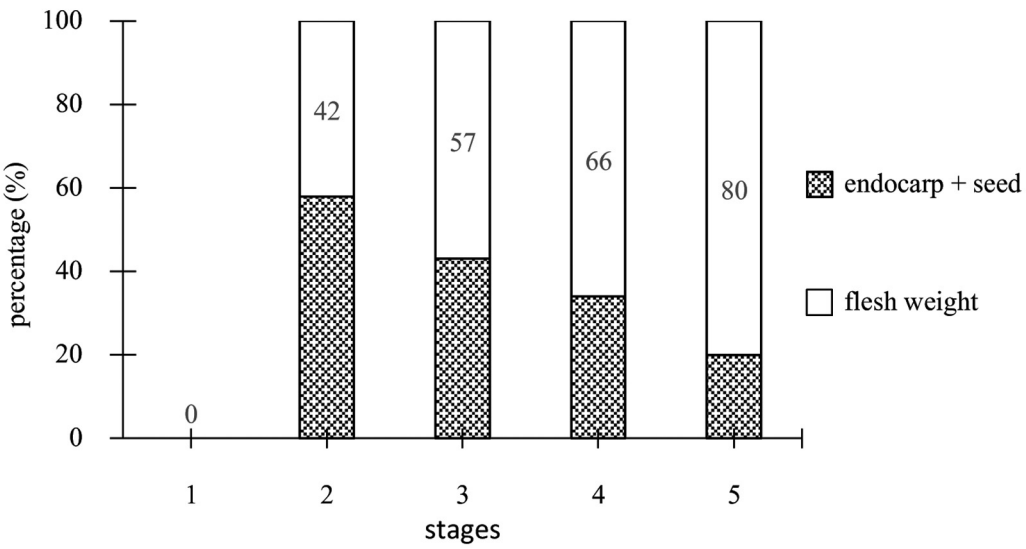

Figure 10 Percentage of edible portion of *Synsepalum dulcificum* fruit

สรุปผลการวิจัย

ต้นมหัศจรรย์อายุประมาณ 10 ปี ที่ปลูกในสาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ มีระยะพัฒนาการของดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์แบ่งเป็น 6 ระยะ ใช้เวลาพัฒนาการดอกประมาณ 90 วัน หลังจากเห็นตุ่มตาดอกอยู่บนกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกและกลีบเลี้ยงมีอย่างละ 5 กลีบ มีอับละอองเรณูติดอยู่กับกลีบดอกจำนวน 5 ใบ ก้านชูเกสรเพศเมียยาวและยื่นออกมานอกชั้นของกลีบดอกก่อนดอกจะบาน ส่วนในช่วงเดือนเมษายน พัฒนาการของผลแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ใช้เวลาประมาณ 40-60 วันนับจากวันที่สังเกตเห็นรังไข่ขยายชัดเจน การเจริญเติบโตของผลมีลักษณะเป็น simple sigmoid curve โดยช่วงแรก (ระยะที่ 1-2) ของการพัฒนาจะมีการขยายผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนค่อนข้างคงที่ เมื่อเข้าสู่ระยะเปลี่ยนสีจากผลสีเขียว เป็นสีชมพูอ่อน และสุกสีแดงในที่สุด ซึ่งจะเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2561. แนวทางการปลูกมิราเคิลให้ประสบผลสำเร็จ. แหล่งข้อมูล https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_90652 (12 ธันวาคม 2562).

นพปฎล มากบุญ. 2554. กลไกอัศจรรย์ของผลมหัศจรรย์ (miracle fruit). แหล่งข้อมูล http://www.siamensis.org/article/34652 (10 ธันวาคม 2562).

วิกิพีเดีย. 2556. มิราเคิล. แหล่งข้อมูล https://th.wikipedia.org/wiki/มิราเคิล (12 ธันวาคม 2562).

Andrade, A.C., M.B. Martins, J.F. Rodrigues, S.B. Coelho, A.C.M. Pinheiro and S.C. Bastos. 2019. Effect of different quantities of miracle fruit on sour and bitter beverages. Food Science and Technology 99: 89-97.

Koizumi, A., A. Tsuchiya, K. Nakajima, K. Ito, T. Terada, A. Shimizu-Ibuka, L. Briand, T. Asa ura, T. Misaka and K. Abe. 2011. Human sweet taste receptor mediates acid-induced sweetness of miraculin. PNAS 108 (40): 16819-16824.

Xingwei, C., T.L. Abdullah, S. Taheri, N.A.P. Abdullah and S.A. Hassan. 2016. Flower ontogenesis and fruit development of *Synsepalum dulcificum*. HortScience 51(6): 697-702.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(1):23-31
J. Agri. Prod.
23

ผลของสารสกัดยีสต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาต่อการเจริญของเอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of yeast extract combination with fish extract organic fertilizer on growth of *Dendrobium aphyllum in vitro* culture

รามิล จิระภิญโญ และ ประนอม ยังคำมั่น*

Ramin Jirapinyo and Pranom Yangkhamman*

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ประเทศไทย 50210

Bachelor of Science Program in Agriculture (Horticulture) Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand, 50210

* Corresponding author: pranomy@mju.ac.th

Abstract

This research aimed to know the effect of yeast extract combination with fish extract organic fertilizer on growth of *Dendrobium aphyllum in-vitro* culture for plantlets production of medicinal orchid under organic system and save cost. The various concentrations of yeast extract (0, 1, 1.5, 2, 2.5 or 3 g/l) were added in each treatment which contain 2 ml/l of fish extract organic fertilizer and they were compared with VW media (control). All treatments were supplemented with 150 ml/l coconut water, 100 g/l banana pulp, 20 g/l sugar and 1 g/l activated charcoal. The result showed that the stem number of *D. Aphyllum* was highest when their shoots were cultured in media which contain with 3 g/l yeast extract, while their stem growth and number of root were not significantly different in each treatment. The longest root length was obtained when they were cultured in VW media for 30-60 days and data was significantly different with other treatments. Therefore, this present study cloud be concluded that we can use the media which contained 2 ml/l fish extract organic fertilizer and add with 3 g/l yeast extract instant of VW media for *D. aphyllum in-vitro* culture and this media should be applied

with 150 ml/l coconut water, 100 g/l banana pulp, 20 g/l sugar and 1 g/l activated charcoal to enhance the growth of plant.

Keywords: Dendrobium orchid, Yeast extract, Organic fertilizer, *In-vitro* culture

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารสกัดยีสต์ร่วมกับสารสกัดจากปลาต่อการเจริญของเอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อการผลิตต้นกล้ากล้วยไม้เชิงสมุนไพรในระบบอินทรีย์และประหยัดต้นทุน โดยจากการทดลองได้นำหน่อเอื้องสายเชียงใหม่เลี้ยงในอาหารสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาความเข้มข้น 2.0 ml/l ร่วมกับสารสกัดจากยีสต์ 0, 1, 1.5, 2, 2.5 หรือ 3 g/l เทียบกับสูตรอาหาร VW (ชุดควบคุม) เพื่อประเมินผลการเจริญของต้นในสภาพปลอดเชื้อ โดยทุกสูตรเติมน้ำมะพร้าว 150 ml/l กล้วยหอม 100 g/l น้ำตาล 20 g/l และ ผงถ่าน 1 g/l ผลที่ได้พบว่า เอื้องสายเชียงใหม่มีแนวโน้มของการเกิดหน่อเพิ่มขึ้นและสูงสุดในอาหารที่เติมสารสกัดยีสต์ 3 g/l ในขณะที่การเจริญของหน่อและจำนวนรากไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสูตรอาหาร มีแต่เพียงการเจริญด้านความยาวรากในอาหาร VW ที่มีความยาวสูงสุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับอาหารสูตรอื่นๆ หลังเลี้ยงหน่อเอื้องสายเชียงใหม่เป็นเวลา 30-60 วัน จากการทดลองสรุปได้ว่า สามารถนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาความเข้มข้น 2.0 ml/l ร่วมกับสารสกัดยีสต์ 3 g/l มาใช้แทนอาหารสูตร VW สำหรับเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ได้ในสภาพปลอดเชื้อ และควรประยุกต์สูตรอาหารโดยการเติมน้ำมะพร้าว 150 ml/l กล้วยหอม 100 g/l น้ำตาล 20 g/l และ ผงถ่าน 1 g/l เพื่อเพิ่มสารอาหารอื่นๆ สำหรับช่วยส่งเสริมการเจริญของต้น

คำสำคัญ: กล้วยไม้สกุลหวาย สารสกัดยีสต์ ปุ๋ยอินทรีย์ การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

คำนำ

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium* spp.) ได้ถูกนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคกระเพาะอักเสบเรื้อรัง โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือด บรรเทาอาการไข้ และการเสื่อมสภาพของผิว ซึ่งในจีนได้นำกล้วยไม้สกุลหวายมาใช้เป็นยานานนับพันปีมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ทางยาในประเทศอื่นๆ ได้แก่ อินเดีย ไต้หวัน อินโดนีเซีย บังกลาเทศ ศรีลังกา เวียดนาม ไทย พม่า ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ เป็นต้น โดยตัวอย่างสารที่พบและมีผลทางยา ได้แก่ สาร polysaccharides มีสรรพคุณสร้างภูมิคุ้มกัน มีฤทธิ์ปกป้องตับ สาร alkaloids มีสรรพคุณยับยั้งสารอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง กระตุ้นระบบเซลล์ประสาท สาร phenolic compound มีสรรพคุณยับยั้งสารอนุมูลอิสระ และสาร Aromatic compound ให้กลิ่นเพื่ออารมณ์ผ่อนคลาย ตัวอย่างกล้วยไม้ที่นำมาใช้ทางสมุนไพร เช่น เอื้องคำ (*Dendrobium chrysotoxum*) โนบิเล (*D. nobile*) เอื้องสายเชียงใหม่ (*D. aphyllum*) เอื้องม่อนไข่ (*D. densiflorum*) เป็นต้น กล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ (*D. aphyllum*) เป็นพืชที่น่าสนใจตัวหนึ่ง เนื่องจากมีสารที่มีสรรพคุณทางยาสูง

และเป็นไม้ที่ดอกดกสวยงามนิยมนำมาใช้ทางพืชสวน ในปัจจุบันมีการนำส่วนของดอกและลำลูกกล้วยของเอื้องสายเชียงใหม่ (*D. aphyllum*) มาตากแห้งเป็นยาสมุนไพรในรูปของชาและสารสกัดในเชิงการค้า โดยจีนนิยมนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย (TianZi team, 2016; Yang *et al*., 2015; Ng *et al*., 2012; Zhang *et al*., 2008)

ในการผลิตพืชเพื่อการนำไปใช้เป็นเครื่องดื่มหรือเป็นยาสมุนไพร ควรต้องมีระบบการผลิตที่ปลอดภัย อย่างเช่น การผลิตภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งการผลิตสินค้าเกษตรในรูปแบบอินทรีย์ต้นกล้าที่นำมาปลูกเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตควรต้องมาจากการจัดการผลิตแบบอินทรีย์ด้วย ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาการนำสารอินทรีย์ต่างๆ มาทดลองใช้ในการเลี้ยงกล้วยไม้เพื่อคาดหวังว่าจะเป็นแนวทางสำหรับการผลิตต้นกล้าโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบอินทรีย์ และเพื่อต้องการลดต้นทุนสำหรับค่าอาหารในการเลี้ยงกล้วยไม้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลา โดยสำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน (2550) พบว่า มีปริมาณ N (0.98%), P (1.12%), K (1.03%), Ca (1.66%), Mg (0.24%), S (0.20%), Fe (160 mg/l), Mn (50 mg/l), Cu (30 mg/l), Zn (12 mg/l), ออกซิน (4.01 mg/l), จิบเบอร์เรลลิน (33.07 mg/l) และไซโตไคนิน (3.05 mg/l) ซึ่งสารดังกล่าวล้วนมีความสำคัญต่อการเจริญของพืช โดยทั่วไปการให้สารอาหารปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาแก่พืชจะให้โดยการฉีดพ่นทางใบ โดยอัตราส่วนที่แนะนำ คือ 20 ml/น้ำ 20 l หรือ 1 ml/l และถ้ารดลงดินจะให้ในอัตราส่วนที่แนะนำ คือ 40 ml/น้ำ 20 l หรือ 2 ml/l ซึ่งจะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของพืช

สารสกัดยีสต์มีส่วนประกอบของสารต่างๆ ได้แก่ Nitrogen (8-12%), Protein (50-75%), Amino nitrogen (3-5%), Carbohydrate (4-13%) และ วิตามิน เช่น thiamine (วิตามิน B1), inositol และ nicotinic acid (อรุณ, 2553) สารสกัดยีสต์ถูกนำมาใช้ส่งเสริมการเจริญของพืชในอาหารที่มีไนโตรเจนและวิตามินต่ำ เพื่อส่งเสริมการเจริญของเนื้อเยื่อพืช (Molnár *et al*., 2011) เช่น มีรายงานการเติมสารสกัดยีสต์ (0.2% w/v) ในอาหารเลี้ยงกล้วยไม้ *Dimorphorchis rossii* ในระยะโปรโตคอร์มช่วยส่งเสริมให้มีการเพิ่มปริมาณของโปรโตคอร์มที่ดี (Jualang *et al*., 2015)

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยทำการทดลองเลี้ยงหน่อเอื้องสายเชียงใหม่ลงบนอาหารที่เติมปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลา (Fish extract organic fertilizer; FE) ความเข้มข้น 2.0 ml/l ร่วมกับสารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract; YE) 0, 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 g/l ตามลำดับ เทียบกับสูตรอาหาร VW (Vacin & Went, 1949) ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงกล้วยไม้ทั่วไปในสภาพปลอดเชื้อ ในการเตรียมอาหารทุกสูตรของการทดลองนี้ได้ประยุกต์เพิ่มโดยการเติมน้ำมะพร้าวปริมาตร 150 ml/l กล้วยหอม 100 g/l น้ำตาล 20 g/l และ ผงถ่าน 1 g/l ปรับค่า pH ของอาหารเท่ากับ 5.0 อาหารถูกบรรจุในขวดขนาด 8 ออนซ์ ปริมาตร 30 ml/ขวด ทำการปิดฝาขวดและนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 20 นาที หลังจากอาหารเย็นได้ย้ายหน่อเอื้องสายเชียงใหม่ที่มีขนาดความสูงต้น 1 ซม. ความกว้างลำ 0.2 ซม. และจำนวนใบ 3 ใบ

ลงเลี้ยงบนอาหารแต่ละสูตร สูตรละ 10 ขวด ขวดละ 1 ต้น จากนั้นนำขวดกล้วยไม้มาจัดวางไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 ℃ และให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน ทำการบันทึกข้อมูลจำนวนหน่อ ความสูงหน่อ ความกว้างหน่อ จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนราก และ ความยาวราก นำค่าข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์ผลความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ผลการวิจัยและวิจารณ์

หลังเลี้ยงหน่อเอื้องสายเชียงใหม่ในอาหารที่มีสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาความเข้มข้น 2.0 ml/l ร่วมกับสารสกัดจากยีสต์ 0, 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 g/l เทียบกับสูตรอาหาร VW โดยทุกสูตรเติมน้ำมะพร้าวปริมาตร 150 ml/l กล้วยหอม 100 g/l น้ำตาล 20 g/l และ ผงถ่าน 1 g/l เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้านจำนวนหน่อ ความสูง และความกว้างหน่อ (Table 1) จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ (Table 2) และจำนวนราก (Table 3) แต่อย่างไรก็ตามหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน พบว่า การเติมสารสกัดยีสต์ในอาหารสูตรน้ำหมักปลามีแนวโน้มเพิ่มจำนวนหน่อได้ตามลำดับเมื่อเทียบกับในอาหารที่ไม่ได้เติมสารสกัดยีสต์และสูตรอาหาร VW (Table 1, Figure 1) นอกจากนี้ยังพบว่าการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ เป็นเวลา 60 วัน ไม่มีผลต่อจำนวนราก โดยทุกสูตรอาหารมีจำนวนรากเฉลี่ย 2.4-5.5 ราก (Table 3) แต่พบว่าสูตรอาหาร VW มีความยาวรากสูงสุดคือ 2.6 เซนติเมตร ในขณะที่สูตรอาหารอื่นมีความยาวรากสั้นกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อยู่ระหว่าง 0.4-1.2 เซนติเมตร (Table 3)

Table 1 Stem growth of *Dendrobium aphyllum* at 7, 30 and 60 days after culturing

Treatments	Number of stems			Stem length (cm)			Stem width (cm)			
	7	30	60	7	30	60	7	30	60	Days
VW	1.1	1.6	2.1	2.1	2.5	3.3	0.3	0.3	0.3	
FE+YE 0.0 g/l	1.0	1.4	1.7	1.8	2.2	2.6	0.3	0.3	0.3	
FE+YE 1.0 g/l	1.1	1.6	2.2	2.1	2.7	3.0	0.3	0.3	0.3	
FE+YE 1.5 g/l	1.0	1.7	2.2	2.3	2.7	2.5	0.3	0.3	0.3	
FE+YE 2.0 g/l	1.1	1.5	2.2	2.3	2.9	3.1	0.2	0.3	0.4	
FE+YE 2.5 g/l	1.0	1.8	2.3	2.2	2.8	3.1	0.3	0.3	0.3	
FE+YE 3.0 g/l	1.0	2.3	2.8	2.5	2.8	2.9	0.2	0.3	0.3	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

ns = not significantly different

Table 2 Leaf growth of *Dendrobium aphyllum* at 7, 30 and 60 days after culturing

Treatments	Number of leaves			Leaf width (cm)			Leaf length (cm)			
	7	30	60[(1)]	7	30	60	7	30	60	Days
VW	4.4	5.1	6.6	0.3	0.3	0.4	1.1	1.2^{b}	1.5	
FE+YE 0.0 g/l	4.3	4.9	4.9	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0^{b}	1.2	
FE+YE 1.0 g/l	4.4	4.9	4.5	0.3	0.3	0.4	1.1	1.2^{ab}	1.5	
FE+YE 1.5 g/l	4.2	4.3	3.7	0.3	0.3	0.3	1.2	1.1^{b}	1.2	
FE+YE 2.0 g/l	4.3	5.0	4.6	0.3	0.3	0.4	1.2	1.3^{ab}	1.6	
FE+YE 2.5 g/l	4.7	5.1	4.6	0.3	0.3	0.3	1.0	1.2^{b}	1.3	
FE+YE 3.0 g/l	4.5	4.9	4.6	0.3	0.3	0.4	1.3	1.5^{a}	1.6	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	

ns = not significantly different; * = significantly different at $p \leq 0.05$

Means comparing by Duncan Multiple Range Test.

[(1)] Number of leaves decreased at 60 days after culturing because of dry leaves occurred at the lower part of stem.

Table 3 Root growth of *Dendrobium aphyllum* at 7, 30 and 60 days after culturing

Treatments	Number of roots			Root length (cm)			
	7	30	60	7	30	60	Days
VW	1.7	3.7	5.3	0.3	1.2^{a}	2.6^{a}	
FE+YE 0.0 g/l	0.3	1.3	2.7	0.0	0.5^{bc}	1.1^{bc}	
FE+YE 1.0 g/l	0.8	3.3	5.2	0.3	0.5^{bc}	1.2^{b}	
FE+YE 1.5 g/l	1.4	2.2	2.5	0.3	0.4^{bc}	0.8^{bc}	
FE+YE 2.0 g/l	0.9	1.5	2.4	0.2	0.3^{c}	0.4^{c}	
FE+YE 2.5 g/l	1.3	3.6	5.5	0.3	0.7^{b}	0.8^{bc}	
FE+YE 3.0 g/l	1.1	3.0	4.3	0.3	0.5^{bc}	0.7^{bc}	
F-test	ns	ns	ns	ns	**	**	

ns = not significantly different; ** = significantly different at $p \leq 0.01$

Means comparing by Duncan Multiple Range Test.

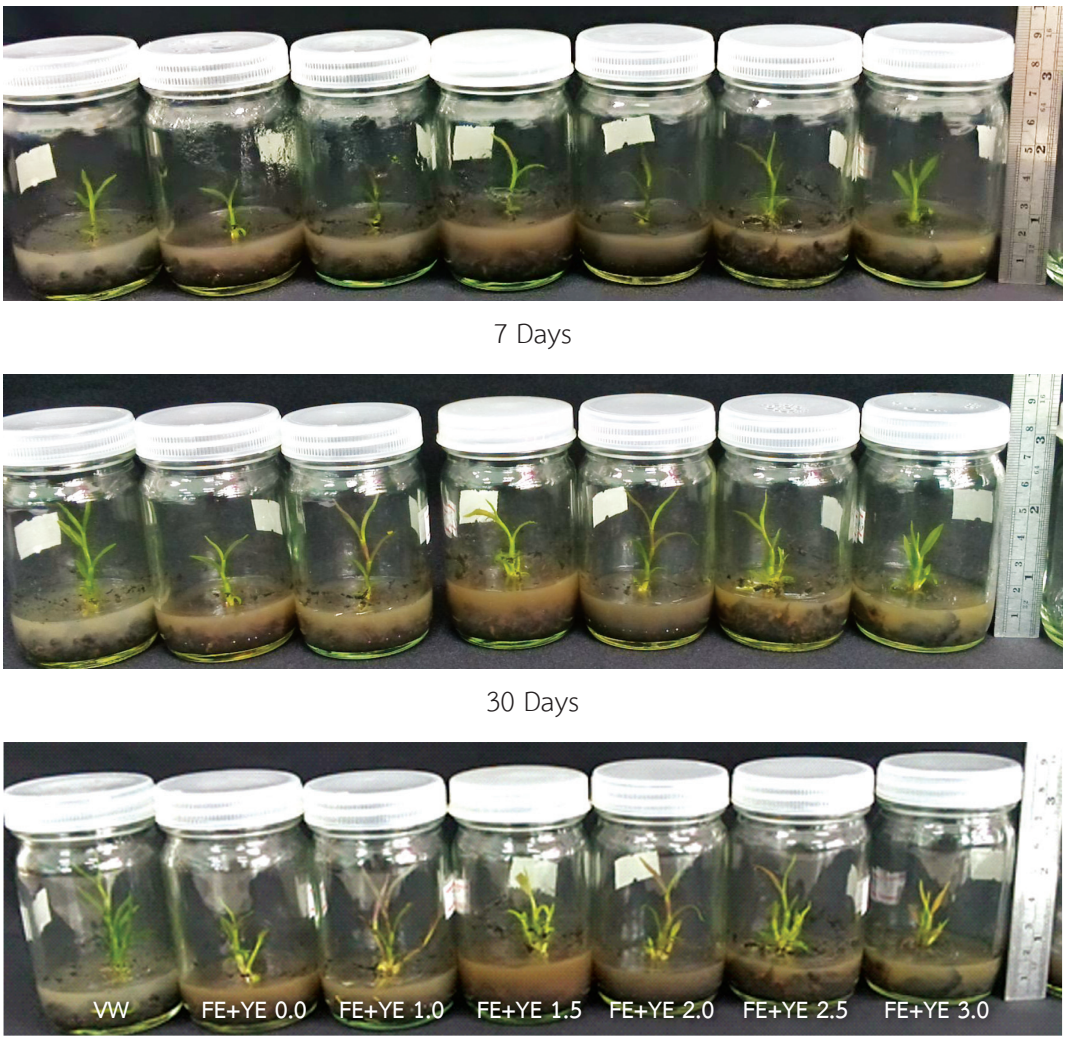

Figure 1 Growth of *Dendrobium aphyllum* at 7, 30 and 60 days after culturing

การนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาความเข้มข้น 2 ml/l ร่วมกับการเติมสารสกัดจากยีสต์ในอาหารเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้อให้ผลการเจริญที่ไม่แตกต่างจากสูตร VW และพบว่าการเติมสารสกัดยีสต์ 3.0 g/l ร่วมกับอาหารสูตรปุ๋ยน้ำหมักปลามีแนวโน้มให้จำนวนหน่อสูงสุด เมื่อเทียบกับในอาหารสูตรอื่นๆ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาและสารสกัดยีสต์มาใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้ออาจเนื่องมาจากอาหารสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาร่วมกับสารสกัดยีสต์มีสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ทั้งชนิดและปริมาณที่ใกล้เคียงกับสูตรอาหาร VW

