ISSN 2651-2475

วารสาร

พลิตกรรมการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2563 VOL.2 NO.3 SEPTEMBER - DECEMBER 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

รางวัลชนะเลิศอันดับ 1 รถกระทงใหญ่ จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในงานประเพณียี่เป็ง จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2563

(ภาพโดย นายสามารถ พิงคะสัน)

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

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

รายนามผู้พิจารณาผลงานวิชาการ
ในวารสารผลิตกรรมการเกษตร ปีที่ 2 พ.ศ. 2563

.....

1.	ศาสตราจารย์ ดร.โสระยา ร่วมรังสี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3.	รองศาสตราจารย์ ดร.วรทัศน์ อินทรัคคัมพร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4.	รองศาสตราจารย์ ดร.รุจ ศิริสัญลักษณ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยา สรวมศิริ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6.	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7.	รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8.	รองศาสตราจารย์ ดร.พวงผกา อัมพันธ์จันทร์	มหาวิทยาลัยมหิดล
9.	รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
10.	รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11.	รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
12.	รองศาสตราจารย์ ดร.วาริช ศรีละออง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13.	รองศาสตราจารย์ ดร.ชิติ ศรีตนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
14.	รองศาสตราจารย์ ดร.นพมณี โทปุญญานนท์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
15.	รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่ำทอง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
16.	รองศาสตราจารย์สมชาย องค์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
17.	รองศาสตราจารย์ขยัน สุวรรณ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
20.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระยศ แข็งขัน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิจิตรา แก้วสอน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
24. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนจิรา ชุมภูคำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา พิทักษ์พล	มหาวิทยาลัยพะเยา
28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิญญา รักษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
29. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
30. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
31. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร บุญปลอด	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
33. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา นาเทเวศร์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
34. อาจารย์ ดร.อาคม ขัดฝั้น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
35. อาจารย์ ดร.อภิรัฐ บัณฑิต	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
36. อาจารย์ ดร.วิบูล เป็นสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
37. อาจารย์ ดร.วาริน สุทนต์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
38. อาจารย์วินัย แสงแก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
39. นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
40. นางสาวอรรัตน์ วงศ์ศรี	สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกันรอบนี้เป็นเล่มสุดท้ายของปีที่ 2 ซึ่งมาพร้อมกับการระบาดระลอกที่สองของโคโรน่าไวรัสที่เริ่มต้นจากตลาดกลางกุ้งที่สมุทรสาคร ตอนนี้ก็ได้แพร่กระจายไปเกือบทั่วประเทศแล้วนะคะ คงต้องยกการ์ดให้สูง ไม่ประมาท ดูแลตัวเองและสุขภาพของคนรอบข้าง รวมทั้งการรับผิดชอบต่อสังคมโดยรวมด้วยนะคะ เป็นห่วงทุกๆ คนค่ะ ถ้าพวกเราสามัคคีกันและเอาประโยชน์ของประเทศเป็นที่ตั้ง เอาประโยชน์ส่วนตัวเป็นรอง เหมือนอย่างที่ล้นเกล้ารัชกาลที่ 9 ได้สอนไว้ ประเทศชาติก็จะก้าวผ่านอุปสรรคเหล่านี้ไปได้ด้วยดีค่ะ

สำหรับวารสารผลิตกรรมการเกษตรฉบับนี้ ยังคงได้รับความสนใจจากนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป ที่ต้องการเผยแพร่ผลงานวิจัยอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณเจ้าของบทความทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย ฉบับนี้มีเรื่องที่น่าสนใจหลากหลายบทความ ทั้งในส่วนของพืชไร่ พืชสวน อารักขาพืช และอื่นๆ ซึ่งเชื่อว่าบทความทั้งหมด จะน่าสนใจและเป็นประโยชน์สำหรับผู้อ่านทุกๆ ท่านค่ะ

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

ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 1
จักรพงษ์ กางโสภา วัลลิภา วิทยาพงษ์ เพชรรัตน์ จี้เพชร และ สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์

ผลของออกซินต่อการเกิดรากและอัตราการรอดของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัว 15
วีรภัทร ปั้นฉาย ดรุณี นาพรหม และ นพพร บุญปลอด

ผลของวัสดุปลูกต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก 25
ธีรภาพ แก้วประดับ ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์ ศุภัครชา อภิรติกร ธีรพล ฆังคมณี และ วันดี สุขสะโร

การประเมินศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 5 ปี ในพื้นที่นาร้าง : กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา 37
ณัฐพล จันทร์สว่าง ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ประมวล หน่อสกูล ชมพูนุท บัวเผื่อน ธีรภาพ แก้วประดับ ประกิจ ทองคำ รุ่งรัตน์ แซ่หยาง และ ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระของชาเชียงดา จากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน 51
นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์ กอบลาภ อารีศรีสม ภาวิณี อารีศรีสม วิกานดา ใหม่เฟย และ ศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล

การตรวจสอบเบื้องต้นลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดปลูกในดินที่ประกอบด้วยกากกาแฟเหลือทิ้ง 63
ปัทมา หาญนอก ภารดี ธรรมาภิชัย และ กฤษฎา สารหงส์

พิษของสารสกัดหยาบผักคราดหัวแหวนต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อน 73
ศิริลักษณ์ ปานทุ่ง นวพรรษ เหลาทอน กีรติ ตันเรือน เรืองวุฒิ ชุติมา วิษณุ ธงไชย ณัฐดนัย ลิขิตตระการ และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

ผลของ 1-Methycyclopropene ต่อการสุกของกล้วยน้ำว้า 83
กัลยาภัสร์ ดำบัว เกศินี แสงศรีจันทร์ จันทกานต์ กล้าหาญ นพมาศ ชุมภูมี หัถยา คำจันทร์วงค์ อัยลดา เดือนไธสง และ ธีรนุช เจริญกิจ

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(3):1-14
J. Agri. Prod.
1

ความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4

Germination and seedling growth of rice seeds cv. Riceberry as affected by priming with KNO_3 and KH_2PO_4

จักรพงษ์ กางโสภา* วัลลิภา วิทยาพงษ์ เพชรรัตน์ จี้เพชร และ สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์

Jakkrapong Kangsopa* Wallipa Wittayapong Phetcarat Jeephet and Sureemard Chantain

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

(Received: 30 March, 2020; Accepted: 4 November, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

Riceberry rice (rice seeds cv. Riceberry) is highly nutritious and has many anti-oxidants. Therefore, it is in high demand for consumption in order to promote health. Nevertheless, degradation of quality Riceberry rice seed is a problem when the seeds are kept for a long time. This results in a lower germination rate and could affect the quality and the production of Riceberry rice. Therefore, improving the quality of Riceberry rice seeds with priming before storing the seeds is necessary in order to be able to store them for a longer period of time. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. The experiment results are as follows. Seeds primed with all methods did not grow into unusual seedlings compared to seeds that were not primed. More seeds primed with 1.0% of KNO_3 survived compared to seeds that were not primed. Additionally, seeds primed with 0.1% of KH_2PO_4 had a higher speed of radical emergence, better germination, and a higher speed of germination compared to the seeds that were not primed and the differences were statistically significant. At the same time, when tested under greenhouse condition, seeds primed with 1% of KNO_3

and 2.0% of KH_2PO_4 had longer shoot lengths, longer root lengths, and improved total seedling quality compared to the seeds that were not primed. The differences are statistically significant.

Keywords: Seed enhancement, osmopriming, hydropriming, plant nutrient

บทคัดย่อ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี จึงนิยมใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพ อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังคงมีปัญหาเรื่องการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวเมื่อเก็บรักษาในระยะยาว ทำให้คุณภาพของเมล็ดมีอัตราการงอกลดลง และส่งผลเสียหายต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ทำให้การยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการทำไพรม์มิ่งก่อนการเก็บรักษาอาจมีความจำเป็นเพื่อรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ยาวนานมากขึ้น ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีผลการทดลองดังนี้ การไพรม์เมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ลักษณะของต้นกล้าผิดปกติมีความแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ แต่การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.0% ทำให้มีจำนวนเมล็ดตายน้อยมากกว่าและแตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ ส่วนการไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 อัตรา 0.1% ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอกดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ และการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.0% และ KH_2PO_4 อัตรา 2.0% ทำให้ต้นกล้ามีความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้าดีและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

คำสำคัญ: การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ออสโมไพรม์มิ่ง ไฮโดรไพรม์มิ่ง ธาตุอาหารพืช

คำนำ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พันธุ์พ่อ) กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 จากสถาบันวิจัยข้าว (พันธุ์แม่) โดยมีคุณสมบัติทางโภชนาการคือ มีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลต มีดัชนีน้ำตาลต่ำถึงปานกลาง นอกจากนี้ รำข้าวและน้ำมันรำข้าว มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพแล้ว ในทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง (โครงการข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์, 2558) อย่างไรก็ตาม แม้จะมีคุณสมบัติที่ดีดังกล่าว ข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังคงมีปัญหาเรื่องการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน ทำให้คุณภาพของข้าวปลูกมีอัตราการงอกลดลง ต้นกล้ามีความแข็งแรงต่ำ ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงในระยะต้นกล้า ผลผลิตไม่ได้ตามที่ต้องการ เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีความงอกและ

ความแข็งแรงสูง ปราศจากโรคและแมลงเข้าทำลาย จะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้เพิ่มขึ้น 5-20% (IRRI, 2013)

ปัจจุบันมีวิธีการทำให้เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกและความแข็งแรงแม้จะเก็บรักษาเป็นเวลานาน โดยหนึ่งในวิธีการดังกล่าวคือ การไพรม์เมล็ดพันธุ์ (seed priming) ซึ่งเป็นวิธีการให้ความชื้นกับเมล็ดพันธุ์ โดยจะให้เมล็ดค่อย ๆ ดูดซับน้ำ ในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้ความชื้น การไพรม์เมล็ดพันธุ์ช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ และกระบวนการทางชีววิทยาต่าง ๆ ภายในเมล็ดให้ดียิ่งขึ้น ส่งผลทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีขึ้น ส่งผลให้ต้นพืชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มฮอร์โมนพืชหรือธาตุอาหารพืชบางชนิดในขั้นตอนการแช่เมล็ดเพื่อให้ดูดซับน้ำ เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการไพรม์เมล็ดพันธุ์ให้ดียิ่งขึ้นได้ เช่น KNO_3, KH_2PO_4, Na_2SO_4, $CaCl_4$ และ PEG เป็นต้น (Taylor et al., 1998; McDonald, 2000; บุญมี, 2558) พรทิพย์และคณะ (2553) พบว่าการไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำสามารถส่งเสริมทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้นและสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้นจากเดิม ส่วนจักรพงษ์ และคณะ (2563) พบว่าการทำ osmopriming ด้วยสารละลาย KNO_3 0.5% ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความงอกสูงที่สุด และการทำ osmopriming ด้วยสารละลาย KNO_3 0.5% และ 1.0% ทำให้ต้นกล้ามีพัฒนาการทางด้านลำต้นและรากสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ

งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 โดยเก็บข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่ เพื่อเป็นหนึ่งในวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวไรซ์เบอร์รี่ให้สูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และโรงเรือนทดลองสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2562 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้

1. การไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่

การไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วยการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ในสารละลาย KNO_3 และ KH_2PO_4 โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้ T1) เมล็ดพันธุ์ไม่ไพรม์, T2) เมล็ดที่ถูกไพรม์ด้วยน้ำ (กรรมวิธีควบคุม), T3) การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 0.1%, T4) การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 0.5%, T5) การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 1.0%, T6) การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 2.0%, T7) การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 0.1%, T8) การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 0.5%, T9) การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 1.0% และ T10) การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 2.0% ทุกกรรมวิธีการทดลองไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลานำเมล็ดพันธุ์ออกมาล้างด้วยน้ำเปล่าโดยล้างผ่านน้ำไหลเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นซับน้ำที่ผิวเมล็ดและนำไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการไพรม์มาทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

2. การบันทึกข้อมูล

ดำเนินการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดด้วยวิธี Between paper (BP) ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ในตู้เพาะความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วทำการประเมินผลความงอก โดยทำการตรวจนับความงอกในวันที่ 5 ของการเพาะเมล็ด (first count) และนับอีกครั้งเมื่อครบ 14 วัน (final count) โดยประเมินผลในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (ISTA, 2018)

2.1 การตรวจสอบลักษณะเมล็ดตาย ทำโดยประเมินจากลักษณะเมล็ดที่ไม่งอก เมล็ดอยู่ในสภาพไม่สด เน่า เละ หรืออาจจะมีเชื้อราขึ้นบนเมล็ด ประเมินทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วจึงนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย

2.2 การตรวจสอบลักษณะเมล็ดแข็ง ทำโดยประเมินลักษณะของเมล็ดที่มีชีวิต ไม่ดูดน้ำ เมล็ดอยู่ในสภาพแข็ง และสมบูรณ์ ประเมินทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วจึงนำมาประเมินหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง

2.3 การตรวจสอบลักษณะต้นกล้าผิดปกติ ทำโดยการประเมินต้นกล้าที่ไม่สามารถเจริญเป็นต้นกล้าที่ปกติได้ หรือต้นกล้าที่มีรากและลำต้นไม่สมบูรณ์ ทำทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ

2.4 การตรวจสอบการงอกราก โดยประเมินจากจำนวนรากที่งอกในแต่กรรมวิธีทดลอง ทำ 3 ซ้ำ โดยเริ่มนับเมื่อเมล็ดมีการงอกรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร ในวันที่ 1 และวันที่ 4 หลังจากการเพาะทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกรากของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่

$$\text{การงอกราก (\%)} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกราก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

2.5 การตรวจสอบความเร็วในการงอกราก ดำเนินการตรวจนับรากที่มีความยาว 2 มิลลิเมตร ในทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังการเพาะ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ในทุกกรรมวิธีการ จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกรากของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่

$$\text{ความเร็วในการงอกราก (ราก/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมของ [จำนวนรากที่งอกในแต่ละวัน]}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

2.6 การตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 5 และวันที่ 14 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอก

2.7 การตรวจสอบความเร็วในการงอก ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุก ๆ วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะครั้งแรกที่ 5 วัน (first count) จนถึงวันที่ 14 หลังเพาะ (final count) โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่

$$\text{ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)} = \frac{\text{ผลรวมของ [จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน]}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

2.8 การตรวจสอบความยาวต้นและความยาวราก โดยประเมินในวันที่ 14 ของการเพาะเมล็ด ทำโดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น แล้วนำมาวัดความยาวต้น และความยาวรากด้วยไม้บรรทัด โดยวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบของต้นกล้า และวัดจากโคนต้นลงมาจนถึงปลายรากของต้นกล้าโดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลผลของการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแปลงข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้วิธี Arcsine transformation และเปอร์เซ็นต์เมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 0 มีการแปลงค่าโดยวิธี square $\sqrt{x+0.5}$ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยวิธี orthogonal contrast comparison วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยกรรมวิธีการทดลองที่กำหนด ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์มีผลการทดลองดังนี้

1. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่

การประเมินเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วยสารละลาย KNO_3 และ KH_2PO_4 ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เมล็ดเน่าและเมล็ดแข็ง มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเมล็ดไม่ทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ (กรรมวิธีการควบคุม) มีแนวโน้มจำนวนเมล็ดเน่ามากกว่าวิธีการทดลองอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับวิธีการ T2, T4, T6, T7, T8, T9 และ T10 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเมล็ดแข็งพบว่า การทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลาย KNO_3 อัตรา 0.1% (T5) มีจำนวนเมล็ดแข็งมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ไพรม์ 500% และมากกว่าวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับ T2, T3, T4, T8, T9 และ T10 และเมื่อพิจารณาต้นกล้าผิดปกติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Dead seed, hard seed and abnormal seedling percentage of riceberry seed after primed with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4 after tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Seed quality				
	Dead seed (%)	(%)[4]	Hard seed (%)	(%)[4]	Abnormal seedling (%)
T1	9 a[2,3]		1 b		1
T2	3 ab	(-66)	2 ab	(+100)	2
T3	2 b	(-77)	3 ab	(+200)	1
T4	5 ab	(-44)	5 ab	(+400)	1
T5	1 b	(-88)	6 a	(+500)	1
T6	4 ab	(-55)	2 b	(+100)	1
T7	3 ab	(-66)	1 b	(+0)	7
T8	5 ab	(-66)	2 ab	(+100)	1
T9	3 ab	(-66)	3 ab	(+200)	2
T10	5 ab	(-44)	3 ab	(+200)	1
F-test	*		*		ns
CV.(%)	39.44		36.32		54.88

ns, *: Not significantly difference and significantly different at P≤0.05 respectively.

[1] T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

[2] Data are transformed by square root $\sqrt{x+0.5}$ before statistical analysis.

[3] Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT.

[4] The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วยสารละลาย KNO_3 และ KH_2PO_4 ไม่ทำให้การงอกรากแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อพิจารณาตรวจสอบความเร็วในการงอกรากพบว่า การไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลาย KH_2PO_4 0.1% ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกรากมากกว่ากรรมวิธีการอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกรรมวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์ ใน T6, T8, T9 และ T10 ส่วนความงอกพบว่า เมล็ดที่แช่ด้วยน้ำ เมล็ดที่ไพรม์ด้วย

สารละลาย KNO_3 อัตรา 0.5% และ 1% และการไพรม์เมล็ดด้วยสารละลาย KH_2PO_4 0.1% มีความงอกดีที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับกรรมวิธี T3, T5, T8, T9 และ T10 สำหรับความเร็วในการงอกพบว่า การไพรม์เมล็ดพันธุ์ทุกวิธีการมีความเร็วในการงอกสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติในกรรมวิธีที่ T3 และ T5 (Table 2) เมื่อพิจารณา Figure 1 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของทุกวิธีการทำไพรม์มิ่ง (T3-T10) มีการงอกรากของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่ยาวมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำไพรม์มิ่ง และเมล็ดที่แช่น้ำเพียงอย่างเดียว

Table 2 Radicle emergence, speed of radicle emergence, germination percentage and speed of germination of riceberry seed after primed with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4 after tested under laboratory condition.

Treat-ment[1]	Seed quality						
	Radicle emergence (%)	Speed of radicle emergence (root/day)	(%)[3]	Germination (%)	(%)	Speed of germination (seedling/day)	(%)
T1	25	33.67 d[2]		93 b		9.27 b	
T2	19	38.78 bc	(+15)	99 a	(+6)	9.84 a	(+6)
T3	16	38.72 bc	(+15)	96 ab	(+3)	9.60 ab	(+3)
T4	25	38.17 c	(+15)	99 a	(+6)	9.89 a	(+6)
T5	21	38.61 bc	(+14)	96 ab	(+3)	9.55 ab	(+3)
T6	17	40.56 ab	(+20)	99 a	(+6)	9.92 a	(+7)
T7	25	41.50 a	(+23)	99 a	(+6)	9.85 a	(+6)
T8	20	40.61 ab	(+20)	98 ab	(+5)	9.78 a	(+5)
T9	21	40.00 a-c	(+20)	97 ab	(+4)	9.64 a	(+3)
T10	23	40.35 a-c	(+20)	97 ab	(+4)	9.72 a	(+4)
F-test	ns	**		*		*	
CV.(%)	18.12	2.98		6.08		2.02	

ns, *, **: not significantly difference, significantly different at P≤0.05 and P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

[2] Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT.

[3] The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) compared to the control.

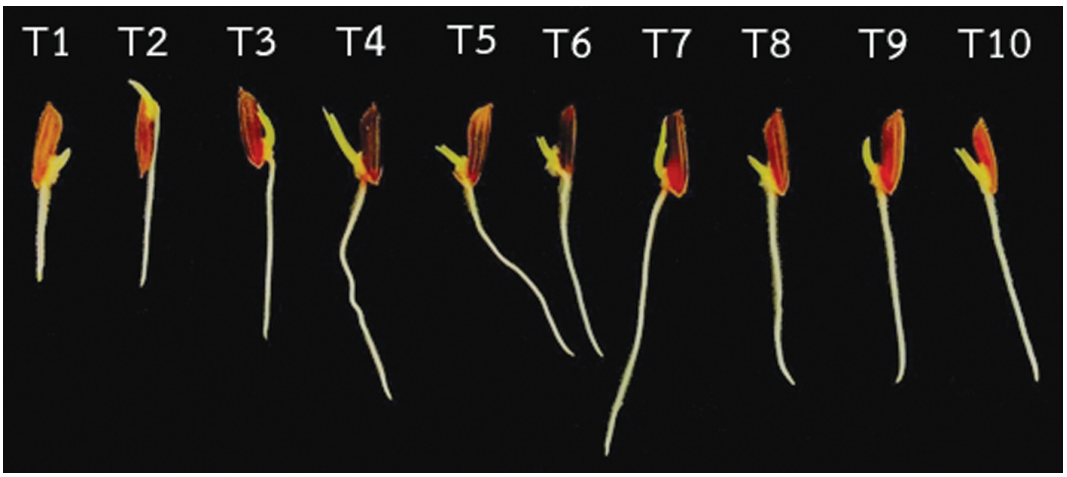

Figure 1 Effect of seed priming with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4, radicle emergence 3 day after tested under laboratory condition. T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

3. การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการพิจารณาการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งร่วมกับ KNO_3 และ KH_2PO_4 ในอัตราที่แตกต่างกันพบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 1.0% และ KH_2PO_4 2.0% ทำให้เมล็ดมีความยาวของลำต้นต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่ไพรม์ ส่วนการตรวจสอบความยาวรากพบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 1.0%, KH_2PO_4 0.1% และ KH_2PO_4 2.0% ทำให้เมล็ดมีความยาวของรากต้นกล้ามากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่ไพรม์ เช่นเดียวกันกับผลรวมของต้นกล้าพบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 1.0%, KH_2PO_4 0.1% และ KH_2PO_4 2.0% ทำให้ผลรวมของต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่ผ่านการไพรม์เมล็ด (Table 3)

Table 3 Shoot length, root length and seedling length of riceberry seed after primed with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4 after tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Seed quality					
	Shoot length (mm)	(%)[3]	Root length (mm)	(%)	Seedling length (mm)	(%)
T1	94.5 b[2]		99.47 b		193.97 b	
T2	117.0 ab	(+24)	121.33 ab	(+22)	238.33 ab	(+23)
T3	103.8 ab	(+10)	121.90 ab	(+23)	225.70 ab	(+16)
T4	107.0 ab	(+13)	114.20 ab	(+15)	221.20 ab	(+14)
T5	104.9 a	(+11)	138.03 a	(+39)	242.93 a	(+25)
T6	90.5 b	(-4)	118.97 ab	(+20)	209.47 ab	(+8)
T7	117.9 ab	(+25)	126.90 a	(+28)	244.80 a	(+26)
T8	106.4 ab	(+13)	123.57 ab	(+24)	229.97 ab	(+19)
T9	114.0 ab	(+21)	125.60 ab	(+26)	239.60 ab	(+24)
T10	130.5 a	(+38)	130.40 a	(+31)	260.90 a	(+35)
F-test	*		*		**	
CV.(%)	16.02		11.52		10.56	

*, **: Significantly different at P≤0.05 and P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

[2] Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT.

[3] The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

4. การเปรียบเทียบแบบกลุ่มของ การงอกราก ความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการเปรียบเทียบการงอกรากแบบกลุ่มระหว่างเมล็ดไม่ไพรม์และการแช่เมล็ดด้วยน้ำและการไพรม์ทุกวิธีการของเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่พบความแตกต่างในความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอก โดยวิธีการการแช่เมล็ดด้วยน้ำและการไพรม์ทุกวิธีการมีแนวโน้มของความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์เมล็ด ส่วนการเปรียบเทียบการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ในอัตราเดียวกันพบว่า มีความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอก

แตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ KH_2PO_4 ในการทำไพรม์มิ่งมีแนวโน้มทำให้ความเร็วในการงอกราก ความงอกและความเร็วในการงอกดีมากกว่าการใช้ KNO_3 สำหรับการทำไพรม์มิ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Table 4)

Table 4 Comparison by orthogonal contrast of radicle emergence (RE), speed of radicle emergence (SRE), germination percentage (GE) and speed of germination (SGE) of riceberry seed after primed with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4 after tested under laboratory condition.

Treatment	Seed quality			
	RE (%)	SRE (root/day)	GE (%)	SGE (seedling/day)
T1 vs T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10	ns	**	**	**
T2 vs T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10	ns	**	**	**
T3 vs T4 vs T5 vs T6	ns	ns	ns	ns
T7 vs T8 vs T9 vs T10	ns	ns	ns	ns
T3 vs T7	ns	**	**	**
T4 vs T8	ns	**	**	**
T5 vs T9	ns	**	**	**
T6 vs T10	ns	**	**	**
CV.(%)	30.61	2.98	1.98	2.02

ns, **: not significantly difference and P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

5. การเปรียบเทียบแบบกลุ่มของ ความสูงต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการเปรียบเทียบความสูงต้นแบบกลุ่มระหว่างเมล็ดไม่ไพรม์และการแช่เมล็ดด้วยน้ำและการไพรม์ทุกวิธีการของเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาความยาวรากพบว่า การไพรม์เมล็ดทุกวิธีการมีความยาวรากและผลรวมต้นกล้าดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ไพรม์เมล็ด แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ในอัตราแตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 ไม่ทำให้ผลของความสูงต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้ามีผลการทดลองที่แตกต่างกันในทางสถิติ (Table 5)

Table 5 Comparison by orthogonal contrast of shoot length, root length and seedling length of riceberry seed after primed with difference rate of KNO_3 and KH_2PO_4 after tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Seed quality		
	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Seedling length (mm)
T1 vs T2,T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10	ns	**	**
T2 vs T3,T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10	ns	*	**
T3 vs T4 vs T5 vs T6	ns	ns	ns
T7 vs T8 vs T9 vs T10	ns	ns	ns
T3 vs T7	ns	**	**
T4 vs T8	ns	**	**
T5 vs T9	ns	**	**
T6 vs T10	ns	**	**
CV.(%)	16.02	11.52	10.56

ns, *, **: not significantly difference, significantly different at P≤0.05 and P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Control, T2 = primed + H_2O, T3 = primed + KNO_3 0.1%, T4 = primed + KNO_3 0.5%, T5 = primed + KNO_3 1.0% T6 = primed + KNO_3 2.0%, T7 = primed + KH_2PO_4 0.1%, T8 = primed + KH_2PO_4 0.5%, T9 = primed + KH_2PO_4 1.0%, T10 = primed + KH_2PO_4 2.0%

วิจารณ์ผลการวิจัย

ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความสำคัญต่อการบริโภคของประชากรในบางกลุ่ม และมีแนวโน้มต้องการเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ยังคงมีปัญหาด้านการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพเพื่อใช้เป็นแหล่งเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะปลูกในระยะยาว

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งร่วมกับ KNO_3 และ KH_2PO_4 ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่แสดงให้เห็นว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 ไม่ทำให้การงอกของรากของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่แตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ แต่จะพบความแตกต่างในวิธีการไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 อัตรา 0.1% ซึ่งทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกของรากดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ อีกทั้งทุกวิธีการไพรม์มีแนวโน้มทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ ทั้งนี้การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 จะช่วยทำให้เมล็ดดูดซึมก๊าซออกซิเจนได้ดีเพิ่มขึ้น เนื่องจากออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด โดยมีผลช่วยในกระบวนการหายใจและการย่อยสลายอาหารภายในเมล็ด (Hilton and Thomas, 1986) อีกทั้ง

การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 จะส่งเสริมให้ไนเตรทเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจในวิถีเพนโตสฟอสเฟต (pentose phosphate pathway) หรือวิถีทางเลือกของไกลโคไลซิส (glycolysis) จะทำหน้าที่แทนออกซิเจนในการออกซิไดซ์ NADPH ในกระบวนการหายใจ ซึ่งสามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดได้ จึงทำให้เมล็ดสามารถงอกได้ดี และงอกได้เร็วมากขึ้น (วันชัย, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับ Amjad et al. (2007) พบว่า การไพรม์เมล็ดพริกพันธุ์ Hot Queen ด้วย KNO_3 ความเข้มข้น 3% ทำให้เมล็ดมีความงอก 100% และมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.63 วัน ส่วนเมล็ดที่ไม่เตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีความงอกเพียง 70% และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกนาน 14 วัน นอกจากนี้ ทั้ง KNO_3 และ KH_2PO_4 จะแตกตัวให้ K^+ และจะละลายอยู่ในไซโตพลาสซึมและแวคิวโอล ทำหน้าที่หลักในการรักษาค่า osmotic potential นอกจากนี้ K^+ ยังทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์มากกว่า 40 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ในการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจรวมทั้งเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แป้งและโปรตีน และยังสามารถช่วยรักษาแรงเต่งของเซลล์พืชได้อีกด้วย (ปิยะดา, 2540; สุมนทิพย์, 2542) นอกจากนี้ การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 จะแตกตัวให้ฟอตเฟสไอออนที่เป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัส สำหรับให้เมล็ดดูดไปใช้ในกระบวนการงอก ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการหายใจ กระบวนการสลายสารอาหารในเมล็ด และการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ใหม่ (Marschner, 1995) ส่วน Wang (2009) พบว่า การกระตุ้นการงอกเมล็ดยาสูบด้วยสารละลายธาตุฟอสฟอรัส แล้วนำเมล็ดไปเคลือบด้วยพอลิเมอร์ ทำให้เมล็ดยาสูบมีคุณภาพดีขึ้นทั้งความงอกและความแข็งแรง ต่อมา Karanam and Vadez (2010) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่าง phosphate ไม่ได้ทำให้มวลชีวภาพของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น

จากนั้นพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 ยังคงมีแนวโน้มทำให้ความยาวต้นและความยาวรากดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ ซึ่งเมล็ดข้าวที่ผ่านการไพรม์ด้วย KNO_3 อัตรา 1.0% และ KH_2PO_4 อัตรา 0.1% และ 2.0% แสดงให้เห็นว่า มีผลรวมต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ โดย KNO_3 จะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในโปรโตพลาสซึมและผนังของเซลล์พืชโดยจะอยู่ในรูป NO_3^- ซึ่งพืชจะต้องรีดิวซ์ NO_3^- ให้เป็น NH_4^+ แล้วนำ NH_4^+ ไปใช้สร้างกรดอมิโน ซึ่ง N เป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลมากมายในเซลล์พืช (ปิยะดา, 2540; สุมนทิพย์, 2542) เมื่อเมล็ดดูดไนเตรทเข้าไปจะช่วยให้เมล็ดสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ต้นกล้าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนของรากและลำต้นของต้นกล้า ส่วน KH_2PO_4 จะส่งเสริมให้เมล็ดที่ถูกไพรม์ได้รับธาตุฟอสฟอรัสที่จะช่วยกระตุ้นการสร้างสารที่มีผลต่อการงอกของราก เช่น glucose, auxins, ethylene, cytokinins, nitric oxide (NO) และ reactive oxygen species (ROS) (Niu et al., 2013) อีกทั้งเมื่อต้นกล้างอกรากจะมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากพืช ทั้งรากแก้ว รากฝอย และรากแขนงมากขึ้น (Smith and Read, 1997) นอกจากนี้ยังช่วยสนับสนุนให้รากแรกงอกสามารถดูดธาตุโพแทสเซียมจากดินมาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด และส่งเสริมให้ต้นกล้าแข็งแรง และ

ช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป (Uchida, 2000; McCauley et al., 2009; Thavarajah et al., 2010)

สรุปผลการวิจัย

จากผลของการไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วย KNO_3 และ KH_2PO_4 ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า มีผลสรุปดังนี้ การไพรม์เมล็ดด้วย KH_2PO_4 อัตรา 0.1% ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอก ดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ และการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.0% และ KH_2PO_4 อัตรา 2.0% ทำให้ต้นกล้ามีความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมต้นกล้าดีและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

โครงการข้าวไรซ์เบอร์รี่อินทรีย์. 2558. พันธุ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่. แหล่งข้อมูล https://bit.ly/2yhGdqJ. (12 มิถุนายน 2558).