จากข้อมูลของสำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน (2550) ที่ได้มีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของกลุ่มปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลา พบว่า มีปริมาณ N (0.98%), P (1.12%), K (1.03%), Ca (1.66%), Mg (0.24%), S (0.20%), Fe (160 mg/l), Mn (50 mg/l), Cu (30 mg/l), Zn (12 mg/l) และมีสารควบคุมการเจริญของพืช ได้แก่ ออกซิน (4.01 mg/l) จิบเบอร์เรลลิน (33.07 mg/l) และ ไซโตไคนิน (3.05 mg/l) ส่วนในสารสกัดยีสต์ที่ผลิตมาจำหน่ายเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารพบว่า มีส่วนประกอบของสารต่างๆ ได้แก่ Nitrogen (9-12%), Sodium chloride (0-0.5%), Protein (50-75%), Amino nitrogen (3-5%), Carbohydrate (4-13%) และ วิตามิน เช่น thiamine (วิตามิน B1), inositol และ nicotinic acid (อรุณ, 2553) และในกรณีของสูตรอาหาร VW (ประศาสตร์, 2538) มีชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ต่อลิตร ได้แก่ $Ca_3(PO_4)_2$ (200 mg/l), KNO_3 (525 mg/l), $MgSO_4.7H2O$ (250 mg/l), $(NH_4)_2SO_4$ (500 mg/l), $MnSO_4.H_2O$ (5.7 mg/l) และ $Fe_2(C_4H_4O_6)_3.2H_2O$ (28 mg/l)

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสารที่นำมาใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงกล้วยไม้ในสูตร VW มีชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่ใกล้เคียงกันกับสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาร่วมกับสารสกัดยีสต์ ขณะเดียวกันในอาหารที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาร่วมกับสารสกัดยีสต์ มีสารอื่นที่มากกว่าในสูตร VW คือ พวกวิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ที่เป็นสารสำคัญในการเจริญของพืชด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามในการเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงกล้วยไม้ในการทดลองครั้งนี้ ได้เติมสารอินทรีย์อื่นๆ ได้แก่ กล้วย (100 g/l) และน้ำมะพร้าว (150 ml/l) ร่วมด้วยในทุกสูตรอาหาร ซึ่งการเติมกล้วยและน้ำมะพร้าวก็มีการใช้ร่วมในอาหารสำหรับเลี้ยงและขยายปริมาณต้นกล้วยไม้โดยทั่วไปอยู่แล้ว เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีสารอาหารอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญของพืช รวมทั้งมีกรดอะมิโน กรดอินทรีย์ กรดนิวคลีอิค และฮอร์โมนพืชกลุ่ม ออกซิน และ ไซโตไคนิน ซึ่งน้ำมะพร้าวถูกนำมาเติมในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อส่งเสริมการแบ่งเซลล์พืชให้มีการเจริญที่เร็ว และช่วยกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพืช โดยเฉพาะในการเลี้ยงกล้วยไม้ (Molnár *et al*., 2011) เช่น ในงานวิจัยของ Jualang *et al*. (2015) ที่เติมน้ำมะพร้าว 10% (v/v) ในสูตรอาหาร MS มีผลต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์มไปเป็นต้นได้ดีในกล้วยไม้ *Dimorphorchis rossii* และการเติมน้ำมะพร้าวเพิ่มเป็น 15% (v/v) มีผลต่อจำนวนใบและความยาวรากที่มากขึ้น และสำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2553) รายงานว่ากล้วยมีสารอาหารอื่นๆ รวมทั้งมีกรดแอสคอร์บิก หรือ วิตามินซี (11.1 mg ในปริมาณเนื้อกล้วย 100 g) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้มีการนำกล้วย ปริมาณ 100 g มาเติมในอาหารสูตร VW (Vacin and Went), KC (Knudson) และ ½ MS (Murashige and Skoog) เพื่อเลี้ยงโปรโตคอร์มกล้วยไม้สกุลหวาย พบว่าการเติมกล้วยมีผลต่อการเจริญด้านน้ำหนักของโปรโตคอร์ม จำนวนหน่อ ความสูงหน่อ จำนวนใบ และความยาวใบที่ดี (Akter *et al*., 2007)

จากข้อมูลอ้างอิงดังนั้นกล่าวมาเป็นไปได้ว่าการเติมทั้งกล้วยและน้ำมะพร้าวช่วยเพิ่มสารพวกวิตามิน และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในอาหารสูตร VW รวมทั้งในสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาร่วมกับสารสกัดจากยีสต์ด้วย ซึ่งเป็นช่วงของสารปริมาณสารในอาหารที่มีผลต่อการเจริญของหน่อ

และจำนวนรากที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่า มีแนวโน้มของจำนวนหน่อที่เพิ่มขึ้นในกรณีเติมสารสกัดยีสต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยเห็นได้ชัดว่าการเติมสารสกัดยีสต์ 3.0 g/l ในอาหารสูตรปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลามีจำนวนยอดสูงสุด คือ 2.8 ยอด ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นปริมาณของวิตามิน เช่น thiamine (วิตามิน B1), inositol และ nicotinic acid หรือกรดอะมิโน ที่ได้จากการเพิ่มสารสกัดยีสต์ในอาหาร ซึ่งมีปริมาณที่สูงกว่าอาหารที่ไม่เติมสารสกัดยีสต์และรวมทั้งสูตรอาหาร VW ด้วย แต่ผลอาจไม่ชัดเจนทางสถิติในด้านการเจริญของจำนวนหน่อเอื้องสายเชียงใหม่ ทั้งนี้อาจเนื่องจากกล้วยไม้ที่นำมาเลี้ยงในการศึกษาเป็นระยะที่เจริญเป็นหน่อแล้ว และการให้ปริมาณสารสกัดยีสต์ในครั้งนี้ไม่มากพอสำหรับระยะการเจริญของกล้วยไม้ดังกล่าว ดังจากงานวิจัยของ Jualang *et al*. (2015) ได้รายงานไว้ว่าการให้สารสกัดยีสต์ (0.2% w/v) ในอาหารเลี้ยงกล้วยไม้ *Dimorphorchis rossii* ในระยะโปรโตคอร์มช่วยส่งเสริมให้มีการเพิ่มปริมาณของโปรโตคอร์มที่ดี แต่ไม่มีผลต่อการเจริญและพัฒนาไปเป็นต้นของโปรโตคอร์ม ดังนั้นเพื่อให้เกิดความชัดเจนควรต้องมีการศึกษาครั้งต่อไปในทั้งเรื่องของผลของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาร่วมกับการเติมสารสกัดยีสต์ในอาหารเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยทำการปรับการศึกษาเพิ่มในเรื่องระยะการเจริญของกล้วยไม้ เช่น ตั้งแต่การเพาะเมล็ดระยะโปรโตคอร์ม รวมถึงระยะต้นแต่ละขนาด และทำการปรับปริมาณการให้สารสกัดยีสต์ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมเพื่อยืนยันผลของปริมาณสารสกัดยีสต์ที่เหมาะสมต่อการเจริญและการขยายพันธุ์ของกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าสามารถนำปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักปลาความเข้มข้น 2.0 ml/l ร่วมกับสารสกัดยีสต์ 3 g/l มาใช้แทนอาหารสูตร VW สำหรับเลี้ยงกล้วยไม้เอื้องสายเชียงใหม่ได้ในสภาพปลอดเชื้อ และควรประยุกต์สูตรอาหารโดยการเติมน้ำมะพร้าว 150 ml/l กล้วยหอม 100 g/l น้ำตาล 20 g/l และ ผงถ่าน 1 g/l เพื่อเพิ่มสารอาหารอื่นๆ สำหรับช่วยส่งเสริมการเจริญของต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 และขอบคุณคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่อนุเคราะห์เรื่องสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2538. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. 2550. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2553. คุณค่าทางโภชนาการในผลไม้. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด, นนทบุรี.

อรุณ ชาญชันเชาว์วิวัฒน์. 2553. สารสกัดยีสต์. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ 10(2): 84-89.

Akter, S., K.M. Nasiruddin and A.B.M. Khaldun. 2007. Organogenesis of *Dendrobium* orchid using traditional media and organic extracts. J. Agric Rural Dev. 5(1 & 2): 30-35.

Jualang, A.G., R. Jawan and S.J. Spiridrin. 2015. Effect of yeast extract and coconut water on protocorm proliferation and growth development of *Dimorphorchis rossii*. Acta Biologica Malaysiana 4(2): 59-63.

Molnár Z., E. Virág and V. Ördög. 2011. Natural substances in tissue culture media of higher plants. Acta Biologica Szegediensis 55(1): 123-127.

Ng, T.B., J. Liu, J.H. Wong, X. Ye, S.C.W. Sze, Y. Tong and K.Y. Zhang. 2012. Review of research on *Dendrobium*, a prized folk medicine. Appl Microbiol Biotechnol 93: 1795-1803.

TianZi team. 2016. *Dendrobium aphyllum*. Available: https://www.natureproducts.net/Dendrobium/Dendrobium_aphyllum.html (March 1, 2019).

Yang, D., LY. Liu, ZQ. Cheng, FQ. Xu, WW. Fan, CT. Zi, FW. Dong, J. Zhou, ZT. Ding and JM. Hu. 2015. Five new phenolic compounds from *Dendrobium aphyllum*. Fitoterapia 100: 11-18.

Zhang, C.F., L. Shao, WH. Huang, L. Wang, ZT. Wang and LS. Xu. 2008. Phenolic components from herbs of *Dendrobium aphyllum*. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19294851 (March 1, 2019).

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(1):33-44
J. Agri. Prod.
33

การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟในตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

Operation of Coffee Growers and Processing Community Enterprise Groups in Thep Sadet Sub-district, Doi Saket District, Chiang Mai Province

เฉลิมพันธุ์ บุตรตานนท์ พหล ศักดิ์คะทัศน์* พุฒิสรรค์ เครือคำ นภารัศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย และ ธีร์ธวัช ปุรินทราภิบาล

Chaleomphun Bhudtanon, Phahol Sakkatat*, Phutthisun Kruekum, Napharat Vetchasitniraphai and Teetawat Purintrapibal

สาขาวิชาการส่งเสริมและสื่อสารเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
Department of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: phahol@mju.ac.th

Abstract

The objective of this research were to study personal characteristics, socio-economic of coffee growers and processing community enterprise member group, to study the operations of coffee grower and processing community enterprise group, to study the relationship between various factors and the operation of coffee grower and processing community enterprise group, and to study problems and recommendations of coffee growers and processing community enterprise group, Thep Sadet Sub-district, Doi Saket District, Chiang Mai Province. The population used in the study were 146 coffee farmers. Data were collected by questionnaires. Analyze data using description and Chi-square test.

The study found that most farmers are male, aged between 41-50 yeas, have completed high school education, have marital status, having 3-4 family members, 1-2 household labor, most have income 150,000-200,000 baht per year, have agricultural

area 1-10 rai, mostly receiving news from agricultural extension offices and had previously received agricultural training. The operations of the coffee grower and processing enterprise are at a high level. Factors that relate to the operation of community enterprise, coffee growers and processing group; in organization such as gender and training, the raw material production includes training, finance and account including training.

Problem and suggestion regarding the operative of community enterprise, coffee grower and processing groups, such as member's operative have delays receiving incorrect costumer order; such as order duplicate products repeat production errors in the production process and recording revenue wrong expense.

Keywords: operation, community enterprise, coffee growers and processing group

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ เพื่อศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ และเพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ ในตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟจำนวน 146 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพรรณนา และการใช้สถิติ Chi-square test

การศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีสถานภาพสมรส มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน มีจำนวนแรงงานทางด้านการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน ส่วนใหญ่มีรายได้ 150,000-200,000 บาทต่อปี มีจำนวนพื้นที่ทำการเกษตร 1-10 ไร่ ส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และส่วนใหญ่เคยเข้ารับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตร การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟอยู่ในระดับมาก ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ ด้านองค์กร ได้แก่ เพศ และการเข้ารับการอบรม ด้านการผลิตและวัตถุดิบ ได้แก่ การเข้ารับการอบรม และด้านการเงินและบัญชี ได้แก่ การเข้ารับการอบรม

สำหรับปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ เป็นปัญหาการปฏิบัติการดำเนินงานตามหน้าที่ของสมาชิก มีปัญหาในการทำความเข้าใจของสมาชิก ทำให้การดำเนินงานบางหน้าที่เกิดความล่าช้า เกิดปัญหาการสั่งสินค้าซ้ำซ้อนทำให้เกิดการผลิตสินค้าซ้ำ เกิดการผิดพลาดหรือการเสียเปล่าของผลผลิตในขั้นตอนการเปิดเครื่องหรือเริ่มแปรรูปของการผลิต และปัญหาการบันทึกรายรับ-รายจ่าย จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบการทำบัญชีในบางครั้ง

คำสำคัญ: การดำเนินงาน วิสาหกิจชุมชน กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทยที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรปีละประมาณ 3,000 ล้านบาท โดยในช่วงปี พ.ศ.2549-2553 ตลาดกาแฟมีการขยายตัวอย่างมาก ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปกาแฟในประเทศเพิ่มขึ้นจาก 47,000 ตัน ในปี พ.ศ.2549 เป็น 67,000 ตัน ในปี พ.ศ.2555 ในขณะเดียวกันผลผลิตกาแฟในประเทศกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากราคากาแฟที่ตกต่ำเป็นเวลานาน ทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นแทน เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล เนื้อที่ที่ให้ผลผลิตจึงลดลงจาก 429,878 ไร่ ในปี พ.ศ.2549 เหลือเพียง 279,060 ไร่ ในปี พ.ศ.2556 ทำให้ผลผลิตลดลงด้วย (อุตสาหกรรมกาแฟ, 2559)

พันธุ์กาแฟที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์โรบัสต้าร้อยละ 78 โดยแหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช ประจวบคีรีขันธ์ พังงา ส่วนพันธุ์อาราบิก้ามีเพียงร้อยละ 22 แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ตาก จึงทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการนำเข้าจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นด้วย และตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 ภายใต้ความตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน (AFTA) ประเทศไทยเปิดตลาดให้นำเข้ากาแฟเสรี โดยลดภาษีนำเข้าเมล็ดกาแฟและกาแฟสำเร็จรูปเหลือร้อยละ 5 และร้อยละ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ผลิตกาแฟในประเทศ ผู้ประกอบการแปรรูปกาแฟไทยนำเข้าเมล็ดกาแฟและกาแฟสำเร็จรูปจากต่างประเทศแทนการรับซื้อในประเทศ ประเทศคู่แข่งในการผลิตกาแฟของไทย ได้แก่ ประเทศเวียดนามและอินโดนีเซีย ซึ่งประเทศเหล่านี้สามารถผลิตกาแฟที่ให้ผลผลิตสูงกว่าและต้นทุนการผลิตต่ำกว่า การผลิตกาแฟของไทยจึงไม่สามารถแข่งขันกับเวียดนามได้ และเนื่องจากปัจจุบันสวนกาแฟของไทยร้อยละ 70 ของกาแฟโรบัสต้าเป็นสวนผสม ซึ่งเกษตรกรขาดการบำรุงรักษา ส่งผลให้ผลผลิตต่ำเฉลี่ยไร่ละ 136 กิโลกรัม ในขณะที่สวนที่ปลูกเป็นสวนเดี่ยวประมาณร้อยละ 30 ของกาแฟโรบัสต้าทั้งหมดให้ผลผลิตถึง 250 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกน้อยกว่าสวนผสมมาก ผลผลิตเฉลี่ยของประเทศจึงต่ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ดำเนินการยุทธศาสตร์กาแฟตั้งแต่ปี 2552-2556 สามารถบรรลุเป้าหมายได้ในระดับหนึ่งเนื่องจากติดขัดด้านงบประมาณ ไม่สามารถขยายผลได้ตามเป้าหมาย ในปี 2557-2560 ที่เข้าสู่ AEC จำเป็นที่อุตสาหกรรมกาแฟต้องเร่งพัฒนา โดยไทยมีศักยภาพด้านการแปรรูปและมีศักยภาพในการผลิตและส่งออกมาก ดังนั้นการพัฒนาในระยะต่อไปจำเป็นต้องจัดทำยุทธศาสตร์กาแฟ โดยเน้นการบริหารจัดการแบบครบวงจร (Supply Chain) บนพื้นฐานของศักยภาพ (Potential) และอัตลักษณ์ของกาแฟไทย พัฒนาตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ สู่ปลายน้ำ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต การพัฒนาคุณภาพเมล็ดกาแฟสู่มาตรฐานสากล การผลิตกาแฟเฉพาะถิ่นและการเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมแปรรูปกาแฟ เพื่อให้สามารถเป็นผู้นำสินค้ากาแฟในอาเซียนต่อไป (กรมวิชาการเกษตร, 2560)

ตำบลเทพเสด็จ นอกจากจะเป็นพื้นที่ที่อุดมไปด้วยต้นเสี้ยว ที่พร้อมจะผลิดอกบานในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม จนเกิดเป็นงาน “เทศกาลดอกเสี้ยวบานลานกาแฟเทพเสด็จ” แล้ว ภายในผืนป่าของตำบลท่ามกลางพงไพรแห่งนี้ ยังมากไปด้วยมวลไม้พันธุ์กาแฟอาราบิก้า ที่หลากหลาย

ว่ากันว่า กาแฟบริเวณพื้นที่แห่งนี้เป็นกาแฟที่มีคุณภาพดีที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย จึงถูกขนานนามให้เป็น “กาแฟเทพเสด็จ”

กาแฟเทพเสด็จ เป็นกาแฟคั่วสายพันธุ์อาราบิก้าแท้ 100% ที่ปลูกบนที่สูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 1,000-1,500 เมตรขึ้นไป มีสภาพภูมิอากาศค่อนข้างเย็นตลอดทั้งปี ทำให้ผลผลิตกาแฟอาราบิก้าของตำบลเทพเสด็จเป็นเมล็ดกาแฟที่ได้คุณภาพดีมีกลิ่นหอม รสชาตินำลิ้มลอง ซึ่งกาแฟที่คั่วมีด้วยกันทั้งหมด 3 ระดับ คือ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม ต้นกาแฟในตำบลเทพเสด็จเป็นไร่กาแฟที่กระจายอยู่ท่ามกลางผืนป่าใต้เงาร่มไม้ใหญ่ ซึ่งเมล็ดกาแฟจะให้คุณภาพที่ดีเมื่อได้รับแสงแดดอ่อนๆ เพียงรำไร การจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการปลูก การผลิต และการแปรรูปเมล็ดกาแฟ ทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกาแฟดอยป่าเมี่ยงเทพเสด็จ กลุ่มรุ่งเรืองพัฒนาเทพเสด็จ กลุ่มผู้ปลูกกาแฟและผลิตกาแฟอินทรีย์บ้านปางบง กลุ่มกาแฟเทพเสด็จและการแปรรูป โดยการรวมกลุ่มของเกษตรกรเริ่มขึ้น พ.ศ.2531 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง โดยการส่งเสริมความรู้ด้านการผลิต และสนับสนุนปัจจัยการผลิต รวมถึงด้านการตลาดแก่กลุ่มเกษตรกร ต่อมาในปี พ.ศ.2552 มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างกลุ่มเพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนสมาชิกที่ลดลง โดยเหลือเพียงคณะกรรมการอำนวยการเพียงฝ่ายเดียวเพื่อลดขั้นตอนการดำเนินงาน และการติดต่อสื่อสารของกลุ่มให้รวดเร็วขึ้น การเป็นสมาชิกของทั้ง 4 กลุ่มใช้วิธีการระดมหุ้นสมาชิกโดยหมู่ 7 มีจำนวนหุ้น 75 หุ้น (100 บาทต่อหุ้น) เงินรายได้จากสมาชิก 7,500 บาท รองลงมา หมู่ 4 และหมู่ 5 มีจำนวนหุ้น 68 หุ้นและ 46 หุ้น โดยมีเงินรายได้จากสมาชิก 6,800 บาท และ 4,600 บาท ตามลำดับ การบริหารจัดการด้านทุนของทั้ง 4 กลุ่มใช้วิธีการให้สมาชิกถือหุ้นหักเงินรายได้หลังการขายผลผลิตกิโลกรัมละ 1 บาทเข้าเป็นทุนของกลุ่ม และมีกระบวนการควบคุมคุณภาพการผลิตและแปรรูปให้ได้มาตรฐานเดียวกัน (Traveller Freedom, 2558)

คณะผู้ศึกษาจึงมีการศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มปลูกกาแฟและการแปรรูปกาแฟ ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ทราบว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่นๆ ที่มีความสนใจพัฒนากลุ่มวิสาหกิจของตนหรือผู้ที่สนใจเริ่มก่อตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ให้สามารถดำเนินงานไปสู่ความสำเร็จอย่างมั่นคง และสามารถต่อยอดไปเป็นผู้ประกอบการธุรกิจขนาดย่อมและขนาดกลางต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟที่เป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนในเขตพื้นที่ตำบลเทพเสด็จ ประกอบด้วย กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กาแฟดอยป่าเมี่ยงเทพเสด็จ รุ่งเรืองพัฒนากาแฟเทพเสด็จ กลุ่มผู้ปลูกและผลิตกาแฟอินทรีย์บ้านปางบง และกาแฟเทพเสด็จและการแปรรูปกาแฟ จำนวน 146 คน การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2559 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2560

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย และข้อมูลปฐมภูมิ

โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ปลูกกาแฟในเขตพื้นที่ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 4 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กาแฟดอยป่าเมี่ยง เทพเสด็จรุ่งเรืองพัฒนากาแฟเทพเสด็จ กลุ่มผู้ปลูกและผลิตกาแฟอินทรีย์บ้านปางบง และกาแฟเทพเสด็จและการแปรรูปกาแฟ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม และการวิเคราะห์การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ อธิบายโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งประกอบด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟในตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้สถิติ Chi-square test และ 3) การวิเคราะห์ปัญหา และข้อเสนอแนะของเกษตรกรใช้วิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่มข้อมูล

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ

ผลการศึกษาพบว่า สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 63.1 มีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 47.8 รองลงมามีอายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.6 และมีอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 19.6 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็นร้อยละ 67.4 รองลงมาชั้นประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 17.3 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 15.3 สมาชิกวิสาหกิจชุมชนทุกคนมีสถานภาพสมรส มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน คิดเป็นร้อยละ 69.6 รองลงมามีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 5-6 คน คิดเป็นร้อยละ 30.4 มีจำนวนแรงงานทางด้านการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน คิดเป็นร้อยละ 86.9 มีรายได้ 150,000-200,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 71.7 รองลงมามีรายได้มากกว่า 250,000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 28.3 เกษตรกรโดยส่วนใหญ่มีจำนวนพื้นที่การเกษตร 1-10 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 78.2 รองลงมามีพื้นที่ทำการเกษตรอยู่ที่ 11-20 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 21.8 ตามลำดับ กลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนทุกคนได้รับข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และทุกคนเคยเข้ารับการฝึกอบรม

การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ

การศึกษาการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟในตำบลเทพเสด็จ โดยการวัดระดับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชน พบว่า การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.54) โดยมีรายละเอียดแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านองค์กรมีการดำเนินงานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.57) รองลงมาด้านการตลาดและลูกค้ามีการดำเนินงานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.55) ด้านการผลิตและงานสนับสนุนการผลิตมีการดำเนินงานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.55) และด้านการบัญชีและการเงินมีการดำเนินงานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.48) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Level of the community enterprise operation of coffee and product processing farmers in Thep Sadet Sub-district Doi Saket district Chiang Mai province

(n=146)

Operation of coffee and product processing	$\bar{X}$	S.D.	Description
Organization	4.57	0.92	High
Marketing and customer	4.55	0.91	High
Production and production support	4.55	0.91	High
Account and finance	4.48	0.89	High
Total	**4.54**	**0.91**	**High**

High = 3.68-5.00, Moderate = 2.43-3.67, Low = 1.00 -2.33

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับระดับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ ใช้การทดสอบไคว์สแควร์ (Chi-square test) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ 10 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงานการเกษตร รายได้การเกษตร จำนวนพื้นที่ในการเกษตร การได้รับข่าวสารความรู้เกี่ยวกับกลุ่มวิสาหกิจ และการฝึกอบรมจากหน่วยงานราชการ และค่าความสัมพันธ์ต้องมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 และ 0.05 เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับระดับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยผลการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรกับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มปลูกกาแฟและการแปรรูปกาแฟตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผลดังนี้

ด้านองค์กร

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร กับการดำเนินงานด้านองค์กรโดยวิเคราะห์ตัวแปรอิสระจำนวน 10 ตัวแปร การศึกษาพบว่า มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับระดับการดำเนินงานด้านองค์กรที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่

1. เพศ (sig = 0.011) จากการศึกษาพบว่าการดำเนินงานในด้านองค์กรขึ้นอยู่กับเพศ โดยเพศชาย จะมีการดำเนินงานในด้านองค์กรได้ดีกว่าเพศหญิง ซึ่งเป็นเพราะเพศชายมีภาวะผู้นำ การเคารพความคิดเห็นและการควบคุมการบริหารงานและองค์กรได้ดี รวมไปถึงการให้ความเคารพสมาชิกองค์กรรายอื่นที่เป็นเพศหญิง โดยการรับฟังความคิดเห็นและการให้แสดงศักยภาพในการทำงานได้ตามความสามารถของสมาชิก สอดคล้องกับงานวิจัย

ของ ธีร์ธวัช และคณะ (2562) ที่พบว่า เพศ มีความสัมพันธ์ต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกลำไยของเกษตรกรในตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

2. การเข้ารับการอบรม (sig = 0.010) การเข้ารับการอบรมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นการให้ความรู้ทั้งด้านการบริหารงานขององค์กร การตลาด คุณภาพวัตถุดิบและการพัฒนาคุณภาพของผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การดำเนินงานเกิดการพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนการแปรรูปกาแฟเทพเสด็จในด้านองค์กร สอดคล้องกับงานวิจัยของจติพร และคณะ (2562) ที่พบว่า การเข้ารับการอบรม มีความสัมพันธ์กับการสร้างส่วนประสมการตลาดของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ในเขตอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (Table 2)

Table 2 Factors related to the community enterprise operation on organization of coffee and product processing farmers Thep Sadet Sub-district Doi Saket district Chiang Mai province

Variable	X^2	d.f.	Sig.
Sex	4.866	3	0.011*
Age	1.241	6	0.241
Marital status	3.462	3	0.253
Education attainment	6.264	6	0.574
No. of household member	2.001	3	0.175
No. of agricultural workforce	4.375	3	0.261
Income earned form the agricultural sector	1.275	3	0.623
No. of agricultural area	7.797	3	0.166
Community enterprise news/information perception	4.363	3	0.251
Training about community enterprise	2.386	3	0.010*

* Significant difference at probability level 0.05

ด้านการตลาดและลูกค้า

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร กับการดำเนินงานด้านการตลาดและลูกค้าโดยวิเคราะห์ตัวแปรอิสระจำนวน 10 ตัวแปร การศึกษาพบว่าไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีความสัมพันธ์กับระดับการดำเนินงานด้านการตลาดและลูกค้า (Table 3)

Table 3 Factors related to the community enterprise operation on marketing and customer of coffee and product processing farmers Thep Sadet Sub-district Doi Saket district Chiang Mai province

Variable	X^2	d.f.	Sig.
Sex	1.462	3	0.223
Age	1.563	6	0.623
Marital status	4.264	3	0.251
Education attainment	1.674	6	0.583
No. of household member	4.125	3	0.475
No. of agricultural workforce	7.475	3	0.353
Income earned form the agricultural sector	8.251	3	0.341
No. of agricultural area	3.451	3	0.476
Community enterprise news/information perception	2.226	3	0.562
Training about community enterprise	2.462	3	0.050

ด้านการผลิตและวัตถุดิบ

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร กับการดำเนินงานด้านการผลิตและวัตถุดิบโดยวิเคราะห์ตัวแปรอิสระจำนวน 10 ตัวแปร การศึกษาพบว่ามีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับระดับการดำเนินงานด้านการผลิตและวัตถุดิบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่

1. การเข้ารับการอบรม (sig = 0.012) จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้รับการอบรมด้านการผลิตและการบริหารด้านการผลิต ซึ่งเป็นความรู้ในเรื่องกระบวนการจัดหาวัตถุดิบ ปัจจัยการผลิต การบรรจุ การจัดส่งสินค้าให้ลูกค้า การดูแลเครื่องมือ และอุปกรณ์การผลิตสินค้า เพื่อเป็นการบริหารจัดการระบบการผลิตทั้งขั้นการเตรียมการผลิต ขั้นการผลิต และตลอดจนหลังการผลิต เป็นการรักษาและควบคุมคุณภาพอุปกรณ์ของการผลิต รวมไปถึงการคัดเลือกและตรวจสอบคุณภาพของวัตถุเพื่อให้ได้มาตรฐานตามความต้องการของลูกค้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุษกร

และศุภกัญญา (2558) ที่พบว่า การเข้ารับการอบรมมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักศึกษา คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (Table 4)

Table 4 Factors related to the community enterprise operation on production and production support of coffee and product processing farmers Thep Sadet Sub-district Doi Saket district Chiang Mai province

Variable	X^2	d.f.	Sig.
Sex	2.153	3	0.342
Age	1.143	6	0.551
Marital status	2.442	3	0.351
Education attainment	4.341	6	0.563
No. of household member	1.351	3	0.365
No. of agricultural workforce	4.353	3	0.251
Income earned form the agricultural sector	3.451	3	0.154
No. of agricultural area	3.575	3	0.435
Community enterprise news/information perception	2.441	3	0.173
Training about community enterprise	2.243	3	0.012*

* Significant difference at probability level 0.05

ด้านการเงินและบัญชี

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร กับการดำเนินงานด้านการเงินและบัญชีโดยวิเคราะห์ตัวแปรอิสระจำนวน 10 ตัวแปร การศึกษาพบว่ามีตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับระดับการดำเนินงานด้านการเงินและบัญชีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่

1. การเข้ารับการอบรม (sig = 0.010) กลุ่มวิสาหกิจได้รับการอบรมตามหมวดที่ 4 ในเรื่องการจัดการบัญชีขององค์กร ด้านรายรับ-รายจ่าย ด้านต้นทุนและกำไร ด้านการเงินของกลุ่ม และด้านทรัพย์สินและหนี้สิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนในการบริหารงานขององค์กร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจึงจัดทำแผนด้านการเงินและบัญชี เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อให้เกิดความโปร่งใสและตรวจสอบการดำเนินงานในเรื่องการเงินและบัญชีได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณฐิตากานต์ (2558) ที่พบว่า การเข้ารับการอบรม มีความสัมพันธ์กับการปรับเปลี่ยนไปสู่ระบบการผลิตผักอินทรีย์เกษตรกรรมบนพื้นที่สูงอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (Table 5)

Table 5 Factors related to the community enterprise operation on account and finance of coffee and product processing farmers Thep Sadet Sub-district Doi Saket district Chiang Mai province

Variable	X^2	d.f.	Sig.
Sex	1.563	3	0.562
Age	3.352	6	0.522
Marital status	3.562	3	0.119
Education attainment	5.588	6	0.348
No. of household member	2.004	3	0.262
No. of agricultural workforce	4.375	3	0.674
Income earned form the agricultural sector	2.678	3	0.453
No. of agricultural area	3.673	3	0.563
Community enterprise news/information perception	5.462	3	0.748
Training about community enterprise	2.573	3	0.010*

* Significant difference at probability level 0.05

ปัญหาและข้อเสนอแนะในการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ

จากการศึกษาปัญหา อุปสรรค ของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟเกี่ยวกับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ สรุปได้ว่าด้านองค์กร 1) การฝึกสอนการดำเนินงานตามหน้าที่ของสมาชิก มีอุปสรรคในการทำความเข้าใจหรือเกินความสามารถของสมาชิกทำให้การดำเนินงานบางหน้าที่มีความล่าช้า 2) มีบางตำแหน่งที่สมาชิกไม่มีความรู้ในการทำงานหรือจำนวนสมาชิกมีจำนวนไม่เพียงพอ ทำให้สมาชิกบางคนต้องทำงานหลายตำแหน่งทำให้การดำเนินงานบางส่วนล่าช้า ด้านการตลาดและลูกค้า 1) การดำเนินงานในส่วนการรับคำสั่งซื้อบางรายของลูกค้าผิดพลาด เช่น เกิดการสั่งสินค้าซ้ำซ้อน ทำให้เกิดการแปรรูปหรือการผลิตสินค้าซ้ำ ด้านการผลิตและวัตถุดิบ 1) เกิดผิดพลาดหรือการเสียเปล่าของผลผลิตในขั้นตอนการเปิดเครื่องหรือเริ่มแปรรูปของการผลิต 2) อุปสรรคของเครื่องแปรรูป เช่นเครื่องคั่วกาแฟที่เกิดติดขัดขึ้นระหว่างการผลิต ทำให้เสียเวลาในการซ่อมแซม จนบางครั้งต้องเลื่อนการส่งสินค้าออกไป 3) มีบางฤดูของผลผลิตที่คุณภาพไม่ได้มาตรฐานของการแปรรูป อาจจะเกิดจากภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดความเสียหายของผลผลิต ด้านการเงินและบัญชี 1) มีการบันทึกรายรับ-รายจ่าย หรือการเก็บหลักฐานของเงินเข้า ออกขององค์กรไม่ครบ จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบการทำบัญชีในบางครั้ง 2) การทำบัญชีมีความละเอียดในการรายงานและคำนวณ ทำให้เกิดการค้างของการทำบัญชีในบางครั้ง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สมาชิกมีสถานภาพสมรส มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน มีจำนวนแรงงานทางด้านการเกษตรในครัวเรือน 1-2 คน ส่วนใหญ่มีรายได้ 150,000-200,000 บาทต่อปี สมาชิกโดยส่วนใหญ่มีจำนวนพื้นที่การเกษตรอยู่ที่ 1-10 ไร่ กลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนได้รับข่าวสารจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และส่วนใหญ่เคยเข้ารับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตร

ระดับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.54) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ พบว่า สำหรับความสัมพันธ์กับด้านองค์กรมี 2 ตัวแปร ได้แก่ เพศ (sig = 0.011) และการเข้ารับการอบรม (sig = 0.010) ไม่มีความสัมพันธ์กับด้านการตลาดและลูกค้า ความสัมพันธ์กับด้านการผลิตและวัตถุดิบมี 1 ตัวแปร ได้แก่ การเข้ารับการอบรม (sig = 0.012) และความสัมพันธ์กับด้านการเงินและบัญชีมี 1 ตัวแปร ได้แก่ การเข้ารับการอบรม (sig = 0.010)

ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟส่วนใหญ่ เป็นปัญหาการฝึกสอนการดำเนินงานตามหน้าที่ของสมาชิก อาจมีอุปสรรคในการทำความเข้าใจหรือเกินความสามารถของสมาชิกทำให้การดำเนินงานบางหน้าที่มีความล่าช้า การดำเนินงานในส่วนการรับคำสั่งซื้อบางรายของลูกค้าผิดพลาด เช่น เกิดการสั่งสินค้าซ้ำซ้อน ทำให้เกิดการแปรรูปหรือการผลิตสินค้าซ้ำ ด้านการผลิตและวัตถุดิบ เกิดการผิดพลาดหรือการเสียเปล่าของผลผลิตในขั้นตอนการเปิดเครื่องหรือเริ่มแปรรูปของการผลิต การบันทึกรายรับ-รายจ่าย หรือการเก็บหลักฐานของเงินเข้า ออกขององค์กรไม่ครบ จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบการทำบัญชีในบางครั้ง

ข้อเสนอแนะ

1. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ควรให้ความรู้เกี่ยวกับการเปิดตลาดในช่องทางอื่น ๆ เช่น การนำสินค้าไปจัดบูธการแสดงสินค้า และการจำหน่ายผ่านตลาดออนไลน์ เป็นต้น

2. กองส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน กรมส่งเสริมการเกษตร ควรให้ความรู้ด้านการพัฒนา และการนำส่วนอื่นของต้นกาแฟมาแปรรูปเป็นสินค้าอื่นเพื่อให้เกิดความหลากหลายมากขึ้น

3. จากการศึกษาพบว่า การเข้าร่วมฝึกอบรมของเกษตรกรมีผลต่อการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชน ดังนั้นควรมีการจัดทำโครงการฝึกอบรมและศึกษาดูงานอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟ ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือจากเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกาแฟดอยป่าเมี่ยง เทพเสด็จ รุ่งเรืองพัฒนากาแฟเทพเสด็จ กลุ่มผู้ปลูกและผลิตกาแฟอินทรีย์บ้านปางบง และกาแฟเทพเสด็จและการแปรรูปกาแฟที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและร่วมดำเนินการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2560. ยุทธศาสตร์กาแฟ. แหล่งข้อมูล http://www.doa.go.th/hort/images/jsn_is_thumbs/images/hort/strategiccoffee.pdf (12 มิถุนายน 2560).

จุติพร อยู่คงธรรม พหล ศักดิ์คะทัศน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ ปิยะ พละปัญญา นภารัศม์ เวชสิทธิ์นิรภัย และปภพ จี้รัตน์. 2562. การสร้างส่วนประสมการตลาดของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอเบอรี่ในเขตอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(1): 55-67.

ณฐิตากานต์ ปินทุกาศ. 2558. การปรับเปลี่ยนไปสู่ระบบการผลิตผักอินทรีย์ของเกษตรกรรมบนพื้นที่สูงอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 3(3): 299-307.

ธีร์ธวัช ปุรินทราภิบาล พุฒิสรรค์ เครือคำ ภรณ์ปวีร์ คำอุด สุจิวรรณ โกติแพง สุชาดา ปงกา อารียา สุฤทธิ์ และปภพ จี้รัตน์. 2562. การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกลำไยของเกษตรกรในตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(3): 1-10.

บุษกร คำโฮม และศุภกัญญา จันทรุกขา. 2558. แบบจำลองการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักศึกษา คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. วารสารปัญญาภิวัฒน์ 7(พิเศษ): 86-98.

ปภพ จี้รัตน์ พุฒิสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์ และสายสกุล ฟองมูล. 2562. ทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อการทำเกษตรกรรมตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในเขตเทศบาลตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(1): 29-41.

อุตสาหกรรมกาแฟ. 2559. กาแฟพืชเศรษฐกิจ. แหล่งข้อมูล http://fic.nfi.or.th/foodsectordatabank-detail.php?id=17 (12 มิถุนายน 2560).

Traveller Freedom. 2558. ของดีตำบลเทพเสด็จ. แหล่งที่มาจาก http://www.tripchiangmai.com/chiangmaiboard/index.php?topic=9545.0;wap2 (12 มิถุนายน 2560).

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(1):45-53
J. Agri. Prod.

ผลของการจัดการปุ๋ยและการฉีดพ่นธาตุสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย

Effect of fertilizer management and zinc foliar on growth and yield of sugarcane

เจนจิรา หม่องอ้น[1*] ชัชวิจก์ ถนอมถิ่น[1] ปราณี ศิริพันธ์[2] และ อารมย์ จันทะสอน[2]

Jenjira Mongon[1*] Chachavijk Thanomthin[1] Pranee Siriphan[2] and Arom Jantasorn[2]

[1] สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2] วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดนครนายก 26120

[1] Division of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

[2] Bodhivijjalaya College, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, 26120, Thailand

[*] Corresponding author: jenjira_mongon@hotmail.com

Abstract

Effect of fertilizer management and zinc foliar on growth and yield of sugarcane var. LK9211 was studied at Khanu Woralaksaburi district, Kamphaeng Phet province. The experiment was laid out in 3 × 2 factorial in RCBD with 2 treatments including no-fertilizer (control), organic and chemical fertilizer and zinc application rates of 0 (0Zn) and 26.5 mgL^{-1} (+Zn) and 4 replications. The fertilizers were applied thrice each at top-dressed, 6 and 9 months after planting and zinc applications were foliar twice each at 6 and 9 months after planting. Growth and yield of sugarcane were collected at 13 months after planting. The results showed that numbers of stalk per hill, stalk diameter and total soluble solids were not statistically difference. Stalk length and yield of sugarcane grown in organic fertilizer treatment were higher than control and chemical fertilizer treatment. Zinc foliar displayed higher stalk length and yield than not foliar. Moreover, stalk length and yield of sugarcane grown in different fertilizer management were differently response to Zn application. Stalk length of +Zn was increased from 0Zn up to 36.8% when grown in control, while the increasing was 22.1% in chemical fertilizer treatment and only 10.9%

in organic fertilizer treatment. In addition, yield of +Zn sugarcane was increased for 30.3% and 26.5% in control and chemical fertilizer but not differed in organic fertilizer. The result indicates that Zn foliar enhance growth and yield of sugarcane grown in low fertility soil.
Keywords: Sugarcane, Fertilizer management, Zinc, Foliar

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่นธาตุสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย พันธุ์ LK9211 ที่ปลูกใน อำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร วางแผนการทดลองแบบ 3 × 2 factorial in RCBD มี 2 ปัจจัยคือ ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี และการฉีดพ่นธาตุสังกะสี ความเข้มข้น 0 (0Zn) และ 26.5 mgL^{-1} (+Zn) จำนวน 4 ซ้ำ การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 3 ครั้ง คือรองพื้นพร้อมปลูก ระยะ 6 เดือน และ 9 เดือนหลังปลูก และฉีดพ่นธาตุสังกะสี จำนวน 2 ครั้ง ที่ระยะ 6 เดือน และ 9 เดือนหลังปลูก เก็บข้อมูลเมื่ออ้อยมีอายุ 13 เดือน ผลการทดลองพบว่าจำนวนลำต่อกอ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของอ้อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ความยาวลำและผลผลิตอ้อยของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่ามากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี การฉีดพ่นธาตุสังกะสีมีความยาวลำและผลผลิตอ้อยมากกว่าการไม่ฉีดพ่น นอกจากนี้ความยาวลำและผลผลิตอ้อยที่มีการจัดการปุ๋ยแตกต่างกันตอบสนองต่อการฉีดพ่นธาตุสังกะสีอย่างแตกต่างกัน โดยความยาวลำอ้อย +Zn จะมากกว่า 0Zn ถึง 36.8% ในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีจะเพิ่มขึ้น 22.1% และเพิ่มเพียง 10.9% เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนผลผลิตอ้อยมีการตอบสนองแตกต่างจากความยาวลำ คือ ในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี +Zn มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 0Zn 30.3% และ 26.5% ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่าง +Zn และ 0Zn ผลการศึกษาแสดงว่าการฉีดพ่นธาตุสังกะสีช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้
คำสำคัญ: อ้อย การจัดการปุ๋ย ธาตุสังกะสี การฉีดพ่น

คำนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทยเนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 47 จังหวัด จำนวน 12,236,074 ไร่ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยมากที่สุด ได้แก่ นครสวรรค์ กำแพงเพชร และ กาญจนบุรี (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2562) การเพาะปลูกอ้อยของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมระดับปานกลาง (55.5%) และระดับต่ำ (21.8%) คือสภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โครงสร้างดินไม่เหมาะสม มีจำนวนวันฝนตกน้อย ทำให้เกษตรกรต้องจัดหาวัสดุปรับปรุงดิน วิธีการบำรุงอ้อย และวิธีการจัดการน้ำให้เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางที่ใช้ปฏิบัติเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยมาอย่างยาวนาน สามารถเพิ่มผลผลิตให้แก่อ้อยได้ดีหากใช้อย่างเหมาะสม มีรายงานการใช้ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินในพื้นที่เพาะปลูกอ้อยเขตน้ำฝนจังหวัดมหาสารคามสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และอ้อยตอ2 เฉลี่ยถึง 15.0 ตันต่อไร่ (อนุชา และคณะ, 2557) ขณะที่ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยของประเทศไทยอยู่ที่ 10.8 ตันต่อไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2562) ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัม และใส่ปุ๋ยเคมี 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมพบว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของอ้อยในด้านความยาวและน้ำหนักต่อลำของอ้อยได้สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเมื่อปลูกในดินชุดกำแพงแสน แต่ทั้ง 3 กรรมวิธีกลับมีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกัน (นรีรัตน์, 2554) แสดงว่าการปลูกอ้อยในบางพื้นที่นอกจากการใส่ปุ๋ยเคมีผสม N-P-K เกรดต่างๆ ตามคำแนะนำแล้วอ้อยยังมีความต้องการธาตุอาหารอื่นเพิ่มเติมในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต

ธาตุสังกะสีเป็นจุลธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์เอนไซม์ และการสังเคราะห์ Indole acetic acid และ Auxin ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (Marschner, 1995) มีรายงานการใส่ธาตุสังกะสีทางดินและทางใบร่วมการใส่ปุ๋ย N-P-K แก่อ้อยที่ปลูกในดินเหนียวปนร่วนที่ประเทศปากีสถานพบว่ามีผลผลิตและปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและการใส่ธาตุสังกะสีทางใบจะเพิ่มการเจริญเติบโตของอ้อยมากกว่าการใส่ทางดิน (Panhwar *et al*., 2003) อย่างไรก็ตาม การใช้จุลธาตุเพื่อการเพาะปลูกอ้อยในประเทศไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้จุลธาตุร่วมกับการจัดการปุ๋ยในรูปแบบต่างกัน การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่นธาตุสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ตำบลยางสูง อำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2561 วางแผนการทดลองแบบ 3 × 2 factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กำหนดปัจจัยในการทดลอง 2 ปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัยปุ๋ย 3 ชนิด ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic fertilizer) และปุ๋ยเคมี (Chemical fertilizer) และปัจจัยการฉีดพ่นสารละลายสังกะสี 2 ระดับ ได้แก่ ไม่ฉีดพ่น (0Zn) และฉีดพ่นสารละลายสังกะสี (+Zn) จากนั้นทำการไถเตรียมแปลงสำหรับปลูกอ้อยพันธุ์ LK9211 แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง x ยาว เป็น 6 × 6 ม. วางท่อนพันธุ์ขนาดประมาณ 30 ซม. ไปตามร่องตลอดความยาวแถวซึ่งมีระยะห่างระหว่างแถว 2 ม. การใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตรปรับปรุงดินอัตรา 200 กก./ไร่ หรือปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูกอ้อย 6 เดือน โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตรปุ๋ยไส้เดือนอัตรา 120 กก./ไร่ หรือปุ๋ยเคมีสูตร 27-12-6 อัตรา 50 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 ใส่หลังปลูกอ้อย 9 เดือน โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตรปุ๋ยไส้เดือนอัตรา 120 กก./ไร่ หรือปุ๋ยเคมีสูตร 27-12-6 อัตรา 50 กก./ไร่ ส่วนการพ่นสารละลายสังกะสีจะใช้ $ZnSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 26.5 mgL^{-1} ผสม

สารจับใบยี่ห้อ Amway-แอ็ปซ่า 80 ฉีดพ่นทางใบจนเปียกชุ่ม จำนวน 2 ระยะ คือระยะ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก ทำการเก็บเกี่ยวที่อายุ 13 เดือน โดยเก็บข้อมูลจำนวนลำอ้อยต่อกอ ความยาวของลำอ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยโคน กลาง ปลายของลำอ้อย ผลผลิตต่อไร่ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ความหวาน) ของน้ำอ้อยคั้นสดเฉลี่ยจากโคน กลาง ปลายของลำอ้อยวัดโดยเครื่อง Brix refractometer (รุ่น PAL-1 Atago) จากนั้นวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) ของแต่ละปัจจัยการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference โดยโปรแกรม Statistix8 ที่ระดับ $P<0.05$

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของอ้อย

การจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลต่อจำนวนลำอ้อยต่อกอเล็กน้อย โดยพบว่าอ้อยที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมีจำนวนลำอ้อยต่อกอไม่แตกต่างกันคือจำนวน 10 ลำต่อกอ และทั้งสองกรรมวิธีมีจำนวนลำอ้อยมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยประมาณ 4.2% ค่าเฉลี่ยของจำนวนลำอ้อยต่อกอในกรรมวิธีการฉีดพ่นสังกะสีจะมีค่ามากกว่าการไม่ฉีดพ่นเล็กน้อยคือประมาณ 4.2% เช่นกัน ขณะที่ผลของการฉีดพ่นธาตุสังกะสีต่อจำนวนลำอ้อยในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีนั้นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยพบว่าการฉีดพ่นธาตุสังกะสีมีจำนวนลำอ้อยมากกว่าการไม่ฉีดพ่นถึง 14.4% (Figure 1)

ความยาวของลำอ้อยในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุดถึง 252 ซม. ขณะที่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีกับการไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวลำอ้อยไม่แตกต่างกันคือ 237 และ 238 ซม. ตามลำดับ ส่วนความยาวลำอ้อยของกรรมวิธีการฉีดพ่นธาตุสังกะสีนั้นมีค่าเฉลี่ยที่ 258 ซม. ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีการไม่ฉีดพ่นที่มีความยาวเฉลี่ยเพียง 227 ซม. ทั้งนี้ยังพบว่าการฉีดพ่นธาตุสังกะสีร่วมกับการจัดการปุ๋ยส่งผลต่อความยาวลำอ้อยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อมีการจัดการร่วมกับการฉีดพ่นสังกะสีมีความยาวลำอ้อยมากกว่าการไม่ฉีดพ่นเพียงเล็กน้อยที่ 10.9% ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีเมื่อมีการจัดการร่วมกับการฉีดพ่นสังกะสีมีความยาวลำอ้อยมากกว่าการไม่ฉีดพ่นเพิ่มขึ้นที่ 22.1% ขณะที่กรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยกลับพบว่าการฉีดพ่นธาตุสังกะสีช่วยเพิ่มความยาวลำอ้อยมากกว่าการไม่ฉีดพ่นมากถึง 36.8% (Figure 2)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยของแต่ละกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยของกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และใส่ปุ๋ยเคมีเป็น 31.8 31.7 และ 31.9 มม. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีการฉีดพ่นธาตุสังกะสีพบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อยโดยการฉีดพ่นธาตุสังกะสีจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยที่ 32.5 มม. ซึ่งมากกว่าการไม่ฉีดพ่นธาตุสังกะสีที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 31.2 มม. หรือคิดเป็น 4.2% และเป็นที่น่าสังเกตว่าในกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยนั้นหากมีการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยจะเพิ่มขึ้นถึง 9.5% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสี (Figure 3)