จักรพงษ์ กางโสภา ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์ เบญจมัย เหมืองทอง เพชรรัตน์ จี้เพชร และบัณฑิต ต๊ะเสาร์. 2563. การเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานลูกผสมหลังการทำ Osmopriming ด้วยโพแทสเซียมไนเตรท. วารสารแก่นเกษตร 48(ฉบับพิเศษ 1): 437-444.

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ปิยะดา ธีรกุลพิศุทธิ์. 2540. ธาตุอาหารพืช. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พรทิพย์ ถาวงค์ รอยบุญ จำรัสกาญจน์ สุวัฒน์สายมายา และอดุลย์ อินทรประเสริฐ. 2553. ผลของ seed priming ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าว. *ใน:* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7 วันที่ 18-20 พฤษภาคม 2553 ณ โรงแรมท็อปแลนด์จังหวัดพิษณุโลก, พิษณุโลก.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมนทิพย์ บุนนาค. 2542. ธาตุอาหารพืชและการลำเลียง. สรีรวิทยาเบื้องต้นของพืช. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Amjad, M., K. Ziaf, Q. Lqbal, I. Ahmad, M.A. Riaz, and Z.A. Saqib. 2007. Effect of seed priming on seed vigour and salt tolerance in hot pepper. Pak. J. Agr. Sci. 44(3): 408-416.

Hilton, T.R., and J.A. Thomas. 1986. Regulation of pregerminative rates of respiration in seeds of various seed species by potassium nitrate. J. Exp. Bot. 37: 1516-1524

International Rice Research Institute (IRRI). 2013. Seed quality. Available: https://bit.ly/2JohYJC (December 10, 2017.).

International Seed Testing Association (ISTA). 2019. International rules for seed testing, Edition 2019. International Seed Testing Association, Bassersdorf.

Karanam, P.V., and V. Vabez. 2010. Phosphorus coating on pearl millet seed in low P Alfisol improves plant establishment and increases stover more than seed yield. Exp. Agric. 46(4): 457-469.

Marschner, H. 1995. Miniral nutrition of higher plant. 2nd Edition. Institute of plant nutrition, University of ohenheim, Germany.

McCauley, A., C. Jones, and J. Jacobsen. 2009. Plant nutrient functions and deficiency and toxicity symptoms. Nutrient Management Module No. 9. Montana State University, Bozeman MT.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. pp. 287-325. *In*: Black, M. and J.D. Bewley. (Eds). Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, England.

Niu, Y.F., R.S. Chai, G.L. Jin, H. Wang, C.X. Tang, and Y.S. Zhang. 2013. Responses of root architecture development to low phosphorus availability: a review. Ann. Bot. 112(2): 391-408.

Smith, S.E., and D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego, CA.

Taylor, A.G., P.S. Allen, M.A. Bennett, K.J. Bradford, J.S. Burris, and M.K. Misra. 1998. Seed enhancements. Seed Sci. Res. 8: 245-256.

Thavarajah, D., P. Thavarajah, C.T. See, and A. Vandenberg. 2010. Phytic acid and Fe and Zn concentration in lentil (*Lens culinaris* L.) seeds is influenced by temperature during seed filling period. Food Chemistry. 122(1): 254-259.

Uchida, R. 2000. Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency symptoms. pp. 31-55. *In*: J.A. Silva, and R. Uchida (Eds.). Plant nutrient management in hawaii's soils. approaches for tropical and subtropical agriculture college of tropical agriculture and Hhuman resources, University of Hawaii, Manoa.

Wang, W., A. He, S. Peng, J. Huang, K. Cui, and L. Nie. 2018. The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. Front. Plant Sci. 9: Article 172. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00172.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(3):15-23
J. Agri. Prod.
15

ผลของออกซินต่อการเกิดรากและอัตราการรอดของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัว

Effect of Auxins on Rooting and Survival Rates of Fig Stem Cuttings cv. Black Genoa

วีรภัทร ปั้นฉาย[1] ดรุณี นาพรหม[2] และ นพพร บุญปลอด[1*]

Werapat, Panchai[1] Daruni, Naprom[2] and Nopporn, Boonplod[1*]

[1] สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

[2] สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

[1] Division of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai

[2] Division of Horticulture, Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai

[*] Corresponding author: nboonplod@hotmail.com

(Received: 19 June, 2020; Accepted: 30 November, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

The study on effect of auxins on rooting and survival rates of fig (*Ficus carica* L.) stem cuttings cv. Black genoa was carried out in Pomology greenhouse, Maejo University, Chiang Mai province from February to May 2018. The objective was to find out the appropriate concentration for promote rooting and survival rate of figs stem cutting. The experiment was carried out by using a completely randomized design (CRD) 7 treatments with 3 replications. The treatments were dipped the base of stem cutting in IBA and NAA solution at concentrations of 0, 500 1,000 1,500 mg/L. The results showed that IBA 500 mg/L had higher roots numbers than control. However, whereas root length, leaves number and axillary shoot length were not different with IBA 1,000 and 1,500 mg/L and all concentration of NAA. On the other hand, the survival rate of stem cutting was significantly different with 1,000 and 1,500 mg/L IBA that provided higher survival percentage than others. Thus, it can be concluded that 1,000 mg/L IBA was an appropriate concentration for stem cutting of fig cv. Black genoa.

Keywords: plant growth regulators, NAA, IBA

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของออกซินต่อการเกิดรากและอัตราการรอดของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* L.) พันธุ์แบล็คเจนัว ณ แปลงทดลองไม้ผล สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พ.ศ. 2561 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดรากและอัตราการรอดของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่ง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 7 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ โดยการจุ่มโคนกิ่งชำลงในสารสารละลาย IBA และ NAA ความเข้มข้น 0 500 1,000 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลอง พบว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ทุกความเข้มข้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในด้าน ความยาวราก จำนวนใบ ความยาว ส่วนอัตราการรอดของกิ่งชำพบว่า การใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ดังนั้น การใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหมาะสมต่อการปักชำกิ่งมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัวมากที่สุด

คำสำคัญ: สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช NAA IBA

คำนำ

มะเดื่อฝรั่ง (Fig) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ficus carica* L. อยู่ในวงศ์ Moraceae เป็นพืชกึ่งร้อน ตระกูลเดียวกับหม่อน เป็นไม้ผลที่รู้จักในทวีปยุโรป อาทิ ประเทศตุรกี กรีซ อิตาลี และสเปน และปลูกเป็นการค้าในที่ราบลุ่มน้ำแถบเมดิเตอร์เรเนียน และเป็นที่นิยมในประเทศอินเดียและสหรัฐอเมริกา (Morton, 2000) มะเดื่อฝรั่งเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ผลัดใบ ใบเป็นใบเดี่ยวค่อนข้างหนา เป็นพืชที่ชอบแสงแดด (ณรงค์ชัย, 2550) มะเดื่อฝรั่งมีถิ่นกำเนิดและแพร่กระจายในประเทศเขตร้อนในทุกทวีป แต่พบมากในแถบประเทศเอเชีย โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มะเดื่อฝรั่งในประเทศไทย มีสายพันธุ์ที่นิยมปลูกคือมะเดื่อฝรั่งสายพันธุ์แบล็คเจนัว (Black genoa) เนื่องจากพันธุ์นี้สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย สามารถติดผลได้โดยไม่ต้องได้รับการผสมเกสร มีความทนร้อนและสภาพแดดจัด ไม่ชอบร่มเงา ผลไม่ร่วงหรือสลัดผลทิ้ง ขั้วผลเหนียว ขนาดของผลมีขนาดประมาณเท่ากับไข่ไก่ หรือมี 7-10 ผลต่อ 1 กิโลกรัม เมื่อสุกแล้วผลจะมีลักษณะเป็นสีแดง มีรสชาติที่ไม่หวานจัดตรงกับความนิยมของคนไทย และเป็นสายพันธุ์ที่ปลูกง่าย โดยผลมีสีม่วงแดง ซึ่งมีสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ การปลูกมะเดื่อฝรั่ง ส่วนใหญ่นำต้นพันธุ์มาจากต่างประเทศ ถูกนำมาปลูกในหลายพื้นที่ในประเทศไทย เช่น พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 600-800 เมตร (ณรงค์ชัย, 2550) และพื้นที่ภาคกลาง โดยปกติจะใช้กิ่งพันธุ์ที่ได้จากการตอนกิ่ง ปักชำ และติดตา เป็นต้น การปลูกจะมีทั้งการปลูกลงแปลงและการปลูกในกระถางหรือวงบ่อซีเมนต์ แต่การปลูกโดยทั่วไปโดยมากจะปลูกแบบให้เจริญเติบโตตามธรรมชาติไม่มีการจัดทรงต้น หรือการบังคับกิ่ง ซึ่งจะทำให้ยากแก่การจัดการกิ่งที่เกิดขึ้นบนต้น กิ่งเจริญเติบโตไม่เป็นระเบียบ ขนาดของกิ่งบนต้น

มีขนาดไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อผลผลิตที่ไม่สามารถกำหนดปริมาณและคุณภาพได้ ในทางปฏิบัติเกษตรกรต้องทำการตัดแต่งกิ่ง ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม เพื่อให้เกิดการแตกกิ่งใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ออกดอกในบริเวณยอดใหม่หรือกิ่งใหม่ของทุกปี จากการปฏิบัติข้างต้นนี้จึงมีแนวคิดเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับมะเดื่อฝรั่งโดยการขยายพันธุ์ด้วยการตัดชำในกิ่งที่ต้องทำการตัดทิ้งในทุกปี และเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรแทนการตัดทิ้งอย่างไร้ประโยชน์ โดยมะเดื่อฝรั่งที่ชำในถุงที่พร้อมปลูกจะมีราคาตั้งแต่ 100-300 บาทขึ้นไป เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและบุคคลที่สนใจ การตัดชำเป็นการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศด้วยการตัดส่วนใดส่วนหนึ่งของต้น ใบ หรือรากของพืช แล้วนำมาชำไว้ในวัสดุเพาะในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดรากและยอด และพัฒนาเป็นต้นใหม่ โดยที่พืชต้นใหม่มีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกประการ (พาวิน, 2553) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกระตุ้นการเกิดรากในกิ่งชำจะช่วยทำให้กิ่งชำมีการเจริญเติบโตดี และมีอัตราการรอดตายสูง การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีบทบาทสำคัญให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชในระดับเซลล์ โดยสารในกลุ่มออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มของสารที่มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดของเซลล์ (cell enlargement) การแบ่งตัวของเซลล์ในแคมเบียม (cambium) การขยายขนาดของใบ การเกิดราก การขยายขนาดของผล ซึ่ง IBA และ NAA จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดย IBA และ NAA มีความเป็นพิษน้อยกับพืช ในช่วงแรกพืชจะต้องการปริมาณสูงเพื่อกระตุ้นให้เกิดจุดกำเนิดรากต่อจากนั้นจะต้องการในความเข้มข้นต่ำเพื่อพัฒนาเป็นรากต่อไป (พีรเดช, 2529) จากการศึกษาของ เจนจิรา และคณะ (2557) โดยใช้ IBA และ NAA ในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยทำให้หม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณการเกิดราก การแตกยอด รวมทั้งมีจำนวนใบ ความกว้าง และความยาวของใบมากที่สุด เช่นเดียวกับการรายงานของ Bhatt and Tomar (2010) รายงานผลของ IBA ต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำของมะนาวพันธุ์ Kagzi-lime พบว่า IBA ความเข้มข้น 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเกิดรากมากที่สุด คือ 68.50 และ 51.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่อมา Denaxa *et.al* (2008) ได้ทำการทดลองปักชำกิ่ง Olive 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Arbequina, Kalamata และ Mastoidis โดยใช้ IBA และ NAA ความเข้มข้น 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อกระตุ้นให้เกิดราก พบว่าที่ความเข้มข้น ของทั้ง IBA ร่วมกับ NAA ที่ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเกิดรากได้ดีที่สุด

ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาถึงความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มออกซินเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต และเพิ่มอัตราการรอดตายของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของ NAA และ IBA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งออกเป็น 7 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 7 กิ่ง

กรรมวิธีที่ 1 น้ำเปล่า (กรรมวิธีควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
กรรมวิธีที่ 3 IBA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 IBA ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร
กรรมวิธีที่ 5 NAA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
กรรมวิธีที่ 6 NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
กรรมวิธีที่ 7 NAA ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่ออายุกิ่งชำครบ 50 วัน ทำการบันทึกผลการทดลอง 1) จำนวนราก 2) ความยาวราก 3) จำนวนใบ 4) ความยาวยอด 5) อัตราการรอดโดยการใช้นับรากที่โผล่ออกมาจากรอยตัด โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวรากและความยาวยอด และนับจำนวนใบที่แตกออก จากนั้นจึงหาอัตราการรอดตาย ดังสมการ คือ อัตรารอดตาย = (จำนวนของกิ่งชำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ÷ จำนวนกิ่งชำเริ่มต้น) × 100

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) โดยโปรแกรม R โดยการเปรียบเทียบโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

การเตรียมชิ้นส่วนของท่อนพันธุ์

เตรียมท่อนพันธุ์มะเดื่อฝรั่ง โดยใช้กิ่งแก่ที่มีสีน้ำตาลที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกันประมาณ 10-19 มิลลิเมตร นำมาตัดเป็นท่อนมีความยาวประมาณ 12 เซนติเมตร และกรีดบริเวณโคนกิ่ง กิ่งละ 4 รอย รอยละประมาณ 2 เซนติเมตร จากนั้น เตรียมวัสดุเพาะชำ (แกลบดำ) ในถุงปลูกขนาด 4×7 นิ้ว เมื่อนำกิ่งมะเดื่อฝรั่งไปปักชำแล้ว เก็บไว้ภายในโรงเรือนและให้น้ำวันละ 1 ครั้ง

การเตรียมสารออกซินในการปักชำและการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช

เตรียมสารออกซินได้แก่ NAA (1-Naphthaleneacetic acid) และ IBA (Indole-3-butyric acid) ตามความเข้มข้นที่ระบุไว้ จากนั้นนำท่อนพันธุ์แช่สารป้องกันกำจัดโรคพืชได้แก่ แมนโคเซบ (mancozeb) และ methyl N-(2-methoxyacetyl)-N-(2,6-xylyl)-D-Lalanina (ชื่อทางการค้า ไดเทนเอ็ม-45) ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วนำมาผึ่งให้แห้ง จากนั้นจุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละกรรมวิธีแล้วปักชำลงในวัสดุปลูกเพาะชำ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซินได้แก่ IBA และ NAA ในกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ แบล็คเจนัว พบว่า การใช้ IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุม โดยมีจำนวนรากเฉลี่ยต่อกิ่ง 28.55 ราก แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมถึงการใช้ NAA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนออกซินกรรมวิธีอื่น ๆ ให้จำนวนรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (Table 1) Majda and Robert (2018) อธิบายเกี่ยวกับ ทฤษฎี Acid growth ว่าออกซินทำให้ภายในเซลล์เกิดการปลดปล่อยของไฮโดรเจนไอออนเข้าไปในผนังเซลล์เป็นเหตุให้เกิดสภาวะกรด เมื่อผนังเซลล์เป็นกรด จะเป็นเหตุให้มีผลต่อการเลือกผ่านเข้า-ออกของผนังเซลล์ การลดแรงเต่งของเซลล์ และศักย์ของน้ำในเซลล์ ทำให้น้ำมีการไหลเข้าสู่เซลล์ เนื่องจากต้องรักษาสภาวะสมดุลภายในเซลล์ เป็นเหตุให้เซลล์มีการขยายขนาด และการ

พัฒนาขึ้นของราก อีกทั้งในสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มของออกซิน กระตุ้นการสร้างรากจากการปักชำ และเมื่อมีการเกิดรากออกซินจะมีมากบริเวณปลายราก (De Smet *et al.,* 2007) เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเกิดของรากและคุณภาพของราก (Blythe *et al.,* 2007) และการพัฒนาของรากที่สม่ำเสมอ (Boyer *et al.,* 2013) สาร IBA สารควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เช่นเดียวกับ IAA ซึ่งการใช้ IBA จะไปกระตุ้นบริเวณที่มี IAA โดย IBA จะทำให้มีการพัฒนาของรากเพิ่มขึ้น (De Rybel *et al.,* 2012) นอกจากนี้ยังมีกลไกการเปลี่ยนจาก IBA ไปเป็น IAA ที่ไปมีส่วนช่วยในการพัฒนาราก (Strader and Bartel, 2011) ดังนั้นการได้รับ IBA จากภายนอกเพิ่มสามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ดียิ่งขึ้น (Frick and Strader, 2017) ในการทดลองนี้การใช้ IBA และ NAA ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มให้ความยาวรากมากกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยเฉพาะการใช้ IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ความยาวรากเฉลี่ย 15.61 เซนติเมตร ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความยาวรากเฉลี่ยเพียง 10.28 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความยาวรากในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับ จำนวนใบ และความยาวยอดที่แตกใหม่ (Table 1) พัชรี และคณะ (2560) ได้รายงานว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีความยาวของรากเฉลี่ยยอดชำดาวเรืองเพิ่มขึ้นได้ เช่นเดียวกับการรายงานผลการศึกษาของ พัชรา และคณะ (2561) รายงานว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซินชนิด IBA มีผลทำให้ความยาวราก และความยาวลำต้นเพิ่มขึ้นในระยะต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์แตงกวา ส่วนการศึกษาของ เจนจิรา และคณะ (2557) พบว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในหม่อนให้จำนวนใบมากกว่ากรรมวิธีควบคุม จะเห็นได้ว่าพืชต่างชนิดกันมีการตอบสนองต่อชนิดและความเข้มข้นของออกซินที่แตกต่างกัน

Table 1 Effect of IBA and NAA at different concentrations on root and shoot of Black genoa growth after 50 days of stem cutting

Treatments	Number of roots	Root length (cm)	Number of leaves	Axillary shoot length (cm)
Control	19.33 b	10.28	13.33	4.52
IBA 500 mg/L	28.55 a	15.61	14.44	4.69
IBA 1000 mg/L	26.44 ab	12.22	15.44	6.10
IBA 1500 mg/L	26.55 ab	14.11	15.89	6.07
NAA 500 mg/L	21.44 ab	11.00	12.00	6.72
NAA 1000 mg/L	20.55 b	14.22	10.33	4.71
NAA 1500 mg/L	20.11 b	12.56	10.67	6.21
F-test	*	ns	ns	ns
CV. (%)	16.70	18.08	19.91	22.72

[1/]mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT. * indicated significant difference at $P < 0.05$ ns = non-significant difference ($P \leq 0.05$)

อัตราการรอดในแต่ละกรรมวิธี การใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการรอดเฉลี่ยมากที่สุด 90.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีควบคุม (57.14 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการรอดจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น หรือการใช้สารเร่งราก (พาวิน, 2553) อีกทั้ง การใช้ออกซินที่ระดับสูงเกินไปจะมีผลในการยับยั้งการเกิดราก และอาจมีผลทำให้มีอัตราการรอดน้อยลง (Li *et al.,* 2016) จะเห็นได้ว่าสาร IBA ให้ผลที่ดีกว่าสาร NAA เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเคลื่อนย้ายของสารออกฤทธิ์และจะถูกเปลี่ยนเป็น IAA ได้ง่ายกว่า NAA (Frick and Strader, 2017) และจากการทดลองจะเห็นได้ว่า NAA ความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้อัตราการรอดชีวิตน้อยที่สุด (33.33 เปอร์เซ็นต์) กว่า IBA เพราะความเป็นพิษของสาร NAA มีมากกว่า IBA (ปิยะณัฏฐ์ และอนงค์ภัทร, 2558)

Table 2 Effect of IBA and NAA at different concentrations on survival rate of Black genoa after 50 days of stem cutting

Treatments	Survival rate (%)
Control	57.14 b
IBA 500 mg/L	57.14 b
IBA 1000 mg/L	90.47 a
IBA 1500 mg/L	90.47 a
NAA 500 mg/L	76.19 ab
NAA 1000 mg/L	57.14 b
NAA 1500 mg/L	33.33 c
F-test	**
CV. (%)	12.49

[1/]mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT. ** indicated significant difference at $P < 0.01$

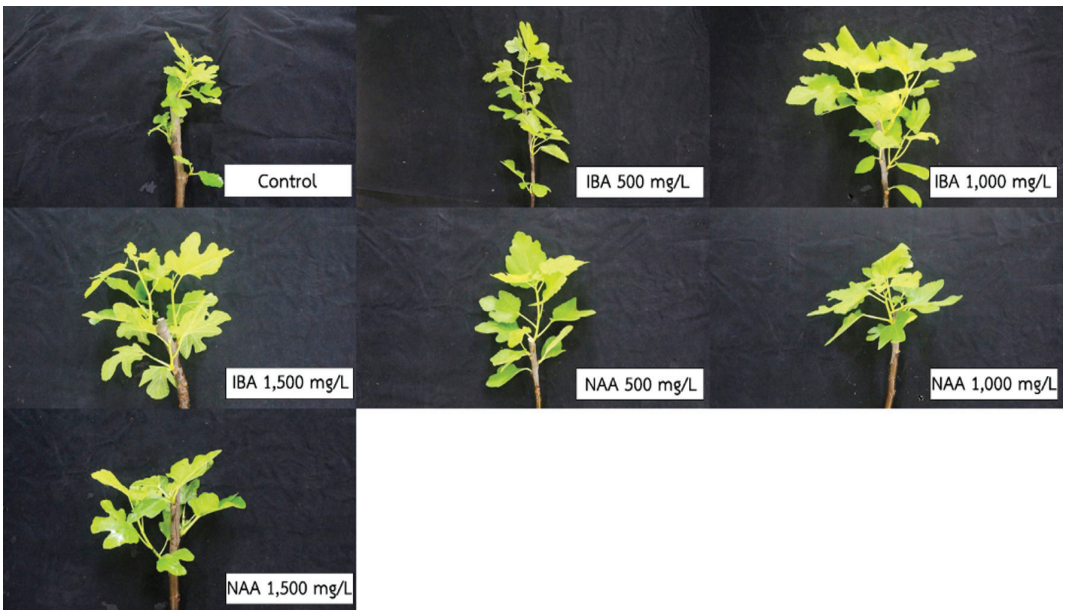

Figure 1 Vegetative growth of Black genoa stem cutting treated with different concentrations of auxins after 50 days of stem cutting

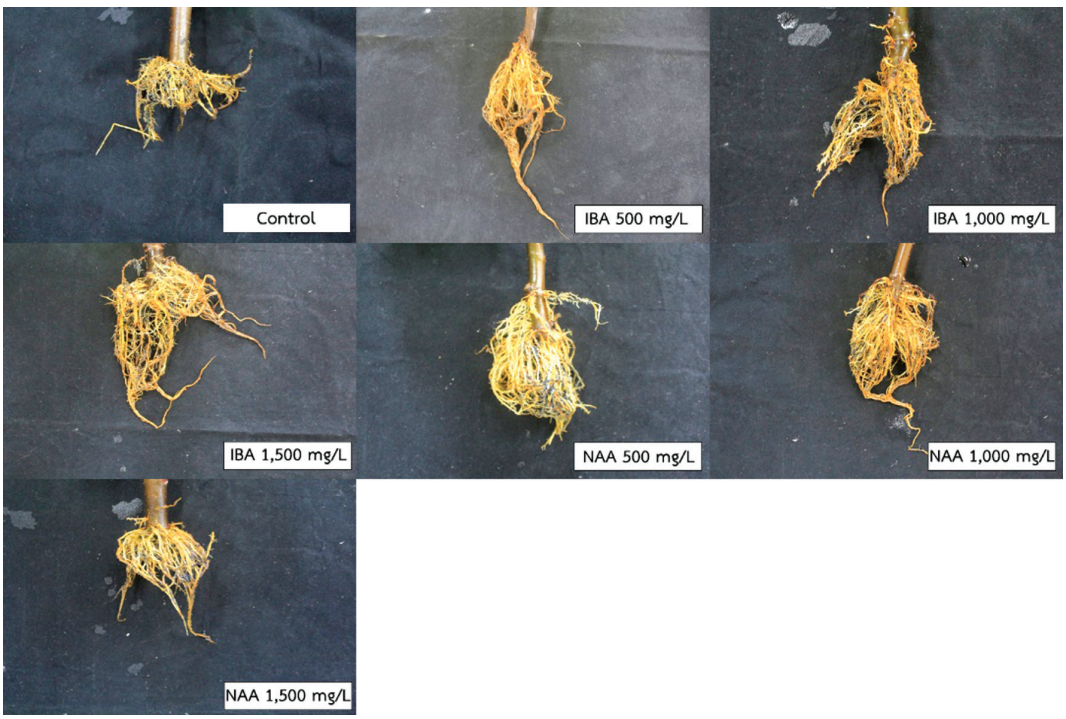

Figure 2 Root growth of Black genoa stem cutting treated with different concentrations of auxins after 50 days of stem cutting

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่มออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA ในกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัว พบว่า การใช้ IBA ทุกกรรมวิธี และ NAA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดจำนวนรากไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ IBA ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวราก จำนวนใบ ความยาวยอดทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนอัตราการรอดของกิ่งชำพบว่า การใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและมีอัตราการรอดมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ดังนั้นในการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าการใช้ IBA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เหมาะสมกับการปักชำมะเดื่อฝรั่งมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้ปริมาณสารที่น้อยกว่าแต่มีจำนวนรากมากและอัตราการรอดตายของกิ่งชำสูงเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา ชุมภูคำ, พรรณวิภา อรุณจิตต์ และอารยา อาจเจริญ เทียนหอม. 2557. ผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดรากและการแตกยอดในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60. วารสารแก่นเกษตร. 42(3): 162-167.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2550. การผลิตไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็กในเขตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 71-81. น. 30-36.

ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ และอนงค์ภัทร เหมลา. 2558. ผลของ NAA IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ. วารสารเกษตร. 31(3): 251-258.

พัชรา คำพันธ์, จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2561. ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตระยะต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์แตงกวา. วารสารแก่นเกษตร. 46(1): 43-48.

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์, ตรีญาภรณ์ ใจเที่ยง และสกุลกานต์ สิมลา. 2560. ผลของฮอร์โมน IBA ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของยอดชำดาวเรือง. ภาควิชเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13. บทคัดย่อ. น. 535-541.

พาวิน มะโนชัย. 2553. เทคโนโลยีการขยายพันธุ์ไม้ผล. หจก.วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่.

พีระเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก.ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. น. 8-14.

Bhatt, B.B. and Y.K., Tomar. 2010. Effects of IBA on rooting performance of *Citrus auriantifolia* Swingle (Kagzi-lime) in different growing conditions. Nature and Science. 8(7): 8-11.

Blythe, E.K., J.L. Sibley., K.M. Tilt. and J.M. Ruter. 2007. Methods of auxin application in cutting propagation: A review of 70 years of scientific discovery and commercial practice. Journal of Environmental Horticulture. 25(3): 166-185.

Boyer, C.R., J.J. Griffin., B.M. Morales. and E.K. Blythe. 2013. Use of root-promoting products for vegetative propagation of

nursery crops. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, December 2013, pp: 1-4.

Denaxa, N.K., S.N. Vemmos., P.A. Roussos. and G., Kostelenos. 2008. The Effect of IBA, NAA and carbohydrates on rooting capacity of leafy cuttings in three Olive Cultivars (*Olea europaea* L.) Acta Horticulturae. 924(924): 101-109.

De Rybel, B., D. Audenaert and W. Xuan. 2012. A role for the root cap in root branching revealed by the non-auxin probe naxillin. Nature Chemical Biology. 8(9): 798-805.

De Smet, I., T. Tetsumura., B. De Rybel., N. F. dit Frey., L. Laplaze., I. Casimiro., R. Swarup., M. Naudts.,S. Vanneste., D. Audenaert and D. Inzé. 2007. Auxin-dependent regulation of lateral root positioning in the basal meristem of Arabidopsis. Development. 134(4): 681-690.

Frick, E. M. and L. C. Strader. 2017. Roles for IBA-derived auxin in plant development. Journal of Experimental Botany. 69(2): 169-177.

Li, G., J. Ma., M. Tan., J. Mao., N. An., G. Sha., D. Zhang., C. Zhao. and M. Han. 2016. Transcriptome analysis reveals the effects of sugar metabolism and auxin and cytokinin signaling pathways on root growth and development of grafted apple. BMC genomics. 17(1): 150.

Majda, M. and S. Robert. 2018. The role of auxin in cell wall expansion. International journal of molecular sciences. 19(4): 951.

Morton, J.F. 2000, Fruits of warm climates. Fig (*Ficus carica*). Purdue University NewCROP Available from: https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/fig.html [Accessed 9 June 2019].

Strader, LC. and B. Bartel. 2011. Transport and metabolism of the endogenous auxin precursor indole-3-butyric acid. Molecular Plant. 4(3): 477–486.

ผลของวัสดุปลูกต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก

Effects of Growing Media on Physiological Characteristics and Growth of Pre-nursery Stage Oil Palm Seedlings

ธีรภาพ แก้วประดับ[1] ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์[1*] ศุภัครชา อภิรติกร[2] ธีรพล ฆังคมณี[1] และ วันดี สุขสะโร[1]
Theerapap Kaewpradub[1] Tanon Rungninrut[1*] Supakracha Apiratikorn[2] Teerapol Kangkamanee[1] and Wandee Suksaro[1]

[1] คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
[1] Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University Thailand, 90112
[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา วิทยาเขตสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000
[2] Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla Campus, Muang, Songkhla 90000
* Corresponding author: Rungninrut.t@gmail.com

(Received: 22 June, 2020; Accepted: 13 November, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

Production of quality of oil palm seedlings is an important for success of palm plantations. Especially the oil palm seedling in the pre-nursery stage that requires quality planting materials for good growth of seedlings. The objective of this study was to compare suitable material for the growth of oil palm seedlings in the pre-nursery stage. Experiment at the Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University between March and July 2019, complete randomized design with SUP-PSU1 tenera oil palm seedlings was used as a test variety. The media used in 15 treatments were peat moss, vermicompost, coco peat, topsoil, male inflorescence of oil palm, peat-moss+vermicompost, peat-moss+coco peat, peat-moss+topsoil, peat-moss+male inflorescence of oil palm, vermicompost+coco peat, vermicompost+topsoil, vermicompost+male inflorescence of oil palm, coco peat+topsoil, coco peat+male inflorescence of oil palm and topsoil+male inflorescence

of oil palm. It was found that the different media have statistically significant differences and seedling media containing male inflorescences which contribute to the seedling growth better than other composites. Moreover, it was found that in the material containing male flowers of palm oil showed increased leaf area and leaf greenness values, resulting in improved palm oil synthesis rate. Also found that only the material of male inflorescence of oil palm shows various characteristics higher than using only other materials as well. Therefore, the material that has the same amount of male inflorescence of oil palm is mixed in the oil palm seedlings in the pre-nursery stages of growth.
Keywords: Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), seeding material, growth

บทคัดย่อ

การผลิตกล้าปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพเป็นส่วนสำคัญของการปลูกสร้างสวนปาล์มให้ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกมีความสำคัญอย่างมากซึ่งวัสดุเพาะที่มีคุณภาพนั้นส่งผลให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวัสดุเพาะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรก ทดลองที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม 2562 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้เมล็ดงอกปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 เป็นพันธุ์ทดสอบ ใช้วัสดุเพาะจำนวน 15 สิ่งทดลอง ได้แก่ พีทมอส มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว หน้าดิน ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน พีทมอสผสมมูลไส้เดือน พีทมอสผสมขุยมะพร้าว พีทมอสผสมหน้าดิน พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน ขุยมะพร้าวผสมหน้าดิน ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และ หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน พบว่า วัสดุเพาะที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ และวัสดุเพาะที่มีช่อดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันผสมมีส่วนทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดีกว่าวัสดุผสมอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าในวัสดุที่มีส่วนผสมของดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันแสดงค่าพื้นที่ใบและค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น อีกทั้งวัสดุเพาะดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวก็แสดงค่าลักษณะต่าง ๆ สูงกว่าการใช้วัสดุอื่นเพียงอย่างเดียว ดังนั้นวัสดุเพาะที่มีดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันผสมอยู่ทำให้กล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกเจริญเติบโตได้ดี
คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน วัสดุเพาะ การเจริญเติบโต

คำนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทางภาคใต้ของไทยชนิดหนึ่ง มีผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ถั่วเหลือง งา หรือละหุ่ง เป็นต้น และมีความสำคัญในด้านบริโภค และพลังงาน (Sanputawong *et al*., 2017) ในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นจากแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติ โดยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยประมาณ 4.7 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกมากอยู่ในภาคใต้ และมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Office of Agricultural Economics, 2018) ผลจากการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้นดังกล่าวส่งผลให้ผู้ผลิตกล้าปาล์มน้ำมันมีการพัฒนาและผลิตกล้าพันธุ์ดีเพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปปลูก โดยเน้นลักษณะการให้ผลผลิต ทะลายสด ผลผลิตน้ำมัน และความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่เป้าหมายได้ดี (Corley and Tinker, 2003) ต้นกล้าที่นำมาปลูกต้องเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์และผ่านกระบวนการคัดกล้า 2 ระยะ คือ ระยะอนุบาลแรก (pre-nursery) และระยะอนุบาลหลัก (main nursery) (Hardon, 1976) การใช้วัสดุเพาะที่เหมาะสมทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตสม่ำเสมอ ช่วยลดความเสียหายของต้นกล้า ลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาหลังต้นกล้างอก และยังสามารถคัดเลือกต้นกล้าที่มีความแข็งแรงได้ ดังนั้นวัสดุเพาะกล้าจึงมีบทบาทโดยตรงต่อคุณภาพกล้า ส่งผลให้เมื่อย้ายลงแปลงในระยะอนุบาลหลักมีการตั้งตัวที่เร็วขึ้น (Ekhator *et al*., 2018) วัสดุเพาะที่นิยมใช้คือ พีทมอส ซึ่งเป็นวัสดุที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดี คือ อุ้มน้ำ ร่วน โปร่ง ถ่ายเทอากาศ และมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช มีค่า pH 3.5-4.0 และน้ำหนักเบา แต่พีทมอสเป็นวัสดุที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากหลายชนิดที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุเพาะกล้าที่ดี คือ โปร่ง มีอินทรียวัตถุ น้ำหนักเบา มีการระบายน้ำ ถ่ายเทอากาศได้ดี และสามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น ขุยมะพร้าว เป็นต้น (Limraksasin, 2012) ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมจะช่วยให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตที่ดี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกและอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้เมล็ดงอกของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ปลูกในพื้นที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ใช้ระยะเวลา 3 เดือน โดยเพาะเมล็ดงอกในถาดเพาะขนาด 32 หลุม ใช้วัสดุเพาะคือ พีทมอส ดิน มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว หน้าดิน และดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน จำนวน 15 สิ่งทดลอง ได้แก่ พีทมอส, มูลไส้เดือน, ขุยมะพร้าว, หน้าดิน, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน (อัตราส่วน 1:1), พีทมอสผสมขุยมะพร้าว (อัตราส่วน 1:1), พีทมอสผสมหน้าดิน (อัตราส่วน 1:1), พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน (อัตราส่วน 1:1), มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว (อัตราส่วน 1:1), มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน (อัตราส่วน1:1), มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้

ปาล์มน้ำมัน (อัตราส่วน 1:1), ขุยมะพร้าวผสมหน้าดิน (อัตราส่วน 1:1), ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน (อัตราส่วน 1:1) และหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน (อัตราส่วน 1:1) วางในโรงเรือนที่มีการพรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำ 2 ครั้ง เช้าเย็น การกำจัดวัชพืชโดยใช้มือ ในการทดลองนี้ไม่มีการใส่ปุ๋ยให้กับต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อดูศักยภาพของวัสดุเพาะชนิดต่าง ๆ

2. การเตรียมวัสดุปลูก

การเตรียมวัสดุปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยการนำมูลวัวที่ผ่านการหมัก 7-10 วัน มาใส่ไส้เดือนพันธุ์แอฟริกัน AF (African Night Crawler) จากนั้นเก็บไว้ในที่ร่ม ควบคุมความชื้นโดยสเปรย์น้ำให้ความชื้นหากมูลวัวแห้ง 2 วันต่อครั้ง จนครบ 30-45 วัน จากนั้นนำดินที่ได้มาร่อนเพื่อแยกไส้เดือนออกจากมูลไส้เดือนแล้วจึงนำปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้มาใช้

การเตรียมวัสดุปลูกดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน เก็บดอกตัวผู้มาจากต้นปาล์มน้ำมันแล้วตัดเอาส่วนก้านดอกออก จากนั้นหมักเป็นเวลา 1 เดือน เมื่อครบกำหนดเวลานำออกมาตากแห้งพอหมาด ๆ แล้วปั่นโดยใช้เครื่องปั่นทำขุยมะพร้าวจนละเอียดแล้วนำมาตากให้แห้งจึงนำมาใช้งาน

3. การเก็บข้อมูล

ข้อมูลวัสดุปลูก เก็บตัวอย่างวัสดุปลูกโดยสุ่มเก็บตัวอย่าง 5 จุดนำมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลางคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง อินทรียวัตถุ อินทรีย์คาร์บอน และธาตุอาหารหลักในวัสดุเพาะ

ข้อมูลการเจริญเติบโต บันทึกในเดือนที่ 3 หลังเพาะลงในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ โดยสุ่มจากต้นกล้าที่มีลักษณะปกติ จำนวน 5 ซ้ำ (ต้น)/ทรีตเมนต์ เพื่อบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นแบบไม่ทำลายต้น ได้แก่ ขนาดของโคน วัดสูงจากบริเวณผิวดินรอบโคนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 0.5 เซนติเมตร ความสูงของต้น วัดจากผิวดินถึงบริเวณข้อใบที่ยาวที่สุดของต้นปาล์มน้ำมัน จำนวนใบ นับใบที่โผล่และแผ่กางออกทุกใบ ความยาวใบ วัดจากโคนก้านใบของทางใบที่ยาวที่สุดของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นแบบทำลายต้น โดยสุ่มต้นกล้าที่ปกติ จำนวน 3 ซ้ำ (ต้น)/ทรีตเมนต์ เพื่อบันทึก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น และใบ การวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัด รุ่น CID CI-202 และบันทึกลักษณะทางสรีรวิทยา ได้แก่ การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสง ADC Bio scientific LCi-SD และค่าความเขียวใบ SPAD meter รุ่น 502 Plus บันทึกข้อมูลสิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ (ต้น)/ทรีตเมนต์ โดยเลือกวัดใบที่ 1 ที่บานเต็มที่ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 2.14.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

1. สมบัติของวัสดุปลูก

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ พีทมอส มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว หน้าดิน และดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด มีค่าสูงที่สุด 6.94 ในมูลไส้เดือน และหน้าดินมีค่าที่ต่ำที่สุด 5.47 ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดมีค่า 42.75 กรัม/กิโลกรัม ส่วนหน้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดมีค่า 4.73 กรัม/กิโลกรัม ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าปริมาณคาร์บอนในดินสูงที่สุด 25.91 กรัม/กิโลกรัม ส่วนหน้าดินมีปริมาณคาร์บอนในดินต่ำที่สุดมีค่า 2.75 กรัม/กิโลกรัม นอกจากนั้นยังพบว่าดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด สูงที่สุดเท่ากับ 1.45 กรัม/กิโลกรัม, 0.73 และ 2.28 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ หน้าดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำที่สุดเพียง 0.16 กรัม/กิโลกรัม ขุยมะพร้าวมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำที่สุดคือ 0.04 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และพีทมอสมีค่าโพแทสเซียมทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.08 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Growing media chemical characteristics of pre-nursery stage oil palm seedlings

Growing media	Soil pH (1:5)	OM g kg^{-1}	OC g kg^{-1}	Total N g kg^{-1}	Total P mg kg^{-1}	Total K mg kg^{-1}
Peat-moss	5.60	32.40	18.84	0.45	0.05	0.08
Vermicompost	6.94	25.00	14.54	0.91	0.56	0.43
Coco-peat	5.80	25.17	14.64	0.34	0.04	0.46
Topsoil	5.47	4.73	2.75	0.16	0.10	0.16
Male inflorescence	6.50	42.75	25.91	1.45	0.73	2.28

OM = Organic matter, OC = Organic carbon

2. ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก อายุ 3 เดือนหลังปลูก

จากการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) ของลักษณะการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น และความยาวใบ โดยสิ่งทดลอง พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกว้างที่สุดเท่ากับ 10.82 มิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ดอกตัวผู้

ปาล์มน้ำมัน และ มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.88, 9.83, 9.52 และ 9.49 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าความสูงต้น พบว่ามูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันแสดงค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.67 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน, มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว และ หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน ที่มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 7.00, 7.00, 6.50, 6.33, 6.33 และ 6.17 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวใบของหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าความยาวมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 22.83 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือน, มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน และพีทมอสผสมหน้าดิน ที่มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 22.33, 22.17, 22.00, 22.00, 21.67, 21.67, 21.17 และ 20.33 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

นอกจากนั้นยังพบว่าความกว้างใบ ความยาวราก และจำนวนใบ ที่ปลูกในวัสดุต่าง ๆ กันมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีความกว้างใบเฉลี่ยสูงที่สุด 4.67 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอส, พีทมอสผสมหน้าดิน, ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน, มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว และ มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน ที่มีค่าความกว้างใบเฉลี่ยเท่ากับ 4.50, 4.40, 4.40, 4.30, 4.30, 4.20, 4.17, 4.17, 4.00 และ 4.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนของความยาวรากของกล้าที่เพาะในวัสดุเพาะที่ใช้ ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุดเท่ากับ 18.50 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับมูลไส้เดือน, ขุยมะพร้าว, มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว, มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน, หน้าดิน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน, พีทมอสผสมหน้าดิน, ขุยมะพร้าวผสมหน้าดิน, พีทมอสผสมขุยมะพร้าว, พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.67, 16.67, 16.33, 16.00, 15.67, 15.33, 15.33, 15.17, 15.00, 14.33, 14.33 และ 14.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนจำนวนใบ พบว่าขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ใบ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, มูลไส้เดือนผสมหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบเท่ากันเท่ากับ 3.67 ใบ และมูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว, มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบเท่ากันเท่ากับ 3.33 ใบ (Table 2)

การศึกษาลักษณะน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนของต้น ราก และใบ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต้น ราก ใบ และน้ำแหนักแห้งใบมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 2.67, 2.25, 3.41 และ 0.80 กรัม ตามลำดับ แต่พบว่าน้ำหนักสดของรากแสดงค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กับขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอส, ขุยมะพร้าวผสมหน้าดิน, หน้าดิน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน, หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และ มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว ที่มีค่าน้ำหนักสดรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.11, 2.10, 1.95, 1.90, 1.87, 1.79, 1.65 และ 1.61 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักสดใบแสดงค่าไม่แตกต่างกันกับขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันและ หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.12, 3.10 และ 3.03 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งต้น พบว่าพีทมอสมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุดเท่ากับ 0.51 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 และ 0.40 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งรากของหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 กรัม แสดงค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับพีทมอส, พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, หน้าดิน, ขุยมะพร้าวผสมหน้าดิน, ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน, มูลไส้เดือนผสมขุยมะพร้าว, ดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และมูลไส้เดือนผสมหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.46, 0.43, 0.41, 0.40, 0.40, 0.37, 0.33, 0.32 และ 0.30 กรัม ตามลำดับ (Table 3)

3. ลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันระยะอนุบาลแรก อายุ 3 เดือนหลังปลูก

จากการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาพบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ ค่าความเขียวใบ และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 เดือน ในวัสดุปลูกที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่าดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และหน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 145.24 ตารางเซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และมูลไส้เดือน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 135.80, 129.93 และ 121.67 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าความเขียวใบของหน้าดินมีค่ามากเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 52.48 SPAD unit ไม่แตกต่างทางสถิติกับขุยมะพร้าว, พีทมอสผสมขุยมะพร้าว, หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน, พีทมอสผสมมูลไส้เดือน และมูลไส้เดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.90, 51.86, 47.50, 47.18 และ 45.18 SPAD unit ตามลำดับ และค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.79 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาได้แก่หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีค่าเท่ากับ 6.01 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ (Table 3)

Table 2 Effect of different growing media on agronomic characteristic parameters of oil palm seedling 3 month after planting

Treatments	Trunk diameter (mm)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Root length (cm)	Number of leaves
Peat-moss 100%	9.28bc[2/]	6.00cd	21.00a-c	4.40ab	13.00b	3.00b
Vermicompost 100%	8.73b-d	6.00cd	22.00ab	4.20a-d	17.67ab	3.33ab
Coco peat 100%	6.63e	4.67d	15.50e	3.57d	16.67ab	3.00b
Topsoil 100%	7.69de	4.83d	14.67e	3.67cd	15.67ab	3.00b
Male inflorescence 100%	9.52a-c	6.50a-d	21.67ab	4.50ab	18.50a	3.67ab
Peat-moss 50% + vermicompost 50%	8.92b-d	6.33a-d	21.17a-c	4.17a-d	15.33ab	3.00b
Peat-moss 50% + coco peat 50%	8.13c-e	5.17d	17.17de	3.67cd	15.00ab	3.00b
Peat-moss 50% + topsoil 50%	9.22bc	6.00cd	20.33a-d	4.40ab	15.33ab	3.00b
Peat-moss 50% + male inflorescence 50%	10.82a	7.00a-c	22.33ab	4.67a	14.33ab	3.67ab
Vermicompost 50% + coco peat 50%	9.49a-c	6.33a-d	18.50b-e	4.00a-d	16.33ab	3.33ab
Vermicompost 50% + topsoil 50%	9.04b-d	7.00a-c	21.67ab	4.00a-d	16.00ab	3.67ab
Vermicompost 50% + male inflorescence 50%	9.30bc	7.67a-c	22.00ab	4.17a-d	13.00b	3.33ab
Coco peat 50% + topsoil 50%	8.39b-d	6.17b-d	17.50c-e	3.90b-d	15.17ab	3.00b
Coco peat 50% + male inflorescence 50%	9.88ab	6.17b-d	22.17ab	4.30a-c	14.00ab	4.00a
Topsoil 50% + male inflorescence 50%	9.83ab	6.17b-d	22.83a	4.30a-c	14.33ab	3.33ab
F-test	**	**	**	*	*	*
C.V. (%)	8.6	14.56	10.19	8.62	15.5	11.99

* = Significant difference at P≤0.05 level. ** Significant at difference P ≤ 0.01 level, [2/] = Values followed by different letters are significantly different according to DMRT.

Table 3 Effect of different growing media on fresh and dry weight leaf area, SPAD value and photosynthesis rate of oil palm seedling 3 month after planting

Treatments	Fresh weight (g)			Dry weight (g)			Leaf area (cm^2)	SPAD value	Photosynthetic rate (μmol m^{-2} s^{-1})
	Trunk	Root	Leaf	Trunk	Root	Leaf			
Peat-moss 100%	2.16b[2/]	2.10ab	2.65bc	0.51a	0.46a	0.59b-e	112.11b-e	29.66ef	3.42f
Vermicompost 100%	1.84b-e	1.14c	2.76bc	0.29cd	0.24c	0.69a-d	121.67a-c	45.18ab	3.77d-f
Coco peat 100%	1.00g	1.17c	1.37f	0.21d	0.28bc	0.33g	72.90f-h	51.90a	3.35f
Topsoil 100%	1.25fg	1.90a-c	1.41f	0.29cd	0.41a-c	0.34g	70.07gh	52.48a	4.58cd
Male inflorescence 100%	1.99b-d	1.65a-c	3.10ab	0.38bc	0.32a-c	0.74a-c	145.24a	27.72ef	4.42c-e
Peat-moss 50% + vermicompost 50%	1.81b-e	1.87a-c	2.40cd	0.31cd	0.37a-c	0.57c-e	94.94d-g	47.18ab	4.41c-e
Peat-moss 50% + coco peat 50%	1.41e-g	1.40bc	1.76ef	0.24d	0.24c	0.38fg	75.45f-h	51.86a	3.65ef
Peat-moss 50% + topsoil 50%	1.65c-f	1.39bc	2.31c-e	0.32cd	0.31a-c	0.57c-e	98.74c-f	40.74bc	4.57cd
Peat-moss 50% + male inflorescence 50%	2.67a	2.25a	3.41a	0.47ab	0.43ab	0.80a	135.80ab	23.68f	7.79a
Vermicompost 50% + coco peat 50%	1.88b-e	1.61a-c	2.37cd	0.35b-d	0.33a-c	0.59b-e	86.44e-g	32.24de	4.55cd
Vermicompost 50% + topsoil 50%	1.86b-e	1.31bc	2.53b-d	0.34cd	0.30a-c	0.54d-f	94.94d-g	36.94cd	3.83d-f
Vermicompost 50% + male inflorescence 50%	1.70b-f	1.16c	2.64bc	0.32cd	0.26bc	0.65a-d	102.52c-e	43.34bc	5.18c
Coco peat 50% + topsoil 50%	1.58d-f	1.95a-c	1.97d-f	0.29cd	0.40a-c	0.43e-g	55.85h	26.52ef	3.29f
Coco peat 50% + male inflorescence 50%	2.16b	2.11ab	3.12ab	0.35b-d	0.40a-c	0.74a-c	129.93ab	40.20bc	5.12c
Topsoil 50% + male inflorescence 50%	2.09bc	1.79a-c	3.03ab	0.40a-c	0.47a	0.77ab	145.24a	47.50ab	6.01b
F-test	**	*	**	**	*	**	**	**	**
C.V. (%)	14.16	24.81	13.13	20.69	26.4	17.17	13.87	13.61	9.96

*, **= Significant difference at P≤0.05, P ≤ 0.01 level, [2/] = Values followed by different letters are significantly different according to DMRT.

วิจารณ์ผล

สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในเดือนที่ 3 พบว่าวัสดุเพาะพีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุด และพบว่าธาตุอาหารในวัสดุเพาะมีผลต่อการเจริญเติบโตเนื่องจากอาหารจากเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ถูกใช้งานไปประมาณ 80% (Boatman and Crombie, 1958) ดังนั้นวัสดุปลูกจึงเป็นแหล่งอาหารสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (Mutert, 1999) ซึ่งควรใช้วัสดุเพาะชนิดที่มีคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมกับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ความโปร่ง, ความสามารถในการอุ้มน้ำ, ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในวัสดุนั้นหรือปัจจัยอื่น ๆ เป็นต้น เนื่องจากในการทดลองไม่มีการให้ปุ๋ยเคมีแก่ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้เห็นความแตกต่างในการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมันจากวัสดุเพาะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ยิ่งไปกว่านั้นการปลูกกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุที่มีลักษณะพรุนและมีความสามารถในการระบายน้ำและอากาศได้ดีทำให้รากมีการเจริญเติบโตและหาอาหารได้เพียงพอต่อการสนับสนุนให้กล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้ดี (Aisueni *et al*., 2000) Rosenani และคณะ (2016) รายงานว่า การใช้หน้าดินอย่างเดียวในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมันทำให้การเจริญเติบโตน้อยกว่าการใช้วัสดุปลูกผสม เนื่องจากธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเมื่อกล้าปาล์มมีอายุเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าลักษณะทางกายภาพของดินที่มีความพรุนน้อยทำให้ไม่เหมาะต่อการเจริญของรากกล้าปาล์ม (Yahya *et al*., 2010) ยังไม่มีรายงานเรื่องสารอาหารภายในดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันแต่พบว่าในพืชชนิดเดียวกันเช่นมะพร้าวมีธาตุอาหารโพแทสเซียม เหล็ก และทองแดงในปริมาณที่สูง (Purnomo, 2007) ซึ่งโพแทสเซียม เป็นธาตุที่ช่วยให้พืชมีลำต้นแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด ธาตุเหล็กช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ และทองแดงมีส่วนช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์การหายใจ (Upayak, 2001)

สรุปผลการวิจัย

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ที่เพาะโดยใช้วัสดุเพาะที่แตกต่างกันส่งผลให้การเจริญเติบโตของลักษณะทางการเกษตรและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการมีความแตกต่างกันในระยะอนุบาลแรก โดยพบว่า วัสดุเพาะที่มีอัตราส่วนของดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันผสมอยู่ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาได้ดี เช่น พีทมอสผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน หน้าดินผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน ขุยมะพร้าวผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน มูลไส้เดือนผสมดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน และดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมัน เนื่องจากดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าวัสดุเพาะอื่น ๆ โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันในอายุ 3 เดือนเป็นระยะที่มีการใช้อาหารภายในเมล็ดหมดไปจึงมีการนำอาหารจากวัสดุปลูกมาใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนั้นยังพบว่าวัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของดอกตัวผู้ปาล์มน้ำมันส่งผลให้มีพื้นที่ใบและค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้นด้วย แสดงว่าพื้นที่ใบและค่าความเขียวใบสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการเจริญเติบโตในระยะอนุบาลแรกของปาล์มน้ำมันได้ จะเห็นได้ว่าการนำวัสดุปลูกผสมกับดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะที่มีคุณภาพได้ดีกว่าการใช้วัสดุปลูกอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว และยังเป็นการ

นำวัสดุเหลือใช้จากการเจริญมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุเพาะที่มีราคาแพงและเป็นการลดต้นทุนและส่งเสริมในการผลิตกล้าปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพ แนะนำให้เกษตรกรต่อไป การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเลือกวัสดุเพาะที่มีศักยภาพเพื่อต่อยอดหาอัตราส่วนของการผสมที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Aisueni, N. O., U. Omoti, F. Ekhator. and P. Oviasogie. 2000. Effect of compost on soils supporting nursery seedling production of oil palms. Journal article. 4: 43-51.

Boatman, S. G. and M. Crombie. 1958. Fat Metabolism in the West African Oil Palm (*Elaeis guineensis*). Journal of Experimental Botany. 9: 52-74.

Corley, R. H. V. and P. B. Tinker. 2003. The Oil Palm. Oxford: Blackwell Publishing Company.

Ekhator, F., O. A. Ogundipe, B. Gansah. and C. E. Ikuenobe. 2018. Response of oil palm nursery seedlings to soil amended with oil palm mesocarp fibre. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 4: 7-14.

Hardon, J. J. 1976. Oil palm breeding introduction. pp. 89-108. *In*: R. H. V. Corley, J. J. Hardon. and B. J. Wood (eds.). Oil Palm Research. Amsterdam: Elsevier.

Limraksasin, J. 2012. The Development of Seedling Media from Coco-coir Dust of Young Coconut. Special Problem, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.

Mutert, E. 1999. Suitability of Soils for Oil Palm in Southeast Asia. Better Crops International. 13(1): 36-38.

Office of Agricultural Economics. 2018. The Farmers' Agenda for farmers on "FTA Funds to prepare 100 million Baht to help palm plantation improve competitiveness". Bangkok: Office of Agricultural Economics Research, Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Purnomo, H. 2007. Volatile Components of Coconut Fresh Sap, Sap Syrup and Coconut Sugar. ASEAN Food Journal 14(1): 45-49.

Rosenani, A. B., R. Rovica, P. M. Cheah and C. T. Lim. 2016. Growth Performance and Nutrient Uptake of Oil Palm Seedling in Prenursery Stage as Influenced by Oil Palm Waste Compost in Growing Media. International Journal of Agronomy: 1-8.

Sanputawong, S., K. Chansathean, N. Peakchantuk. and C. Chuiruy. 2017. Study of Proper Fertilizer Management on Growth and Yield of Oil Palm (*Eleais guineensis* Jacq.). International Journal

of Agricultural Technology. 13(7.3): 2631-2639.

Upayak, W. 2001. Study of Abnormal Symptoms in Plants Caused by Nutritional Deficiency. Special Problem, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.

Yahya, Z., A. Husin, J. Talib, J. Othman, O. H. Ahmed. and M. B. Jalloh. 2010. Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Roots Response to Mechanization in Bernam Series Soil. American Journal of Applied Sciences. 7(3): 343-348.

การประเมินศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 5 ปี ในพื้นที่นาร้าง : กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา

Assessment of the Sub-PSU 1 Oil Palm Variety Potential Yield at the Abandoned Paddy Field : A Case Study of Songkhla Province

ณัฐพล จันทร์สว่าง ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ประมวล หน่อสกูล ชมพูนุท บัวเผื่อน ธีรภาพ แก้วประดับ ประกิจ ทองคำ รุ่งรัตน์ แซ่หยาง และ ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์*

Nattapol Junsawang Theera Eksomtramage Pramual Norsakul Chompunut Buapuean Theerapap Kaewpradab Prakit Tongkum Rungrat Sae-Yang and Tanon Rungninrut*

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University Thailand, 90112
* Corresponding author: Rungninrut.t@gmail.com

(Received: 22 June, 2020; Accepted: 10 November, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

The objective of this study was to assess the potential of 5-year-old SUB-PSU1 oil palm varieties oil palm in the abandoned paddy field: a case study of Songkhla Province by planting 8 plots at Pakro Subdistrict, Singhanakhon District, Songkhla Province, Eight treatments with four repetitions of randomized complete block design (RCBD), three plants/treatment (plot), two times of growth recorded every six months and total bunch yield. The experiment was carried out from November 2013 to November 2014. It was found that the total rainfall and the number of rainy days were appropriate according to the standard criteria for the growth of oil palm. Further, soil properties data had a relatively suitable pH level between 5.47-5.93 except plots 1, 5 and 6 had a low pH (acidic soil). Furthermore, the plots 2, 3, 4, 7 and 8 had high growth characteristics more than other plots. Moreover, the characteristics of the fruit bunch, yield component and oil yield

were found that plots 4, 7 and 8 had better characteristics than other plots, indicating that the oil palm of Sub PSU 1 cultivated in plots 4, 7 and 8 had potential for growth and can be adaptation in the abandoned paddy field than other plots. Therefore, it can be recommended to farmers with the same soil properties and climate.
Keywords: Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), growth, bunch yield, yield components

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1 อายุ 5 ปี ในพื้นที่นาร้าง จังหวัดสงขลา (กรณีศึกษา) โดยปลูกทดสอบจำนวน 8 แปลง ที่ตำบลปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น/ทรีทเมนต์ (แปลง) บันทึกการเจริญเติบโตทุก 6 เดือน จำนวน 2 ครั้ง และเก็บผลผลิตทะลายทั้งหมด ทำการทดสอบตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบว่า ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกมีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ส่วนข้อมูลสมบัติดิน พบว่า ทุกแปลงมีค่า pH อยู่ในระดับที่ค่อนข้างเหมาะสมระหว่าง 5.47-5.93 ยกเว้นแปลงที่ 1, 5 และ 6 มีค่า pH ต่ำ (ดินเป็นกรด) ส่วนลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า แปลงที่ 2, 3, 4, 7 และ 8 มีค่าลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี และลักษณะผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตน้ำมัน พบว่า แปลงที่ 4, 7 และ 8 มีลักษณะที่ดีกว่าแปลงอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1 ที่ปลูกในแปลง 4, 7 และ 8 มีศักยภาพในการเจริญเติบโตและปรับตัวเข้ากับดินในพื้นที่นาร้างได้ดีกว่าแปลงอื่น จึงสามารถใช้เป็นแปลงในการแนะนำส่งเสริมให้เกษตรที่มีพื้นที่แปลงในสภาพเดียวกันปลูกปาล์มน้ำมันต่อไปได้
คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน การเจริญเติบโต ผลผลิตทะลาย องค์ประกอบของผลผลิต

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 5.2 ล้านไร่ พื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทยประมาณ 4.4 ล้านไร่ และจากยุทธศาสตร์ของภาครัฐตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2555 ที่ผลักดันให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มผลผลิต และผลิตน้ำมันปาล์มดิบเพื่อรองรับยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2555) ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางส่วน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ในปี พ.ศ. 2554 กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการสำรวจพื้นที่นาร้างใน 5 จังหวัดชายแดนใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี ยะลา นราธิวาส สตูล และสงขลา พบว่ามีพื้นที่นาร้างทั้งสิ้น 172,410 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) โดยจังหวัดสงขลามีพื้นที่นาร้างประมาณ 94,000 ไร่ กระจายอยู่ทุกอำเภอ ดังนั้นสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดสงขลาจึงมีโครงการพลิกฟื้นนาร้างเป็นสวน

ปาล์มน้ำมัน โดยเริ่มโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 จนกระทั่งปี พ.ศ. 2558 ได้ฟื้นฟูนาร้างเพื่อปลูกปาล์มแล้วทั้งสิ้น 21,000 ไร่ (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12, 2559) พื้นที่นาที่ถูกทิ้งร้างมีสาเหตุจากการขาดแคลนแรงงานครัวเรือน การผลิตข้าวยังใช้วิธีดั้งเดิม ปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติ ความเสียหายจากโรคและแมลง ผลผลิตที่ได้จึงต่ำ เกษตรกรจึงเปลี่ยนอาชีพเป็นการรับจ้างใช้แรงงานและค้าขาย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) โดยพื้นที่นาร้างที่สำคัญจะอยู่แถบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา บริเวณอำเภอสิงหนคร สทิงพระ และระโนด ซึ่งสมบัติดินในพื้นที่นาร้างส่วนใหญ่เป็นชุดดินระโนดที่เกิดจากตะกอนน้ำกร่อยนำพามาทับถมอยู่บนที่ราบชายฝั่งทะเลสภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำเลวน้ำซึมผ่านได้ช้ามีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน จึงนิยมปลูกข้าว ลักษณะและสมบัติดินที่พบคือ หน้าดินลึก ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีสีดำหรือสีน้ำตาลปนเทา และพบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5) ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีสีเทา มีจุดประสีเหลือง สีน้ำตาล ดินมีความเป็นกลางถึงด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีแต่ไม่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะดินที่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมันควรเป็นดินร่วนเหนียว มีความลึกของชั้นหน้าดินมากกว่า 75 เซนติเมตร อุ้มน้ำได้ดี มีธาตุอาหารสูง และมีความเป็นกรดอ่อน (pH 5.5-6.5) (ธีระ, 2554) ซึ่งพื้นที่นาร้างอาจจะไม่เหมาะสำหรับการใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าทั่วไปในการนำมาปลูก เนื่องจากพันธุ์ดังกล่าวอาจไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นได้ โดยสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนในปัจจุบันยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จากความสัมพันธ์ของลักษณะผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมัน ซึ่งเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมสูง (Corley and Tinker, 2003) ทำให้ผลผลิตของแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม จากปัญหาดังกล่าวทำให้สถานพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้เริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากฐานพันธุกรรมในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศ โดยทำการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ ผสมพันธุ์ และปลูกทดสอบหลายพื้นที่ทั่วภาคใต้ เพื่อพัฒนาประชากรพ่อแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน สร้างลูกผสมเทเนอราที่ให้ผลผลิตสูงและสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมนั้น (ธีระ และธีระพงศ์, 2558; ธีระ, 2554) ได้แก่ พันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ที่มีลักษณะผลผลิตทะลายและผลผลิตน้ำมันสูง เนื้อในเมล็ดมีขนาดปานกลาง และเป็นพันธุ์ที่มีพันธุกรรมที่สามารถปรับตัวเข้ากับดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำได้ดี (ธีระ, 2554) ในทางปรับปรุงพันธุ์ จำเป็นต้องผ่านการปลูกทดสอบในหลายสภาพแวดล้อมก่อนส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เพื่อยืนยันความสามารถในการปรับตัวและศักยภาพของพันธุ์ (ไพศาล และคณะ, 2547) ซึ่งพันธุ์พืชนั้นจะต้องมีเสถียรภาพของพันธุ์ในด้านผลผลิตเมื่อปลูกในหลายสภาพแวดล้อม (ชูศักดิ์, 2551) นั่นคือเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (กิตติศักดิ์, 2549) ตรงกับความต้องการของเกษตรกร และในจังหวัดสงขลามีพื้นที่ส่วนใหญ่เดิมเป็นพื้นที่ปลูกยางพารา และพื้นที่นาข้าว จากการส่งเสริมของภาครัฐจึงเปลี่ยนพื้นที่มาปลูกปาล์มน้ำมันกันมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของ

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 5 ปี ที่ปลูกในพื้นที่นาร้าง กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองโดยใช้แปลงปลูกปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 5 ปี (ระยะปลูก 9×9×9 เมตร) ของเกษตรกรตำบลปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่เข้าร่วมโครงการปาล์มน้ำมันเพื่อคุณภาพชีวิตชุมชน จำนวน 8 แปลง จากทั้งหมด 17 แปลง (สุ่มคัดเลือก) ได้แก่ แปลงที่ 1 นางวัลลา คงเจริญ แปลงที่ 2 นายมณี สุขเสม แปลงที่ 3 นายมณี สุขเสม แปลงที่ 4 นางฉาว โต๊ะเด็น แปลงที่ 5 นายสะหรอ ฤทธิโต แปลงที่ 6 นายสมศักดิ์ สุวรรณะ แปลงที่ 7 นายสุจิต สร้อยสุนทร์ และแปลงที่ 8 นายพงศ์พจน์ มะเดื่อ ทั้งหมดมีการจัดการสวนคล้ายคลึงกัน เช่น การกำจัดวัชพืช การวางทางใบ การให้ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ใบ และมีการขุดยกร่องภายในสวน เป็นต้น ทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) เก็บข้อมูล 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 3 ต้น)/ทรีทเมนต์ (แปลง) บันทึกการเจริญเติบโตทุก 6 เดือน จำนวน 2 ครั้ง และเก็บข้อมูลผลผลิตทะลายทั้งหมด โดยการสุ่มและทำเครื่องหมายต้นปาล์มที่เป็นตัวแทนในแต่ละแปลงปลูก บันทึกข้อมูลน้ำหนักทะลายเฉลี่ยและจำนวนทะลายทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นที่คัดเลือกไว้ บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกในปี 2555-2557 การเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลง สุ่มจำนวน 5 จุดต่อแปลง ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร วิเคราะห์ข้อมูลดินที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณธาตุอาหารหลัก

การบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยวิธีวิเคราะห์แบบไม่ทำลายต้นของ Corley และ Tinker (2003) โดยเก็บจากทางใบที่ 17 มีดังนี้ ความกว้างใบย่อย (วัดจากการสุ่มใบย่อย จำนวน 5 ใบ อยู่ตรงบริเวณสันของทางใบเริ่มเปลี่ยนจากสันใบเรียบเป็นสันใบเหลี่ยม) ความยาวใบย่อย (วัดจากการแบ่งพื้นที่ของทางใบเป็น 5 ส่ว หลังจากนั้นวัดความยาวของใบย่อยในแต่ละส่วน โดยในแต่ละส่วนทำการวัดเพียง 1 ใบ) ความกว้างและหนาทางใบ (ตำแหน่งที่วัดอยู่ที่จุดกำเนิดของใบย่อยล่างสุด) ความยาวทางใบ (วัดจากจุดกำเนิดใบย่อยล่างสุดไปจนถึงปลายทางใบ) จำนวนใบย่อย (นับจากจำนวนใบย่อยรวมทั้ง 2 ข้างของใบ) ความสูงทั้งหมด (วัดความสูงจากโคนต้นจนถึงโคนทางใบที่ 1) ความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นไปจนถึงโคนของใบย่อยของทางใบที่ 17) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (วัดจากบริเวณกึ่งกลางลำต้นเหนือระดับผิวดิน 1 เมตร)

พื้นที่ใบ สามารถหาได้จากสมการของ Henson (1993)

LA = -0.25 + 0.45nlw

เมื่อ n = จำนวนใบย่อย

lw = ค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย × ค่าเฉลี่ยความกว้างใบย่อย

น้ำหนักแห้งใบ สามารถหาได้จากสมการ (Corley *et al*., 1971)

LDW = 0.102P + 0.21

เมื่อ P = ความกว้างก้านใบ × ความหนาก้านใบ

การบันทึกข้อมูลองค์ประกอบทะลาย โดยเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกแก่เต็มที่จากต้นที่เก็บตัวอย่างแปลงละ 3 ทะลาย/ปี นำมาชั่งทะลายสด จากนั้นใช้ขวานสับแยกก้าน ช่อ ผลย่อย ออกจากแกนทะลาย ชั่งน้ำหนักแกน ทะลายสด และก้านช่อผลย่อย หลังจากนั้นสับย่อยแกนทะลายสดแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น สุ่มเลือกก้านช่อผลย่อยประมาณ 1/4 ของก้านช่อผลย่อยทั้งหมด นำมาชั่งน้ำหนัก และแยกผลปาล์มออกจากก้านช่อผลย่อย นำผลปาล์มมาคัดแยกเป็นผลปาล์มดีและผลปาล์มลีบ ชั่งน้ำหนัก เลือกผลปาล์มดี 20 ผล ชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นแยกเนื้อปาล์มออกจากเมล็ด แล้วชั่งน้ำหนักเนื้อปาล์มสดและเมล็ดปาล์ม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบ บดเนื้อปาล์มแห้งให้ละเอียด แล้วนำมาวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันของเนื้อปาล์มแห้ง ส่วนเมล็ดปาล์มแห้ง นำมาแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของกะลาปาล์มและส่วนของเนื้อในเมล็ด แยกชั่งน้ำหนักและนำเนื้อในเมล็ดแห้งมาบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง โดยนำเนื้อปาล์มที่บดละเอียดแล้วใส่ถุงบรรจุ ปิดผนึกให้เรียบร้อย ชั่งน้ำหนัก นำมาแช่ในน้ำมันเบนซิน นานติดต่อกัน 5 วัน โดยต้องเปลี่ยนน้ำมันเบนซินใหม่ทุกวัน เมื่อครบ 5 วัน นำถุงบรรจุมาผึ่งในที่ร่มให้แห้ง ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักเส้นใยแห้ง วิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตน้ำมันด้วยวิธี Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR) (Corley and Tinker, 2003) โดยเลือกลักษณะเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย ที่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตน้ำมัน (ณัฐพงศ์, 2557) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน เพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างแปลงและวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 2.14.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกในปี พ.ศ. 2555-2557

ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกในปี พ.ศ. 2555-2557 ของอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา พบว่า มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,943.0-2,793.6 มิลลิเมตร/ปี ส่วนจำนวนวันฝนตกมีค่า 146-202 วัน/ปี (Table 1) ซึ่งปาล์มน้ำมันมีความต้องการปริมาณน้ำฝน 1,800-3,000 มิลลิเมตรต่อปี และมีการกระจายตัวของฝนอย่างสม่ำเสมอ (ธีระ, 2554) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าทั้งปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่างการทดลองมีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

Table 1 Monthly rainfall and number of rainy days in Singhanakhon District, Songkhla Province during 2012-2014.

Years	2012		2013		2014	
Months	Rainfall (mm)	Rainy day (d)	Rainfall (mm)	Rainy day (d)	Rainfall (mm)	Rainy day (d)
Jan	379.2	19	68.4	15	9.0	6
Feb	36.5	8	125.1	15	2.8	1
Mar	76.2	13	0.7	6	17.8	3
Apr	266.5	25	270.6	14	56.2	3
May	87.8	15	94.8	18	163.0	15
Jun	63.0	13	110.1	19	101.4	9
Jul	38.8	12	53.1	11	81.3	12
Aug	157.3	14	208.7	15	220.2	16
Sep	151.5	20	47.7	10	57.0	13
Oct	255.8	17	472.0	26	212.0	18
Nov	670.1	23	757.7	23	426.7	25
Dec	504.2	23	584.7	24	595.6	25
Total	2,686.9	202	2,793.6	196	1,943.0	146

วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในแปลงปาล์มน้ำมัน พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของแปลงที่ 7 มีค่าสูงที่สุด 5.93 และแปลงที่ 6 มีค่าที่ต่ำที่สุด 3.01 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแปลงที่ 1 มีค่าสูงที่สุด 9.20 กรัม/กิโลกรัม และแปลงอื่น ๆ มีความเหมาะสมในระดับที่สูงเช่นกัน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของแปลงที่ 6 มีค่าสูงที่สุด 1.80 กรัม/กิโลกรัม และ 31.28 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนแปลงอื่น ๆ มีความเหมาะสมของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับสูงแต่มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของแปลงที่ 3 และแปลงที่ 5 มีความเหมาะสมสูงมีค่า 0.35 และ 0.42 cmol/kg ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ 1 มีค่าอยู่ในระดับต่ำที่สุด 0.18 cmol/kg ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของแปลงที่ 3 มีค่าความเหมาะสมสูงที่สุดมีค่า 6.55 cmol/kg ส่วนแปลงอื่น ๆ ก็มีความเหมาะสมอยู่ในระดับสูงเช่นกัน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของแปลงที่ 6 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 26.65 cmol/kg ส่วนแปลงที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด 16.03 cmol/kg (Table 2)

จากผลการวิเคราะห์ดินดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน พบว่า สมบัติดินของแปลงปลูกทดสอบปาล์มน้ำมันทั้ง 8 แปลง อยู่ในระดับที่ค่อนข้างเหมาะสม ยกเว้นแปลงที่ 1, 5 และ 6 ซึ่งดินมีความเป็นกรดจัด อาจส่งผลให้มีธาตุอาหารรอง ได้แก่ อะลูมิเนียม แมงกานีส และเหล็ก ละลายออกมามากเกินไปจนเกิดเป็นพิษกับพืชที่ปลูกได้ ซึ่งแมงกานีส และเหล็ก แม้ว่าจะเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญ แต่พืชต้องการในปริมาณน้อยมาก เมื่อมีปริมาณมากเกินความจำเป็นจึงเป็นพิษกับพืชได้ นอกจากนั้นยังพบว่าปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด แต่จะสูญเสียไปโดยทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน และแปรสภาพเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากมากกว่า 80% นั่นคือภาวะฟอสเฟตถูกตรึงโดยเฉพาะถ้าดินมีค่า pH สูงหรือต่ำกว่าปกติ ปุ๋ยฟอสเฟตจะถูกตรึงได้ง่ายและมากขึ้น จึงมักพบปัญหาสภาพดินเป็นกรดจัดมากในพื้นที่ปลูกพืช (กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2563)

ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นของปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า แต่ละแปลงปลูกปาล์มน้ำมันมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นที่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 มีการตอบสนองแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ปลูก หากเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความยาวทางใบ ความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักแห้งทางใบ และพื้นที่ใบ พบว่า แปลงที่ 7 มีความยาวทางใบสูงที่สุดมีค่า 368.37 เซนติเมตร ส่วนแปลงที่ 5 มีความยาวทางใบต่ำที่สุดมีค่า 302.12 เซนติเมตร แปลงที่ 7 มีความสูงลำต้นสูงที่สุดมีค่า 146.13 เซนติเมตร ส่วนแปลงที่ 5 มีความสูงลำต้นต่ำที่สุดมีค่า 111.13 เซนติเมตร และแปลงที่ 8 ให้ค่าลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุดเท่ากับ 68.90 เซนติเมตร แปลงที่ 2 มีค่าของลักษณะนี้ต่ำที่สุดเท่ากับ 56.17 เซนติเมตร และลักษณะน้ำหนักแห้งทางใบของแปลงที่ 8 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.65 กิโลกรัม ส่วนแปลงที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 1.27 กิโลกรัม ในส่วนของพื้นที่ใบของแปลงที่ 7 และ 8 มีพื้นที่ใบสูงที่สุดเท่ากับมีค่า 3.27 ตารางเมตร และแปลงที่ 1 มีพื้นที่ใบต่ำที่สุดมีค่า 2.18 ตารางเมตร (Table 3) เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความยาวทางใบที่มากอาจจะส่งผลให้มีพื้นที่ใบมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้พืชมีกระบวนการสังเคราะห์แสงที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย (ธีระ, 2554) เช่นเดียวกับที่ Hardon *et. al*., (1976) รายงานว่าหากต้นปาล์มน้ำมันมีความยาวทางใบมากแสดงว่ามีจำนวนใบย่อยสูงทำให้มีพื้นที่ใบมากซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของต้นปาล์มน้ำมันทำให้พืชต้นนั้นมีการเจริญเติบโตที่ดี และ Jacquemard (1979) รายงานว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละแปลงขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน การเจริญเติบโตทางลำต้นที่มีความแปรปรวนมาก อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพแวดล้อมที่มีร่มเงามากหรือมีอุณหภูมิต่ำการเจริญเติบโตของใบและลำต้นจะช้ากว่าปกติ

Table 2 Soil physical and soil chemical properties in the 8 locations of SUB-PSU 1 oil palm in Singhanakhon District, Songkhla Province during 2013-2014.

Plan-tations	Soil pH (1:5)	OC g kg^{-1}	Total N g kg^{-1}	Avai.P mg kg^{-1}	Exch.K $cmol_c kg^{-1}$	Exch.Mg $cmol_c kg^{-1}$	CEC $cmol_c kg^{-1}$
1	4.84M[1]	9.20H	1.00H	12.25L	0.18L	4.40H	16.03M
2	5.47H	7.20H	0.80H	16.94L	0.29M	4.66H	19.62H
3	5.89H	5.50H	0.70H	16.65L	0.35H	6.55H	22.87H
4	5.74H	6.10H	0.70H	11.92L	0.22L	4.56H	18.50H
5	4.70M	8.40H	0.90H	18.26L	0.42H	3.60H	24.50H
6	3.01L	4.14H	1.80H	31.28H	0.29M	1.27H	26.65H
7	5.93H	4.40H	0.50H	12.96L	0.22L	5.71H	18.94H
8	5.78H	4.30H	0.60H	12.94L	0.25M	6.30H	20.82H

Organic Carbon=OC, Total N=Total Nitrogen content, Avai.P=Available Potassium, Exch.K=Exchangeable Potassium, Exch.Mg=Exchangeable Magnesium, CEC=Cation Exchange Capaeity, [1] H=High, M=Medium, L=low

Table 3 Growth characteristics of SUB PSU1 oil palm 5 years old in 8 locations planted in Singhanakhon District, Songkhla Province during 2013-2014.

Plantations	Length of rachis (cm)	Height (cm)	Trunk diameter (cm)	Leaf dry weight (kg)	Leaf area (m^2)
1	307.30c[1]	116.29b	57.54bc	1.27b	2.18d
2	328.67abc	115.83b	56.17c	1.37ab	2.65cd
3	325.35bc	118.50b	59.25bc	1.38ab	2.70abcd
4	342.70abc	137.83a	63.10ab	1.48ab	2.96abc
5	302.12c	111.13b	61.71bc	1.31b	2.31d
6	322.46bc	112.73b	58.32bc	1.41ab	2.41cd
7	368.37a	146.13a	68.67a	1.64a	3.27a
8	362.50ab	137.62a	68.90a	1.65a	3.27a
C.V. (%)	7.95	9.65	6.67	12.70	13.78

[1] Means followed by different letters are significantly different according to DMRT.

ลักษณะผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะลาย

1. ลักษณะผลผลิตทะลาย

จากการทดลอง พบว่าแปลงที่ 7 ให้ผลผลิตทะลายสูงที่สุด 163.33 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนแปลงที่ 5 ให้ผลผลิตทะลายน้อยที่สุด 32.03 กิโลกรัม/ต้น/ปี และแปลงที่ 7 ให้จำนวนทะลายสูงที่สุด 22.33 ทะลาย/ต้น/ปี ส่วนแปลงที่ 5 ให้จำนวนทะลายน้อยที่สุด 9.67 ทะลาย/ต้น/ปี และแปลงที่ 7 มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 7.33 กิโลกรัม/ทะลาย แปลงที่ 5 มีค่าน้ำหนักทะลายเฉลี่ยต่ำที่สุด 3.30 กิโลกรัม/ทะลาย จะเห็นได้ว่าในแปลงที่ 2 และ 3 มีจำนวนทะลายไม่แตกต่างกับแปลงที่ 4, 7 และ 8 แต่ให้ผลผลิตน้ำหนักทะลายสดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับแปลงที่ 7 ซึ่งแปลงที่ 2 พบว่ามีจำนวนเมล็ดในทะลายลีบมากกว่า อาจจะเนื่องมาจากอาการขาดธาตุโบรอนซึ่งธาตุนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างละอองเกสร และการพัฒนาของท่อนำละอองเกสร ดังนั้นการผสมเกสรจึงเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เมล็ดในทะลายลีบและมีน้ำหนักทะลายน้อยลงได้ (ธีระ และธีรพงศ์, 2558) (Table 4) แสดงให้เห็นว่าแต่ละพื้นที่มีอิทธิพลที่ทำให้จำนวนทะลายเฉลี่ย ผลผลิตทะลายสด และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน มีการตอบสนองที่แตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่ปลูก โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลหลาย ๆ ปัจจัยในพื้นที่ปลูกมีความแตกต่างกัน ทำให้ปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันของแต่ละลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลาย จากการศึกษาของ ธนนต์ (2558) รายงานว่าอิทธิพลที่มีผลทำให้เกิดความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลายมากที่สุด คือ ปัจจัยสภาพแวดล้อม ซึ่งมีทั้งปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น พื้นที่ปลูก ปริมาณน้ำฝน และสมบัติของดิน เป็นต้น และปัจจัยที่ควบคุมได้ เช่น ระยะปลูก การจัดการให้ปุ๋ยและน้ำ หรือการตัดแต่งทางใบ โดย Kushairi และ Rajanaidu (2000) รายงานว่าหากการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันเพิ่มเพื่อผลผลิตควรพิจารณาจากผลผลิตทะลายสดเป็นหลักเนื่องจากลักษณะดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน

2. ลักษณะองค์ประกอบทะลาย

จากการวิเคราะห์ลักษณะเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแปลงที่ 3 มีแนวโน้มของลักษณะนี้สูงที่สุดเท่ากับ 74.38 เปอร์เซ็นต์ และส่วนแปลงที่ 6 มีค่าของลักษณะต่ำที่สุดเท่ากับ 63.02 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผลและลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลาย พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน โดยแปลงที่ 7 มีแนวโน้มของทั้งสองลักษณะสูงที่สุดเท่ากับ 86.08 และ 26.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ 2 แสดงผลต่ำที่สุดเพียง 77.41 และ 18.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงที่ 7 ให้ค่าของลักษณะนี้สูงที่สุด 69.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงที่ 3 ให้ค่าต่ำที่สุดมีค่า 56.67 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) ซึ่งจากการศึกษาของ ธนนต์ (2558) รายงานว่าลักษณะเปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย เปอร์เซ็นต์เนื้อปาล์มสดต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อเนื้อปาล์มแห้ง และลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายนั้นจะมีสหสัมพันธ์ในทางบวกต่อผลผลิตน้ำมัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Okoye และคณะ (2009) รายงานว่าผลผลิตทะลายสดจะมีการตอบสนอง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสูง ซึ่งลักษณะที่สำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน คือ ผลผลิต

Table 4 Yield components, bunch components and oil yield of SUB PSU 1 oil palm 5 years old in 8 locations planted in Singhanakhon District, Songkhla Province during 2013-2014.