ผลผลิตและคุณภาพของอ้อย

การจัดการปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่นธาตุสังกะสีส่งผลให้ผลผลิตอ้อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณารายปัจจัยพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยเคมีนั้นมีน้ำหนักผลผลิตที่ 21.6 23.2 และ 19.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่การไม่ฉีดพ่นและการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีจะมีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยที่ 19.5 และ 23.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้แต่ละกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยมีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีที่แตกต่างกัน กล่าวคือในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะมีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีต่ำที่สุดคือมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการไม่ฉีดพ่นเพียง 3.1% รองลงมาได้แก่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีที่การฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีช่วยเพิ่มผลผลิตขึ้นจากการไม่ฉีดพ่น 26.5% และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยพบว่าการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีช่วยเพิ่มผลผลิตได้มากที่สุดถึง 30.3% (Figure 4)

การจัดการปุ๋ยและการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีไม่ทำให้คุณภาพของอ้อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือความหวานของน้ำอ้อยคั้นสดจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และใส่ปุ๋ยเคมี มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 22.1 21.4 และ 21.1 % บริกซ์ ขณะที่การไม่ฉีดพ่นและการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 21.0 และ 22.1 % บริกซ์ ตามลำดับ แต่ก็เป็นที่น่าสังเกตว่าในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์นั้นการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีสามารถเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ให้แก่น้ำอ้อยถึง 10.8% ขณะที่การฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีในกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยเคมีนั้นสามารถเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ให้แก่น้ำอ้อยเพียง 2.3 และ 3.9% ตามลำดับ (Figure 5)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี (Figure 1, 2 and 4) แสดงให้เห็นว่าอ้อยที่ปลูกในพื้นที่ศึกษามีความต้องการธาตุอาหารรองและ/หรือจุลธาตุเพิ่มเติมจากธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นส่วนประกอบในปุ๋ยเคมี จุลธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นมักพบในปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าปุ๋ยเคมี (ยงยุทธ และคณะ, 2556) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างดินให้มีความร่วนซุย มีส่วนช่วยในการตรึงธาตุสังกะสีและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (Chen *et al*., 2019) จึงทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่อยู่ในเกณฑ์ดี และอาจเป็นสาเหตุให้กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันของความยาวลำและผลผลิตระหว่างกรรมวิธีการฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่นธาตุสังกะสี

ในกรณีที่ดินมีธาตุอาหารต่ำดังเช่นกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยก็พบว่าการฉีดพ่นด้วยธาตุสังกะสีสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2 and 4) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าการใส่ธาตุสังกะสีแก่อ้อยช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้ง ผลผลิต และช่วยปรับปรุงอ้อยตอให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น (Franco *et al*., 2011) รวมถึงช่วยเพิ่มจำนวนข้อและขยายความยาวปล้องให้แก่อ้อยตออีกด้วย (Jamro *et al*., 2002) จุลธาตุยังมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายน้ำตาลในอ้อย โดยมีรายงานว่าการฉีดพ่นธาตุสังกะสีร่วมกับธาตุเหล็กและธาตุฟอสฟอรัสสามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลในอ้อยได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Pawar *et al*., 2003) ผลการศึกษา

ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือความหวานของน้ำอ้อยคั้นสดในแต่ละกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (Figure 5) ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยด้านความแตกต่างระหว่างพันธุ์ของอ้อยที่ตอบสนองต่อการฉีดพ่นธาตุสังกะสีแตกต่างกัน ปัจจัยความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่เหมาะสม และปัจจัยด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น

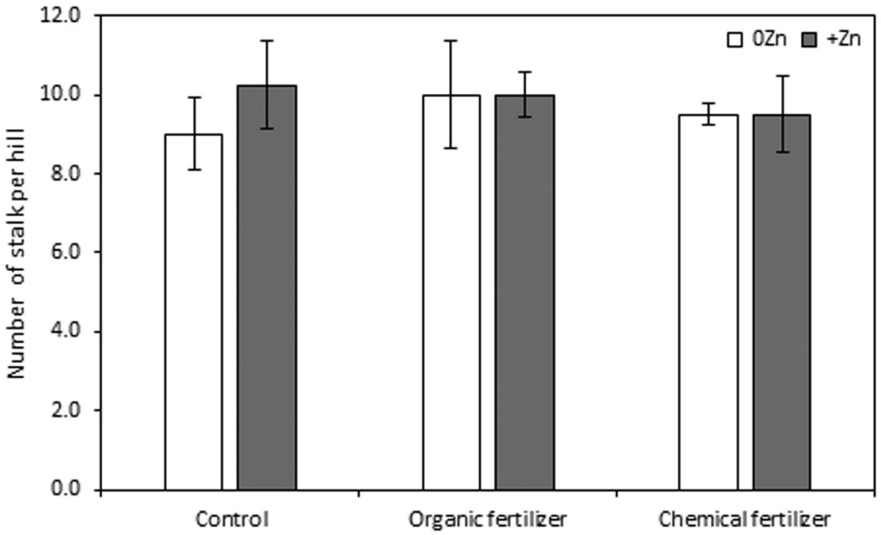

Figure 1 Number of stalk per hill of sugarcane grown in different fertilizer treatments with 0 (0Zn) and 2.5 μMZn (+Zn) foliar. Error bar correspond to s.e. (n=4).

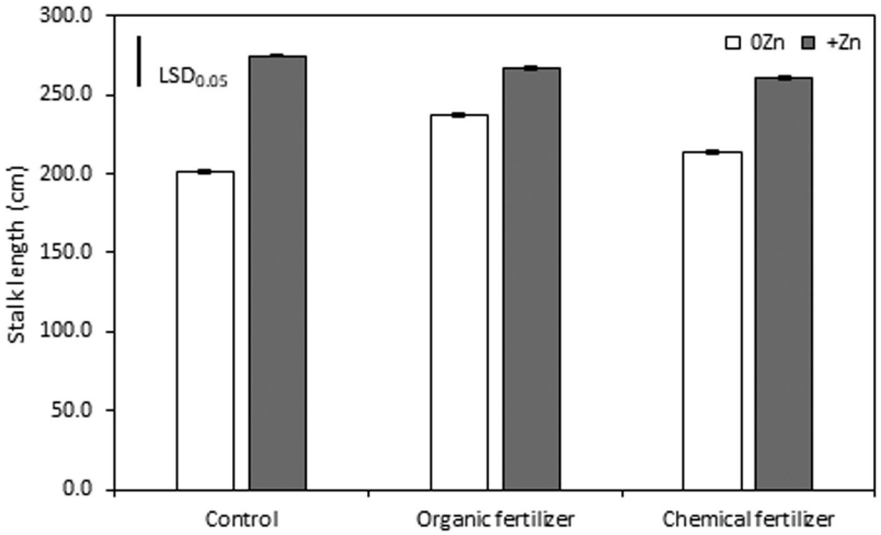

Figure 2 Stalk length of sugarcane grown in different fertilizer treatments with 0 (0Zn) and 2.5 μMZn (+Zn) foliar. Error bar correspond to s.e. (n=4). $LSD_{0.05}$ bar indicate statistical significance at $P<0.05$.

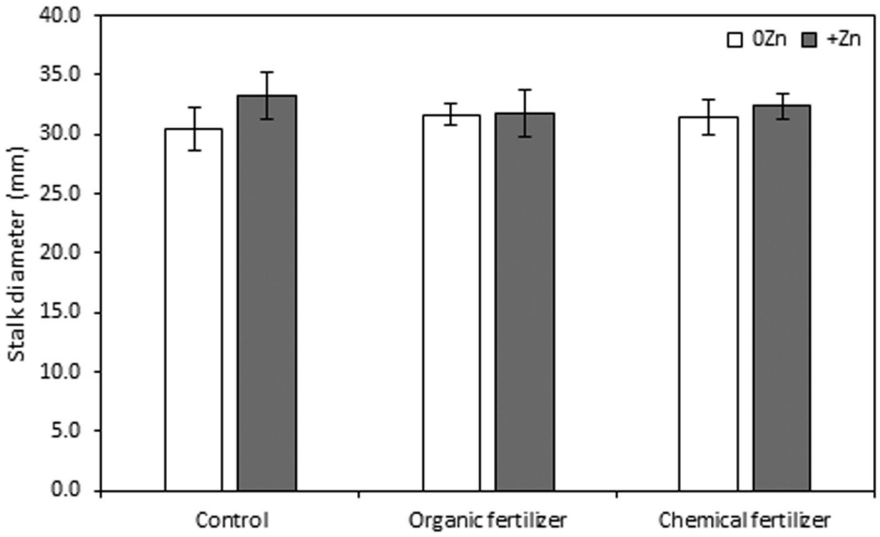

Figure 3 Stalk diameter of sugarcane grown in different fertilizer treatments with 0 (0Zn) and 2.5 μMZn (+Zn) foliar. Error bar correspond to s.e. (n=4).

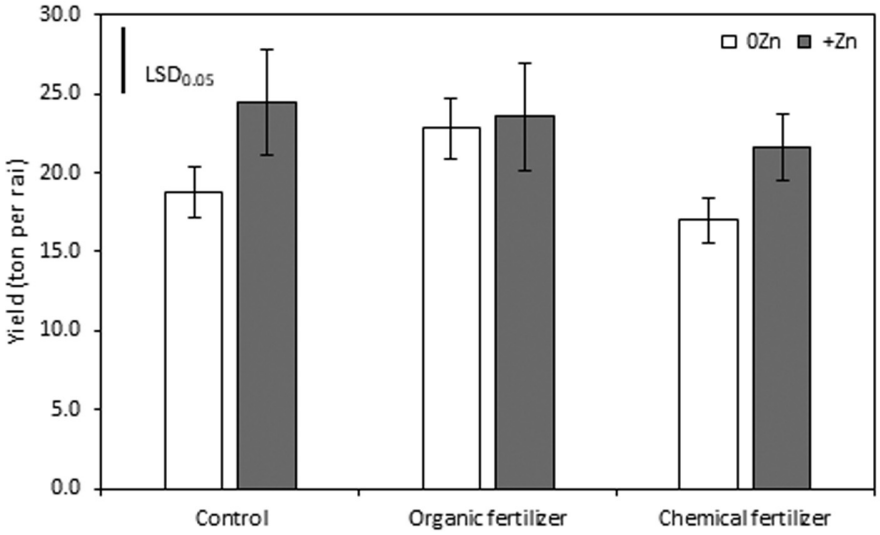

Figure 4 Yield of sugarcane grown in different fertilizer treatments with 0 (0Zn) and 2.5 μMZn (+Zn) foliar. Error bar correspond to s.e. (n=4). $LSD_{0.05}$ bar indicate statistical significance at $P<0.05$.

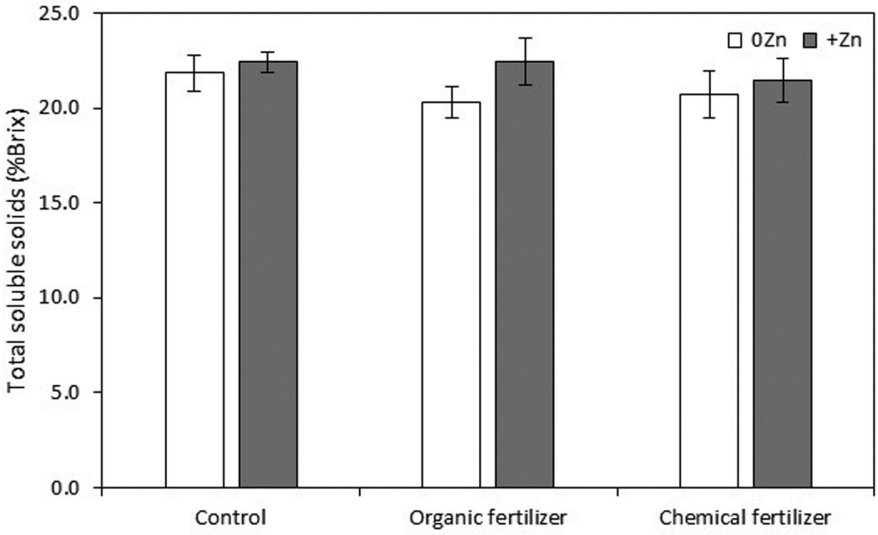

Figure 5 Total soluble solids of sugarcane grown in different fertilizer treatments with 0 (0Zn) and 2.5 μMZn (+Zn) foliar. Error bar correspond to s.e. (n=4).

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยทางดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี การฉีดพ่นธาตุสังกะสีช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แม้ว่าการจัดการปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่นธาตุสังกะสีไม่ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือความหวานของอ้อยแตกต่างกันแต่การฉีดพ่นธาตุสังกะสีช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและขาดการบำรุงดินอย่างเหมาะสมได้

เอกสารอ้างอิง

นรีรัตน์ ชูช่วย. 2554. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2562. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2561/2652. แหล่งข้อมูล http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9040.pdf (20 มกราคม 2563).

อนุชา เหลาเคน นิพนธ์ ภาชนะวรรณ สุชาติ คำอ่อน ทักษิณา ศันสยะวิชัย และจักรพรรดิ์ วุ้นสีแซง. 2557. การทดสอบการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน จังหวัดมหาสารคาม. วารสารแก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ 2): 130-141.

Chen, Y., J. Shi, X. Tian, Z. Jia, S. Wang, J. Chen and W. Zhu. 2019. Impact of dissolved organic matter on Zn extractability and transfer in calcareous soil with maize straw amendment. J Soils Sediments 19: 774-784.

Franco, H.C.J., E. Mariano, A.C. Vitti, C.E. Faroni, R. Otto, and P.C.O. Trivelin. 2011. Sugarcane response to boron and zinc in Southeastern Brazil. Sugar Tech 13: 86-95.

Jamro, G.H., B.R. Kazi, F.C. Oad, N.M. Jamali and N.L. Oad. 2002. Effect of foliar application of micro nutrients on the growth traits of sugarcane varieties Cp-65/357 (ratoon crop). Asian J. Plant Sci. 1: 465-463.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd. Academic Press, London

Panhwar, R.N., H.K. Keerio, Y.M. Memon, S. Junejo, M.Y. Arain, M. Chohan, A.R. Keerio and B.A. Abro. 2003. Response of Thatta-10 sugarcane variety to soil and foliar application of zinc sulphate ($ZnSO_4.7H_2O$) under half and full doses of NPK fertilizer. Pak. J. Applied Sci. 3(4): 266-269.

Pawar, M.W., S.S Joshi and V.T. Amodkar. 2003. Effect of foliar application of phosphorus and micronutrients on enzyme activities and juice quality in sugar cane. Sugar Tech. 5(3): 161-165.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(1):55-65
J. Agri. Prod.

การแยกกลุ่มสารอัลลีโลพาธิกจากใบอ้อยและฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตต่อหญ้าข้าวนกและผักโขม

Allelopathic Isolation of Sugarcane Leaf Extract and Inhibitory Activity of Germination and Growth on Barnyard Grass and Slender Amaranth

ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์* และ ชนากานต์ พูนธนากิจ

Thanatchasanha Poonpaiboonpipattana* and Chanakarn Poonthanakit

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 65000

* Corresponding author: thanatchasanhap@nu.ac.th

Abstract

Sugarcane leaf is a by-product after sugarcane harvesting. Previous reports indicated that the leaves content some substances inhibiting test plants. This study aimed to partially isolate allelopathic compounds of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) leaf and its inhibitory activity of germination and seedling growth against barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) and slender amaranth (*Amaranthus viridis* L.). Dry leaf was extracted by the four times of 50% aqueous-ethanol giving crude yield by 1.4% w/w. The aqueous-ethanol crude (original crude: OR) was partially isolated fractions by acid-base technique giving acidic fraction (AE), neutral fraction (NE) and aqueous fraction (AQ). The fractions were assayed against germination and seedling growth of test species by petri-test method under laboratory condition. The concentrations of 1,250, 2,500, 5,000 and 10,000 ppm were investigated, and distilled water was used as control. The inhibitory activity was significance depending on fractions and concentrations. AE fraction showed the most inhibition on germination and seedling growth of slender amaranth and barnyard grass followed by NE and OR, while AQ did not display the inhibitory effect of these

concentrations. The inhibitory effect increased with increasing concentration. Slender amaranth was more susceptible to the fractions than barnyard grass. These results indicated that sugarcane contained growth inhibitory substances lead for further identification of allelochemicals and development into natural herbicides for sustainable agriculture.
Keywords: Allelopathic, Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), Herbicidal activity

บทคัดย่อ

ใบอ้อยเป็นวัสดุเหลือทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวอ้อย ในใบอ้อยเคยมีรายงานพบสารยับยั้งในใบอ้อย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกกลุ่มสารอัลลีโลพาธิกจากใบอ้อย และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตต่อหญ้าข้าวนกและผักโขม สกัดใบอ้อยแห้งด้วยน้ำผสมเอทานอล 50% จำนวน 4 รอบ ได้สารสกัดหยาบชั้นเอทานอล (OR) ที่มีน้ำหนักประมาณ 1.4% โดยน้ำหนักใบแห้ง แยกกลุ่มสารสกัดหยาบชั้นเอทานอลด้วยเทคนิคกรดเบส ได้ชั้นสารที่เป็นกรด (AE) ชั้นสารเป็นกลาง (NE) และชั้นสารละลายน้ำ (AQ) ทดสอบฤทธิ์ของสารในแต่ละชั้นด้วยวิธีการทดสอบในจานทดลองภายใต้ห้องปฏิบัติการ ความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบคือ 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม ผลการทดลองพบว่า ฤทธิ์การยับยั้งของสารสกัดหยาบขึ้นอยู่กับชั้นสารและความเข้มข้น ชั้นสาร AE แสดงฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสองชนิดมากสุด รองลงมาคือ ชั้น NE และ OR สำหรับชั้น AQ ที่ระดับความเข้มข้นเหล่านี้ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งพืชทดสอบ ความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้ฤทธิ์การยับยั้งของชั้นสารมากขึ้น ผักโขมเป็นชนิดพืชที่มีความอ่อนแอต่อสารสกัดหยาบมากกว่าหญ้าข้าวนก ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าในใบอ้อยมีสารประกอบสำคัญที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชทดสอบ ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการแยกและวิเคราะห์สารออกฤทธิ์สำคัญหรือนำสารสกัดเหล่านี้ไปประยุกต์เพื่อกำจัดวัชพืชในระบบเกษตรยั่งยืนต่อไปในอนาคต
คำสำคัญ: อัลลีโลพาธิก อ้อย ฤทธิ์กำจัดวัชพืช

คำนำ

ใบพืชเป็นแหล่งกระบวนการเมตาบอลิซึมในการสร้างอาหารและพลังงานให้กับตัวพืชเอง สารประกอบจากกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นมีทั้งสารปฐมภูมิ (primary metabolites) และสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) สารประกอบปฐมภูมิมีบทบาทหลักในกระบวนการพัฒนาการและเจริญเติบโตของพืช เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นต้น ขณะที่สารประกอบทุติยภูมิมีบทบาททางอ้อมในกระบวนการต่างๆ ของพืช เช่น การป้องกันตัวเองจากอันตรายต่างๆ เพื่อต่อสู้ให้ตัวเองอยู่รอดในสิ่งแวดล้อม พืชบางชนิดสามารถสร้างสารทุติยภูมิขึ้นมาและสารเหล่านั้นได้ถูกสะสมในเซลล์พืช บางครั้งสารเหล่านั้นถูกพืชขับออกมาสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผลยับยั้งหรือส่งเสริมพัฒนาและการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ ที่ได้รับสารนั้น

เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า อัลลีโลพาธี (allelopathy) สารเหล่านั้นถูกเรียกว่า อัลลีโลเคมิคอล (allelochemicals) สารอัลลีโลพาธิกคอมพาวด์ (allelopathic compounds) หรือเรียกสั้นๆ ว่าสารอัลลีโลพาธิก (allelopathics) สารอัลลีโลพาธิกหลายชนิดมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับสารกำจัดวัชพืชที่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ ด้วยคุณสมบัตินี้เองที่ทำให้สารอัลลีโลพาธิกจากพืชจึงได้รับความสนใจศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชจากสารสกัดธรรมชาติ เนื่องจากสารสกัดจากพืชส่วนใหญ่สามารถย่อยสลายได้ง่ายในธรรมชาติ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารสังเคราะห์ (Tesio and Ferrero, 2010) ปัจจุบันมีรายงานสารอัลลีโลพาธิกจากพืชมากมายหลายชนิดไม่ว่าจะมาจากพืชปลูก วัชพืช พืชสมุนไพรต่างๆ อย่างไรก็ตามการพัฒนาสารเหล่านั้นเป็นสารกำจัดวัชพืชมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ปริมาณพืชที่นำมาสกัดนั้นมีน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณของสารที่จะใช้ทำให้ยากต่อการพัฒนาสารสกัดเหล่านั้นในเชิงพาณิชย์ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีแนวคิดการใช้ของเหลือทางการเกษตรที่มีอยู่มากมายและไม่มีมูลค่ามาใช้ประโยชน์ เช่น ฟางข้าวและใบอ้อย ที่มีอยู่มากมายในแต่ละปี เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเผาทำลายวัสดุดังกล่าวก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อความสะดวกในการเตรียมดินหรือปฏิบัติงานอื่นๆ ในแปลง อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 11.5 ล้านไร่ มีอ้อยสดเข้าหีบในโรงงานประมาณ 135.8 ล้านต้นต่อปี ได้น้ำตาลทรายดิบประมาณ 14 ล้านตัน (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2562) ในการปลูกอ้อยแต่ละครั้งสามารถไว้ตอได้นานหลายปี มีรายงานว่าซากของใบอ้อยที่ร่วงหล่นลงดินสามารถย่อยสลายจากจุลินทรีย์ในธรรมชาติและปลดปล่อยสารพิษออกมาเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า autotoxicity (Sampietro, 2006; Sampietro *et al*., 2007b) ธนัชสัณห์ และคณะ (2563) รายงานว่าสารสกัดจากใบอ้อย 16 สายพันธุ์สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมได้ ในใบอ้อยพบสาร 2,4-dihydroxy-1, 4-benzoxazin-3-one (DIBOA) and benzoxazolin-2-one (BOA) (Singh *et al*., 2003b) และยังพบสาร ferulic, syringic และ vanillic acids (Sampietro *et al*., 2007a) (Gomes *et al*., 2016) พบสาร palmitic, linoleic, stearic and 8,11,14-docosatrienoic fatty acids ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม cinnamic และ benzoic acids ซึ่งได้จากแยกกลุ่มสาร (fraction) ของสารสกัดหยาบชั้น dichloromethane จากใบอ้อย ในประเทศไทยอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกอย่างมากประมาณ 80% ของประเทศไทย

แนวคิดการประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบเพื่อควบคุมวัชพืช Rani *et al*. (2006) ทำการทดลองฉีดพ่นสารสกัดหยาบจากใบของ *Breynia retusa* (Dennst.) Alston บนวัชพืช *Calotropis gigantea* (R.Br.), *Parthenium hysterophorus* (L), *Dathura metal* (L) และ *Tridax procumbens* (L) ซึ่งพบว่าสารสกัดดังกล่าวมีฤทธิ์เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทสัมผัสตาย (contact herbicide) โดยมีผลทำให้ใบของวัชพืชไหม้และเหี่ยว ในขณะเดียวกัน สารสกัดไม่มีผลกระทบต่อข้าวและข้าวฟ่าง นอกจากนี้ มีรายงานของ Wichittrakarn *et al*. (2018) ที่ทำการแยกกลุ่มสารสกัดหยาบเอทานอลจากใบดาวเรืองด้วยวิธี acid-base partition แยกกลุ่มสารได้ชั้น hydrolyze, ชั้นน้ำ (aqueous fraction: AQ), ชั้น neutral compound extract (NE) และ ชั้น acidic compound extract (AE)

โดยพบว่าชั้น hydrolyze มีฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกสูงสุด นอกจากนี้ยังรายงานว่ากลไกการทำลายพืชของสารชั้น hydrolyze สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส (mitosis) ของปลายรากหอมได้