Plantations	FFB (kg/ plant/year)	Yield components		Bunch components				oil yield (kg/plant/ year)
		BN (bunch/ plant/year)	ABW (kg/ bunch)	%F/B	%WM/F	%O/DM	%O/B	
1	41.20d[1]	11.33c	3.67b	70.69	78.34	59.11b	20.59	9.39d
2	91.43bc	20.33ab	4.50b	74.87	77.41	58.56b	18.79	17.1bcd
3	82.10bcd	18.67b	4.40b	74.38	80.96	56.67b	18.87	16.51bcd
4	114.07b	19.67ab	5.73ab	70.47	79.45	58.44b	20.76	24.50bc
5	32.03d	9.67c	3.30b	70.63	75.26	62.33ab	19.70	6.03d
6	53.67cd	12.00c	4.60b	63.02	77.99	60.11ab	19.18	10.16cd
7	163.33a	22.33a	7.33a	71.35	86.08	69.00a	26.58	43.58a
8	111.33b	20.00ab	5.57ab	70.68	82.19	64.67ab	25.67	28.53b
c.v. (%)	30.16	8.7	26.33	9.38	10.49	7.84	25.06	39.75

[1] = Values followed by different letters are significantly different according to DMRT.

FFB=fresh fruit bunch, BN=number of bunch, ABW=average bunch weight, %F/B=%fruit/bunch, %WM/F=%wet mesocarp/fruit, %O/DM=%oil/dry mesocarp, %O/B=oil/bunch

และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลต่อทะลาย และน้ำหนักทะลายเป็นเกณฑ์ที่จะให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุด

3. ผลผลิตน้ำมัน

ผลผลิตน้ำมันของทั้ง 8 แปลง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยแปลงที่ 7 มีผลผลิตน้ำมันสูงที่สุด 43.58 กิโลกรัม/ต้น/ปี ส่วนแปลงที่ 5 มีผลผลิตน้ำมันต่ำที่สุดเท่ากับ 6.00 กิโลกรัม/ต้น/ปี (Table 4)

สรุปผลการศึกษา

จากผลการบันทึกปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่างการทดลอง แสดงให้เห็นว่ามีค่าเหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน ส่วนการวิเคราะห์สมบัติของดินและปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินทั้ง 8 แปลง มีค่า pH อยู่ในระดับที่ค่อนข้างเหมาะสม ยกเว้นแปลงที่ 1, 5 และ 6 มีค่า pH ต่ำ (ดินเป็นกรด) ส่งผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารต่าง ๆ ให้แก่ต้นปาล์ม และในแปลงที่ 1 มีค่าของความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในระดับความเหมาะสมปานกลางทำให้ความสามารถในการหาอาหารได้น้อยกว่าแปลงอื่น ๆ ส่วนลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ มอ.1 ที่ปลูกในแปลงที่ 2, 3, 4, 7 และ 8 มีค่าการเจริญเติบโตทางลำต้น ลักษณะผลผลิตทะลาย องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตน้ำมัน มีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 สามารถเจริญเติบโตได้ในดินนาร้าง ที่มีค่า pH 5.47-5.93 แต่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.70 ซึ่งการแก้ไข pH ของดินเป็นกรดทำได้โดยการใส่โดโลไมต์ตามอัตราส่วนที่เหมาะสมของการวิเคราะห์ดิน หรือตามความต้องการปูนของดิน (ปริมาณ 2 ตันต่อไร่) เพื่อปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ทำให้สมบัติของดินดีขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งแปลงที่ 4, 7 และ 8 มีลักษณะที่ดีกว่าแปลงอื่น ๆ ในพื้นที่ดินนาร้าง จึงสามารถใช้เป็นแปลงในการแนะนำส่งเสริมให้เกษตรที่มีพื้นที่แปลงในสภาพเดียวกันปลูกปาล์มน้ำมันต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. เร่งแก้ปัญหานาร้างชายแดนใต้ ดึงศักยภาพ 5 จังหวัดด้านเกษตร. แหล่งข้อมูล https://mgronline.com/daily/detail/9560000102907. (6 กันยายน 2563).

กรมพัฒนาที่ดิน. 2562. พลิกผืนนาร้าง สงขลาฟื้นฟูปลูกข้าว-ปาล์ม ช่วยเกษตรกรใต้. แหล่งข้อมูล https://www.thairath.co.th/news/local/south/1538708. (6 กันยายน 2563).

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2563. ข้อมูลการจัดการดิน. แหล่งข้อมูล. http://www.ldd.go.th/Web_Soil/acid.htm. (9 มีนาคม 2563).

กิตติศักดิ์ ฉันทวุฒิพร. 2549. เสถียรภาพผลผลิตของคะน้า 10 สายพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2551. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วยโปรแกรม R. โรงพิมพ์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐพงศ์ สงฤทธิ์. 2557. อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและองค์ประกอบผลผลิตในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธนนต์ รุ่งนิลรัตน์ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การทดสอบชั่วรุ่นลูกของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสงขลา. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 2(4): 6-10.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2558. คู่มือปาล์มน้ำมัน. ห้างหุ้นส่วนสามัญหาดใหญ่ ดิจิตอล พริ้นท์, สงขลา.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ อารี วัญญวัฒก์ และปิยะดา ทิพยพ่อง. 2547. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สำนักวิชาสาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2555. ธุรกิจปาล์มน้ำมันหลังก้าวเข้าสู่ AEC. แหล่งข้อมูล. https://jitpisutsukyoy55.wordpress.com. (22 กุมภาพันธ์ 2563).

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12. 2559. พลิกฟื้นนาร้างเป็นสวนปาล์มน้ำมันและนาข้าว. แหล่งข้อมูล http://ofs101.ldd.go.th/LDDOFS/ofsnewspaper/09/2559/0925590027.pdf. (6 กันยายน 2563).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. พืชน้ำมัน ปาล์มน้ำมัน. น. 34-39. *ใน* เปรมชัย เกตุสำเภา และทรงกลด ชนะกาย (บ.ก.). สถิติการเกษตรของประเทศไทย. โรงพิมพ์ สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

Corley, R. H. V. and P. B. Tinker. 2003. The Oil Palm. Blackwell Science Ltd, Oxford.

Corley, R. H. V., J.J. Hardon, and G.Y. Tan. 1971. Analysis of growth the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). I. Estimation of growth parameter and application in breeding. Euphytica. 20: 307-315.

Hardon, J. J. 1976. Oil palm breeding introduction. pp. 89-108. *In*: R.H.V. Corley, J. J. Hardon, and B. J. Wood (eds.). Oil Palm Research, Elsevier. Amsterdam.

Henson, I.E. 1993. Assessing frond dry matter production and leaf area development in young oil palm. Proceedings of the 1991 PORIM International Palm Oil Conference – Module 1 (Agriclture). PORIM, Bangi, Malaysia. pp. 473-478.

Jacquemard, J. C. 1979. Contribution to the study of the height growth of the stems of (*Elaeis guineensis* Jacq.). study of

the L2T x D10D cross. Article Journal. 34: 492-497.

Kushairi, A. and N. Rajanaidu. 2000. Breeding population seed production and nursery management. pp. 171-224. *In*: B. Yusof, B. S. Jalani and K. W. Chan, (eds.). Advances in Oil palm Research, SMART Print & Stationer. Selangor.

Okoye, M. N., C. O. Okwuagwu. and M. I. Uguru. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). AEJSR. 4: 59-63.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(3):51-61
J. Agri. Prod.

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ของชาเชียงดา จากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

Total phenolic compound flavonoid content and antioxidant activity of *Gymnema inodorum* tea from difference process

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์[1*] กอบลาภ อารีศรีสม[1] ภาวิณี อารีศรีสม[1] วิกานดา ใหม่เฟย[2] และศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล[3]

Narin Taokaenchan[1*] Koblap Areesrisom[1] Pawinee Areesrisom[1] Vikanda Maifaey[2] and Sakchai Sateinperakul[3]

[1] สาขาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2] สาขาการจัดการชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

[3] สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[1] Division of Medicinal Plant Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiangmai 50290

[2] Division of Community Management, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140

[3] Division of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiangmai 50290

[*] Corresponding author: narin_t15@hotmail.com

(Received: 22 October, 2020; Accepted: 30 November, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

This research was investigated the difference of *Gymnema inodorum* tea process on total phenolic, flavonoid content and antioxidant activity. The experiment was performanced in three difference tea processing methods (treatment 1 blanch in 0.5% sodium chloride, pan firing and drying in hot air oven, treatment 2 blanch in 0.5% sodium chloride and drying in hot air oven and treatment 3 drying in hot air oven).

The result showed, the difference of tea processing method was not difference significantly in total phenolic and flavonoid content. In the other hand, the antioxidant activity by DPPH method was significantly different ($P < 0.05$). The highest of IC_{50} were

1.78 and 1.71 mg/mL in tea process form treatment 1 and treatment 2, respectively. From the results in this research, the *Gymnema inodorum* tea process should be drying in hot air oven method.

Keywords: *Gymnema inodorum* tea, antioxidant, tea process

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของความแตกต่างของกระบวนการแปรรูปชาเชียงดา ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยได้มีการแปรรูปชาที่แตกต่างกัน 3 วิธี (วิธีที่ 1 ลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 แล้วนำไปคั่ว หลังจากนั้นนำไปอบแห้งในเตาอบลมร้อน วิธีที่ 2 ลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 แล้วนำไปอบแห้งในเตาอบลมร้อน และวิธีที่ 3 อบแห้งในเตาอบลมร้อน)

ผลการทดลองพบว่า วิธีการแปรรูปชาที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ ในขณะที่คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอชมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยค่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 1.78 และ 1.71 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกรรมวิธีที่ 1 และ 3 ตามลำดับ จากผลการวิจัยในครั้งนี้การแปรรูปชาเชียงดา ควรแปรรูปด้วยกระบวนการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

คำสำคัญ: ชาเชียงดา สารต้านอนุมูลอิสระ กระบวนการผลิตชา

คำนำ

ชาสมุนไพรเป็นเครื่องดื่มที่มีการนำมาบริโภคและเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ เนื่องจากสมุนไพรที่นำมาแปรรูปเป็นชานั้นมีสรรพคุณในด้านการรักษาโรค (อนงค์ และกาญจนา, 2563; อาริษา และคณะ, 2563) และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (วัฒนา, 2562) นอกจากนี้สมุนไพรของไทยยังมีราคาถูก สามารถหาได้ง่ายตามในท้องถิ่นของประเทศไทย โดยทั่วไปในการผลิตชาสมุนไพรนั้นมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของพืชสมุนไพรที่นำมาแปรรูป โดยกระบวนการผลิตชาทั่วไปมีกรรมวิธีหลายขั้นตอน ได้แก่ การผึ่งชา (withering) การนึ่งชา (Steaming) หรือการคั่วชา (Pan firing) การนวดชา (Rolling) การหมักชา (Fermentation) และการอบแห้ง (Drying) (สถาบันชาและกาแฟ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2563) เป็นต้น จากกระบวนการผลิตชาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีหลายขั้นตอน ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการผลิตที่นาน จึงทำให้มีงานวิจัยอื่น ๆ ที่ทำการผลิตชาสมุนไพร นำวิธีการผลิตชามาดัดแปลงหรือปรับปรุงเพื่อลดขั้นตอนการผลิตชาสมุนไพร นอกจากนี้แล้วยังช่วยประหยัดเวลาอีกด้วย เช่น จิราภัทร และคณะ (2558) ได้นำใบย่านางมาคั่วจนได้กลิ่นหอม แล้วนำไปอบจนแห้ง หรือนำพืช

สมุนไพรไปทำให้แห้งเพียงขั้นตอนเดียวด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน เช่น ตากแดด หรืออบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน เท่านั้น (อนงค์ และกาญจนา, 2563)

ผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.) มีชื่อท้องถิ่นหลายชื่อ เช่น เจียงดา, ผักเชียงดา, ผักกูด, ผักม้วนไก่ หรือผักเซ็ง เป็นผักพื้นบ้านที่คนในท้องถิ่นนิยมบริโภค โดยนำมารับประทานกับน้ำพริก หรือนำมาทำเป็นแกงได้ ลักษณะของผักเชียงดาเป็นไม้เลื้อยมีลำต้นสีเขียว ลำต้นเมื่อยังอ่อนมีเขียวเข้ม ใบเดี่ยว ออกคู่ตรงกันข้าม ใบรูปหอกกว้าง ปลายใบเรียวแหลม โคนใบโค้งสอบแคบโค้งมน หรือเว้าเล็กน้อย ขอบใบเรียบ ผิวใบเกลี้ยงเป็นมัน ดอกออกเป็นช่อกระจุกจากซอกใบ ดอกย่อย กลีบเลี้ยงสีเขียว กลีบดอกสีขาว สีเหลืองอ่อน หรือเหลืองอมส้ม เกสรตัวผู้เป็นกระจุกแน่น ผลเมื่ออ่อนสีเขียว เมื่อแก่สีน้ำตาลคล้ำ มี 2-3 เมล็ด (อุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ, 2553) จากการวิจัยพบว่าผักเชียงดามีสารสำคัญที่ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ซึ่งเป็นสารกลุ่มไตรเทอปินไกลโคไซด์ ได้แก่ gymnemic acid (Stoecklin, 1969) ดังแสดงใน Figure 1 และยังพบสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย (ธีรวัลย์ และคณะ, 2554) จึงทำให้นอกจากการนำผักเชียงดามาบริโภคแล้ว ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปผักเชียงดาออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย รวมถึงการนำมาแปรรูปเป็นชาสมุนไพรด้วย

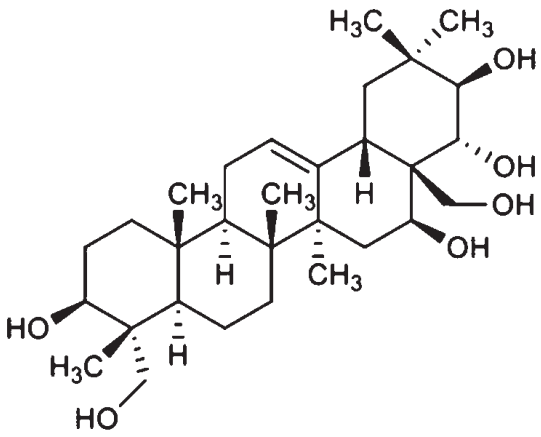

Figure 1 Structure of gymnemic acid (Srinuanchai *et. al*., 2019)

จากข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตชาสมุนไพรนั้น มีกระบวนการแปรรูปอยู่หลายกรรมวิธี ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมหลายปัจจัย ได้แก่ ต้นทุน อุปกรณ์ ระยะเวลา และค่าใช้จ่าย เป็นต้น แต่ยังไม่ได้คำนึงถึงปริมาณสารสำคัญที่ได้ หลังจากที่ทำการผลิตชาที่แตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงกระบวนการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อให้การผลิตชาเชียงดาเป็นการผลิตที่มีคุณภาพทั้งในด้านปริมาณสารสำคัญ นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ขั้นตอนในการผลิตเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ประหยัดเวลา และเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้ประกอบการ ผู้บริโภค ตลอดจนนักวิจัยที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสมุนไพรและชา ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างชาเชียงดา

ผักเชียงดาที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นผักเชียงดาอินทรีย์ จากกาดแม่โจ้ 2477 ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยการนำผักเชียงดามาทำการล้าง และทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นเลือกใช้ส่วนใบที่ไม่แก่และอ่อนจนเกินไป นำมาผลิตชาด้วยกระบวนการผลิตชาเชียงดาที่ได้อ้างอิงมาจากงานวิจัยของปริญญาวดี และคณะ (2562) และได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนา และผลิตชาเชียงดา โดยกระบวนการผลิตชาควรจะต้องสามารถควบคุมคุณภาพได้ และนอกเหนือจากนี้แล้วยังสามารถทำได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ออกแบบให้มีกระบวนการผลิตชาเชียงดาออกมาเป็น 3 วิธีด้วยกัน (Table 1)

หลังจากนั้นนำชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการเตรียมจากกรรมวิธีที่ศึกษาข้างต้นไปทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ คุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ และนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพได้แก่ สี (จากการสังเกต) กลิ่น (จากการดมกลิ่น) และปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวัดค่าความชื้น (moisture balance)

Table 1 *Gymnema inodorum* tea process

Treatments	Process
1	Blanched the *Gymnema inodorum* in 0.5% of sodium chloride solution for 30 seconds and pan firing until the tea leaves dry, after that dried in hot air oven at 40 ℃ for 6 hours.
2	Blanched the *Gymnema inodorum* in 0.5% of sodium chloride solution for 30 seconds and dried in hot air oven at 40 ℃ for 6 hours
3	Dried in hot air oven at 40 ℃ for 6 hours

การเตรียมสารสกัดชาเชียงดา

ทำการสกัดชาเชียงดาที่เตรียมได้ด้วยวิธีอัลตราโซนิคโดยดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Prommajak *et al*. (2014) โดยสุ่มตัวอย่างชาเชียงดาที่ผ่านการเตรียมในแต่ละกรรมวิธีมา 50 กรัม บดเป็นผงให้ละเอียด ชั่งผงตัวอย่างชาเชียงดามาตัวอย่างละ 5.0 กรัม เติมสารสกัดเอทานอล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร หลังจากนั้นทำการสกัดด้วยเครื่องอัลตราโซนิค ที่ความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) เป็นเวลา 10 นาที กรองสารละลายที่ได้นำผงชาเชียงดาเดิมเติมสารละลายเอทานอลลงไปในปริมาณเท่าเดิม ทำการสกัดซ้ำแบบเดิมอีกสองรอบ หลังจากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้มากรอง และระเหยจนแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evaporator) บันทึกน้ำหนักสารสกัดหยาบที่ได้ ทำการสกัดชาเชียงดาในแต่ละกรรมวิธีอย่างละ 3 ซ้ำ นำสารสกัดหยาบที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สาร

ฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วย Folin-Ciocalteu's reagent เป็นวิธีที่ได้ดัดแปลงมาจาก Rabeta and Vithyia (2013) และ Ueda *et al.* (2019) โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดจากชาเชียงดาให้มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย Dimethyl sulfoxide (DMSO) หลังจากนั้นปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มา 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocaltue เข้มข้น 1:10 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก รายงานผลปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เป็นไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักสารสกัดหยาบชาเชียงดา (microgram gallic acid equivalent per milligram extract weight, μgGAE/mg extract)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์เป็นวิธีที่ได้ดัดแปลงมาจาก Chang *et al.* (2006) โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัดจากชาเชียงดาให้มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO หลังจากนั้นปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มา 0.25 มิลลิลิตร นำไปผสมกับน้ำกลั่น 1.25 มิลลิลิตร, สารละลายโซเดียมไนเตรทเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 0.075 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 6 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 0.15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 0.50 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 0.275 มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานของเคอร์ซิติน รายงานผลปริมาณสารฟลาโวนอยด์ เป็นไมโครกรัมสมมูลเคอร์ซิติน ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักสารสกัดหยาบชาเชียงดา (microgram quercetin equivalent per milligram extract weight, μgQE/mg extract)

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH radical scavenging) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Singh *et al.* (2002) โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดชาเชียงดาให้มีความเข้มข้น 0.075-1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มา 0.05 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน สำหรับสารละลายควบคุมจะใช้ DMSO ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร เติมลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลาย DPPH เช่นเดียวกันกับสารละลายตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารละลายตัวอย่างมาคำนวณร้อยละการยับยั้ง ดังสมการ หลังจากนั้นนำค่าร้อยละการยับยั้งที่ได้ไปคำนวณหาความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50})

$$\%\ \text{DPPH radical scavenging activity} = \left(\frac{A_{ctrl} - A_{sample}}{A_{ctrl}}\right) x\ 100$$

เมื่อ A_{ctrl} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

งานวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ผลการทดสอบทางสถิติ โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างผลการทดสอบวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multi range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัยและวิจารณ์

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยกระบวนการผลิตชาที่ทำการศึกษา ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 คือนำผักเชียงดามาลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำไปคั่วในกระทะจนใบชาแห้ง และนำไปอบอีกครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่คล้ายคลึงกับกระบวนการผลิตชาทั่วไป ส่วนกรรมวิธีที่ 2 มีการลดขั้นตอนของการคั่วลง คือนำผักเชียงดามาลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 30 วินาที และอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เช่นกัน และกรรมวิธีที่ 3 เหลือเพียงขั้นตอนของการอบแห้งเท่านั้น โดยนำผักเชียงดาไปอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงได้นำชาเชียงดาที่เตรียมได้นำมาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ปริมาณความชื้น และตรวจวิเคราะห์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

ผลการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติทางกายภาพ

หลังจากที่ผลิตชาเชียงดาตามที่วางแผนการทดลอง พบว่าชาเชียงดาที่ผลิตได้มีคุณสมบัติทางกายภาพดังแสดงใน Table 2 และ Figure 2 โดยชาเชียงดาที่ผลิตได้จากทั้ง 3 กรรมวิธี มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ตามเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2549) และกลิ่นของชาเชียงดาที่ผลิตได้มีกลิ่นที่หอมตามลักษณะของใบเชียงดา เมื่อผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันกลิ่นที่ได้จะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก โดยกลิ่นชาที่อ่อนคือชาเชียงดาที่ผ่านการแปรรูปแบบอบด้วยตู้อบลมร้อน

สำหรับสีของชาเชียงดา พบว่าสีของชาที่ทำการผลิตได้จะมีสีออกเขียวคล้ำ-เขียวเหลืองอ่อน (Figure 2) โดยเมื่อทำการพิจารณาด้วยวิธีการพินิจ สีของชาเชียงดาจะไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก

Table 2 Physical properties of *Gymnema inodorum* tea

Treatments	Physical properties		
	color	Odor	Moisture content (%)
1	dark green	dried green herbal	9.79±0.06
2	dark green	dried green herbal	9.99±0.08
3	light yellow green	dried green herbal	8.89±0.08

treatment 1 treatment 2 treatment 3

Figure 2 Characteristic of *Gymnema inodorum* tea from different process

ผลการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

เมื่อนำตัวอย่างชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน มาทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกได้ผลดังแสดงใน Table 3 โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ตรวจวิเคราะห์ในชาเชียงดามีปริมาณอยู่ในช่วง 39-41 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักสารสกัดหยาบชาเชียงดา และเมื่อนำผลการวิเคราะห์มาทำการเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าถึงแม้กระบวนการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกันไปไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในชาเชียงดา ทั้งนี้อาจเป็นได้จากในกระบวนการแปรรูปชาเชียงดาในงานวิจัยนี้ กระบวนการที่ใช้เวลามากที่สุดของทั้ง 3 กระบวนการเกิดจากขั้นตอนของการอบ โดยในขั้นตอนดังกล่าวจะใช้อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในการอบที่เท่ากันคือเท่ากับ 6 ชั่วโมง ถึงแม้กระบวนการที่ 1 และ 2 ก่อนการนำชาเชียงดามาอบจะผ่านขั้นตอนของการคั่ว หรือ การลวกด้วยน้ำเกลือมาก่อน ก็ไม่ได้ส่งผลต่อการสลายตัวไปของสารประกอบฟีนอลิกมากนัก จึงทำให้เห็นว่าชาเชียงดาที่ผ่านการแปรรูปที่แตกต่างกันในงานวิจัยนี้มีค่าไม่แตกต่างกัน

Table 3 Total phenolic compound, flavonoid content and antioxidant activity of *Gymnema inodorum* tea from difference process

Treatments	Total phenolic compound (µgGAE/mg extract)	Flavonoids content (µgQE/mg extract)	DPPH activity (IC_{50}, mg/mL)
1	41.97±4.02	121.49±6.49	1.71±0.03[a]
2	41.71±3.41	117.53±5.30	2.02±0.07[b]
3	39.33±3.22	111.42±7.58	1.78±0.11[a]
F-test 0.05	ns	ns	*

N = 3

ns = Non significant difference

* Means within a column followed by different alphabets were significantly different at P<0.05 by DMRT

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในชาเชียงดาที่ผลิตแตกต่างกัน

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ในชาเชียงดาที่ผลิตแตกต่างกัน พบว่าชาเชียงดาที่ผ่านการแปรรูปด้วยกรรมวิธีทั้ง 3 แบบ เมื่อนำตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์อยู่ในช่วง 111-121 ไมโครกรัมสมมูลเคอร์ซิติน ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักสารสกัดหยาบชาเชียงดา (Table 3) และเมื่อนำผลการวิเคราะห์มาทำการเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสอดคล้องเช่นเดียวกันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกข้างต้น

ผลการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกันต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช

คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของชาเชียงดาในงานวิจัยนี้ ทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีดีพีพีเอช โดยเมื่อนำตัวอย่างชาเชียงดาที่ทำการผลิตตามแผนการทดลอง มาตรวจหาคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช ผลการทดลองที่ได้พบว่า คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอชมีค่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50}) อยู่ในช่วง 1.7-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อนำผลการวิเคราะห์มาทำการเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ชาเชียงดาที่ผ่านกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีค่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 ดีที่สุด คือ 1.78 และ 1.71 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และรองมาคือชาเชียงดาที่ผ่านกรรมวิธีที่ 2 มีค่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 เท่ากับ 2.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่ช่วยป้องกันและยับยั้งความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ รวมถึงส่วนอื่น ๆ ของเซลล์ โดยในธรรมชาติพบในพืช ผัก ผลไม้ และพืชสมุนไพร ซึ่งประกอบไปด้วยสารกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์

เทอน์พีนอดย์ แคโรทีนอยด์ และสารกลุ่มวิตามิน (Alok *et al.*, 2014) เป็นต้น โดยเมื่อพืช ผัก ผลไม้ และพืชสมุนไพรที่มีค่าความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50}) เข้มข้นน้อย และมีปริมาณสารสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ เทอน์พีนอดย์ แคโรทีนอยด์ และสารกลุ่มวิตามินที่สูง จะแสดงคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดี ดังเช่นงานวิจัยของ Spiridon *et al*. (2011) ที่พบว่า oregano ถ้ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มาก จะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง เช่นเดียวกันงานวิจัยของ Sarker *et al.* (2010) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณสารอาหาร วิตามิน และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระในใบผักขม พบว่าเมื่อผักขมที่นำมาศึกษามีปริมาณวิตามินซีสูง จะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ถึงแม้ว่ากระบวนการผลิตชาที่แตกต่างกัน จะไม่มีผลกระทบต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ในเชียงดา แต่อาจจะมีผลต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระกับสารกลุ่มอื่นนอกเหนือจากสารทั้งสองกลุ่มนี้ จึงทำให้ความสามารถในการยับยั้งที่ระดับการยับยั้งร้อยละ 50 (IC_{50}) ของชาเชียงดาที่ผ่านกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีค่าแตกต่างกันกับชาเชียงดาที่ผ่านกรรมวิธีที่ 2 ดังผลการวิเคราะห์ข้างต้น

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อทำการผลิตชาเชียงดาที่แตกต่างกัน ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 คือนำผักเชียงดามาลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำไปคั่วในกระทะจนใบชาแห้ง และนำไปอบอีกครั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ส่วนกรรมวิธีที่ 2 มีการลดขั้นตอนของการคั่วลง คือ นำผักเชียงดามาลวกในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 30 วินาที และอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และกรรมวิธีที่ 3 เหลือเพียงขั้นตอนของการอบแห้งเท่านั้น โดยนำผักเชียงดาไปอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่า ผักเชียงดาที่นำมาแปรรูปเป็นชาสมุนไพรนั้น ถึงแม้จะผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นวิธีผลิตแบบทั่วไป (กรรมวิธีที่ 1) ซึ่งเป็นวิธีที่ผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน หรือเป็นวิธีที่มีการลดขั้นตอนจากกรรมวิธีที่ 1 ลง (กรรมวิธีที่ 2 และ 3) เพื่อให้สามารถผลิตชาเชียงดาได้ไวขึ้น ลดระยะเวลาในการผลิตลง รวมทั้งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยทั้ง 3 กรรมวิธีที่ใช้ในการผลิตชาในงานวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านสี และกลิ่น รวมทั้งต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ในชาเชียงดาที่ผลิตขึ้น แต่จะมีผลต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระเท่านั้น โดยชาเชียงดาที่ผ่านกระบวนการผลิตจากกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระดีกว่าชาเชียงดาที่ผ่านการผลิตจากกรรมวิธีที่ 2 ดังนั้น เพื่อให้กระบวนการผลิตชาเชียงดา เป็นกระบวนการผลิตที่มีความเหมาะสมต่อทั้งปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ประหยัดเวลา และมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากมากนัก จึงควรทำการเลือกวิธีการผลิตชาเชียงดาด้วยกรรมวิธีที่ 3 คือนำผักเชียงดามาอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ด้วยตู้อบลมร้อน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนเงินทุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2563 และสาขาวิชาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

จิราภัทร โอทอง จิราภรณ์ ทองตัน และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. 2558. การพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 53, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 1154-1151.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน พิทักษ์ พุทธวรชัย นภา ขันสุภา ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์ วิรัติ อำพันธ์ และพยุงศักดิ์ มะโนชัย. 2554. การพัฒนาคุณภาพผักเชียงดา เพื่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม. รายงานการวิจัย, สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์ นภา ขันสุภา พิทักษ์ พุทธวรชัย และภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ. 2562. ผักเชียงดา ราชินีผักล้านนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2562. ผลของสารให้ความหวานต่อการผลิตชาสมุนไพรตะไคร้หอมผสมใบเตย. แก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1): 1379-1384.

สถาบันชาและกาแฟ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. 2563. กระบวนการผลิตชา. แหล่งข้อมูล https://teacoffee.mfu.ac.th/tc-tea-coffeeknowledge/tc-tea/tc-teaproductionprocess.html (18 พฤศจิกายน 2563)

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2549. แนวทางการพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร. แหล่งข้อมูล http://food.fda.moph.go.th/Rules/dataRules/3-HerbalTea.pdf. (6 ตุลาคม 2563)

อนงค์ ศรีโสภา และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. 2563. การพัฒนาสูตรชาสมุนไพรใบหม่อนผสมสมุนไพรให้กลิ่นหอมที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านเอนไซม์กลูโคซิเดส. Thai Journal of Science and Technology 9(2): 219-229.

อาริษา โสภาจารย์ สุห์ดีนิเซ็ง ธีรยุทธ โทยาน และธีรภัทร ฤทธิผลิน. 2563. การศึกษาการอบใบชาสมุนไพรด้วยความร้อนจากฮีตเตอร์อินฟราเรดโดยใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 12(1): 171-179.

อุทยานธรรมชาติวิทยาสิรีรุกขชาติ. 2553. ผักเชียงดา. แหล่งข้อมูล https://pharmacy.mahidol.ac.th/siri/index.php?page=search_detail&medicinal_id=503 (6 ตุลาคม 2563)

Alok, S., S. K. Jain, A. Verma, M. Kumar, A. Mahor and M. Sabharwal. 2014. Herbal antioxidant in clinical practice: A review. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 4(1): 78-84.

Chang, C. H., H. Y. Lin, C. Y. Chang and Y. C. Liua. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. Journal of Food Engineering. 77: 478.485.

Prommajak, T., S. Surawang and N. Rattanapanone. 2014. Ultrasonic-assisted extraction of phenolic and antioxidative compounds from lizard tail (Houttuynia cordata Thunb.). Songklanakarin Journal of Science and Technology. 36(1): 65-72.

Rabeta, M. S. and M. Vithyia. 2013. Effect of different drying methods on the antioxidant properties of Vitex negundo Linn. tea. International Food Research Journal. 20(6): 3171-3176.

Sarker, U., S. Oba and M. A. Daramy. 2020. Nutrients, minerals, antioxidant pigments and phytochemicals, and antioxidant capacity of the leaves of stem amaranth. Scientific Reports. 10(3892): 1-9.

Singh, R. P., K. N. Chidambara and G. K. Jayaprakasha. 2002. Studies on the activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(1): 81-86.

Srinuanchai, W., R. Nooin, S. Jarussophon, K. Kasemwong and O. Nuchuchua. 2019. Determination of gymnemic acid level in Gymnema inodorum leaves using multiple reaction monitoring mass spectrometry. Journal of Chemical Metrology. 13(2): 75-79.

Stoecklin, W. 1969. Chemistry and physiological properties of gymnemic acid, the antisaccharine principle of the leaves of Gymnema sylvestre. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 17(4): 704-708.

Ueda, Y., N. Apiphuwasukcharoen, S. Tsutsumi, Y. Matsuda, V. Areekul and S. Yasuda. 2019. Optimization of hot-water extraction of dried yacon herbal tea leaves: enhanced antioxidant activities and total phenolic content by response surface methodology. Food Science and Technology Research. 25(1): 131.139.

การตรวจสอบเบื้องต้นลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดปลูกในดินที่ประกอบด้วยกากกาแฟเหลือทิ้ง

Preliminary Investigation of Morphological Characteristics of Corn Grown in Soil with Spent Coffee Ground

ปัทมา หาญนอก[1*] ภารดี ธรรมาภิชัย[2] และ กฤษฎา สารหงส์[1]

Pattama Hannok[1*] Paradee Thammapichai[2] and Kritsada Sarahong[1]

[1] สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2] ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiangmai 50290

[2] Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Chiangmai 50200

* Corresponding author: pattama_h@mju.ac.th

(Received: 27 October, 2020; Accepted: 4 December, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

Spent coffee grounds (SCG) could be volatilized through recycles. SCG has good characteristics to be recycled i.e. high porosity, good water absorption, remaining 2% (w/w) nitrogen etc. Therefore, SCG might has a potential for using as a substance to improve soil porosity or even fertilizer. However, many types of the other residual compounds still remain in SCG and some of them were reported about their toxicity to the plants and some kinds of microbe. The objective of this research was to investigate the effect of SCG on cultivating an economical crop. This experiment was conducted in Randomize Completely Block Design with 2 blocks. Five treatments e.g. soil, soil with bat guano, soil with SCG in 3 different ratios (1:1, 2:1 and 3:1), in which all SCG-mixing soil were left for 45 day-fermentation before tested. Six response variables were recorded e.g. plant height, leave area, leaf color score, field weight, ear weight and ear length. The results showed that growth rate of sweet corns grown in 1:1 soil and SCG was the worst comparing with those grown in the other types of planting materials. Furthermore, ANOVA and *post-hoc* analyses revealed that planting materials statistically affected leave area,

leaf color score and field weight characteristics only, in which these 3 characteristics of sweet corn grown in soil with bat guano were highest among different planting materials ($P<0.05$). This experiment suggested that although fermentation step of planting material with SCG was carried out, the positive effect on promoting growth development was hard to observe in this experiment. Therefore, finding pre-treatment methods for eliminating toxic residues in SCG might address this issue and gain the benefits to agriculture for SCG recycle.

Keywords: spent coffee ground, toxic residues, caffeine, babycorn, sweet corn

บทคัดย่อ

การนำกากกาแฟเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ด้วยคุณสมบัติของกากกาแฟที่ดี คือ มีลักษณะผงร่วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และมีธาตุไนโตรเจนคงเหลืออยู่ประมาณ 2% ของน้ำหนักกากกาแฟ กากกาแฟจึงอาจมีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพของดินและใช้เป็นปุ๋ยบำรุงพืชปลูกได้ อย่างไรก็ตาม ในกากกาแฟยังมีสารประกอบที่ตกค้างหลายชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป ซึ่งสารบางชนิดมีความเป็นพิษต่อพืชปลูกและจุลินทรีย์บางชนิด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ ในการตรวจสอบผลกระทบเบื้องต้นที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเมื่อผสมกากกาแฟเหลือทิ้งในดินปลูก การทดลองนี้ใช้แผนการทดสอบแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ จำนวน 2 บล็อก ประกอบด้วย 5 สิ่งทดสอบได้แก่ ดินเปล่า ดินที่ผสมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากมูลค้างคาว ดินที่ผสมด้วยกากกาแฟที่อัตราส่วน 1:1, 2:1 และ 3:1 โดยวัสดุปลูกที่มีกากกาแฟผสมอยู่ได้ผ่านการหมักนาน 45 วันก่อนนำมาทดสอบ ตลอดการทดลองทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมด 6 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงของต้น พื้นที่ใบ คะแนนความเข้มของสีใบ น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก และความยาวฝักอ่อน ผลการทดสอบพบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากกาแฟที่อัตราส่วน 1:1 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าข้าวโพดในวัสดุปลูกอื่น ๆ นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยยังพบอีกว่า วัสดุปลูกมีผลต่อลักษณะพื้นที่ใบ คะแนนความเข้มของสีใบ น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกเท่านั้น โดยข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากมูลค้างคาวให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะดังกล่าวสูงที่สุด ($P<0.05$) การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า กากกาแฟแม้จะผ่านการหมักมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ผลเชิงบวกในแง่ของการส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวโพดหวานยังไม่ปรากฏอย่างเด่นชัด ซึ่งอาจเป็นผลจากสารประกอบที่มีความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ดังนั้น การศึกษาการจัดการกากกาแฟเพื่อให้สารพิษที่ตกค้างอยู่เกิดการสลายตัวอาจจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาคเกษตรกรรมในแง่ของการนำกากกาแฟเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง

คำสำคัญ: กากกาแฟ สารตกค้างที่เป็นพิษ คาเฟอีน ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดหวาน

คำนำ

ในต่างประเทศ มีรายงานการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟเหลือทิ้ง (spent coffee ground; SCG) ในการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานไฟฟ้า น้ำมันไบโอดีเซล การสกัดน้ำตาล การผลิต activated carbon หรือแม้แต่ใช้ในการกำจัดไอออนของโลหะหนัก (Campos-Vega *et al.*, 2015) ในขณะที่สื่อออนไลน์ของประเทศไทยจำนวนมากแนะนำการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสดในการเป็นปุ๋ยบำรุงต้นไม้ หรือใช้ปรับสภาพดินให้ร่วนซุย และปรับค่าความเป็นกรดด่างให้กับดินได้ ทั้งนี้อันเนื่องมาจากกากกาแฟเป็นวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้ง (มีค่าอัตราส่วนของ C/N ค่อนข้างสูงถึง 14:1 (Janissen and Huynh, 2018)) มีลักษณะกายภาพเป็นผงร่วน และอุ้มน้ำได้ดี ดังนั้น กากกาแฟน่าจะมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงต้นไม้และปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยจากต่างประเทศจำนวนมากกล่าวว่า กากกาแฟเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกาแฟสำเร็จรูปมีความเป็นพิษต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมากหากนำไปทิ้งโดยไม่ผ่านการบำบัด เนื่องจากกากกาแฟมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ มีฤทธิ์เป็นกรด มีสารประกอบตกค้างที่มีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์และพืช ได้แก่ สารแทนนิน สารคาเฟอีน และกรดคลอโรจีนิค (Janissen and Huynh, 2018; Campos-Vega *et al.*, 2015) Janissen and Huynh (2018) แสดงรายการสารประกอบที่สามารถพบในกากกาแฟที่เหลือทิ้งจำนวน 100 กรัม ว่าประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรทสูงถึง 82 กรัม รองลงมาคือ เส้นใยทั้งชนิดละลายและไม่ละลายน้ำ (60.5 กรัม) เฮมิเซลลูโลส (36.7 กรัม) โปรตีน (13.6 กรัม) กรดคลอโรจีนิค (11.45 กรัม) เซลลูโลส (8.6 กรัม) ไขมัน (6 กรัม) ไนโตรเจน (2.3 กรัม) คาเฟอีน (0.4 กรัม) แทนนิน (0.02 กรัม) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม บางรายงานแสดงให้เห็นถึงปริมาณของสารคาเฟอีนตกค้างที่สูงกว่าค่าที่บรรยายไว้ก่อนหน้านี้ เช่น Cruz *et al.* (2012) สามารถสกัดสารคาเฟอีนจากกากกาแฟได้สูงถึง 1.8 mg/g SCG นอกจากนี้ มีการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารคาเฟอีน แทนนิน และกรดคลอโรจีนิคที่มีต่อสิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและในน้ำ (Janissen and Huynh, 2018) สำหรับความเป็นพิษของสารคาเฟอีนมีรายงานในต้นยาสูบ โดยพบว่า สารคาเฟอีนมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของต้นกล้ายาสูบ (Mohanpuria and Yadav, 2009) ขณะที่ความเป็นพิษของกรดคลอโรจีนิคในกากกาแฟมีการศึกษาในต้น *Arabidopsis thaliana* โดยพบว่า กรดคลอโรจีนิคมีผลในการยับยั้งการงอกและเจริญเติบโตของราก ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 96.3 µM (Reigosa and Pasoz-Malvido, 2007) นอกจากนี้ มีรายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมธาตุอาหารภายในลำต้นของพืช เช่น ในกะหล่ำที่ถูกใส่กากกาแฟลงในวัสดุปลูกโดยตรง ส่งผลให้กะหล่ำมีการสะสมธาตุ Mg, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn และ Cu ในต้นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม แต่เมื่อนำกากกาแฟไปผ่านกระบวนการหมักก่อนนำมาผสมลงในวัสดุปลูก กลับพบว่า ปริมาณธาตุ Mg, Mn, K และ Na ที่สะสมในต้น กลับเพิ่มสูงขึ้น ซึ่ง Cruz *et al.* (2014) อธิบายว่า กระบวนการหมักก่อให้เกิดการสลายตัวของสารคาเฟอีน รวมถึงธาตุอาหารบางชนิดเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์และดูดซึมได้ จึงส่งผลดีต่อพืชปลูก ผลที่คล้ายกันนี้พบได้จากการตรวจสอบในต้นข้าว (Morikawa and Saigusa, 2011) ดังนั้น งานวิจัยนี้

จึงมีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบผลกระทบของกากกาแฟที่ผ่านกระบวนการหมักในการใช้เป็นวัสดุผสมดินปลูก

การผลิตข้าวโพดฝักอ่อน สามารถผลิตได้จากทั้งข้าวโพดหวานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เนื่องจากฝักอ่อนที่เก็บเกี่ยว มักเก็บก่อนการผสมเกสรจะเกิดขึ้น และยังไม่มีกระบวนการสะสมน้ำตาลภายในเอนโดสเปิร์มของเมล็ด (Kaiser and Ernst, 2017) อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ข้าวโพดหวานมักถูกนำมาใช้ในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนเนื่องจากเก็บเกี่ยวได้ง่ายกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับในประเทศไทยนั้น ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ เริ่มมีการแนะนำให้เกษตรกรผลิตข้าวโพดฝักอ่อนจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกปลูกข้าวโพดหวาน เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพ และเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นฝักอ่อน พร้อมเก็บลักษณะบางประการของผลผลิต

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดสอบแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 2 บล็อก โดยหนึ่งบล็อกประกอบด้วย 5 ซ้ำ ดินปลูกที่นำมาใช้เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีอนุภาคทราย ดินทรายแป้ง และดินเหนียว คิดเป็น 57, 24 และ 19% ตามลำดับ ดินชนิดนี้มีค่า pH เท่ากับ 4.96 และมีอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.2% นำดินดังกล่าวมาเตรียมส่วนผสมของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ ดินที่ไม่ผ่านการผสมวัสดุใด ๆ (S), ดินที่ผสมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากมูลค้างคาวที่อัตราส่วน 1:1 (SO), ดินที่ผสมด้วยกากกาแฟที่อัตราส่วน 1:1 (1SC), 2:1 (2SC) และ 3:1 (3SC) ซึ่งวัสดุปลูก 1SC จัดเป็นวัสดุปลูกที่มีกากกาแฟอยู่ในสัดส่วนที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูก 2SC และ 3SC การทดลองนี้มีทั้งหมด 50 หน่วยทดลอง (50 ต้น)

การเตรียมวัสดุปลูกและการปลูกพืชเพื่อทดสอบ

สำหรับวัสดุปลูกที่ต้องผสมดินเข้ากับกากกาแฟนั้น นำกากกาแฟที่รวบรวมมาจากร้านกาแฟสดทั่วไปมาผสมเข้ากับดินปลูกตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ โดยคลุกเคล้าผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดี รดด้วยน้ำหมักเชื้อจุลินทรีย์ ปล่อยทิ้งไว้นาน 45 วัน โดยมีการให้น้ำและรักษาความชื้น จากนั้นเก็บตัวอย่างดินผสมไปส่งตรวจค่าเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ห้องปฏิบัติการหลักสูตรปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และพบว่าสิ่งทดสอบ S, SO, 1SC, 2SC, 3SC มีค่าเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุเท่ากับ 1.2, 9.85, 10.24, 7.69 และ 3.47% ตามลำดับ วัสดุผสมทั้ง 5 ชนิดถูกบรรจุลงในถุงปลูกขนาด 30×50 ซม. (กว้าง×สูง) จากนั้นทำการปลูกข้าวโพดหวานลูกผสม เพื่อเก็บเกี่ยวเป็นข้าวโพดฝักอ่อน ทำการหยอดเมล็ดจำนวน 3 เมล็ดต่อถุง ดูแลข้าวโพดตามมาตรฐานการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2550) เมื่อต้นกล้าอายุได้ 7 วันจึงทำการกำจัดให้เหลือเพียง 1 ต้นต่อถุง และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุได้ 25 วัน

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางสถิติ

ตลอดการทดลองทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมด 5 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงของต้น (PH), พื้นที่ใบ (LA), คะแนนความเข้มของสีใบ (LC), น้ำหนัก

ฝักสดก่อนปอกเปลือก (FW) และหลังปอกเปลือก (EW), และความยาวฝักอ่อน (EL) สำหรับระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ทำการวัดความสูงต้นข้าวโพดหวานลูกผสมทุกระยะ โดยวัดตั้งแต่ระยะ V1 (7 วันหลังปลูก) จนถึงระยะ V10 (45 วันหลังปลูก) รวมถึงทำการประเมินพื้นที่ใบที่อยู่ติดกับฝักแรก (LA) ในหน่วย ตารางเซนติเมตร โดยทำการวัดขนาดความยาวและความกว้างของใบ (ซม.) และนำค่าที่ได้มาคำนวณพื้นที่ใบของข้าวโพดด้วยสมการของ Montgomery, 1911 (สมการที่ 1) นอกจากนี้ ความเข้มของสีใบ (LC) ถูกบันทึกบนใบที่ติดกับฝักแรก (ear leaf) โดยใช้แผ่นเทียบสีใบ (Nitrogen parameters-LCC) ที่มีช่วงคะแนนในช่วง 1-6 โดยคะแนน เท่ากับ 6 แสดงระดับความเข้มของสีเขียวสูงที่สุด

พื้นที่ใบข้าวโพด = ความยาวใบ × ความกว้างใบ × 0.75.....สมการที่ 1

จากนั้นเมื่อข้าวโพดฝักอ่อนเริ่มเกิดไหมบนฝักแรก โดยสังเกตให้ไหมมีขนาดยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร จึงทำการเก็บฝัก (50-55 วัน) จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก (FW) และหลังปอกเปลือก (EW) ในหน่วย กรัม รวมถึงวัดความยาวฝักอ่อน (EL) ในหน่วย เซนติเมตร

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลจะถูกนำมาประเมินค่าสถิติพรรณนา และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนชนิด One-way ANOVA พร้อมเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระหว่างสิ่งทดสอบด้วยโปรแกรม R version 4.0.2

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลกระทบของกากกาแฟที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวโพดหวาน

เมื่อนำข้อมูลลักษณะความสูง (PH) ของต้นข้าวโพดที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีสัดส่วนของกากกาแฟที่แตกต่างกันไป มาสร้างกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความสูงในแต่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวโพด (V1-V10) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงอัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน (S, SO, 1SC, 2SC และ 3SC) ดังแสดงใน Figure 1 จากกราฟจะเห็นได้ว่าวัสดุปลูก 1SC ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างดินและกากกาแฟสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกผสมชนิดอื่น มีผลทำให้ต้นข้าวโพดมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด (Y = 7.84X + 4.40) เส้นกราฟแยกออกจากเส้นกราฟของวัสดุปลูกอื่นอีก 4 ชนิด สำหรับวัสดุปลูกผสมระหว่างดินและปุ๋ยมูลค้าวคาว (SO) จะเห็นได้ว่า วัสดุปลูก SOส่งเสริมอัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานสูงที่สุด สังเกตได้จากค่าลาดชัน (slope) ของสมการรีเกรสชั่นเชิงเส้นตรง Y = 12.68X – 4.09 อย่างไรก็ตาม วัสดุปลูก SO, 2SC, S และ 3SC ให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดใกล้เคียงกัน

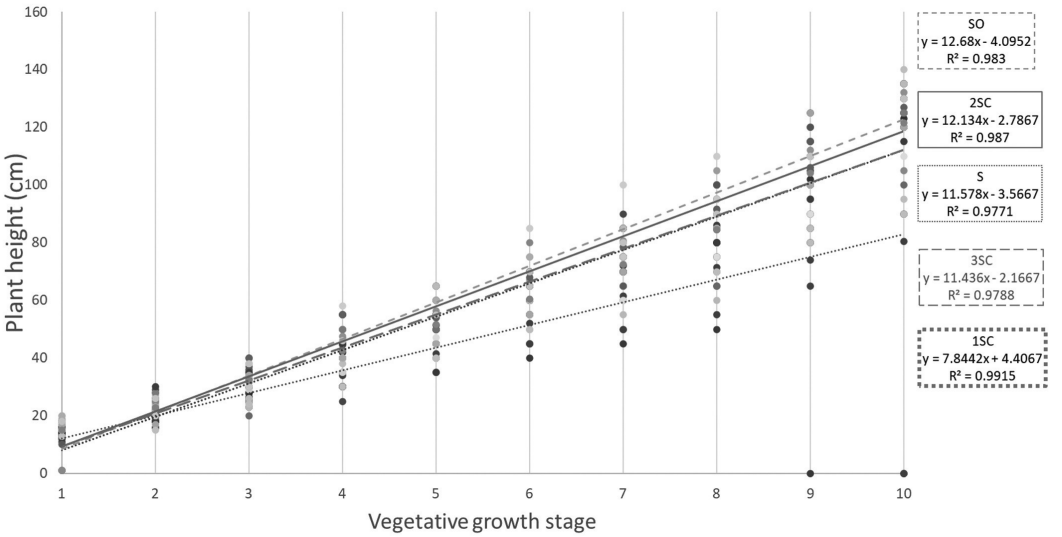

Figure 1 Linear regression lines of plant height against 10 vegetative growth stages show for 5 types of planting materials (S, SO, 1SC, 2SC and 3SC).

การทดสอบอิทธิพลและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชนิดวัสดุปลูกที่มีต่อลักษณะฟีโนไทป์ 6 ชนิด

จากข้อมูลฟีโนไทป์ทั้งหมด พบ 6 สิ่งสังเกตที่หายไป (missing data) ดังนั้น เพียง 44 จาก 50 สิ่งสังเกตของแต่ละตัวแปรตามถูกนำมาประเมินค่า skewness เพื่อตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล ผลการตรวจสอบพบว่า ความสูงต้นที่ระยะ V10 (PH_{10}) และน้ำหนักฝักอ่อน (EW) มีการกระจายตัวแบบเบ้ซ้าย (ค่า skewness ติดลบ) ดังนั้น ข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาแปลงค่า (transformation) เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติก่อนวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยข้อมูล PH_{10} และ EW ถูกนำมาแปลงโดยใช้ฟังก์ชั่นยกกำลังสาม และ log10 ตามลำดับ กำหนดให้ tPH_{v10} และ tEW แทนลักษณะของ PH_{10} และ EW ที่ผ่านการแปลงค่า (transformed data)

จากการทดสอบข้อมูล 6 ชนิด ได้แก่ tPH_{v10}, LA, LC, FW, tEW และ EL ด้วย ANOVA F-test พบว่า อิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกมีผลต่อลักษณะ LA, LC และ FW ($P<0.01$) อย่างมีนัยสำคัญและไม่มีผลในทางสถิติต่อลักษณะ tPH_{v10}, tEW และ EL ($P>0.05$) (Table 1) ประเด็นที่น่าสังเกตคือ แม้ความสูงที่ระยะ V10 จากทุกวัสดุจะไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในทางสถิติ แต่ผลที่แสดงก่อนหน้านี้เห็นได้ชัดว่า วัสดุปลูกที่มีกากกาแฟอยู่ในสัดส่วนที่มากมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพด (Figure 1) เมื่อพิจารณาความดีเด่นของวัสดุปลูกแต่ละชนิดที่มีผลต่อลักษณะ LA, LC และ FW ด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ที่อัลฟ่า 0.05 พบว่า วัสดุปลูก SO ให้ค่า LA (457.39 ซม^2) LC (5.43 คะแนน) และ FW (81.99 กรัม) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกอีก 4 ชนิด (Figure 2A-2C) ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (grand mean) ของข้อมูล LA, LC และ FW ถูกแสดงด้วยเส้นประบน Figure 2 ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า ดินที่ไม่ได้ผ่านการผสมวัสดุใด

(S) และดินที่ผสมด้วยสัดส่วนของกากกาแฟที่แตกต่างกัน (1SC-3SC) ส่งผลให้ต้นข้าวโพดหวานมีลักษณะ LA, LC และ FW ไม่แตกต่างกันมาก และให้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยทั้งหมด นอกจากนี้ จาก Figure 2B ยังพบอีกว่า แม้ SO และ 3SC จะมีค่าเฉลี่ยของลักษณะ LC (5.43^{a} และ 4.5a^{b} ตามลำดับ) ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความสูงของแท่งกราฟ จะพบความแตกต่างอย่างชัดเจน (Figure 2B) ข้อสังเกตนี้พบคล้ายกันในลักษณะ FW (Figure 2C) ในทางสถิติ หากเพิ่มหน่วยทดลองให้มากขึ้น วิธี LSD น่าจะสามารถแยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างวัสดุปลูกสองชนิดได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ LA, LC และ FW ระหว่างวัสดุผสมของกากกาแฟ 1SC, 2SC และ 3SC กับวัสดุดินเพียงอย่างเดียว (S) จะพบว่า ทั้ง 4 วัสดุให้ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Figure 2A-2C)

ประเด็นที่น่าสนใจ คือ แม้ว่าลักษณะข้าวโพดฝักอ่อนก่อนปอกเปลือก (FW) จะมีความแตกต่างระหว่างวัสดุ SO และวัสดุ 1SC, 2SC, 3SC และ S ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยหลังปอกเปลือก (tEW) กลับพบว่า วัสดุปลูกที่แตกต่างกันทั้ง 5 ชนิด ไม่ได้มีอิทธิพลใดต่อน้ำหนักข้าวโพดฝักอ่อนหลังปอกเปลือก ซึ่งจัดเป็นผลผลิตที่ทำเงิน (economical yield) อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดฝักอ่อนคือ ส่วนของดอกตัวเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมเกสร จึงยังไม่มีการติดเมล็ดแต่อย่างใด และถูกเก็บเกี่ยวในระยะ R1 (ระยะออกไหม) เพียงเท่านั้น ดังนั้น ผลกระทบของกากกาแฟที่มีต่อการปลูกข้าวโพดชนิดอื่น เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ที่ปริมาณผลผลิตจะขึ้นกับความสามารถในการสะสมน้ำหนักเมล็ดในแต่ละระยะ (R2-R5) ยังมีความจำเป็นต้องผ่านการทดสอบอีกครั้ง งานวิจัยชิ้นนี้ชี้ให้เห็นว่า กากกาแฟแม้จะผ่านการหมักมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง (เพื่อหวังให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบ เช่น สารคาเฟอีน กรดคลอโรจีนิค สารแทนนิน เป็นต้น ที่มีรายงานเกี่ยวกับความเป็นพิษต่อพืชปลูกและเชื้อราบางชนิด) ยังไม่ได้มีผลในเชิงบวกในการส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าวโพดได้ งานทดสอบก่อนหน้านี้ ได้ทดลองปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์เดียวกันในดินที่ผสมกากกาแฟเหลือทิ้งที่โดยตรง (ไม่ผ่านการหมัก) ผลการทดสอบพบว่าส่วนใหญ่เมล็ดไม่งอก ขณะที่ต้นกล้าบางต้นมีอาการแคระแกร็น เหลือง และตายในที่สุด Carrasco-Cabrera *et al*. (2019) ศึกษาการเพาะเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ด้วยกากกาแฟเหลือทิ้ง มีการพบว่าเชื้อราของเห็ดชนิดนี้สามารถสลายสารคาเฟอีนที่ตกค้างอยู่ในกากกาแฟได้ จึงส่งผลให้สามารถใช้กากกาแฟในการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้ได้เป็นอย่างดี และเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ นอกจากนี้ Ronga *et al*. (2020) ได้ทดลองนำกากกาแฟเหลือทิ้งมาผสมกับ Biochar และดินเหนียวสีแดง เพื่อขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำกิ่งองุ่น การทดลองนี้ชี้ให้เห็นถึงผลในเชิงบวกของกากกาแฟที่มีต่อรากเกิดใหม่ขององุ่น อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการเตรียมกากกาแฟและ Biochar นั้น มีการอบให้ความร้อนที่ 100 °c นาน 24 ชั่วโมง ซึ่งอาจมีผลต่อการสลายตัวของสารตกค้างที่มีความเป็นพิษ จากข้อมูลที่ให้ไว้ก่อนหน้านี้ จะเห็นได้ว่าการศึกษาวิธีการจัดการกากกาแฟเพื่อให้สารพิษที่ตกค้างเกิดการสลายตัวอย่างสมบูรณ์ จนสามารถนำกากกาแฟกลับมาใช้ใหม่ได้ในภาคเกษตรกรรม คาดว่าจะเกิดประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกรผู้ปลูกพืช

Table 1 One-way ANOVA with *N*=44 observations for 6 maize characteristics

Source of variation	DF	Mean square					
		tPHv10	LA	LC	FW	tEW	EL
Block	1	2.1×10^{11}	4353	2.94*	18.4	0.03	0.04
Planting materials	4	5.24×10^{11}	14223**	3.64**	1138.8**	0.03	5.74
Error	38	2.73×10^{11}	2511	0.58	201.6	0.01	4.61

*, ** indicate statistical significance at $P<0.05$, $P<0.01$ levels, respectively

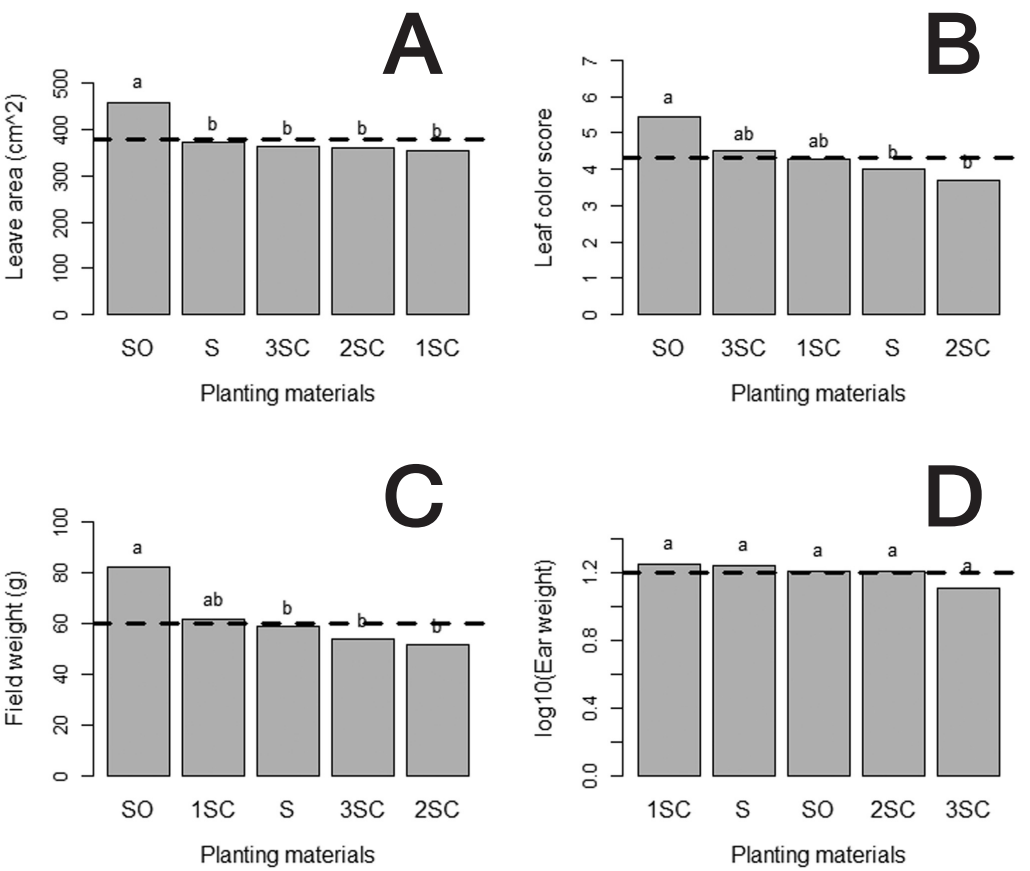

Figure 2 Mean comparisons among 5 different planting materials for A) Leave area B) Leaf color score C) Field weight and D) $\log_{10}$(EW). Horizontal dashed line in each plots represents grand mean across all treatments.