การสกัดสารสำคัญจากพืชนิยมใช้สารละลายอินทรีย์โดยเฉพาะกลุ่มแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล (methanol) เป็นสารที่มีความนิยมนำมาสกัด แต่อย่างไรก็ตามเมทานอลเองมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสูงกว่าเอทานอล (ethanol) (Poonpaiboonpipat *et al*., 2011) และมีต้นทุนในการผลิตวัตถุดิบสูงกว่าเอทานอล ดังนั้นปัจจุบันจึงมีความนิยมใช้เอทานอลในการสกัดสารจากพืชมากกว่าเมทานอล อย่างไรก็ตามเอทานอลเป็นสารที่มีขั้วปานกลางจึงไม่สามารถละลายสารที่มีขั้วสูงในเซลล์พืชได้ จึงนิยมผสมเอทานอลกับน้ำซึ่งมีขั้วปานกลางเพื่อที่จะสามารถสกัดสารสำคัญจากพืชได้มากกว่าการใช้เอทานอลหรือน้ำเพียงอย่างเดียว (Spigno *et al*., 2007) Poonpaiboonpipat *et al*. (2011) รายงานว่า การใช้ ethanol 50% สกัดสารอัลลีโลพาธีกจากใบมะลิลาซ้อนสามารถให้น้ำหนักรวมของสารสกัดหยาบมากสุด รองลงมาคือ เอทานอล 25% เอทานอล 75% น้ำอย่างเดียว และเอทานอล 100% ในขณะที่ ธนัชสัณห์ (2562) รายงานว่า การใช้เอทานอลผสมน้ำ 50% สามารถสกัดสารสกัดหยาบจากใบแก้ว (*Murraya paniculata* (L.) Jack) ได้มากกว่าเอทานอล 25% เอทานอล 25% น้ำอย่างเดียว และเอทานอล 100% ตามลำดับ

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อสกัดสารสำคัญจากใบอ้อยด้วยเอทานอล 50% แยกกลุ่มสารสำคัญด้วยวิธี acid-base partitioning และการทดสอบฤทธิ์กำจัดวัชพืชของกลุ่มสารต่างๆ ต่อหญ้าข้าวนกและผักโขม ในระดับห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมใบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยเก็บใบอ้อยที่เป็นใบสดอายุอ้อย 12 เดือนหลังปลูก ที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงไม่มีโรค เป็นใบที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ไม่เอาส่วนกาบใบ จากแปลงอ้อย ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ช่วงเวลาที่เก็บเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2561 นำมาผึ่งลมให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำไปตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 1-2 เซนติเมตร จำนวน 1 กิโลกรัม สกัดด้วยเอทานอล 50% ในอัตราส่วนพืช 250 กรัม ต่อเอทานอล 3,500 มิลลิลิตร โดยบรรจุใส่โหลแก้วขนาด 5 ลิตร ปิดฝาโหลแก้วพอหลวม แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางสำลีและกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) ได้เป็นสารสกัดชั้นตั้งต้นหรือสารสกัดหยาบชั้นเอทานอล (OR) นำกากที่ได้จากการสกัดไปสกัดต่อด้วยเอทานอล 50% อีกเป็นจำนวน 4 รอบ ทำการชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบในแต่ละรอบไว้ และนำมาสกัดหยาบชั้น OR มาแยกกลุ่มสารด้วยวิธี acid-base partitioning มีขั้นตอนดังแสดงใน Figure 1 โดยนำสารสกัดหยาบทั้ง 4 รอบ มารวมกันและละลายด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายจนกว่ามีค่ากรดด่างประมาณ 2-3 นำสารละลายทำปฏิกิริยากับเอทิลอะซีเตท 500 มิลลิลิตร เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำ (AQ) และเอทิลอะซีเตทชั้น AQ นำไปปรับค่ากรดด่างให้เป็นกลาง และนำไประเหยน้ำออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ

ส่วนชั้นเอทิลอะซีเตทนำไปทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาบอเนต 500 มิลลิลิตร เกิดการแยกชั้นด่างและเอทิลอะซีเตท นำชั้นเอทิลอะซีเตทไประเหยออกได้สารสกัดหยาบชั้น NE ส่วนชั้นด่างนำไปทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกจนค่ากรดด่างเท่ากับ 2-3 และนำไปทำปฏิกิริยากับเอทิลอะซีเตท 500 มิลลิลิตร เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับเอทิลอะซีเตท นำชั้นเอทิลอะซีเตทไประเหยสุญญากาศจนได้สารสกัดหยาบชั้น AE สารสกัดทั้ง 4 ชั้น ได้แก่ OR, AQ, NE, AE เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 10-14 องศาเซลเซียส

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) 4 ซ้ำ การทดสอบสารสกัดแต่ละชั้นให้มีความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm (w/v) และมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม โดยชั้น OR ละลายด้วยเอทานอล 50% ชั้น AQ ละลายด้วยน้ำ ชั้น AE และ NE ละลายด้วยเอทิลอะซีเตท นำสารสกัดแต่ละความเข้มข้นใส่ในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่มีกระดาษเพาะรองอยู่ 2 แผ่น ปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยจนแห้ง ใส่น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ลงในจานทดลอง วางเมล็ดหญ้าข้าวนกหรือผักโขม 20 เมล็ด ต่อจานทดลอง ปิดฝาจานทดลองและพันด้วยพาราฟิล์ม และนำไปวางไว้ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้องที่มีช่วงกลางวัน 24-26 องศาเซลเซียส (เปิดแอร์) กลางคืน 30-32 องศาเซลเซียส (ปิดแอร์) และมีแสงจากหลอดไฟนีออน 12 ชั่วโมง ไม่มีแสง 12 ชั่วโมงเป็นเวลา 7 วัน บันทึกการงอก ความยาวต้น และความยาวราก ที่ 7 วันหลังเพาะเมล็ด

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

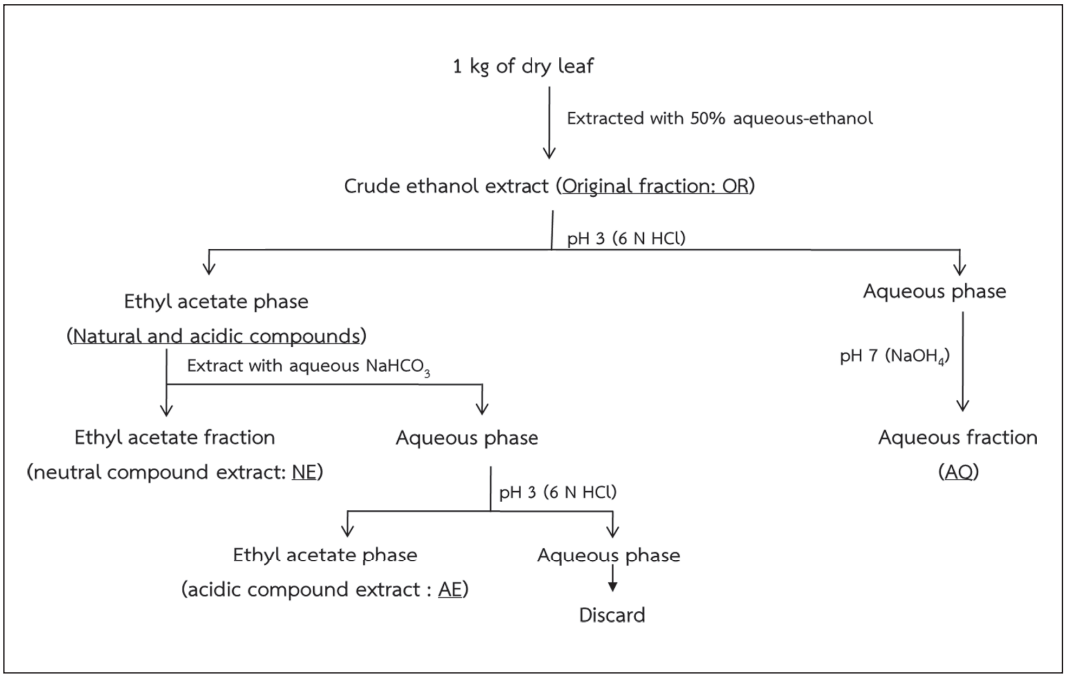

Figure 1 Methodology of acid-base partition

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ปริมาณของสารสกัดหยาบ

ปริมาณน้ำหนักของสารสกัดหยาบเอทานอล 50% ในแต่ละรอบของการสกัดพบว่า ในปริมาณใบอ้อยแห้ง 1 กิโลกรัม สกัดได้สารสกัดหยาบรวมทั้งสี่รอบประมาณ 141 กรัม คิดเป็น 1.4% ของน้ำหนักใบแห้ง สารสกัดหยาบรอบแรกได้ประมาณ 70 กรัม รอบที่สองได้ 40 กรัม รอบที่สามได้ 22 กรัม และรอบที่ 4 ได้ 9 กรัม ตามลำดับ (Figure 2 (a)) เมื่อนำสารสกัดหยาบทั้ง 4 รอบมารวมกันและทำการแยกกลุ่มสารด้วยวิธี acid-base partitioning พบว่า ในน้ำหนักของสารสกัดหยาบชั้น OR หรือสารสกัดหยาบเอทานอล 50% ได้ส่วนของสารที่ละลายด้วยน้ำ (aqueous fraction: AQ) ประมาณ 69% และได้สารสกัดหยาบชั้น neutral fraction (NE) ประมาณ 24.79% ส่วนชั้น acidic fraction (AE) ได้ประมาณ 5.67% (Figure 2 (b)) ปริมาณสารสกัดหยาบจากใบอ้อยมีความแตกต่างกันกับรายงานของปริมาณสารสกัดหยาบจากใบพืชอื่น ๆ เช่น ในใบเสลดพังพอน (*Barleria lupulina* Lindl.) มีสารสกัดหยาบชั้นเอทานอล (OR) 23% แยกชั้น AQ ได้ 80% ชั้น NE 11% และ AE 8% ตามลำดับ (Poonpaiboonpipat, 2017) นอกจากนี้ Poonpaiboonpipat and Jumpathong (2019) ได้รายงานว่า ปริมาณของสารสกัดหยาบเอทานอล 70% จากใบพืช 19 ชนิด จาก *Anomianthus dulcis* (Dunal) J.Sinclair, *Goniothalamus calvicarpa*, *Mitrephora keithii* Ridl, *Mitrephora wangii* Hu, *Orophea polycarpa* A.DC., *Elephantopus scaber* L., *Pachyptera hymenaea* (DC.) A. Gentry, *Garcinia dulcis* (Roxb.) Kurz, *Agapetes lobbii* C.B. Clarke, *Cinnamomum loureiroi* Nees, *Cinnamomum porrectum* Kosterm, *Magnolia cathcarii* (Hook.f. & Thornson) Noot, *Magnolia citrate* (Noot. & Chaoermglin), *Michelia floribunda* Fin. et Gagnep, *Manglietia garrettii* Cralb, *Magnolia henryi*, *Ficus microcarpa* L.f. var. *crassifolia* sheeh Liao, *Zingiber zerumbet* (L.) Smith. และ *Hedychium coronarium* J.Koenig ซึ่งพบว่าปริมาณสารสกัดหยาบของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 2.95-25.79 % ของน้ำหนักใบแห้ง

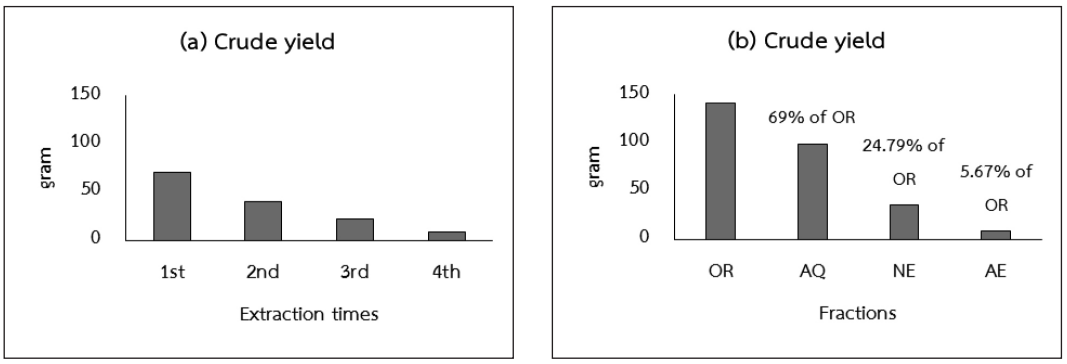

Figure 2 Amount crude yield of aqueous-ethanol extract in extraction times (a), crude yield of each fractions (b)

ผลของกลุ่มสารสำคัญต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

ผลต่อหญ้าข้าวนก พบว่า สารสกัดหยาบทุกกลุ่ม (OR, AQ, NE, AE) มีการงอกของเมล็ดไม่แตกต่างกันกับวิธีควบคุมคือน้ำกลั่น (Figure 3 (a)) ผลต่อความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนก พบว่า สารชั้น AQ และ OR ทุกความเข้มข้น มีความยาวต้นไม่แตกต่างกันกับวิธีควบคุม สารกลุ่ม AE ที่ความเข้มข้น 2,500 5,000 และ 10,000 ppm มีความยาวต้นกล้าน้อยกว่าวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนชั้น NE พบว่า ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีความยาวต้นน้อยกว่าวิธีควบคุม (Figure 3 (b)) ขณะที่ผลต่อความยาวราก พบว่า สารชั้น OR และ AQ ทุกความเข้มข้นมีความยาวรากที่มากกว่าวิธีควบคุม ส่วนชั้น AE และ NE ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm มีความยาวรากน้อยกว่าวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 3 (c))

ผลต่อผักโขม พบว่า สารสกัดชั้น AQ ที่ความเข้มข้น 1,250 และ 2,500 ppm การงอกของเมล็ดผักโขมไม่แตกต่างกับวิธีควบคุม ขณะที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm ทำให้การงอกลดลง สารสกัดชั้น AE ทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งการงอกของผักโขมได้ 100% ส่วนสารสกัดชั้น OR และ NE ทุกความเข้มข้นทำให้การงอกลดลง เมื่อความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นทำให้การงอกลดลงมากขึ้น (Figure 4 (a)) ผลต่อความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้าผักโขม พบว่า สารสกัดชั้น AQ ที่ความเข้มข้น 1,250-5,000 ppm ความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้าไม่แตกต่างกันกับควบคุม ส่วนที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ความยาวต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สารสกัดหยาบชั้น OR และ NE ที่ความเข้มข้น 2,500-10,000 ppm ความยาวต้นน้อยกว่าวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้ความยาวลดลงมากขึ้น ส่วนสารสกัดชั้น AE ทุกความเข้มข้นไม่มีความยาวต้นและความยาวราก เนื่องจากถูกยับยั้งการงอกโดยสมบูรณ์ (Figure 4 (b) และ (c))

การแยกกลุ่มสารสำคัญจากพืชมีหลากหลายวิธี การใช้เทคนิค acid-base partitioning เป็นการใช้เทคนิคการทำปฏิกิริยาของสารสำคัญในพืชกับกรดและเบสเพื่อให้สารสำคัญเปลี่ยนโครงสร้างให้อยู่ในรูปไม่ละลายน้ำ และใช้สารละลายอินทรีย์ที่มีขั้วต่ำและแยกชั้นกับน้ำเป็นตัวนำพาสารสำคัญเหล่านั้นออกมา กลุ่มสารสำคัญที่ได้ออกมาจากการใช้เทคนิค ได้แก่ สารสกัดหยาบชั้นน้ำ (AQ) สารสกัดหยาบชั้นที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (NE) และสารสกัดหยาบชั้นที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (AE) (พัชนี และคณะ, 2551) ผลการทดลองนี้พบว่าสารสกัดจากใบอ้อยชั้น AE สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกและผักโขมสูงกว่าสารสกัดชั้น NE และ AQ สอดคล้องกับผลของสารสกัดหยาบชั้น AE จากพุทธชาติก้านแดง (*Jasminum officinale* Linn.f.var. *grandiforum* (L.) Kob.) (พัชนี และคณะ, 2551), หญ้าแฝก (*Vetiveria* spp.) (Laosinwattana *et al*., 2007) ดาวเรือง (Wichittrakarn *et al*., 2018) แต่แตกต่างกันกับสารสกัดจากเสลดพังพอนที่พบว่า ชั้น NE มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบสูงกว่าชั้น AE และ AQ

นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่า ผักโขมมีความอ่อนแอต่อสารสกัดหยาบจากใบอ้อยกว่าหญ้าข้าวนก ผักโขมเป็นวัชพืชใบเลี้ยงคู่ ในขณะที่หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ความอ่อนแอของพืชต่างชนิดกันต่อสารอัลลีโลพาธิกถูกรายงานในสารสกัดจากประยงค์ที่หญ้าข้าวนกมีความอ่อนแอ

มากกว่าถั่วผี (*Phaseolous lathyloides* L.) ทั้งนี้ Pangnakorn and Poonpaiboonpipattana (2013) ได้สันนิษฐานไว้ว่า ความอ่อนแอของวัชพืชต่อสารอัลลีโลพาธิกส่วนหนึ่งมาจากขนาดของเมล็ดวัชพืช ซึ่งโดยส่วนใหญ่เมล็ดวัชพืชขนาดเล็กความอ่อนแอต่อสารอัลลีโลพาธิกมากกว่าเมล็ดวัชพืชขนาดใหญ่ นอกจากนี้ผู้ประพันธ์บทความวิจัยได้ตั้งสมมติว่าอาจเกิดจากลักษณะทางชีววิทยาของการงอกเมล็ดวัชพืชของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีความแตกต่างกัน พืชใบเลี้ยงคู่มีการงอกแบบ epigeal ซึ่งรากอ่อนของพืชที่มีการงอกแบบนี้มีโอกาสสัมผัสสารอัลลีโลพาธิกมากกว่าการงอกแบบ hypogeal ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

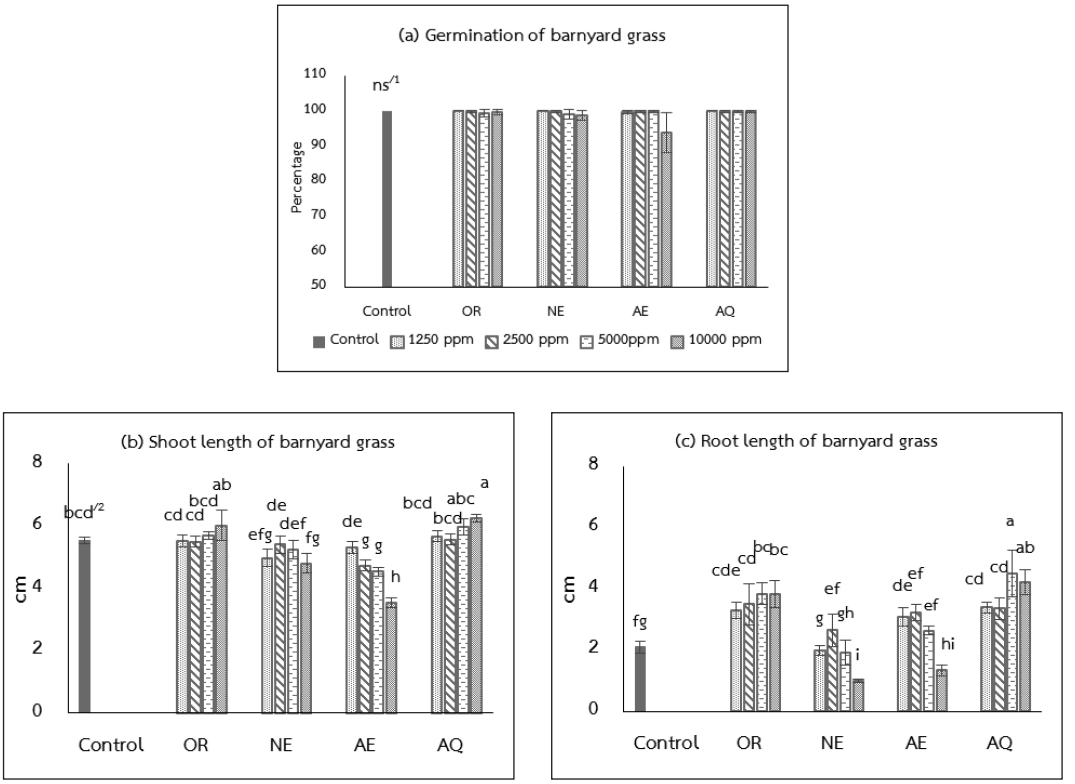

Figure 3 Effects of different fractions with various concentrations of sugarcane leaf extract on germination (a), shoot length (b) and root length (c) of barnyard grass

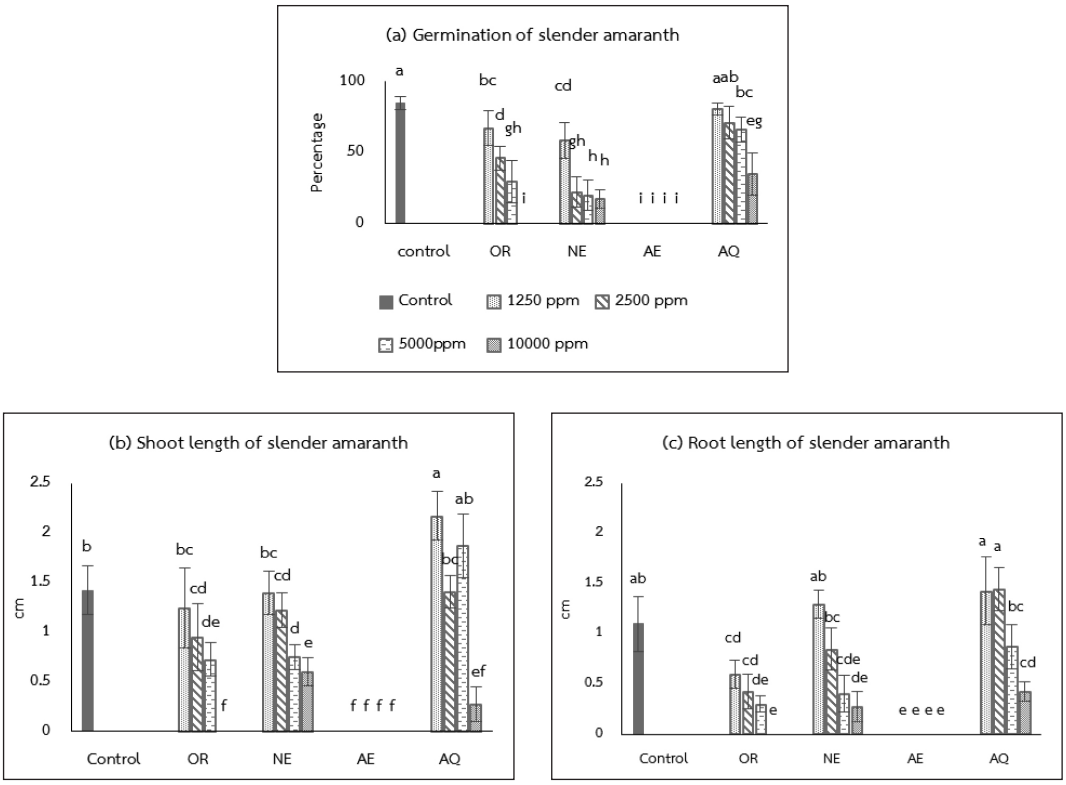

Figure 4 Effects of different fractions with various concentrations of sugarcane leaf extract on germination (a), shoot length (b) and root length (c) of slender amaranth

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดหยาบจากใบอ้อยด้วยเอทานอล 50% ผสมน้ำกลั่น ให้ปริมาณสารสกัดหยาบ 1.4% เมื่อแยกกลุ่มสารด้วยเทคนิคกรดเบส พบว่าชั้นสารที่เป็นกรด (AE) มีฤทธิ์ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกและผักโขมมากกว่าชั้นที่เป็นกลาง (NE) และชั้นน้ำ (AQ) และพบว่าผักโขมมีความอ่อนแอต่อสารสกัดหยาบกว่าหญ้าข้าวนก ผลการทดลองจะเป็นข้อมูลในการนำสกัดหยาบไปพัฒนาต่อเป็นสารกำจัดวัชพืชในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. 2562. ผลของความเข้มข้นที่แตกต่างกันของเอทานอลต่อการสกัดสารสกัดหยาบและฤทธิ์ทางอัลลิโลพาธีของใบแก้ว. วารสารเกษตรนเรศวร 16(1): 1-6.

ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อนุพงศ์ วงค์ตามี สุรศักดิ์ ทองม่วง และ ขนิษฐา สานุ่ม. 2563. ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบอ้อย 16 สายพันธุ์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหอม. วารสารเกษตรนเรศวร 17(1): 1-10.

พัชนี เจริญยิ่ง จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2551. การแยกสารอัลลีโลพาธีจากใบพุทธชาติก้านแดง. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร 39(3) พิเศษ: 492-495.

Gomes, A.C.C., A.K.C. Gomes, D.P.D. Magalhães, D.F. Buss, N.K. Simas, R.M. Kuster. 2016. In vitro phytotoxic activity of *Saccharum officinarum* leaves on lettuce and weed *Calopogonium mucunoides*. Allelopathy Journal 39(2): 177-190.

Laosinwattana, C., W. Phuwiwat and P. Charoenying. 2007. Assessment of allelopathic potential of Vetivergrass (*Vetiveria* spp.) ecotypes. Allelopathy Journal 19(2): 469-478.

Pangnakorn, U. and T. Poonpaiboonpipattana. 2013. Allelopathic Potential of Orange Jessamine (*Murraya paniculata* L.) against Weeds. Journal of Agricultural Science and Technology A 3(10): 790-796.

Poonpaiboonpipat, T. 2017. Allelopathic effect of *Barleria lupulina Lindl*. on germination and seedling growth of pigweed and barnyard grass. Naresuan University Journal: Science and Technology 25(4): 44-50.

Poonpaiboonpipat, T. and J. Jumpathong. 2019. Evaluating Herbicidal Potential of Aqueous-Ethanol Extracts of Local Plant Species against *Echinochloa crus-galli* and *Raphanus sativus*. International Journal of Agriculture and biology 21(3): 648-652.

Poonpaiboonpipat, T., M. Teerarak, W. Phuwiwat, P. Charoenying and C. Laosinwattana. 2011. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test estimation in its natural herbicide activity. Journal of Agricultural Technology 7: 1073-1085.

Rani, P.U., S.D. Sudheer and P. Devanand. 2006. Herbicidal potential of *Breynia retusa* leaf extract on *Calotropis gigantea*, *Parthenium hysterophorus*, *Datura metal* and *Tridax procumbens*. Allelopathy Journal 17(1): 65-79.

Sampietro, D.A. 2006. Sugarcane: Soil sickness and autotoxicity. Allelopathy Journal 17(1): 33-41.

Sampietro, D.A., M.A. Sgariglia, J.R. Soberon and M.A. Vattuone. 2007. Effects of sugarcane straw allelochemicals on growth and physiology of crops and weeds. Allelopathy Journal 19(2): 351-360.

Singh, P., A. Suman and A.K. Shrivastava. 2003. Isolation and identification of allelochemicals from sugarcane leaves. Allelopathy Journal 12(1): 71-79.

Spigno, G., L. Tramelli and D.M.D Faveri. 2007. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of graph marc

phenolics. Journal of Food Engineering 81: 200-208.

Tesio, F. and A. Ferrero. 2010. Allelopathy, a chance for sustainable weed management. International Journal of Sustainable Development and World Ecology 17(5): 377-389.

Wichittrakarn, P., M. Teerarak, P. Charoenying and C. Laosinwattana. 2018. Effects of natural herbicide from *Tagetes erecta* on *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Allelopathy Journal 43(1): 17-30.

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของหญ้าหวาน

Comparative Study on Botany and Biochemical Characteristics of *Stevia rebaudiana* Bertoni

สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1*] พัชธาวดี ขุนไกร[1] เกษม ทองขาว[1] จันทร์เพ็ญ แสนพรหม[1] พิจิตร ศรีปินตา[1] ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์[2] และ สายชล โนสุวรรณ[1]

Supattanakij Posawang[1*] Pattawadee Khunkrai[1] Kaseam Tongkhaw[1] Chanpan Saenphom[1] Phichit Sripinta[1] Laddawan Insung[2] and Saichon Nosuwan[1]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

[1] Royal Agricultural Research Center, Chiang Mai 313 Moo 12, NongKhwai Sub-district, Hang Dong District, Chiang Mai 50230

[2] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Horticulture Research Institute Deparment of Agriculture, Bangkok 50 Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

[*] Corresponding author : weerapon99@hotmail.com

Abstract

A study of botanical characteristics and agricultural characteristics of stevia at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (Mae-John-Loang) revealed that there were for 4 sample groups of stevia as of 1) big leaf with leaf hair stevia (BLHS), 2) purple young shoot stevia (PYSS), 3) long narrow leaves stevia (LNLS) and 4) small shrub stevia (SSS). The analysis of genetic correlations of four sample groups showed that they were all genetic differences. The yields were harvested every 45 days after that all of sample groups of stevia were maintained for the next harvest. The analysis of stevioside content showed that PYSS has the highest stevioside content (40.58 g/gDW), followed by SNLS, BLHS and SSS (5.99, 5.94, 5.27 g/gDW, respectively). The saponins contents in LNLS group was the highest as of 52.00 mg/gDW, followed by, SSS, PYSS and BLHS (51.1, 50.82, and 45.20 mg/gDW, respectively). The antioxidant capacity of stevia was detected in early pre-flowering.

It was found that antioxidant capacity in SSS group was the highest as 77.43 percent, followed by PYSS, BLHS and LNLS (76.60, 75.20 and 73.40 percent, respectively). For the phenolic content, it was found that BLHS group contained the highest phenolic content as of 0.058 mg /gDW, followed by PYSS, SSS and LNLS (0.052, 0.050 and 0.041 mg/gDW, respectively).

Keywords: Stevia rebaudiana Bertoni, stevioside, antioxidant, phenolic compounds

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และลักษณะทางการเกษตรของหญ้าหวาน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่-แม่จอนหลวง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าช่วงฤดูหนาวการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า เมื่อเทียบกับช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน จากการปลูกรวบรวมหญ้าหวานที่ได้จากการสำรวจ สามารถแยกลักษณะความแตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาได้ 4 กลุ่มลักษณะ คือ 1) กลุ่มใบใหญ่มีขน (BLHS) 2) กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง (PYSS) 3) กลุ่มใบแคบยาว (ใต้หวัน, LNLS) และ 4) กลุ่มทรงพุ่มเล็ก (SSS) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวานจำนวน 4 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมทั้งหมด ด้านผลผลิตพบว่าสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าหวาน ทุก 45 วัน ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารสตีวิโอไซด์ พบว่าหญ้าหวานกลุ่มยอดอ่อนสีม่วง มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์มากที่สุด คือ 40.58 g/gDW รองลงมาคือ กลุ่มใบแคบยาว, กลุ่มใบใหญ่มีขน และกลุ่มทรงพุ่มเล็ก ที่มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์เท่ากับ 5.99, 5.94 และ 5.27 g/gDW ตามลำดับ ส่วนปริมาณซาโปนินในต้นหญ้าหวาน พบว่าในหญ้าหวานกลุ่มใบแคบยาว มีปริมาณสารซาโปนินสูงสุดที่ 52.00 mg/gDW รองลงมาคือ กลุ่มทรงพุ่มเล็ก, กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง และกลุ่มใบใหญ่มีขน ที่มีปริมาณสารซาโปนินเท่ากับ 51.13, 51.12, 50.82 และ 45.20 mg/gDW ตามลำดับ ด้านความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานในช่วงก่อนออกดอก พบว่าหญ้าหวานกลุ่มทรงพุ่มเล็กมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 77.43 รองลงมาคือ หญ้าหวานกลุ่มยอดอ่อนสีม่วง, กลุ่มใบใหญ่มีขน และกลุ่มใบแคบยาว คิดเป็นร้อยละ 76.60, 75.20 และ 73.40 ตามลำดับ และพบว่าในหญ้าหวานกลุ่มใบใหญ่มีขนที่เก็บเกี่ยวระยะก่อนออกดอก มีปริมาณสารฟินอลิกเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.058±0.01 mg/gDW รองลงมาได้แก่ หญ้าหวานกลุ่มยอดอ่อนสีม่วง, กลุ่มทรงพุ่มเล็กและกลุ่มใบแคบยาว ที่มีปริมาณสารฟินอลิกเฉลี่ยเท่ากับ 0.052, 0.050 และ 0.041 mg/gDW ตามลำดับ

คำสำคัญ: หญ้าหวาน สารสตีวิโอไซด์ สารต้านอนุมูลอิสระ สารฟินอลิก

คำนำ

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) จัดอยู่ในวงศ์ Asteracea (Compositae) เป็นพืชล้มลุกระยะยาว มีลักษณะคล้ายต้นกะเพราหรือต้นแมงลัก มีสาร Stevioside ที่ให้ความหวานคล้ายน้ำตาลทรายมาก และมีความหวานประมาณ 300 เท่าของน้ำตาลซูโครส นอกจากนี้ยังเป็นสารที่มีแคลอรีต่ำมาก เมื่อเทียบกับน้ำตาลทราย เนื่องจากไม่ถูกย่อยให้เกิดพลังงานในร่างกาย จากคุณสมบัติดังกล่าวในปัจจุบันมีการนำมาใช้เป็นสารที่ให้ความหวานสำหรับอาหารและเครื่องดื่มบางประเภท โดยใช้แทนน้ำตาลทรายบางส่วนหรือทั้งหมด ซึ่งวัตถุประสงค์สำคัญคือลดปริมาณแคลอรีในอาหาร และเครื่องดื่มสำหรับผู้ที่ต้องการลดความอ้วนหรือผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน ซึ่งไม่สามารถบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากๆ ได้ ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) อนุญาตให้นำสารสกัดสตีวิโอไซด์มาขึ้นทะเบียนเป็นสารหวานแทนน้ำตาลได้ หญ้าหวานจึงเป็นที่ต้องการมากในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ประเทศญี่ปุ่นมีการส่งออกสารสตีวิโอไซด์ถึง 50 ตันในแต่ละปี ซึ่งมีมูลค่าถึง 220 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (Brandle and Rosa, 1992) มีการอนุญาตให้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารทดแทนน้ำตาลในประเทศต่างๆ ไม่น้อยกว่า 30 ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศในยุโรปอนุญาตให้มีการใช้สารหวานจากหญ้าหวานเป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 และ พ.ศ.2554 ตามลำดับ ประเทศไทย โดยกระทรวงสาธารณสุขประกาศอนุญาตให้มีการผลิต และจำหน่ายหญ้าหวานในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 262) และประกาศให้สารสกัดสติวิออลไกลโคไซด์เป็นวัตถุเจือปนอาหารตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 360) โดยอ้างอิงข้อมูลของคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและองค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) ซึ่งได้ประเมินและกำหนดค่าความปลอดภัย (Acceptable Daily Intake, ADI) แล้วตามประกาศกระทรวงฯ ดังกล่าว สตีวิออลไกลโคไซด์ หมายความว่า สารสกัดบริสุทธิ์จากใบหญ้าหวาน ซึ่งประกอบด้วยสตีวิโอไซด์, รีบาวดิโอไซด์เอ, รีบาวดิโอไซด์บี, รีบาวดิโอไซด์ซี, รีบาวดิโอไซด์ดี, รีบาวดิโอไซด์โคไซด์เอ, รูบุโซไซด์ และสตีวิออลไบโอไซด์ สารสกัดจากหญ้าหวานที่อนุญาตให้ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารต้องมีปริมาณสารในกลุ่มสตีวิออลไกลโคไซด์ รวมทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานองค์การอาหารและเกษตร และองค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Codex, 2010)

หญ้าหวานจัดเป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่ง เพราะเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตสารปรุงรสหวานเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะผู้บริโภคที่มีปัญหาของโรคอ้วน โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง ที่นับวันจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ยังใช้ทดแทนน้ำตาลเทียมในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร และเครื่องดื่มสุขภาพ ซึ่งขยายตัวเร็วมาก รวมทั้งอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและอาหารในต่างประเทศต้องการสารที่สกัดได้จากใบหญ้าหวานเป็นจำนวนมาก อาทิในประเทศญี่ปุ่นและบราซิล ได้มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลกันอย่างแพร่หลาย ส่วนประเทศจีนมีการผลิตหญ้าหวานเพื่อส่งประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา

อนุญาตให้ Rebaudioside A วางจำหน่ายได้ตั้งแต่ปี 2008 และบริษัทโคคา-โคล่า (Coca-Cola) ใช้สารสกัดหญ้าหวานผลิตเครื่องดื่มในประเทศที่มีการอนุญาตแล้วหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยพบว่ามีเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ผลิตหญ้าหวานส่งไปจำหน่ายยังประเทศเยอรมนี ในส่วนวงการอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มของไทยก็กำลังมีการเปลี่ยนแปลงไปใช้สารสกัดจากหญ้าหวานแทนน้ำตาลกันมากขึ้น (พิสมัย, 2557) ปัจจุบันมีการใช้สารสตีวิโอไซด์เป็นสารแต่งรสหวานสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและใช้เป็นสารปรุงแต่งรสหวานในเครื่องดื่ม ขนม ลูกอม ยาสีฟัน และน้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น สารสตีวิโอไซด์ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นสารปรุงแต่งในอาหาร (food additives) ในหลายประเทศ เช่น บราซิล เกาหลี และญี่ปุ่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (dietary supplement) ส่วนในประเทศไทยในปี พ.ศ.2545 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้อนุญาตให้สารสตีวิโอไซด์ที่สกัดได้จากหญ้าหวานเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และอาหารที่มีส่วนผสมของสารสตีวิโอไซด์ต้องใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (สายดนีย์, 2554) หญ้าหวานยังจัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีค่าดัชนีแอนติออกซิเดนท์สูง และพบว่าในหญ้าหวานมีสารประกอบฟีนอลิกค่อนข้างสูงถึง 448.59 มิลลิกรัม ส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.10 มิลลิกรัม แซนโทฟิลล์ 5.30 มิลลิกรัม และวิตามินซี 16.50 มิลลิกรัม จึงคาดว่าสารที่โดดเด่นที่น่าจะทำให้หญ้าหวานมีดัชนีแอนติออกซิเดนท์สูงน่าจะเป็นสารประกอบฟีนอลิก หญ้าหวานนำมาใช้เป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพร ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากในใบของหญ้าหวานมีสารที่เรียกว่าสตีวิโอไซด์ (stevioside) ซึ่งเป็นสารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 250-300 เท่า แต่สารดังกล่าวไม่ให้พลังงานจึงไม่ทำให้อ้วน นอกจากนี้มีงานวิจัยพบว่า กากหญ้าหวานที่ผ่านการสกัดสารหวาน (ที่พัฒนาเป็นผงแห้งบรรจุซองสำหรับเติมลงในชา กาแฟ หรืออาหาร) ยังคงมีความหวานสามารถใช้ทดแทนน้ำตาลในการให้ความหวานในเครื่องดื่มชาชงได้ ซึ่งบรรจุเป็นถุงสำเร็จพร้อมชงดื่มได้ทุกช่วงเวลา ดื่มได้ง่าย ช่วยดับกระหาย จากการประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์จากกากหญ้าหวาน ผสมอัญชัน มะลิ กระเจี๊ยบแดง และเตยหอม พบว่า ชากากหญ้าหวานผสมมะลิซึ่งประกอบด้วยกากหญ้าหวาน 250 มิลลิกรัม และมะลิ 80 มิลลิกรัม เป็นสูตรที่มีสี กลิ่น และรสชาติเป็นที่น่าพึงพอใจที่สุด นอกจากหญ้าหวานจะเป็นสารปรุงรสหวานอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากธรรมชาติ มีรสขมเล็กน้อย ไม่ให้พลังงานและไขมัน ไม่เกิดการสะสมในร่างกายผู้บริโภค รวมทั้งไม่เกิดการดูดซึมในระบบการย่อยทำให้มีผลดีต่อผู้บริโภคที่ต้องการลดน้ำหนักและที่เป็นโรคเบาหวานประเภท 2 สารให้ความหวานจากหญ้าหวานทนความร้อนได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส ทนต่อภาวะความเป็นกรด-เบส ในช่วง 3-9 ให้ความหวานคงตัวตลอดกระบวนการผลิต ป้องกันการหมักทำให้ไม่เกิดการเน่าบูด และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอความแก่แล้ว ยังจัดเป็นโภชนาการบำบัดที่ดี เนื่องจากไม่มีความเป็นพิษทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังต่อสัตว์ทดลอง ไม่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง รวมทั้งทางระบาดวิทยายังไม่เคยมีรายงานการป่วยหรือปัญหาต่อสุขภาพ ที่เกิดจากการบริโภคหญ้าหวานเป็นประจำแต่อย่างไร ในทางตรงกันข้าม หญ้าหวานช่วยย่อยอาหาร ป้องกันฟันผุและปริทนต์ รักษาบาดแผล มีดัชนีไกลซีมิก เท่ากับศูนย์ ดังนั้นจะไม่มีผลต่อระบบน้ำตาลในเลือดหลังจากบริโภค และยัง

ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด รักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง อหิวาตกโรค และโรคท้องร่วงอื่นๆ และลดคอเลสเตอรอล เป็นต้น (สายดนีย์, 2554) ใบหญ้าหวานยังประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 52.8 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 6.2 เปอร์เซ็นต์ สตีไวโอไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ลิพิด 5.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 20.4 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารกลุ่มไดเทอร์พีน กลุ่มไตรเทอร์พีน กลุ่มสตีรอล กลุ่มฟลาโวนอยด์ น้ำมันหอมระเหย สารสี เช่น คลอโรฟิล และแคโรทีน แร่ธาตุต่างๆ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม โปแตสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม สังกะสี เหล็ก กรดไขมัน กรดอะมิโนต่างๆ เช่น อาร์จินิน ไลซีน ฮิสทิดีน ฟีนีล-อะลานีน ลิวซีน เมไทโอนีน แวลีน เซรีน ไอโซลิวซีน กรดแอสพาร์ติก กรดกลูตามิก โพรลีน ไกลซีน อะลานีน ซีสทีน ไทโรซีน และทรีโอนีน วิตามินซี วิตามินเอ เส้นใย และยางไม้ มีการนำสารสกัดจากหญ้าหวานมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท ปัจจุบันในประเทศไทยมีการผลิตสารสตีวิออลไกลโคไซด์ในระดับอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งกระบวนการผลิตได้จากการวิจัย มีโครงการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกไร่หญ้าหวานให้มากขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยรับซื้อหญ้าหวานสดหรือแห้งนำมาเป็นวัตถุดิบในการสกัดสารหวานบริสุทธิ์ในระดับอุตสาหกรรม จำหน่ายแก่ผู้ผลิตอาหารและเครื่องดื่มทั้งในและต่างประเทศ และผู้บริโภคโดยตรงเพื่อใช้ประกอบอาหารและเครื่องดื่มในครัวเรือน ช่วยลดการนำเข้าและผลักดันให้หญ้าหวานเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและเติบโตอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลองและการจัดการแปลง

พันธุ์หญ้าหวานที่รวบรวมปลูกทดสอบในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 กลุ่มตัวอย่าง ปลูกขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำในแปลงปลูกขนาด 1×3 เมตร ระยะปลูก 30×30 เซนติเมตร ปลูกลึก 10 เซนติเมตร ปลูกแปลงละ 1 กลุ่มตัวอย่าง ภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติก

วิธีการทดลอง

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต ตามแบบบันทึกของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช (2542) เช่น ลักษณะต้นและทรงพุ่ม ลักษณะใบ ดอก ก้าน การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์และวิธีการใช้ประโยชน์ เป็นต้น รวมถึงการศึกษาสารสำคัญต่างๆ เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวในหญ้าหวาน ได้แก่ปริมาณสารสตีวิโอไซด์ โดยวิธี HPLC รายงานเป็นกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของพืชตัวอย่าง (g/gDW) สารฟินอลลิคทั้งหมด โดยวิธี Folin-Ciocalteu reagent รายงานผลเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิก ต่อกรัมน้ำหนักแห้งพืชตัวอย่าง (mg/gDW) และสารซาโปนิน โดยวิธี Total saponin colourimetry assay รายงานผลเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตัวอย่าง (mg/gDW) สำหรับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรายงานเป็นร้อยละหรือสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ (%) การสกัดดีเอ็นเอเพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมหรือความใกล้ชิดทางพันธุกรรม โดยการเก็บตัวอย่างจากใบอ่อนมาสกัดดีเอ็นเอ ตามกรรมวิธีของ Doyle and Doyle (1987) จากนั้น

ศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของดีเอ็นเอตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC)

วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค RAPD

นำใบอ่อนหรือยอดอ่อน มาทำการสกัดดีเอ็นเอโดยนำมาชั่งให้ได้ 0.2 กรัม แล้วบดในโกร่งที่มีไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด เสร็จแล้วเทใส่หลอดทดลอง จากนั้นเติม 2XCTAB buffer จำนวน 600 ไมโครลิตร ลงในหลอดที่เตรียมไว้ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมคลอโรฟอร์ม (chloroform): ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol) อัตราส่วน 24 : 1 จำนวน 800 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ระดับความเร็ว 12,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นดูดเฉพาะน้ำที่ใสส่วนบนลงในหลอดทดลองใหม่ แล้วเติมไอโซโพรพานอล (isopropanol) ที่เย็นจัด จำนวน 600 ไมโครลิตร เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน นำไปแช่ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นเทไอโซโพรพานอลทิ้งไป แล้วเติมแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 800 ไมโครลิตร แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วเทแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไป และทำซ้ำขั้นตอนนี้อีก 2 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนแห้งโดยการเปิดฝาทิ้งไว้ เป็นเวลา 20-30 นาที จากนั้นนำมาละลายใน TE buffer จำนวน 50-100 ไมโครลิตร เก็บรักษาสารละลายดีเอ็นเอที่ได้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และทำการวัดคุณภาพและปริมาณสารละลายดีเอ็นเอโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟริซีส (agarose gel electrophoresis) ความเข้มข้นของเจล 0.8 เปอร์เซ็นต์ ใน 1XTAE buffer เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของดีเอ็นเอมาตรฐาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการเจริญเติบโต

จากการปลูกรวบรวมหญ้าหวานที่ได้จากการสำรวจ สามารถแยกลักษณะความแตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาได้ 4 กลุ่มลักษณะ คือ 1) ใบใหญ่มีขน (BLHS) 2) ยอดอ่อนสีม่วง (PYSS) 3) ใบแคบยาว (ไต้หวัน, LNLS) และ 4) ทรงพุ่มเล็ก (SSS) แต่เมื่อบันทึกลักษณะทางการเจริญเติบโต สภาพแวดล้อม และลักษณะทางพฤกษศาสตร์ตามข้อกำหนดต่างๆ ตามแบบบันทึกของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช (2542) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยหญ้าหวานทุกกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเป็นไม้พุ่มตั้งตรง ขนาดเล็กลำต้นเป็นสีเขียว ความสูง 2-50 เซนติเมตร มีการแตกกอดี ใบสีเขียวและดอกมีสีขาว ช่อดอกเป็นลักษณะ corymb ระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงก่อนออกดอก อายุดอกประมาณ 4 เดือนหลังปลูก (Fig. 1, Table 1)

ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวานทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ใบใหญ่มีขน, ยอดอ่อนสีม่วง, ใบแคบยาว และทรงพุ่มเล็ก ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด RAPD จำนวน 8 เครื่องหมาย และเครื่องหมายโมเลกุลชนิด ISSR จำนวน 4 เครื่องหมาย ได้แถบดีเอ็นเอจำนวนทั้งหมด 63 แถบ เมื่อนำแถบดีเอ็นเอที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) พบว่าหญ้าหวานทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างทางพันธุกรรมทั้งหมด (Fig. 2)

Figure 1 Leaf and flower of *Stevia rebaudiana* Bertoni

Table 1 Botanical characteristics and agricultural characteristics of *Stevia rebaudiana* Bertoni

Stevia rebaudiana Bertoni	
Planting date	12/2/2559
Evaluation environment	Tropical
Type of planting	seed
Vigour of the plant	good
environment	
- Topography	Mountainous
- Country of characterization and /or evaluation	Higher-level landform
- Crop agriculture	Perennial field cropping
- Soil moisture	Slightly moist
- Soil fertility	Moderate
- Light requirement	sunny
leaf	
- Blade shape of mature leaf	cuneate
- Leaf colour	green
- Leaf colour variegation	Present
- Number of lobes in mature leaf	Few

Table 1 Botanical characteristics and agricultural characteristics of *Stevia rebaudiana* Bertoni (Cont.)