สรุปผลการศึกษา

กากกาแฟจัดเป็นวัสดุเหลือทิ้ง มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีสำหรับใช้ในการปรับปรุงสภาพดิน และประกอบด้วยธาตุอาหารบางชนิดจึงอาจเหมาะสมในการใช้เป็นปุ๋ยบำรุงพืชปลูก อย่างไรก็ตาม นอกจากคุณสมบัติที่ดีเหล่านั้น กากกาแฟยังประกอบด้วย สารประกอบอื่นที่มีความเป็นพิษต่อพืชปลูก เช่น สารคาเฟอีน สารแทนนิน กรดคลอโรจีนิค เป็นต้น กากกาแฟที่ผ่านการหมักนาน 45 วัน อาจยังไม่เพียงพอ หรือไม่สามารถสลายสารพิษดังกล่าวได้หมด ดินที่ผสมกากกาแฟภายใต้การทดลองนี้ แม้ไม่ได้ส่งผลในเชิงลบต่อการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนแต่อย่างใด แต่ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของข้าวโพดช้าลง และยังพบอีกว่าดินปลูกที่มีกากกาแฟผสมอยู่ไม่ได้ช่วยบำรุงให้ใบมีขนาดใหญ่และไม่ได้ส่งเสริมความสมบูรณ์ของใบเพิ่มมากขึ้นแต่อย่างใด งานวิจัยนี้ให้ผลการทดสอบเบื้องต้น และทีมนักวิจัยมีแนวคิดว่า แนวทางการศึกษาการจัดการกากกาแฟเพื่อให้สลายสารพิษที่ตกค้างอยู่ น่าจะมีประโยชน์ต่อภาคเกษตรกรรมเป็นอย่างมาก ทั้งในแง่ของการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ และช่วยในการปรับปรุงปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินปลูกได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2550. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวโพดฝักอ่อน. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

Campos-Vega, R., G. Loarca-Pina, H.A. Vergara-Castaneda and B.D. Oomah. 2015. Spent coffee grounds: A Review on current research and future prospects. Trends in Food Science & Technology. 45: 24-36.

Carrasco-Cabrera, C.P., T.L. Bell and M.A. Kertesz. 2019. Caffeine metabolism during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with spent coffee grounds. Applied Microbial and Cell Physiology. 103: 5831-5841.

Cruz, M.V., A. Paiva, P. Lisbao, F. Freitas, V.D. Alves, P. Simoes, et al. 2014. Production of polyhydroxyalkanoates from spent coffee grounds oil obtained by supercritical fluid extraction technology. Bioresource Technology. 157: 360-363.

Cruz, R., M.M. Cardoso, L. Fernandez, M. Oliveira, E. Mendes, P. Baptista, et al. 2012. Espresso coffee residues: A valuable source of unextracted compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60(32): 7777-7784.

Janissen, B. and T. Huynh. 2018. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. Resources, Conservation & Recycling. 128: 110-117.

Kaiser, C. and M. Ernst. 2017. Baby Corn. CCD-CP-85. Lexington, KY: Center for Crop Diversification, University of Kentucky College of Agriculture, Food

and Environment. Available: http://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu.ccd/files/ babycorn.pdf

Mohanpuria, P. and S.K. Yadav. 2009. Retardation in seedling growth and induction of early senescence in plants upon caffeine exposure is related to its negative effect on Rubisco. Photosynthetica. 47(2): 293-297.

Montgomery, E. G. 1911. Correlation studies in corn. Nebraska Agr. Exp. Sta. Annu. Rep. 24:108-159.

Morikawa, C.A. and M. Saigusa. 2011. Recycling coffee grounds and tea leaf wastes to imporove the yield and mineral content of grains of paddy rice. J Sci food Agric. 91: 2108-2111.

Reigosa, M.J. and E. Pasoz-malvido. 2007. Phytotoxic effects of 21 plant secondary metabolites on Arabidopsis thaliana germination and root growth. J. Chem. Ecol. 33(7): 1456-1466.

Ronga, D., M. Parisi, L. Barbieri, I. Lancellotti, F. Andreola and C. Bignami. 2020. Valorozation of spent coffee grounds, biochar and other residues to produce lightweight clay ceramic aggregates suitable for nursery grapevine production. Horticulturae. 6(4): 1-13.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(3):73-82
J. Agri. Prod.

พิษของสารสกัดหยาบผักคราดหัวแหวนต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อน

Toxicity of *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen Crude Extracts to the Nymphal Instars of the Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens*)

ศิริลักษณ์ ปานทุ่ง[1] นวพรรษ เหลาทอน[1] กีรติ ตันเรือน[1] เรืองวุฒิ ชุติมา[1] วิษณุ ธงไชย[1] ณัฐดนัย ลิขิตตระการ[2] และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[1]

Sirilak Panthung[1] Nawapat Laotorn[1] Keerati Tanruean[1] Ruangwut Chutima[1] Wisanu Thongchai[1] Natdanai Likhitrakarn[2] and Pisit Poolprasert[1*]

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000

[2] สาขาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: poolprasert_p@psru.ac.th

(Received: 19 October, 2020; Accepted: 24 December, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

Rice brown planthopper (BPH) also known as *Nilaparvata lugens* is a very serious pest that attacks rice plants, resulting in crop loss. One of the strategies in controlling this pest is use of herbal plants as insecticides. In this current study, therefore, toxicity test of hexane and methanolic crude extracts from *Acmella oleracea* obtained from Soxhlet technique was evaluated on *N. lugens* nymphs. All trails were done by spraying with different concentrations of extracts (0, 1, 250, 2,500, 5,000 and 10,000 ml/L) and the insect mortality was observed at 12, 24, 36, and 48 hours after exposure. It was found that *A. oleracea* hexane extract displayed LC_{50} of the treated *N. lugens* in 12, 24, 36, and 48 hours of 17,548.70, 5,937.99, 4,191.06 and 2,792.34 ml/L. Meanwhile, LC_{50} *A. oleracea* methanolic extract valued 13,594.35, 3,418.03, 2,015.15 and 1,270.18 respectively.

Regarding the mortality rate, the concentration at 10,000 ml/L of *A. oleracea* methanolic extract showed the highest effectiveness in killing *N. lugens* with 100% mortality after exposure for 48 hours. Nonetheless, no significant difference in the mean total mortality of *N. lugens* from both extracts in all times of exposure ($p \geq 0.05$). From these results, both extracts are likely to be further applied in preventing this *N. lugens* in the agricultural system.

Keywords: *Acmella oleracea* extract, *Nilaparvata lugens*, toxicity test

บทคัดย่อ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญ ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงอย่างมาก วิธีการหนึ่งในการควบคุมป้องกันกำจัดคือการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบพิษของสารสกัดหยาบจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซนและเมทานอลด้วยวิธีซอล์กเลตที่มีผลต่อตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยทดสอบความเป็นพิษต่อการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อน ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร บันทึกอัตราการตายที่เวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง คำนวณค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ด้วยวิธี Probit พบว่า สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซน มีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเท่ากับ 17,548.70 5,937.99 4,191.06 และ 2,792.34 มิลลิกรัม/ลิตร ที่เวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเมทานอล มีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ 13,594.35 3,418.03 2,015.15 และ 1,270.18 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ พบว่าอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่อสารสกัดด้วยเมทานอลที่ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้งสองชนิดให้ผลการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ไม่แตกต่างกันในทุก ๆ ชั่วโมงของการทดสอบ ($p \geq 0.05$) จากผลการศึกษาในครั้งนี้มีแนวโน้มที่ดีที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันและกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระบบการปลูกข้าวต่อไป

คำสำคัญ: สารสกัดผักคราดหัวแหวน, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, การทดสอบความเป็นพิษ

คำนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) อยู่ในอันดับ Hemiptera วงศ์ Delphacidae จัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในปัจจุบัน เพราะนอกจากการทำลายโดยตรง โดยการดูดกินน้ำเลี้ยง ทำให้ต้นข้าวแห้งตายเป็นหย่อม (hopper burn) ซึ่งทำให้ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมาก ถ้าข้าวอยู่ในระยะออกรวงจะทำให้รวงลีบ น้ำหนักเมล็ดลดลง แล้ว ยังเป็นพาหะนำโรคใบหงิก (Ragged stunt disease) ซึ่งทำให้ข้าวไม่ออกรวง ข้าวมีอาการแคระแกร็น ต้นเตี้ย ใบสีเขียวแคบ และสั้น ใบแก่ช้ากว่าปกติ ปลายใบบิดเป็นเกลียว และขอบใบแหว่งวิ่น (วารี, 2543; Nanthakumar *et al*., 2012, Kumar *et al*., 2017a; Kumar *et al*., 2017b) วงจรชีวิตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีระยะไข่ 7-10 วัน ระยะตัวอ่อน 11-20 วัน และระยะตัวเต็มวัย 10-15 วัน ในระยะตัวเต็มวัยมีลักษณะรูปร่าง 2 รูปแบบคือ ชนิดปีกยาว (macropterous form) และชนิดปีกสั้น (brachypterous from) (ปรีชา, 2545; ภัทราภรณ์ และคณะ, 2562; Manikandan *et al*., 2015) ในปัจจุบันมีวิธีการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หลากหลายวิธี เช่น การปลูกข้าวสายพันธุ์ต้านทานโรคและแมลง การเขตกรรม และการฉีดพ่นสารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งวิธีการสุดท้าย แม้จะสะดวก รวดเร็ว และใช้แรงงานน้อย แต่กลับให้ผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของมนุษย์ ทั้งนี้หากมีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องหรือการใช้มากเกินไป อาจส่งผลต่อความต้านทานแมลงศัตรูพืชในระบบนิเวศได้ (Khoa et al., 2018) เพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้สารเคมี ในปัจจุบันจึงได้พัฒนาการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดๆ ต่าง ๆ เพื่อเป็นทางหนึ่งที่สามารถทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพืชสมุนไพรส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ มักหาง่ายในท้องถิ่น เช่น พริก ขิง ข่า และตะไคร้ เป็นต้น ทั้งนี้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเหล่านี้มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมีและมีการสลายตัวได้ง่าย จึงไม่ตกค้างในระบบนิเวศ ที่ผ่านมามีการประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*N. lugens*) ซึ่งผลทำให้อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในสภาพพื้นที่ได้ (ภัทราภรณ์ และคณะ, 2562) จึงเป็นได้ว่า พืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ อาจมีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ ในการนี้ผักคราดหัวแหวนซึ่งมีการกระจายตัวได้ทั่วไปในแหล่งชุมชน จึงเป็นอีกหนึ่งพืชที่ได้รับความสนใจในการวิจัยครั้งนี้

ผักคราดหัวแหวน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen เป็นไม้ล้มลุก ขนาดเล็ก อายุปีเดียว ลำต้นกลมอวบน้ำ มีสีเขียวม่วงแดงปนเข้ม ลำต้นอ่อน มีขนปกคลุมเล็กน้อย ใบเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม ผิวใบสากมีขน ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบ และปลายกิ่ง เป็นกระจุกสีเหลือง ลักษณะกลม รูปไข่ ปลายเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ก้านดอกเรียว ดอกวงนอกเป็นดอกตัวเมีย มี 1 วง กลีบดอกรูปรางน้ำ ดอกวงในเป็นดอกสมบูรณ์เพศ พบขึ้นทั่วไปในที่ลุ่ม ชื้นแฉะ และที่รกร้าง (ก่องกานดา และลีนา, 2545; Erickson *et al*., 1999) มีสารออกฤทธิ์สำคัญในกลุ่ม N-isonutylamids, spilanthol, isobutylamides, undeca-E,Z,E-trienoic acid isobutylamide undeca-E-en-diynoic acid isobutylamide isobutylamides, spilanthol (Barbosa *et al*., 2016; Lalthanpuii and Lalchhandama 2016) จากรายงานที่ผ่านมาได้มี

การนำผักคราดหัวแหวนมาเป็นอาหาร เป็นยาสมุนไพร รวมทั้งสามารถนำมาใช้เป็นสารกำจัดแมลง (Seal *et al*., 2013; Uthpala and Navaratne, 2020) ต่อมา สุวัฒน์ (2550) ได้ใช้ผักคราดหัวแหวนในการป้องกันและกำจัดเพลี้ยกระโดดน้ำตาลตัวเต็มวัย โดยให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดูดกินใบพืชที่มีการพ่นสาร (foliar spray) และพ่นสารที่ลำตัวเพื่อให้เกิดการสัมผัสโดยตรง (contact poison) ซึ่งมีแนวโน้มในการเป็นสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพ

แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยที่ผ่านยังไม่ได้ครอบคลุมช่วงชีวิตของเพลี้ยกระโดดที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผักคราดหัวแหวนต่อการกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อน โดยสกัดผักคราดหัวแหวนด้วยเฮกเซนและเมทานอลด้วยวิธีซอล์กเลต เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ป้องกันและกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงนาข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างผักคราดหัวแหวนและการเตรียมสารสกัดหยาบ

เก็บตัวอย่างใบผักคราดหัวแหวน *Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen ที่ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ มาทำความสะอาด และนำไปตากแห้ง เป็นระยะเวลา 1-3 วัน จากนั้น สกัดด้วยเครื่อง Soxhlet apparatus โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วนของวัตถุดิบ ต่อตัวทำละลายเท่ากับ 70 กรัม ต่อ 1,600 มิลลิลิตร สกัดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง และสกัดต่อด้วยเมทานอลในอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อตัวทำละลายและระยะเวลาในการสกัดเหมือนกับขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น สารสกัดที่ได้ไประเหย เอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) จนได้สารสกัดหยาบ ที่มีลักษณะเหนียวข้นสีเขียวน้ำตาลเข้ม ทำการชั่งน้ำหนักสารสกัดหยาบที่ได้ และนำไปใส่ในขวดสีชาและเก็บในตู้เย็น เพื่อรอการทดสอบต่อไป

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ใช้ทดสอบ

เก็บตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* ระยะที่ 3-4 จากพื้นที่เพาะปลูกข้าว จากตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เก็บโดยวิธีการเขี่ยตัวอ่อนที่หาได้จากโคลนต้นข้าวลงในกล่องพลาสติกใสและปิดด้วยผ้าขาวบาง ในระหว่างทำการพักตัวอย่างแมลงเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ให้ใบข้าวแก่ตัวอ่อนก่อนนำมาทดสอบในขั้นตอนต่อไป

การทดสอบความเป็นพิษ

นำสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนและเมทานอลมาเจือจางความเข้มข้นเป็นระดับ (serial dilution) โดยมีความเข้มข้นเป็น 10,000 5,000 2,500 และ 1,250 มิลลิกรัม/ลิตร (น้ำหนักต่อปริมาตร; w/v) พร้อมกับชุดควบคุมที่ใช้น้ำกลั่น ผสมอะซิโตนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแต่ละทรีทเมนต์ประกอบด้วยความเข้มข้นของสารสกัดหยาบดังกล่าวข้างต้น ในการทดลองมีการออกแบบการทดลองเป็น 6 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 10 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดสอบด้วยการพ่นด้วยสารสกัดจากพืชที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ประกอบไปด้วย 0 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง พร้อมบันทึกผลการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหา LC_{50} (Median Lethal Concentration$_{50}$) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 50 ตามวิธีของ (Abbott, 1925) โดยใช้ Probit analysis ของ (Finney, 1971) ทั้งยังทำการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA; F-test) ของอัตราการตายที่เกิดขึ้น การทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบที่สารสกัดต่างกันด้วยวิธี t-test independent และเปรียบเทียบความ แตกต่างของอัตราการตายด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของสารสกัดจากผักคราดหัวแหวนทดลองโดยใช้สารสกัดเฮกเซน และเมทานอล ด้วยวิธีพ่นที่ระดับความเข้มข้น 0 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า อัตราการตายภายหลังจากการตรวจสอบที่ 12 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเฮกเซน มีค่าเท่ากับ 0 6.66 16.67 26.67 และ 36.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 24 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเฮกเซน มีค่าเท่ากับ 0 13.33 26.67 56.66 และ 56.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 36 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเฮกเซน มีค่าเท่ากับ 0 20.00 30.00 63.33 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 48 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสำหรับสารสกัดเฮกเซน มีค่าเท่ากับ 0 33.33 43.33 66.66 และ 76.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 12 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเมทานอล มีค่าเท่ากับ 0 10 23.33 36.66 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 24 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเมทานอล มีค่าเท่ากับ 0 23.33 43.33 60.00 และ 76.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 36 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเมทานอล มีค่าเท่ากับ 0 40.00 50.00 76.66 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังจากการตรวจสอบที่ 48 ชั่วโมง ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสารสกัดเมทานอล มีค่าเท่ากับ 0 53.33 70.00 86.66 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซนมีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่ 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 17,548.70 5,937.99 4,191.66 และ 2,792.34 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเมทานอล มีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่ 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 13,594.55 3,418.03 2,015.15 และ 1,270.18 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ อัตราการตายเกิดจากความเข้มข้นที่ต่างกัน พบว่าให้ผลที่แตกต่างกันออกไป (Table 1)

Table 1 Larvicidal activity of hexane and ethanolic extracts of *Acmella oleracea* against the nymphal instars of brown planthopper nymphs (*Nilaparvata lugens*) after 12, 24, 36 and 48 hours of exposure.

Extractions Solvent	Concentration (mg/l)	Mortality Rate ($\bar{x}$± S.D)			
		12 hours	24 hours	36 hours	48 hours
Hexane	10,000	36.66 ± 5.77 c	56.66 ± 15.27 c	70.00 ± 0.00 d	76.66 ± 5.77 e
	5,000	26.67 ± 11.57 cd	56.66 ± 5.77 c	63.33 ± 5.77 d	66.66 ± 5.77 d
	2,500	16.67 ± 5.77 ab	26.67 ± 11.54 b	30.00 ± 10.00 c	43.33 ± 5.77 c
	1,250	6.66 ± 5.77 a	13.33 ± 5.77 ab	20.00 ± 0.00 b	33.33 ± 5.77 b
	Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	LC_{50} (mg/L)	17548.7	5937.99	4191.06	2792.34
Methanol	10,000	40.00 ± 0.00 d	76.66 ± 5.77 e	83.33 ± 5.77 c	100.00 ± 0.00 e
	5,000	36.66 ± 5.77 c	60.00 ± 10.00 d	76.66 ± 5.77 c	86.66 ± 5.77 d
	2,500	23.33 ± 5.77 b	43.33 ± 5.77 c	50.00 ± 10.00 b	70.00 ± 0.00 c
	1,250	10.00 ± 10.00 a	23.33 ± 11.54 b	40.00 ± 10.00 b	53.33 ± 5.77 b
	Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
	LC_{50} (mg/L)	13594.35	3418.03	2015.15	1270.18

1/ Means followed by the same common letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

เมื่อทดสอบค่าทางสถิติด้วยวิธี T-Test independent ระหว่างอัตราการตายของ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่ได้จากสารสกัดตัวทำละลายทั้งสองชนิดยังพบว่าสารสกัดจาก เฮกเซน และเมททานอล ในความเข้มข้นทุก ๆ ความเข้มข้น โดยรวม ให้อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ไม่แตกต่างกัน (P ≥ 0.05) โดยที่ 12 ชั่วโมงหลังจากการทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของสารสกัดจากเฮกเซนและเมทานอล เป็น 12.00 และ 22.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (t = -0.812; df = 28; P = 0.499) 24 ชั่วโมงหลังจากการทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของสารสกัดจากเฮกเซนและเมทานอลเป็น 30.00 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (t = -1.020; df =28; P = 0.780) 36 ชั่วโมงหลังจากการทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของสารสกัดตากเฮกเซนและเมทานอล เป็น 36.66 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (t = -1.234; df =28; P = 0.869) 48 ชั่วโมงหลังจากการทดสอบพบว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการตายของสารสกัดตากเฮกเซนและเมทานอลเป็น 42.20 และ 62.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (t =-1.634; df =28; P = 0.696) จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสัมผัสสารสกัดตากตัวทำละลายทั้งสองชนิดนานขึ้น ทำให้อัตราการตายก็เพิ่มขึ้นไปอีกด้วย (Table 2)

Table 2 Mean mortality rate (±SD) of the mean total death rate of brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) obtained from hexane and ethanolic extracts of *Acmella oleracea* at concentration after 12, 24, 36 and 48 hours of exposure.

Time (hours)	Extraction (Solvent)	N	Mortality Rate ($\bar{x}$ ± S.D)	t	df	*p*-value
12	Hexane	15	12.00 ± 9.41	-0.812	28	0.499
	Methanol	15	22.00 ± 5.83			
24	Hexane	15	30.00 ± 24.91	-1.020	28	0.780
	Methanol	15	40.00 ± 28.65			
36	Hexane	15	36.66± 27.69	-1.234	28	0.869
	Methanol	15	50.00 ± 31.40			
48	Hexane	15	42.20 ± 29.30	-1.634	28	0.696
	Methanol	15	62.00 ± 36.10			

จากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากผักคราดหัวแหวนจาก ตัวทำละลายทั้งสองชนิด คือเฮกเซนและเมทานอล โดยที่สารตัวทำละลายทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพสามารถกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อนได้ค่อนข้างดี โดยเฉพาะที่ระดับ ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในสารสกัดเมททานอลสามารถทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ตายได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจเช็คผลภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง เป็นผลทำให้มีค่า LC_{50} เท่ากับ 1,270.18 มิลลิกรัม/ลิตร จะเห็นได้ว่าสารสกัดจากผักคราดหัวแหวน ที่ได้ตัวจากทำละลายจากเมทานอล มีประสิทธิภาพ สูงกว่าสารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่ได้จากตัวทำละลายเฮกเซน เมื่อทดสอบทางสถิติ (T-Test independent) พบว่าสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายทั้งสองชนิดให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) จึงสามารถเลือกใช้ตัวทำละลายใดก็ได้ในการสกัดพืชดังกล่าว ในรายงานก่อนหน้านี้ ของ Saraf and Dixit (2002) ได้ทำการศึกษา สารพิษในผักคราดหัวแหวนในการกำจัดลูกน้ำยุง การศึกษาสารสกัด spolanthol ที่ได้จากผักคราด *A. oleracea* เพื่อการฆ่าลูกน้ำยุง สารสกัดที่ได้มีสาร spolanthol เป็นองค์ประกอบหลัก โดยนำมาทดสอบกับ ลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex*) ลูกน้ำยุงลาย (*Aedes*) ลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles*) ระยะที่นำมาทดสอบ ระยะไข่ และลูกน้ำระยะ 1-4 โดยวิธีการทดสอบ ผลการศึกษาในภาพรวม พบว่าความเข้มข้นที่สูงที่สุดปริมาณ 7.5 ppm สารสกัดจากผักคราดสามารถยับยั้งการฟักไข่ (ovicidal activity) การเปลี่ยนระยะตั้งแต่ระยะที่ 1-4 (larvicidal activity) และยับยั้งการเข้าเป็นระยะดักแด้ (pupicidal activity) ได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการประยุกต์ใช้สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนในประเทศไทยโดย สุวัฒน์ (2550) ซึ่งได้ทำการศึกษาสารพิษในผักคราดในการป้องกันและ

กำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตัวเต็มวัยโดยการทดสอบความเป็นพิษทางสัมผัสและทางการกิน โดยวิธีพ่นทางใบและให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดูดกินใบ (foliar spray) และการพ่นที่ลำตัวเพื่อให้เกิดการสัมผัสโดยตรง (contact poison) ที่ระดับความเข้มข้นคือ 10 100 1,000 10,000 และ 100,000 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ พบว่า ค่า LC_{50} สำหรับการพ่นสารเมทานอล และเฮกเซนลงบนตัวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้เท่ากับ 6,873 และ 6,402 ppm ตามลำดับ ขณะที่เมื่อเปลี่ยนวิธีในการพ่นสารสกัดลงบนต้นข้าวแล้วปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลงเพื่อดูดกินน้ำเลี้ยงพืชมีค่า LC_{50} สำหรับการพ่นสารเมทานอล และเฮกเซน เท่ากับ 23,405 และ 10,629 ppm ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน ในทางตรงกันข้ามการวิจัยในครั้งนี้ จะให้ค่า LC_{50} สำหรับการพ่นสารเมทานอล และเฮกเซน สำหรับการพ่นสารลงบนใบข้าวแล้วปล่อยให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวไม่เต็มวัยดูดกินเป็นอาหาร มีค่าเป็น 1,270.18 และ 2,792.34 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากการศึกษาในอดีต เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวเต็มวัยมีแนวโน้มของการต้านทานต่อสารสกัดที่พ่นลงไปสูงกว่าในระยะตัวอ่อน อาจเนื่องจากการมีโครงสร้างที่แข็งแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องได้อีก เช่น สายพันธุ์ตามธรรมชาติ (field strain) หรือสายพันธุ์จากห้องปฏิบัติ (laboratory strain)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า สารสกัดจากตัวทำละลายทั้งสองชนิดที่มีความเข้มข้นระดับสูง รวมถึงการเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบจากตัวทำละลายทั้งสองชนิดอัตราการตายก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพพื้นที่เพาะปลูกโดยเฉพาะระบบการทำนาข้าวได้ต่อไป หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ต่อ จำเป็นที่จะต้องศึกษาโดยละเอียดถึงเรื่องพฤกษเคมี (phytochemistry) และการเลือกใช้สาระสำคัญหลัก ๆ ต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ตลอดจนรูปแบบหรือวิธีการสกัด เช่น การสกัดด้วยไอน้ำ (water/stream distillation) การแช่ยุ่ย (maceration) และอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต และลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2545. สมุนไพรไทย ตอนที่ 7. กรุงเทพฯ: ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้สำนักวิชาการป่าไม้ หอพรรณไม้กรมป่าไม้.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2545. นิเวศวิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการควบคุมปริมาณ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

ภัทราภรณ์ เพ็ญโพธิ์ ชญานิศ โตมอญ กีรติ ตันเรือน ทิวธวัฒ นาพิรุณ วิษณุ ธงชัย ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ม และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2562. การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. เกษตร นเรศวร. 16 (2) : 45-58.