Stevia rebaudiana Bertoni	
- Terminal leaflet	Present
- Foliation density	dense
- leaf margin colour	light green
- vein colour	light green
- leaf density	High
- leaf type	simple
- margin	crenate
- venation	longitudinal
stem	
- stem branching	Semi-erect
- Plant growth habit	Erect
- Stem growth habit	Erect
- Plant height	5-20 cm.
- Crown number per plant	high
- stem color	green
- Type of material received	seed
flower	
- Flower color	white
- Intensity of flower color	light
- Length of peduncle	≤ 5 cm.
- Number of inflorescences per plant	11-29
- Time of flowering	4 month after planting
- Type of flower	corymb
- Length of picking season	before flowering
- Fertility of first flowers	good
- flowering	every year
- days to flowering after emergence	20
- sex	Female and male

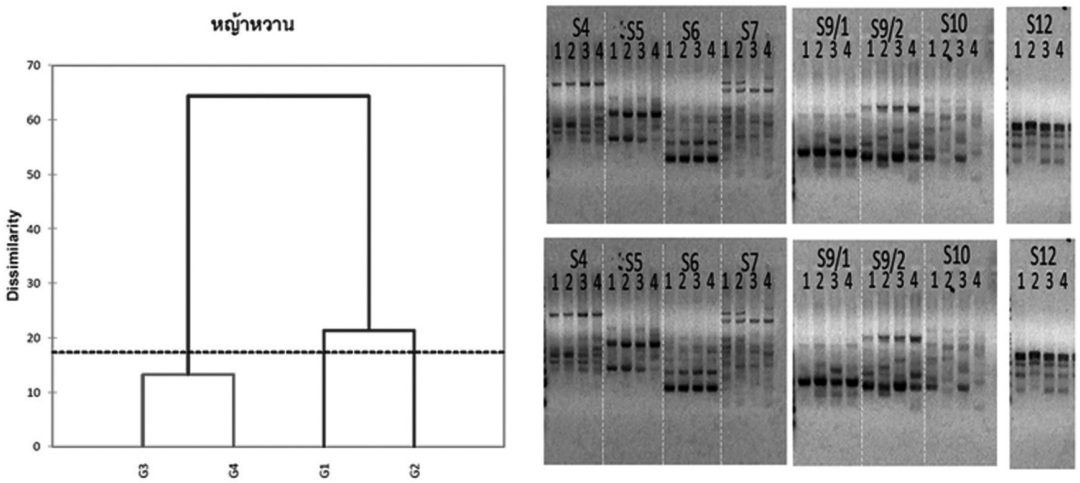

Figure 2 The analysis of genetic correlations of *Stevia rebaudiana* Bertoni

ปริมาณสารสตีวิโอไซด์ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณสตีวิโอไซด์ทั้งหมดโดยใช้เทคนิค HPLC Assay ในต้นหญ้าหวานแต่ละกลุ่มตัวอย่าง พบว่าหญ้าหวานที่มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์มากที่สุด ได้แก่ หญ้าหวานกลุ่มยอดอ่อนสีม่วง มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์ เท่ากับ 40.58 g/gDW รองลงมา ได้แก่ กลุ่มใบแคบยาว (ไต้หวัน), กลุ่มใบใหญ่มีขน และกลุ่มทรงพุ่มเล็ก ที่มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์ เท่ากับ 5.99, 5.94, และ 5.27 g/gDW ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Stevioside content (HPLC Assay) of *Stevia rebaudiana* Bertoni

Groups of sample	Stevioside content (g/gDW)
1. long narrow leaves stevia (LNLS)	5.99
2. purple young shoot stevia (PYSS)	40.58
3. big leaf with leaf hair stevia (BLHS)	5.94
4. small shrub stevia (SSS)	5.27

ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าหญ้าหวานกลุ่มทรงพุ่มเล็ก มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 77.43 รองลงมาได้แก่ กลุ่มยอดอ่อนใบสีม่วง, กลุ่มใบใหญ่มีขน และกลุ่มใบแคบยาว คิดเป็นร้อยละ 76.60, 75.20, 73.40 ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Antioxidant capacity of *Stevia rebaudiana* Bertoni in early pre-flowering

Groups of sample	Antioxidant capacity (%)
1. long narrow leaves stevia (LNLS)	73.40±0.01
2. purple young shoot stevia (PYSS)	76.60±0.01
3. big leaf with leaf hair stevia (BLHS)	75.20±0.02
4. small shrub stevia (SSS)	77.43±0.01

ปริมาณซาโปนินและปริมาณฟินอลิก

จากการวิเคราะห์ปริมาณซาโปนินในต้นหญ้าหวานพบว่า หญ้าหวานกลุ่มใบแคบยาวมีปริมาณสารซาโปนินสูงสุดเท่ากับ 52.00 mg/gDW รองลงมาได้แก่ กลุ่มทรงพุ่มเล็ก, กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง และกลุ่มใบใหญ่มีขน ที่ปริมาณสารซาโปนินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.12, 50.82 และ 45.20 mg/gDW ตามลำดับ (Table 4) เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟินอลิกทั้งหมดโดยใช้เทคนิค Folin Ciocalteu Colorimetric Assay พบว่าหญ้าหวานกลุ่มใบใหญ่มีขน มีปริมาณสารฟินอลิกมากที่สุดเท่ากับ 0.058 mg/gDW รองลงมาได้แก่ กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง, กลุ่มทรงพุ่มเล็ก, และ กลุ่มใบแคบยาว ที่มีปริมาณสารปริมาณฟินอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.052, 0.050 และ 0.041 mg/gDW ตามลำดับ (Table 5)

Table 4 Total saponin of *Stevia rebaudiana* Bertoni in early pre-flowering

Groups of sample	Total saponins (mg/gDW)
1. long narrow leaves stevia (LNLS)	52.00 ± 1.35
2. purple young shoot stevia (PYSS)	50.82 ± 1.80
3. big leaf with leaf hair stevia (BLHS)	45.20 ± 2.50
4. small shrub stevia (SSS)	51.12 ± 1.05

Table 5 Total phenolic compounds of *Stevia rebaudiana* Bertoni in early pre-flowering

Groups of sample	Total phenolic compounds (mg galic/gDW)
1. long narrow leaves stevia (LNLS)	0.041±0.00
2. purple young shoot stevia (PYSS)	0.052±0.01
3. big leaf with leaf hair stevia (BLHS)	0.058±0.01
4. small shrub stevia (SSS)	0.050±0.00

สรุปผลการศึกษา

หญ้าหวานที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมจากเขตภาคเหนือตอนบนในปี พ.ศ.2559 พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ทดสอบที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 1200 เมตร โดยเริ่มพบการแตกยอดและแทงช่อดอกตั้งแต่ช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สูงสุด หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะลดลงในช่วงฤดูหนาว เกษตรกรจึงมักตัดแต่งและบำรุงด้วยการใส่ปุ๋ยคอกและกำจัดวัชพืชทันทีหลังตัดแต่ง ด้านศัตรูพืชที่เข้าทำลายพบว่ามีการเข้าทำลายของมดและแมลงค่อมทองโดยการกัดกินใบในช่วงเดือนสิงหาคม สามารถจำแนกลักษณะของต้นหญ้าหวานที่รวบรวมได้ 4 ลักษณะ (กลุ่ม) คือ 1) กลุ่มใบใหญ่มีขน 2) กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง 3) กลุ่มใบแคบยาว (ไต้หวัน) และ 4) กลุ่มทรงพุ่มเล็ก ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวาน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) พบว่า หญ้าหวานทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างทางพันธุกรรมทั้งหมด ด้านปริมาณสตีวิโอไซด์ที่วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค HPLC Assay พบว่าหญ้าหวานที่มีปริมาณสารสตีวิโอไซด์มากที่สุดได้แก่หญ้าหวานกลุ่มยอดอ่อนสีม่วง เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในหญ้าหวานระยะก่อนดอกบานพบว่า หญ้าหวานกลุ่มใบใหญ่มีขนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนหญ้าหวานกลุ่มใบแคบยาว (ไต้หวัน) มีปริมาณซาโปนินในใบมากที่สุด และพบว่าต้นหญ้าหวานกลุ่มทรงพุ่มเล็กมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด สำหรับการใช้ประโยชน์ของหญ้าหวาน พบว่าเกษตรกรนำส่วนใบในระยะก่อนออกดอกมาอบแห้งและบดผงส่งผู้ประกอบการเอกชนในการสกัดเป็นหญ้าหวานไซรัปและผลิตภัณฑ์อื่นๆ สำหรับผสมในอาหารและเครื่องดื่มเพื่อให้ความหวานทดแทนน้ำตาลและใช้ปรุงรสอาหารบางชนิด

เอกสารอ้างอิง

พิสมัย กุลกาญจนาธร. 2555. หวาน-ธรรมชาติ-เพื่อสุขภาพ. แหล่งข้อมูล (เอกสารสืบค้นออนไลน์): http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/107/หวาน-ธรรมชาติ-เพื่อสุขภาพ

สายดนีย์ หวังพัฒนพาณิชย์. 2554. หญ้าหวาน Natural Sweeter. R&D Newletter 18(2): 9-10.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร. 2542. แบบบันทึกลักษณะพืชภาคสนาม.

Brandle, J. E. and N. Rosa. 1992. Heritability for yield, leaf: Stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana.* Canadian Journal of Plant Science 72(4): 1263-1266.

Codex. 2010. *Procedural Manual*. 19th ed. Rome: Codex Alimentarius, Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO).

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem. Bull. 19: 11-15.

การศึกษาเบื้องต้นลักษณะทางพันธุกรรม สัณฐานวิทยา และพฤกษเคมีของสัตฤษี

Preliminary Study of Genetic, Morphology and Phytochemistry of *Paris polyphylla* Sm.

สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1*] พัชธาวดี ขุนไกร[1] เกษม ทองขาว[1] ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์[2] ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์[3] วินัย แสงแก้ว[4] และ สายชล โนสุวรรณ[1]

Supattanakij Posawang[1*] Pattawadee Khunkrai[1] Kaseam Tongkhaw[1] Laddawan Insung[2] Piyarat Parinyapong Chareonsap[3] Winai Sangkaew[4] and Saichon Nosuwan[1]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

[1] Royal Agricultural Research Center, Chiang Mai 313 Moo 12, Nong Khwai Sub-district, Hang Dong District, Chiang Mai 50230

[2] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Horticulture Research Institute Deparment of Agriculture, Bangkok 50 Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

[3] สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เชียงใหม่ 50300

[3] Plant Genetic Conservation Project Under The Royai Initative of Her Royal Higness Princess Maha Chakri Sirindhorn, Chiang Mai 50300

[4] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[4] Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: weerapon99@hotmail.com

Abstract

Paris polyphylla Sm. is perennial hurb with rhizome. The stem is 0.5-1.0 m above ground. Leaves are found in a whorl of 5 to 10 leaves with broadly oval shape and parallel edge. Petiole is brown. Solitary flower, with 4-6 green bracts. Fruit is capsule and round shape with smooth surface. Seeds are red with orange. Plants are distributed in highland about 900-1,900 meters above sea level. Generally, plants grow in late summer-late rainy season and break dormant to summer. The utilization of plants is tonic medication,

healing wounds and bruise. At present, *Paris polyphylla* Sm. is risk of extinction due to slow growth and excessive harvesting. The main ingredients of this plant in saponins and polyphenol. This preliminary study was conducted for plant samples from 10 locations of Chiangmai (Doisaket), Samoeng, Mae Wang (Khun Wang), Mae Chaem (Mae Jon Luang), Chiang Dao, Chom Thong (Khun Taeand Mae Dad), Chiang Rai (Wiang Pa Paoand Pang Khon) and Nan (Mae Charim) which classified into 7 sample sites as Doisaket (S1), Samoeng (S2), Mae Chaem (S3), Mae Wang (S4), Wiang Pa Pao (S5), Chiang Dao (S6) and Mae Charim (S7) which were genetically different. After classified by Agglomerative hierarchical clustering (AHC), all samples were separated into 3 groups as follow: group 1 composed of S1 (Doisaket), S2 (Samoeng), S5 (Wiang Pa Pao), and S6 (Chiang Dao), group 2 composed of S3 (Mae Chaem) and S4 (Mae Wang) and group 3 was S7 (Mae Charim). For phytochemical study, it was found that sample from Wiang Pa Pao (S5) showed the highest total phenolic compounds of (0.009 mg/gDW). Sample from Samoeng (S2) showed the highest antioxidant capacity (23.63±0.03 %) and sample from Mae Chaem (S3) showed the highest total saponins substance (32.26±0.65 mg/gDW.).

Keywords: *Paris polyphylla* Sm., saponins, antioxidant, phenolic compounds

บทคัดย่อ

สัตฤาษีเป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นเหนือดินสูง 0.5-1.0 เมตร มีเหง้าอยู่ใต้ดิน ใบเป็นใบเดี่ยวออกเวียนรอบข้อ รูปรีแกมรูปขอบขนาน ฐานใบมน ปลายใบแหลม พบ 5-10 ใบ/ต้น ก้านใบสีน้ำตาล ดอกเดี่ยวออกที่ปลายยอด มีใบประดับ 4-6 ใบใต้ฐานรองดอก ผลแบบแคปซูลทรงกลม ผิวเรียบ เมล็ดสีแดงอมส้ม พบกระจายตัวบนพื้นที่สูงประมาณ 900-1,900 เมตร เจริญเติบโตในช่วงปลายฤดูร้อน-ปลายฤดูฝน พักตัวในฤดูหนาว-ฤดูร้อน มีการนำมาใช้ประโยชน์ด้านยาบำรุงกำลัง สมานแผล รักษาอาการช้ำ ในปัจจุบันอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เนื่องจากการเก็บจากป่าจำนวนมาก กลุ่มสารสำคัญที่พบคือ สารซาโปนินและสารกลุ่มฟีนอล จากการสำรวจพบสัตฤาษีจำนวน 10 พื้นที่ในภาคเหนือตอนบน คือ จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสะเมิง อำเภอแม่วาง (ขุนวาง) อำเภอแม่แจ่ม (แม่จอนหลวง) อำเภอเชียงดาว อำเภอจอมทอง (บ้านขุนแตะ และบ้านแม่แดด) จังหวัดเชียงราย อำเภอเวียงป่าเป้า (บ้านขุนแม่ลาว) อำเภอเมือง (บ้านปางขอน) และจังหวัดน่าน (อำเภอแม่จริม) จากผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตฤาษีพบว่าตัวอย่างที่เก็บมาจาก 10 พื้นที่จำแนกได้เป็น 7 กลุ่ม ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมได้แก่ ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) เวียงป่าเป้า (S5) เชียงดาว (S6) และ แม่จริม (S7) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) สามารถแยกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่หนึ่งได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก ดอยสะเก็ด (S1)

สะเมิง (S2) เวียงป่าเป้า (S5) และ เชียงดาว (S6) กลุ่มที่สองได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก แม่แจ่ม (S3) และแม่วาง (S4) และกลุ่มที่สามได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก แม่จริม (S7) จากการวิเคราะห์สารสำคัญจากส่วนหัวใต้ดินพบว่า ตัวอย่างจากเวียงป่าเป้า (S5) มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ คือ 0.009 mg/gDW เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า สัตฤษีที่สำรวจจากอำเภอสะเมิง (S2) มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ 23.63±0.03 % และการวิเคราะห์ปริมาณสารซาโปนินทั้งหมดพบว่า สัตฤษีที่สำรวจจากอำเภอแม่แจ่ม (S3) มีปริมาณสารซาโปนินทั้งหมดมากที่สุด คือ 32.26±0.65 mg/gDW

คำสำคัญ: สัตฤษี ตีนฮุ้งดอย สารซาโปนินทั้งหมด สารต้านอนุมูลอิสระ สารฟินอลิก

คำนำ

สัตฤษี (*Paris polyphylla* Sm.) ชื่อท้องถิ่น เล็บฮุ้ง, ตีนฮุ้งดอย, ต๋ง (คนเมือง), ต่องลุ้งจ่อ (ไทใหญ่) ยาประดงร้อยเอ็ด (ลั้วะ) เล็บฮุ้งเป็นพืชล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน ใบเดี่ยวออกเวียนรอบข้อ 5-9 ใบ รูปรีแกมรูปขอบขนาน โคนใบมนหรือสอบ ปลายใบแหลม ก้านใบสีน้ำตาล ดอกเดี่ยวมียอดเกสรเพศเมียสีเหลืองหรือสีส้ม มีใบประดับ 4-6 ใบ รองรับ ผลแบบแคปซูล ทรงกลม ผิวเรียบ เมล็ดมีเยื่อหุ้มอวบน้ำสีแดงอมส้ม ลำต้นใต้ดิน ชอบขึ้นตามพื้นในป่าสนเขา ที่มีเรือนยอดโปร่ง ความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล (เกรียงไกรและคณะ, 2551) ลำต้นใต้ดิน กินสดหรือต้มดื่มน้ำรักษาอาการบาดเจ็บ และเอาไปดองเหล้ากินเป็นยาบำรุงกำลัง (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2544) ส่วนของเหง้านิยมนำไปใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในประเทศต่างๆ เช่น เนปาลและจีน ในประเทศเนปาลใช้เป็นยาย่อยเสมหะ รักษาพิษไข้ พิษจากอาหาร แก้พิษงูกัด พิษแมลงกัด เป็นยาบรรเทาผลกระทบจากยาเสพติด เคี้ยวรากรักษาแผลภายในคอ รักษาบาดแผลภายนอก ใช้เป็นยาแก้ปวดต้มรากรักษาแผลคอตีบ โรคต่อมน้ำเหลือง ต่อมทอนซิล คางทูม โรคเต้านมอักเสบ โรคไขข้อบรรเทาฝี ประเทศจีนใช้เป็นส่วนผสมหลักในยารักษาตับ ท้อง จมูก ปอดคอ และมะเร็งเต้านม (Madhu *et al*., 2010) และใช้รักษาเนื้องอก ห้ามเลือด ต่อต้านการอักเสบ ลดอาการปวดบวม มะเร็งปอด และมะเร็งกล่องเสียง และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิทธิบัตรยาจีน เช่น แคปซูล “Gongxuening” “JideshengSheyao” “BiyanQingduKeli” (Wen *et al.,* 2012; Shah *et al*., 2012; Qin *et al.,* 2013) CNC-DIVERSITAS (2012) ได้รายงานสายพันธุ์ไว้ว่าพบ *Paris polyphylla* Sm. 12 สายพันธุ์ทั่วโลก Qin *et al*., (2013) รายงานว่า *P. polyphylla* Sm. แบ่งออกได้มากกว่า 10 สายพันธุ์ มี 2 สายพันธุ์ที่สำคัญ คือ *P. polyphylla* var. chinensis และ *P. polyphylla* var. yunnanensis ซึ่งมีเขตการกระจายพันธุ์ตั้งแต่แถบหิมาลัยไปยังประเทศจีน ทิเบต เนปาล เทือกเขาหิมาลัย จีน ไต้หวัน พม่า ลาว และเวียดนาม (eMonocot, 2011) และส่วนใหญ่อยู่ในเขตภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแถบตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมณฑลยูนนาน มณฑลเสฉวน และมณฑลกุ้ยโจว

(CNC-DIVERSITAS, 2012) ในไทยพบเฉพาะสายพันธุ์ chinensis พบเฉพาะทางภาคเหนือแถบจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แพร่ น่าน ขึ้นในป่าดิบเขาระดับความสูง 900-1,900 เมตร ในต่างประเทศพบในระดับความสูงจนถึง 3,000 เมตร ทรัพยากรของสมุนไพรนี้ มีปริมาณลดลงอย่างมาก การเจริญเติบโตของเหง้าช้ามาก สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากปลูกไปแล้วเมื่อมีอายุ 5-7 ปีขึ้นไป ในประเทศจีนเกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในช่วงปลายปี ค.ศ.1990 การผลิตมีปริมาณน้อยกว่า 1,000 ตันต่อปี ในขณะที่ความต้องการประมาณ 2,000 ตันต่อปี (Wen *et al*., 2012) รัฐมณีปุระ ของประเทศอินเดีย มีการส่งออกไปยังประเทศจีนและประเทศอื่นๆ ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านไปทางประเทศพม่าอย่างผิดกฎหมาย (Shah *et al*., 2012) ทั้งนี้ International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) กำหนดให้สัตฤๅษีเป็นหนึ่งในพืชสมุนไพรที่ระบุว่าเป็นความเสี่ยงภายใต้ภัยการคุกคาม (Madhu *et al.,* 2010) การศึกษาสารประกอบ สามารถแยกสารประกอบได้ 8 ชนิด คือ Falcarindiol, β-ecdysterone และ saponins 6 ชนิด ซึ่งมีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็งอย่างมีนัยสำคัญ โดยโครงสร้างของ saponins มีฤทธิ์ต้านเนื้องอกได้ นอกจากนี้ยังสามารถบรรเทาอาการบวมน้ำที่ปอดและกล้ามเนื้อหัวใจ (Shah *et al*., 2012)

สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย (2555) จัดสัตฤๅษีไว้เป็นสมุนไพรที่อาจจะสูญพันธุ์และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ในพื้นที่เขตอนุรักษ์ป่าดอยม่อนฤๅษี ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าขุนแม่กวง ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานสวนสาธารณะ (2552) จัดสัตฤๅษีเป็นไม้พื้นเมืองของไทยที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์พันธุกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลองและแหล่งเก็บตัวอย่าง

สัตฤๅษีจากแหล่งสำรวจจากพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ 6 อำเภอ ได้แก่ ดอยสะเก็ด สะเมิง แม่วาง แม่แจ่ม เชียงดาว และกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงราย 2 อำเภอ ได้แก่ เวียงป่าเป้า และอำเภอเมืองเชียงราย และจังหวัดน่าน หนึ่งอำเภอ คือ แม่จริม รวมจำนวน 10 พื้นที่ อย่างไรก็ตามเมื่อจำแนกตามกลุ่มของดีเอ็นเอ ที่สกัดได้จะนำเสนอผลการทดลองแยกตามกลุ่มตัวอย่าง 7 กลุ่ม ดังนี้

S1 กลุ่มดอยสะเก็ด (Doisaket)
ตัวอย่างจากอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

S2 กลุ่มสะเมิง (Samoeng)
ตัวอย่างจากอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

S3 กลุ่มแม่แจ่ม (Mae Chaem)
ตัวอย่างจากบ้านแม่จอนหลวง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

S4 กลุ่มแม่วาง (Mae Wang)
ตัวอย่างจากบ้านขุนวาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

S5 กลุ่มเวียงป่าเป้า (Wiang Pa Pao)
ตัวอย่างจากบ้านขุนแม่ลาว อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

S6 กลุ่มเชียงดาว (Chiang Dao)
ตัวอย่างจากอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

S7 กลุ่มแม่จริม (Mae Charim)
ตัวอย่างจากอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

วิธีดำเนินการทดลอง

การบันทึกข้อมูลด้านลักษณะสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต

บันทึกข้อมูลด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมชนิด นิเวศวิทยา และการกระจายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ของสัตฤาษีลักษณะประจำพันธุ์ ชื่อเรียกท้องถิ่น ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ โดยใช้แบบสอบถาม รวมถึงบันทึกการเจริญเติบโตของต้นสัตฤาษีที่นำมาเพาะปลูกบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ ประเมินคุณลักษณะทางพันธุกรรม จำแนกพันธุ์โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตามแบบบันทึกของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช (2542)

การวิเคราะห์สารสำคัญและความหลากหลายทางพันธุกรรม

วิเคราะห์สารสำคัญโดยเก็บตัวอย่างหัวสัตฤาษีมาใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณฟินอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu reagent รายงานเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้งพืชตัวอย่าง (mg/gDW) และ ปริมาณสารซาโปนิน โดยวิธี Total saponin colourimetry assay รายงานผลเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของพืชตัวอย่าง (mg/gDW) วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ รายงานผลเป็นร้อยละ (%) ของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ และวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค RAPD โดยการสกัดดีเอ็นเอจากใบอ่อน ตามกรรมวิธีของ Doyle and Doyle (1987) ดังนี้ นำใบอ่อนหรือยอดอ่อนของสัตฤาษี มาทำการสกัดดีเอ็นเอโดยนำมาชั่งให้ได้ 0.2 กรัม แล้วบดในโกร่งที่มีไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด เสร็จแล้วเทใส่หลอดทดลอง จากนั้นเติม 2XCTAB buffer จำนวน 600 ไมโครลิตร ลงในหลอดที่เตรียมไว้ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมคลอโรฟอร์ม (chloroform): ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol) อัตราส่วน 24 : 1 จำนวน 800 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ระดับความเร็ว 12,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นดูดเฉพาะน้ำที่ใสส่วนบนลงในหลอดทดลองใหม่ แล้วเติมไอโซโพรพานอล (isopropanol) ที่เย็นจัด จำนวน 600 ไมโครลิตร เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน นำไปแช่ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5-10 นาที จากนั้นเทไอโซโพรพานอลทิ้งไป แล้วเติมแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 800 ไมโครลิตร แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วเทแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไป และทำซ้ำขั้นตอนนี้อีก 2 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนแห้งโดยการเปิดฝาทิ้งไว้ เป็นเวลา 20-30 นาที จากนั้นนำมาละลายใน TE buffer จำนวน 50-100 ไมโครลิตร เก็บรักษาสารละลายดีเอ็นเอที่ได้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และทำการวัดคุณภาพและปริมาณสารละลายดีเอ็นเอโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟริซีส (agarose gel electrophoresis) ความเข้มข้นของเจล 0.8 เปอร์เซ็นต์ ใน 1XTAE buffer เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของดีเอ็นเอมาตรฐาน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการสำรวจและรวบรวมในปี 2559 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตพบว่า ต้นสัตฤาษีเจริญเติบโตในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นในฤดูฝน มีการพัฒนาดอกแต่ยังไม่พบการติดเมล็ด ต้นสัตฤาษีที่ได้

จากการสำรวจในปี 2559-2560 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน และการเจริญด้านส่วนขยายพันธุ์ (reproductive growth) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ไปจนถึงเดือนธันวาคมก่อนจะเข้าสู่ระยะพักตัวในช่วงเดือนมกราคมเป็นต้นไป การเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นสัตฤษีจะขึ้นอยู่กับการสะสมอาหารภายในหัว ซึ่งแต่ละหัวจึงเจริญเติบโตไม่พร้อมกันแต่จะอยู่ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกัน ลักษณะการติดเมล็ดของต้นตีนฮุ้งดอยจะเกาะเป็นกลุ่มกันแน่นภายในฝัก เมื่อสุกแก่เต็มที่ฝักที่หุ้มเมล็ดจะแตกออก จะมีเมล็ดเฉลี่ยในฝักประมาณ 20-35 เมล็ด/ฝัก มีลักษณะเมล็ดกลม มีเยื่อหุ้มอวบน้ำสีส้มแดงและจะมีภายในหรือเมล็ดจริงค่อนข้างแข็งสีขาวครีมอยู่ภายใน (Figure 1) โดยทั่วไปลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และสัณฐานวิทยาของสัตฤษีจากแต่ละแหล่ง มีความหลากหลายทางสัณฐานวิทยามาก จึงไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของแต่ละแหล่งที่ได้ทำการสำรวจจากลักษณะภายนอกได้ แต่โดยรวมสามารถสรุปลักษณะทางพฤกษศาสตร์ได้ดังแสดงไว้ใน Table 1

ผลจากการตรวจวิเคราะห์ DNA จากใบสัตฤษี 7 ตัวอย่างในปี 2560 จากแหล่งดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) เวียงป่าเป้า (S5) เชียงดาว (S6) และแม่จริม (S7) ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด RAPD จำนวน 5 ตัว และเครื่องหมายโมเลกุลชนิด ISSR จำนวน 5 เครื่องหมาย ได้แถบดีเอ็นเอจำนวน 48 แถบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้แก่ ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) เวียงป่าเป้า (S5) และเชียงดาว (S6) กลุ่มที่สองได้แก่ แม่แจ่ม (S3) และ แม่วาง (S4) และกลุ่มที่สามได้แก่ แม่จริม (S7) (Figure 2)

เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญที่มีในแต่ละแหล่งที่พบโดยวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลรวม (Total phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent และวิเคราะห์ปริมาณสารซาโปนิน (Total saponin colourimetry assay) จำนวน 7 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณฟีนอลรวม (total phenolic compounds) จากหัวที่พักตัวของสัตฤษีที่ได้จาก ตำบลขุนแม่ลาว อำเภอดอยสะเก็ด ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเวียงป่าเป้า (S5) มีปริมาณ total phenolic compounds เฉลี่ยสูงว่าตัวอย่างอื่นๆ คือเท่ากับ 0.009 mg/gDW (Table 2)

ในขณะที่ปริมาณสารซาโปนินทั้งหมดในหัวที่พักตัวขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกันพบว่าสัตฤษีที่สำรวจจากเขตบ้านแม่จอนหลวง ตำบลขุนแม่วาง อำเภอแม่แจ่ม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มแม่แจ่ม (S3) มีปริมาณสารซาโปนินเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ คือ 32.26±0.65 mg/gDW (Table 3)

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบจากแต่ละแหล่งในส่วนหัวที่พักตัวขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกันพบว่าสัตฤษีมาจาก อำเภอสะเมิง หรือกลุ่มสะเมิง (S2) มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากลุ่มอื่นๆ คือ 23.63±0.03 % (Table 4)

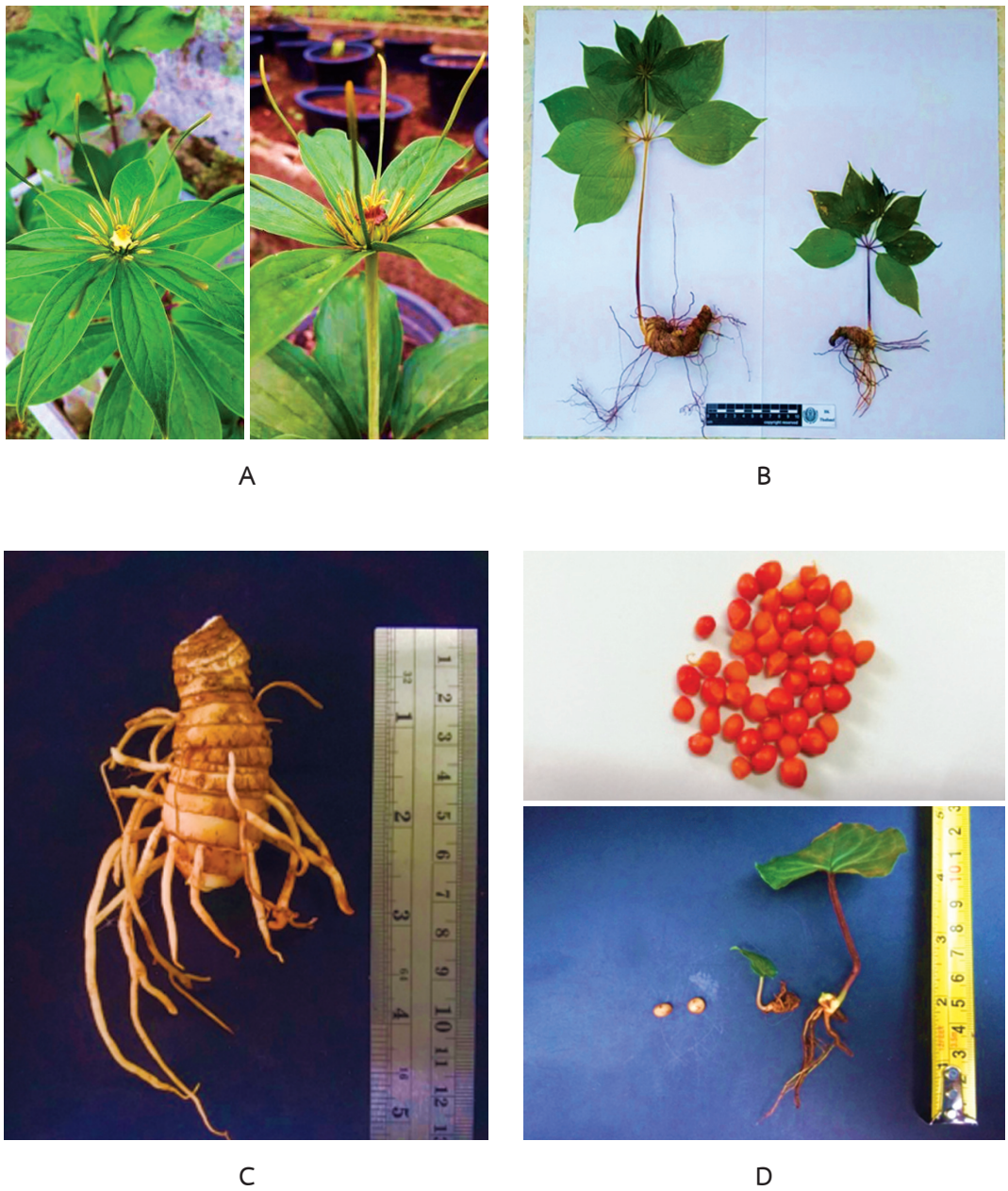

Figure 1 Morphology of *Paris polyphylla* Sm. collected in this study: leaves and flower (A), whole plant (B), rhizome (C) and seed and seedling germinated from seed (D)

Table 1 Morphological characteristics of *Paris polyphylla* Sm.

Paris polyphylla Sm.	Detail
Evaluation environment	900-1,900 m.
Type of planting	Rhizome
Vigor of the plant	not good
Environment	**Detail**
- Topography	Mountainous
- Country of characterization and / or evaluation	Higher-level landform
- Crop agriculture	Perennial field cropping
- Soil moisture	Slightly moist
- Soil fertility	Moderate
- Light	sunny
Leaf	**Detail**
- Blade shape of mature leaf	oval
- Leaf colour	Dark green
- Leaf colour variegation	Present
- Number of lobes in mature leaf	few
- Foliation density	whorled
- Leaf growth habit (attitude)	Semi-erect
- Leaf type	simple
- leaf margin colour	green
- vein colour	green
- leaf density	intermediate
Stem	**Detail**
- stem branching	Erect
- Plant growth habit	Erect
- Stem growth habit	Erect
- Plant height	10-100 cm.
- Crown number per plant	No tillering
- stem colour	purplish green
- Type of material received	rhizome

Table 1 Morphological characteristics of *Paris polyphylla* Sm. (Cont.)

Paris polyphylla Sm.	Detail
Flower	**Detail**
- Flower colour	light green
- Intensity of flower colour	light
- Length of peduncle	11-15 cm.
- Number of inflorescences per plant	≤ 10
- Time of flowering	June-July
- Type of flower	spatulate, 4 linear acute ones
- flowering-flowering	flowering in some years
- days to flowering after emergence	120
- sex	bisexual flower
- calyx	4-10 lanceolate green leaves
- Length of picking season	after flowering

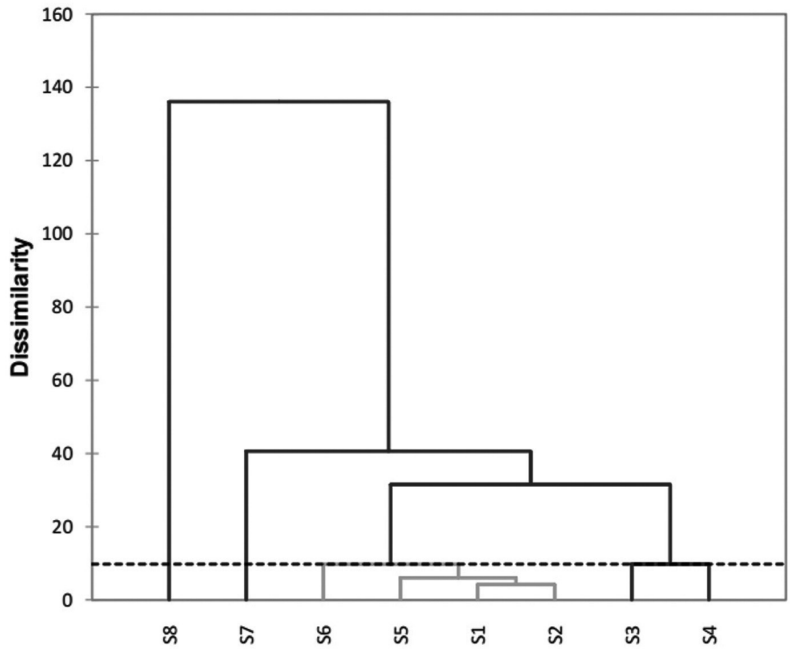

Figure 2 Genetic correlation of 7 sample groups of *Paris polyphylla* Sm. using Agglomerative hierarchical clustering (AHC) analysis

Table 2 Total phenolic compounds of *Paris polyphylla* Sm.

Sample groups	location	Total phenolic compouns (mg galic/gDW)
S1	Doisaket	0.0044
S2	Samoeng	0.0066
S3	Mae Chaem	0.0035
S4	Mae Wang	0.0050
S5	Wiang Pa Pao 1	0.0090
	Wiang Pa Pao 2	0.0042
S6	Chiang Dao	0.0044
S7	Mae Charim	0.0039

Table 3 Total saponins of *Paris polyphylla* Sm.

Sample groups	location	Total saponins (mg/gDW)
S1	Doisaket	28.20±0.20
S2	Samoeng	23.55±0.96
S3	Mae Chaem	32.26±0.65
S4	Mae Wang	22.68±2.18
S5	Wiang Pa Pao 1	17.15±2.14
S6	Chiang Dao	27.36±0.47
S7	Mae Charim	15.47±1.87

Table 4 Antioxidant of *Paris polyphylla* Sm.

Sample groups	location	Antioxidant capacity. (%)
S1	Doisaket	15.33±0.07
S2	Samoeng	23.63±0.03
S3	Mae Chaem	11.67±0.15
S4	Mae Wang	18.97±0.27
S5	Wiang Pa Pao 1	12.43±0.15
	Wiang Pa Pao 2	13.73±0.09
S6	Chiang Dao	13.87±0.28
S7	Mae Charim	8.53±0.20

สรุปผลการวิจัย

สัตฤาษีจากแต่ละแหล่งมีสัณฐานวิทยาที่หลากหลายและแตกต่างกัน การพิจารณาจัดจำแนกความแตกต่างจากลักษณะภายนอกจึงทำได้ยาก สอดคล้องกับ Jin *et al*. 2011 ที่รายงานผลการสำรวจสัตฤาษี 24 ชนิดจากจีนและเวียดนาม ว่ามีลักษณะถึง 27 ลักษณะจาก 196 จำนวนต้นใน 8 กลุ่มประชากร และจากการสำรวจในปี 2559-2561 สามารถจำแนกกลุ่มของสัตฤาษีโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) สามารถแบ่งสัตฤาษี ออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสัตฤาษีที่มาจาก ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) เวียงป่าเป้า (S5) เชียงดาว (S6) กลุ่มที่สองมาจากแม่แจ่ม (S3) และแม่วาง (S4) และกลุ่มที่สามจากแม่จริม (S7) เมื่อวิเคราะห์สารสำคัญพบว่าตัวอย่างจากกลุ่มเวียงป่าเป้า (S5) มีปริมาณ total phenolic compounds มากกว่ากลุ่มอื่นๆ ตัวอย่างสัตฤาษีจากกลุ่มแม่แจ่ม (S3) มีค่าเฉลี่ยสาร total saponins มากกว่ากลุ่มอื่นๆ และสัตฤาษีจากกลุ่มสะเมิง (S2) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด อย่างไรก็ตามในการศึกษาปริมาณสารสำคัญในสัตฤาษีครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นที่ยังไม่ได้ดำเนินการวางแผนทดลองเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติเต็มรูปแบบ ซึ่งควรที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมในระยะต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย สันติสุข. ม.ป.ป. พันธุ์พืชหายากและถูกคุกคามของดอยเชียงดาว ภูเขาหินปูนในจังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศภูเขา. รายงานการประชุม วันสากลแห่งความหลากหลายทางชีวภาพ, กรุงเทพฯ. หน้า 53-64.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช. กรมวิชาการเกษตร. 2542. แบบบันทึกลักษณะพืชภาคสนาม.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2544. พืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: http://www.rspg.or.th/plants_data/rare_plants /scien_name_p9.htm (13 สิงหาคม 2556).

สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2550. สัตฤาษี สารานุกรมพืชในประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: http://web3dnp.go.th/botany/ detail.aspx?wordsnamesci=Paris0polyphylla0Smith 0var.0chinensis0(Franchet)0H.0Hara (13 สิงหาคม 2556).

CNC-DIVERSITAS. 2012. Catalogue of Life China 2012 Annual Checklist. Available: http:// data.sp2000.cn/2012_cnnode_e/show_species_details.php? name_code=e21cc83d-5c35-4ba5-afe2-69a3830c74c9 (21 August 2013).

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem. Bull. 19: 11-15.

Madhu, K.C., S. Phoboo and P. K. Jha. 2010. Ecological study of Daiswa polyphylla Sm. ECOS 17: 87-93.

Monocot. 2011. Daiswa polyphylla Sm. Available: http://e-monocot.org/taxonkew. org:wcs:taxon:283892 (13 August 2013).

Qin, X., C. Chen, W. Ni, H. Yan and H. Liu. 2013. C22-steroidal lactone glycosides from stems and leaves of Paris polyphylla var. yunnanensis. Fitoterapia 84: 248-251.

Shah, S. A., P.B. Mazumder and M. D. Choudhury. 2012. Medicinal properties of Paris polyphylla Smith: A review. Journal of Herbal Medicine and Toxicology 6(1):27-33.

Wen, F., H. Yin, C. Chen, X. Liu, D. Xue, T. Chen, J.He and H. Zhang.2012.Chemical characteristics of saponins from Paris fargesii var. brevipetala and cytotoxic activity of its main ingredient, parissaponin H. Fitoterapia 83: 627-63.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

1. **การพิมพ์** ต้นฉบับพิมพ์โดยโปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด ใช้รูปแบบฟอนต์ **Thai Sarabun PSK** ขนาด 16 points สำหรับชื่อเรื่อง และ 15 points สำหรับที่เหลือ พิมพ์หน้าเดียวในกระดาษ A4 เว้นขอบทั้ง 4 ด้าน 2.5 ซม. พร้อมระบุเลขหน้าที่ด้านมุมบนขวามือ ความยาวของบทความรวมทุกอย่างไม่เกิน 10 หน้า
2. **การเรียงเนื้อหา**
   2.1 ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรสั้น กระชับและสื่อเป้าหมายหลักของการวิจัย ชื่อวิทยาศาสตร์ ใช้ตัวเอน และการพิมพ์ภาษาละติน เช่น *in vivo*, *in vitro*, *Ad libitum*, หรือ *et al.* ให้พิมพ์ด้วยตัวเอน ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ขึ้นต้นตัวใหญ่เฉพาะคำแรกและคำเฉพาะ
   2.2 ชื่อผู้เขียน (Authors) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่วนที่อยู่ให้ใส่เป็นเชิงอรรถที่ท้ายชื่อ และอธิบายไว้ในหน้าแรกของบทความ ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ชื่อคนที่รับผิดชอบบทความ (corresponding author) พร้อมอีเมลติดต่อ
   2.3 บทคัดย่อ (Abstract) ควรสั้น กระชับ ได้ใจความในการทำวิจัย วิธีการ ผลการศึกษาและสรุป ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 300 คำ (เรียง Abstract ก่อน บทคัดย่อ)
   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 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล (Results and Discussion) อธิบายผลการทดลอง พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตาราง (Table) หรือภาพประกอบ (Figure) **โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด (รวมทั้งคำอธิบาย) และแทรกอยู่ในเนื้อหา** คำอธิบายตารางให้อยู่เหนือตาราง ส่วนคำอธิบายภาพให้วางอยู่ใต้ภาพ หน่วยในตารางให้ใช้ตัวย่อ ในระบบเมตริกซ์ ส่วนวิจารณ์ผล ให้แสดงความคิดเห็นของผลการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานหรืออ้างอิงที่เชื่อถือได้ กราฟไม่ใส่เส้นกรอบ และตารางไม่ใช้เส้นแนวตั้ง
   2.8 สรุปผลการศึกษา (Conclusion) สรุปผลที่ได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

3. กิตติกรรมประกาศ

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย เช่น แหล่งทุน แต่ไม่ได้มีชื่อร่วมวิจัย

4. เอกสารอ้างอิง

4.1 ในเนื้อหา ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อและปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทยใช้ชื่อตัวและปี 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) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายบทความให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงลำดับชื่อตามตัวอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนดังนี้

4.2.1 วารสาร (Standard Journal) ถ้าวารสารมีชื่อย่อให้ใช้ชื่อย่อ

แสงทอง พงษ์เจริญกิต จันทร์เพ็ญ สะระ ธีรนุช เจริญกิจ และฉันทนา วิชรัตน์. 2559. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลำไยด้วยเทคนิคดีอาร์เอพีดี. วารสารเกษตร 32(1): 1-8.

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soytong. 2005. Evaluation of ketomium-mycofungicide on siberian isolates of phytopathogenic Fungi. J. Ari. Tech. 1(2): 247-253.

4.2.2 หนังสือ หรือตำรา (Books/ Textbook) ไม่ต้องระบุจำนวนหน้า

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล. 2555. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดเชิงการค้า. ดอคคิว เมนทารี ดีไซน์, เชียงใหม่.

Steel, R.G.D., J.H. Torrie, and D.A. Dickie. 1997. Principal and procedures of atatistic-abiometric approach. 3rd Editon. McGraw-Hill Publishing Company, Toronto.

4.2.3 เรื่องย่อยในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ (Section in Books with Editors)

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2543. การให้น้ำลำไย. น. 44-49. *ใน*: นพดล จรัสสัมฤทธิ์ พาวินมะโนชัย นพมณี โทปุญญานนท์ ธีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บ.ก.). การผลิตลำไย. สิรินาฏการพิมพ์, เชียงใหม่.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee socially. pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press. Sapporo.

4.2.4 วิทยานิพนธ์ (Thesis)

ทรงศักดิ์ ธรรมจำรัส. 2554. การศึกษาหาดัชนีการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้อายุผลและปริมาณความร้อนสะสม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Chantrachit, T. 1994. Anaerobic conditions and off-flavor development in ripening banana (*Carvendishii spp*.). M.S. Thesis in Horticulture, Oregon State Universtiy.

4.2.5 ประชุมวิชาการ (Proceeding/ Conference)

ณวรรณพร จิรารัตน์ สมกิจ อนะวัชกุล 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. Precedding of the 2nd Internationl Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science. Kyoto, Japan. pp. 17-22.

4.2.6 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet)

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกซ์). แหล่งข้อมูล http://www.servicelink.doae.go.th/corner%20book/ book%2005/ Hydropronic.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 เว็บไซต์ http://jap.mju.ac.th

การส่งบทความ สามารถเลือกช่องทางที่สะดวก จากรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. ทางไปรษณีย์ ซีดี 1 แผ่น และเอกสาร 3 ชุด พร้อมแบบลงทะเบียนส่งบทความหรือจดหมายนำส่งที่
   บรรณาธิการวารสารผลิตกรรมการเกษตร
   คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
   63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
2. อีเมล japmju@gmail.com (ส่งไฟล์ พร้อมแบบลงทะเบียนส่งบทความ ที่กรอกข้อความแล้ว)
3. Online (ThaiJo) เข้าเว็บไซต์ http://www.tci-thaijo.org แล้วเลือกชื่อวารสาร Journal of Agricultural Production เพื่อส่งบทความออนไลน์ (ต้องลงทะเบียนสมัครสมาชิกวารสารก่อน (ไม่มีค่าใช้จ่าย) จึงจะสามารถส่งบทความได้)

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

1. การติดต่อผู้เขียนจะติดต่อผ่านอีเมล ตามที่อยู่ของ correspondent author หรือหากจำเป็นจะติดต่อทางไปรษณีย์หรือเบอร์โทรศัพท์ตามที่อยู่ที่ติดต่อได้
2. เรื่องที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ท่าน จึงจะได้รับให้ลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยจะตอบรับการตีพิมพ์หรือปฏิเสธบทความ ภายในไม่เกิน 120 วัน
3. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะส่งตีพิมพ์ทุกเรื่องตามที่เห็นสมควร ในกรณีที่จำเป็นจะส่งต้นฉบับที่แก้ไขแล้วคืนให้ผู้เขียน เพื่อความเห็นชอบอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

Guide for Authors

Manuscripts submitted for publication 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 peer-reviewed by at least 2 independent referees.

Submission checklist

Manuscripts submission must include title page, abstract, keyword, text, tables, figures, acknowledgements, reference list and appendices (if necessary). The title page of this file should be include the title of the article, full name, official name and affiliations of all authors and E-mail address for corresponding author. The total manuscript should not exceed 10 pages.

Preparation of the manuscript

All manuscripts 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 the title topic using 16-pt, otherwise, Browallia new would be replaced.
4. Manuscript texts should be prepared as single column, with sufficient margin (2.5 centimeters for each side).
5. Abstract should not exceed than 300 words and provide only 4 key-words for each manuscript.

6. All measurement in the text should be reported in abbreviation, using metric system.
7. Tables and figures should each be numbered consecutively.
8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references.
9. Citations of published literature in the text should be given in the form of author and year in parentheses; (Pawin *et al*., 2012) or if the name forms part of a 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. The reference list at the end of the manuscript should be listed alphabetically. The following are examples of reference writing.

Standard journal:

Shternshi, M., O. Tomilova, T. Shpatova and K. Soytong. 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 atatistic-abiometric 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

1. Via regular mail	3 sets of hard-copy with CD and cover letter (download from website http://jap.mju.ac.th) sent to Editor of the JAP Journal Faculty of Agricultural Production Maejo University, T Nongharn, A sansei, Chiang Mai 50290
2. Via E-mail	attach file and cover letter to japmju@gmail.com
3. Online (ThaiJo)	Register as Journal's member of Journal Agricultural Production in Website ThaiJo (http://www.tci-thaijo.org) before submission (free of charge)

MJU
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

MJU JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล japmju@gmail.com

เว็บไซต์ http://jap.mju.ac.th

โทรศัพท์ +66 5387 3618

โทรสาร +66 5387 3628