วารี หงส์พฤกษ์. 2543. เพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดศัตรูพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย. กองกีฏและสัตววิทยากรมวิชาการเกษตร.

สุวัฒน์ บุญจันทร์. 2550. การใช้สารสกัดจากผักคราด (*Spilanthes acmella* (Linn.) Murr.) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Abbott, W.S. 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of Economic Entomology. 18: 265-267.

Barbosa, A.F., M.G. Carvalho and R.E. Smith. 2016. Sabaa-Srur, Spilanthol: occurrence, extraction, chemistry and biological activities. Revista Brasileira de Farmacognosia. 26(1): 128-133.

Erickson, A.J., M.G. Nair and R.S. Ramsewark. 1999. Bioactive N-isobutylamides frome the flower buds of *Spilenthes acmella*. Phytochemistry. 51: 729-732.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. 3rd Edition, Cambridge University Press. Cambridge.

Khoa, D. B., B. X. Thang, N. V. Liem, N. Holst and M. Kristensen. 2018. Variation in susceptibility of eight insecticides in the brown planthopper *Nilaparvta lugens* in three regions of Vietnam 2015-2017. PLOS ONE, 13(10), e0204962.

Kumar, M.S., D. Rana, B.J. Rani and S. Agale. 2017a. Repellency effects of four *Ocimum* spp leaves and oils against brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (stal.). Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(6): 1812-1816.

Kumar, M.S., D. Rana, B.J. Rani and S. Agal. 2017b. Insecticidal activity of different *Ocimum* L. spp extracts against brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, (Stal.) (Delphacidae: Homoptera). Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(6): 2343-2348.

Lalthanpuii, P.B. and K. Lalchhandama. 2020. Chemical composition and broad-spectrum anthelmintic activity of a cultivar of toothache plant, *Acmella oleracea*, from Mizoram, India, Pharmaceutical Biology. 58(1): 393-399.

Manikandan, N., J.S. Kennedy and V. Geethalakshmi. 2015. Effect of temperature on life history parameters of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stal). African Journal of Agricultural Research. 10(38): 3678-3685.

Nanthakumar, M., V.J. Lakshmi, V.S. Bhushan, S.M. Balachandran and M. Mohan. 2012. Decrease of rice plant resistance and induction of hormesis and carboxylesterasetitre in brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) byxenobiotics. Pesticide Biochemistry and Physiology. 102: 146–152.

Saraf, D.K. and V.K. Dixit. 2002. *Spilenthes acmella* Murr. Study on Its Extract Spilanthol as Larvicidal. Asian Journal of Experimental Science. 16 (1&2): 9-19.

Seal, T., K. Chaudhuri and B. Pillai. 2013. Traditionally Used by the Local People of Meghalaya State in India. Asian Journal of Plant Sciences. 12(4): 171-175.

Uthpala, T.G.G. and S.B. Navaratne. 2020. *Acmella oleracea* Plant; Identification, Applications and Use as an Emerging Food Source – Review. Food Reviews International. 1-16.

ผลของ 1-Methycyclopropene ต่อการสุกของกล้วยน้ำว้า

Effect of 1-Methylcyclopropene on ripening of Namwa banana

กัลยาภัสร์ ดำบัว เกศินี แสงศรีจันทร์ จันทกานต์ กล้าหาญ นพมาศ ชุมภูมี หัถยา คำจันทร์วงค์ อัยลดา เดือนไธสง และ ธีรนุช เจริญกิจ*

Kunrayapus Dambua Kesinee Sangsrijun Chantakant Klahan Nobphamas Chumphumee Hataya Khumjunwong Ailada Duangthisong and Theeranuch Jaroenkit*

สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Division of Pomology Faculty of Agricultural Production Maejo University San Sai Chiang Mai 50290

* Corresponding author: Theeranu@gmail.com

(Received: 19 October, 2020; Accepted: 24 December, 2020; Published: December, 2020)

Abstract

Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on ripening of banana (*Musa sapientum* L., ABB group) cv. “Namwa Mali-Ong” was established by using the mature green banana harvested from farmer’s orchard at San Sai district, Chiang Mai province. The uniformity of the plant materials, beside the diseased and insect-free banana, was classified by position of hands on the bunch of banana. The experiment was designed as completely randomized design (CRD) with 3 replications. There were 4 treatments as follow: control (non-fumigated) and fumigated with 1-MCP for 1 hour at concentration levels of 450, 900 and 1800 ppb. After fumigated or non-fumigated treatments, all plant materials were set at room conditions (28-30 °C and 80-85% RH) for the data collection up to 13 days. The results showed that Namwa banana of all concentrations of 1-MCP treatment showed longer storage life compared to the control. The untreated bananas were ripened within 6 days after storage as determined by yellow score of peel color and the decreased in starch content of the flesh part as determined by iodine solution. Whereas those of

1-MCP treated bananas showed ripened symptoms within 8 days after harvesting. For the storage life, as determined by dark brown color of banana peel, the untreated banana showed storage life of 7.67 days compared to about 12 days of treated banana. The results showed that concentration of 1-MCP as lower than 1,000 ppb could help to extend storage life of Namwa banana compared to non-treated banana.
Keywords: Namwa banana, ripening, 1-MCP, shelf life

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ 1-Methycyclopropene (1-MCP) ต่อการสุกของกล้วยน้ำว้า โดยเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าในระยะผลแก่เต็มที่ จากแปลงเกษตรกรที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกผลที่มีความสม่ำเสมอ โดยแบ่งกลุ่มจากตำแหน่งของหวี (บน กลาง ล่าง) ในเครือเดียวกันของกล้วย วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล สิ่งทดลองจำนวน 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ การไม่รม 1-MCP (ชุดควบคุม) และการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 450, 900 และ 1800 ppb เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากการรมแล้ว นำกล้วยมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85%) เพื่อเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 13 วัน ผลการทดลองพบว่าการรมกล้วยน้ำว้าด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าชุดควบคุม และสามารถชะลอการสุกของผลกล้วยได้ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีการสุกในระยะเวลา 6 วัน สังเกตจากคะแนนการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเปลือกกล้วยและการลดลงของปริมาณแป้งในเนื้อผล (จากการทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน) ในขณะที่การรมกล้วยด้วย 1-MCP ทุกความเข้มข้น แสดงอาการสุกประมาณวันที่ 8 หลังเก็บเกี่ยว ส่วนอายุการเก็บรักษา สังเกตจากคะแนนการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกกล้วย พบว่าชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 7.67 วัน ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 12 วัน ผลการทดลองยืนยันว่าความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ต่ำกว่า 1,000 ppb ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้าได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม
คำสำคัญ: กล้วยน้ำว้า, การสุก, 1-MCP, อายุการเก็บรักษา

คำนำ

กล้วย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa sapientum* L. อยู่ในตระกูล Musaceae เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นพืชที่ปลูกง่ายและมีคุณค่าทางอาหารสูง ทำให้ความต้องการของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ธีรนุช, 2555) เนื่องจากกล้วยจัดเป็นผลไม้ประเภท climacteric มีอัตราการหายใจค่อนข้างสูง มีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะการตอบสนองต่อเอทิลีนซึ่งจะเร่งกระบวนการสุก ทำให้เก็บรักษาไว้ได้สั้น

เอทิลีน (C_2H_4) เป็นสารอินทรีย์ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย มีสถานะเป็นแก๊สสามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทิลีนมีผลต่อการเร่งการสุกของผลไม้ การทำงานของเอทิลีนแสดงอิทธิพลผ่านตัวรับเอทิลีน หรือ ethylene receptor ที่อยู่บนเมนเบรนหรือเยื่อหุ้มเซลล์ เพื่อส่งสัญญาณไปยังส่วนประกอบอื่นๆ ภายในเซลล์ ในขณะที่ 1-Methylcyclopropene (1-MCP, C_4H_6) เป็นอนุพันธ์ของไซโคลโพรพีน เป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยการไปแย่งจับกับ receptor ในตำแหน่งเดียวกันกับที่เอทิลีนจะมาจับ (Schotsmans *et al*., 2009) เนื่องจากมีสูตรโครงสร้างของโมเลกุลที่ใกล้เคียงกันกับเอทิลีน สาร 1-MCP ไม่เป็นพิษต่อพืชและสิ่งแวดล้อม ไม่มีกลิ่นและมีประสิทธิภาพสูงที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (Ku and Wills, 1999) ปัจจุบัน 1-MCP ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการลดการทำงานของเอทิลีน ลดการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิด เช่น กล้วย มะม่วง ผักชี และกล้วยไม้ (จริงแท้, 2549)

จากการศึกษาการใช้สาร 1-MCP ในผลกล้วยที่ความเข้มข้น 1,000 ppb ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 วัน และเมื่อนำมาบ่มด้วยเอทิลีน ผลกล้วยไข่จะสุกหลังการบ่มในเวลาประมาณ 11-13 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีระยะเวลาการสุกภายใน 7 วัน (จารุวรรณ, 2562) นอกจากนี้พบว่าการรมกล้วยน้ำว้าด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สามารถยับยั้งการเสื่อมคุณภาพชะลอการสุกและช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยน้ำว้าได้นาน 12 วัน (อารีรัตน์, 2556) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ระดับต่ำกว่า 1,000 ppb ในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วย การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น สูงหรือต่ำกว่า 1,000 ppb ต่อการยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยน้ำว้า

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่องที่ปลูกในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เก็บเกี่ยวและทำการทดลองในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน 2563 ที่ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว อาคารเพิ่มพูน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ การจัดหน่วยทดลองให้มีความสม่ำเสมอโดยการแบ่งกลุ่มกล้วยหน่วยละ 3 ผล และแบ่งตำแหน่งของหวีบนเครือเป็นซ้ำ คือ บน กลาง ล่าง ของเครือกล้วย

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) คัดเลือกกล้วยที่มีความสมบูรณ์ความแก่เท่ากัน เปลือกสีเขียวเข้ม ไม่มีบาดแผลและรอยช้ำ มี 4 สิ่งทดลอง (treatment) ได้แก่ การไม่รม 1-MCP (ชุดควบคุม) และการรม

1-MCP นาน 1 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 450, 900 และ 1,800 ppb แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ วางแผนหน่วยทดลองเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลแบบทำลายเนื้อเยื่อ และไม่ทำลายเนื้อเยื่อแยกชุดกัน โดยการเก็บข้อมูลแบบไม่ทำลายเนื้อเยื่อบันทึกข้อมูลทุกวัน ส่วนการเก็บข้อมูลแบบทำลายเนื้อเยื่อ บันทึกข้อมูลวันที่ 0, 6 และ 13 หลังการเก็บรักษา โดยข้อมูลในการบันทึกมี ดังนี้

ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสด สีผิวของเปลือกใช้ colorimeter (Konica Minolta CR-10) วัดค่า L* a* b* ความแน่นเนื้อวัดบริเวณกึ่งกลางผลหลังปอกเปลือกผลแล้วโดยใช้ fruit firmness tester (ขนาด 13 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางหัวกด 0.5 เซนติเมตร) ปริมาณแป้งในเนื้อผลด้วยการฉีดพ่นเนื้อผลที่ผ่าแนวขวางด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วบันทึกสีที่เปลี่ยนแปลง อายุการสุกและการเก็บรักษาโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเท่ากับ 5 (เปลือกสีเหลือง) สำหรับการสุก และคะแนนการเปลี่ยนแปลงสีผิวเท่ากับ 6 (เปลือกเริ่มมีสีน้ำตาลคล้ำ) สำหรับการอายุการเก็บรักษา

การสุกของผล โดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ตามระดับดังนี้

1 = สีเขียวสด
2 = สีเขียวอ่อน
3 = เขียวมากกว่าเหลือง
4 = เหลืองมากกว่าเขียว
5 = เหลืองทั้งผล
6 = เริ่มมีสีน้ำตาลคล้ำบนผิวเปลือก

การรม 1-MCP ใช้ห้องรมขนาดเล็กที่ใช้ในห้องปฏิบัติการขนาด 40 × 40 × 100 เซนติเมตร มีพัดลมดูดอากาศภายใน 2 ตัวเพื่อกระจายอากาศภายในตู้ สารที่ปลดปล่อยแก๊ส 1-MCP ใช้ ไบโอลีน 0.19% (บริษัทลัดดา, กรุงเทพฯ) โดยการนำมาบดเป็นผงและคำนวณน้ำหนักตามปริมาตรตู้รมตามคำแนะนำของบริษัท

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดของกล้วยลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ร้อยละของน้ำหนักสดที่สูญเสียเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลผลิต (Table 1) ร้อยละของน้ำหนักสดที่สูญเสียหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วันไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองที่ศึกษา แต่หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 8-12 วัน พบว่า กล้วยที่ไม่ผ่านการรม 1-MCP (ชุดควบคุม) มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับกล้วยที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP ทุกความเข้มข้น (Table 1)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก L*, a* และ b*

ค่าความสว่าง หรือค่า L* มีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่ลดลงเมื่อกล้วยหมดอายุการเก็บรักษา (Figure 1A) เนื่องจากมีสีผิวที่คล้ำลง สอดคล้องกับลักษณะของค่าแสดงสีเหลืองหรือน้ำเงิน (b* value) มีค่าคงที่ในช่วงต้นแล้วลดลงในช่วงท้ายของการเก็บรักษาเนื่องจากผลแสดงอาการสีคล้ำลง (Figure 1C) ในขณะที่ค่าแสดงสีเขียวหรือแดง (a* value) พบว่าในช่วงต้นของการเก็บรักษา กล้วยมีค่าแสดงความเป็นสีเขียวลดลงหรือค่า a* value เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยกล้วยชุดควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของค่า a* value อย่างรวดเร็วภายในช่วง 4-6 วัน ในขณะที่กล้วยที่ผ่านการรม 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีค่า a* value ขึ้นสูงสุดหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลาประมาณ 11 วัน (Figure 1B)

Table 1 Percentage of weight loss of Namwa banana (%) treated with different concentrations of 1-MCP stored at room temperature for 13 days

Treatment	Day after storage													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Control	0.00	2.88	5.46	7.69	9.85	11.92	14.67	17.22	19.93a	23.21a	26.24a	29.11a	32.72a	-
1-MCP 450 ppb	0.00	2.44	4.63	6.51	8.17	9.62	11.18	12.57	14.15b	15.98b	18.05b	19.84b	22.26b	24.77
1-MCP 900 ppb	0.00	2.81	5.08	7.00	8.72	10.18	11.83	13.34	15.24b	18.59b	20.19b	23.22b	25.65b	28.59
1-MCP 1800 ppb	0.00	2.99	5.30	7.35	9.13	10.68	12.32	13.77	15.56b	17.64b	19.89b	21.97b	24.73b	27.27
F-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns
c.v. (%)	-	11.59	11.15	11.73	12.21	13.10	13.15	12.77	12.04	12.36	10.75	12.25	11.57	13.58

Means followed by different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0.05$ by SNK.

ns = non-significantly different at $P > 0.05$, * = significantly different at $P \leq 0.05$

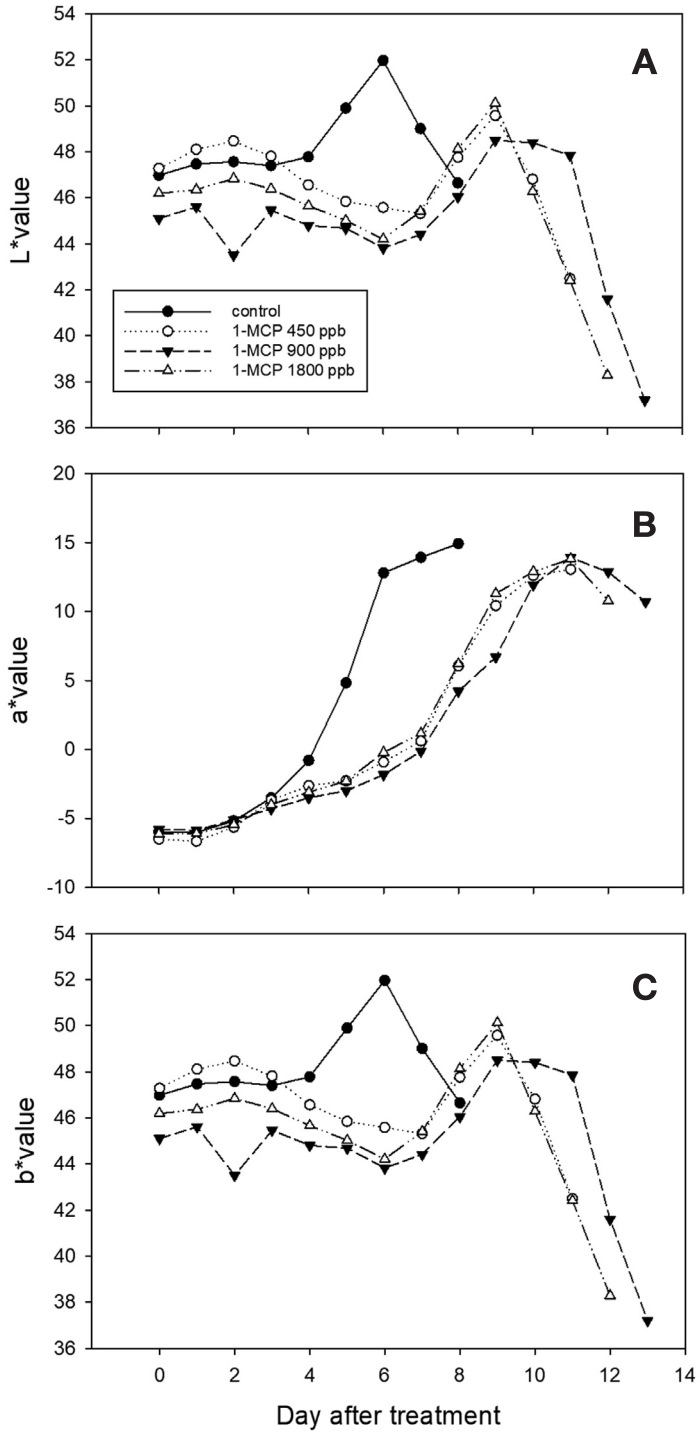

Figure 1 Peel color changes of Namwa banana treated with different concentrations of 1-MCP during storage for 13 days after harvest as L* value (A), a* value (B) and b* value (C)

Figure 2 Change in peel color of Namwa banana during storage at room temperature for 12 days

ระยะเวลาการสุกของกล้วย

ระยะเวลาการสุกของผลกล้วยประเมินจากการให้ค่าคะแนนสีผิว โดยให้ค่าคะแนน 5 เมื่อเปลือกกล้วยมีสีเหลืองทั่วผล พบว่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกกล้วยเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมที่ไม่ได้รม 1-MCP สีของเปลือกกล้วยเพิ่มขึ้นถึงคะแนน 5 ในช่วงระยะเวลา 6 วันหลังจากเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับเข้มข้น 450, 900 และ 1,800 ppb มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวใกล้เคียงกัน โดยมีค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงสีผิวถึงระดับที่ 5 ภายในระยะเวลาประมาณวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (Figure 3)

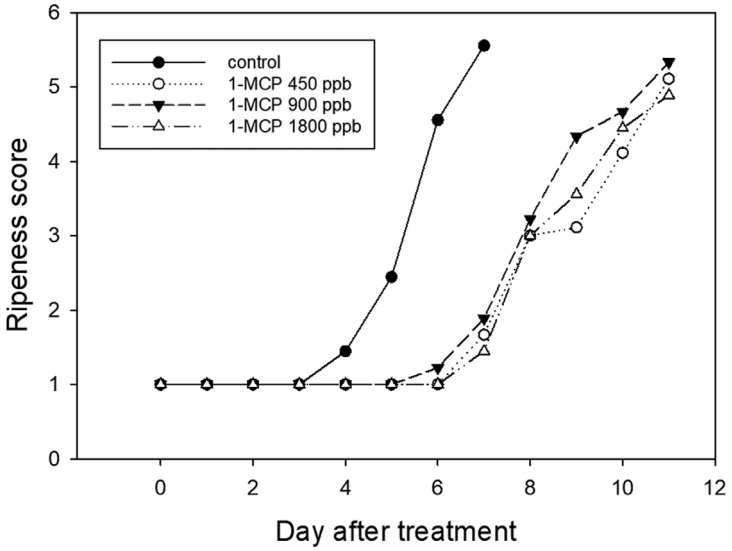

Figure 3 Ripening scores of Namwa banana treated with 1-MCP at different concentrations

การทดสอบปริมาณแป้งในเนื้อกล้วย

การทดสอบปริมาณแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีนฉีดพ่นบนเนื้อกล้วย หากกล้วยยังไม่สุก (เปลือกสีเขียว) ปริมาณแป้งเกิดปฏิกิริยาสีน้ำเงินเข้มบนเนื้อกล้วย แต่หากกล้วยแสดงอาการสุก (เปลือกเป็นสีเหลือง) จะมีการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล ทำให้สารละลายไอโอดีนไม่เปลี่ยนสีของเนื้อกล้วยเป็นสีน้ำเงินแต่แสดงเป็นสีน้ำตาลอ่อนแทน จากผลการทดสอบปริมาณแป้งในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล (เนื้อกล้วยไม่ติดสีน้ำเงิน) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยทั้ง 3 สิ่งทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา

ความแน่นเนื้อ

ผลกล้วยทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ผลกล้วยในชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อลดลงเร็วที่สุดโดยความแน่นเนื้อ มีค่าเป็น 0 ในวันที่ 6 ส่วนผลกล้วยในกรรมวิธีรมด้วยสาร 1-MCP ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแน่นเนื้อลดลงเป็น 0 ในวันที่ 13 ของการเก็บรักษา (Table 2)

Table 2 Firmness of Namwa banana (Kg/cm^3) treated with different concentrations of 1-MCP at 0, 6 and 13 days after storage at room temperature

Treatment	Days after storage		
	0	6	13
Control	5.20	0.0b	0.0
1-MCP 450 ppb	4.60	2.97a	0.0
1-MCP 900 ppb	4.47	4.07a	0.0
1-MCP 1800 ppb	4.57	3.57a	0.0
F-test	**ns**	**	-
C.V. (%)	**11.37**	**21.18**	-

Means followed by different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by SNK., ns = non-significantly different at $P \leq 0.05$

อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของผลกล้วยประเมินจากการให้คะแนนสีเปลือกกล้วยเท่ากับ 6 (เปลือกกล้วยเริ่มแสดงอาการจุดสีตาล) พบว่าชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 7.67 วัน ในขณะที่กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันมีอายุการเก็บรักษามากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 450, 900 และ 1800 ppb มีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 11.67, 11.33 และ 12.00 วัน ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Storage life of Namwa banana treated with different concentrations of 1-MCP

Treatment	Storage life (days)
control	7.67b
1-MCP 450 ppb	11.67a
1-MCP 900 ppb	11.33a
1-MCP 1800 ppb	12.00a
F-test	**
C.V. (%)	**10.48**

Means followed by different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0.01$ by SNK.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลของ 1-MCP ต่อการสุกของกล้วยรายงานไว้ในกล้วยไข่ (จารุวรรณ, 2562; ปวีณพล และวาสนา, 2558; วาริช, ม.ป.ป.) และกล้วยน้ำว้า (อารีรัตน์, 2556) แต่รายงานการใช้ 1-MCP ระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า 1,000 ppb และใช้เวลารมนาน เช่น การใช้ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 8-24 ชั่วโมง (ปวีณพล และวาสนา, 2558) จึงต้องการทดสอบความเข้มข้นของ 1-MCP ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 1,000 ppb ซึ่งผลการทดลองพบว่า การรมกล้วยน้ำว้าด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 450 หรือ 900 ppb สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้าได้ไม่แตกต่างจากที่ระดับความเข้มข้น 1,800 ppb หลังจากการรมและเก็บรักษา กล้วยมีการสุกตามปกติ ซึ่งสังเกตได้จากการเกิดสีเหลืองของเปลือก เนื้อนิ่ม และมีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้ความเข้มข้นที่ต่ำและรมในระยะเวลาที่สั้นกว่าการทดลองอื่นๆ ที่เคยมีรายงานไว้ โดยใช้เวลาในการรมเพียง 1 ชั่วโมง ในขณะที่การศึกษาอื่นๆ ใช้เวลา 8-24 ชั่วโมง (ปวีณพล และวาสนา, 2558: อารีรัตน์, 2556) ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานของ Song *et al*. (2020) ที่ศึกษาการรมกล้วย Fenjiao ด้วยความเข้มข้น 400 ppb สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยได้ แต่ใช้เวลาในการรมที่นานกว่า 6 ชั่วโมง

กล้วยเป็นผลไม้กลุ่ม climacteric (Nakasone and Paull, 1999) มีการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจที่สูงมาก สามารถกระตุ้นการสุกโดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และมีการย่อยสลายผนังเซลล์ทำให้เนื้อนิ่มขึ้น การยับยั้งการผลิตหรือการตอบสนองต่อเอทิลีน สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยได้ (จริงแท้, 2549) 1-MCP เป็นอนุพันธ์ของไซโคลโพรพีน (วิกิพีเดีย, 2020) มีฤทธิ์ดูดซับเอทิลีนอยู่ในรูปก๊าซ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนโดยแย่งพื้นที่ในการจับกับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ทำให้พืชตอบสนองต่อเอทิลีนน้อยลง และลดการสร้างเอทิลีนของพืชได้ด้วย (Ku and Wills, 2542) กล้วยที่ผ่านการรมด้วยสาร 1-MCP ในความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมจึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ ดังนั้นการเลือกใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยจึงควรต้องเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตโดยจากการทดลองผลกล้วยที่ผ่านการรมด้วยสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 450 ppb เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้คุณภาพด้านการสูญเสียน้ำหนักที่ต่ำ การเปลี่ยนแปลงสีผิวและอายุการเก็บรักษาของผลกล้วยได้ไม่แตกต่างจากการรมที่ความเข้มข้นที่สูงกว่า คือ 900 และ 1800 ppb ซึ่งช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างไรก็ตามการทดสอบครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้นเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จริงต่อไป

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของ 1-MCP เป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้น 450 และ 900 ppb สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ไม่แตกต่างจากการรมในความเข้มข้น 1800 ppb แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการไม่รมสาร 1-MCP โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้จากประมาณ 6 วัน (ชุดควบคุม) เป็นประมาณ 12 วัน โดยหลังจากการสุกมีลักษณะคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่แตกต่างกับกล้วยชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ครั้งที่พิมพ์ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม.

จารุวรรณ บางแวก. 2562. สาร 1-MCP ช่วยยืดอายุการเก็บ-ยืดระยะเวลาการวางจำหน่ายกล้วยไข่เพื่อการส่งออก. แหล่งข้อมูล: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology. (27 กันยายน 2563).

ธีรนุช เจริญกิจ. 2555. เอกสารประกอบการสอนวิชา ไม้ผลเขตร้อน.คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ปวีณพล คุณารูป และ วาสนา พิทักษ์ผล. 2558. ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพีนต่อการชะลอการสุกและคุณภาพกล้วยกรอบของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบอง. แก่นเกษตร 43(พิเศษ 1): 126-131.

วาริช ศรีละออง. ม.ป.ป. ผลของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมและการใช้ 1-methylcyclopropene (1-MCP) ที่มีต่อการชะลอการสุกในผลกล้วยไข่. แหล่งข้อมูล: https://www.kmutt.ac.th/rippc/mcp.htm#top. (27 กันยายน 2563).

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย. 2556. บรรจุภัณฑ์แอคทีฟยืดอายุเก็บรักษาผักผลไม้. แหล่งข้อมูล: https://www.naewna.com/local/43952. (27 กันยายน 2563)

Ku, V. V. V. and R. B. H. Wills. 1999. Effects of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli. Post. Biol. Tech. 17: 127-132.

Nakasone, H. Y. and R. E. Paull. 1999. Tropical Fruits. CAB international. New York, USA.

Schotsmans, W. C., R. K. Prange and B. M. Binder. 2009. 1-Methylcyclopropene: Mode of Action and Relevance in Postharvest Horticultural Research. Horticultural Reviews 35: 263-313.

Song, Z., J. Qin, Y. Y. X. Lai, W. Zheng, W. Chen, X. Zhu and X. Li. 2020. A transciptomin analysis unravels key factors in the regulation of stay-green disorder in peel of banana fruit (Fenjiao) caused by treatment with 1-MCP. Post. Biol. Tech. (online): https://doi.org/10.1016/jpostharvbio.2020.111.290. (27 กันยายน 2563)

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