ISSN :2651-2475

วารสาร
พลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2562

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

ภาพปก

“งานพระราชทานปริญญาบัตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 41 ”

วันที่ 7 - 8 มิถุนายน 2562

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองอธิการบดี ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
ศาสตราจารย์ ดร.สัญชัย จตุรสิทธา

บรรณาธิการอำนวยการ

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

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

กองบรรณาธิการ

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

คณะกรรมการดำเนินงาน

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

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกันเป็นครั้งที่สองกับวารสารผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ฉบับนี้มีเรื่องราวที่น่าสนใจหลากหลายเรื่องจากนักวิจัยหรือนักวิชาการทั้งในและนอกสถาบัน เช่น การศึกษาวัสดุปลูกของเคพกูสเบอร์รี การทดสอบปุ๋ยในมะม่วง การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่ง หรือบทความปริทัศน์เรื่องการเคลือบเมล็ดพันธุ์ ซึ่งคิดว่าน่าจะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจที่ต้องการศึกษาหาความรู้เรื่องทางด้านเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ได้เป็นอย่างดีค่ะ

เพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางสื่อสารและส่งบทความสำหรับตีพิมพ์เผยแพร่ ทางวารสารได้เข้าร่วมอบรมการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในระบบของ Thai Journal Online (ThaiJo) ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย หรือชื่อภาษาอังกฤษว่า Thai Journal Citation Index Centre ในช่วงปลายเดือนมิถุนายน 2562 และได้เปิดระบบเรียบร้อยแล้ว แต่ระบบอาจจะยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์แบบเหมือนวารสารอื่นๆ นะคะ ผู้อ่านที่สนใจเลือกใช้ช่องทางนี้ สามารถส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ได้โดยสืบค้นในระบบของ ThaiJo (http://www.tci-thaijo.org) ภายใต้ชื่อวารสาร Journal of Agricultural Production ค่ะ อย่างไรก็ตาม ก่อนการส่งบทความ ผู้เขียนจะต้องสมัครเข้าเป็นสมาชิกของวารสารก่อน (ฟรี ไม่มีค่าใช้จ่าย) และทางวารสารรับรองว่าจะไม่มีการนำที่อยู่อีเมลของท่านไปใช้ในการอื่นใด ยกเว้นการติดต่อประสานงานกับผู้เขียนผ่านระบบ ThaiJo เท่านั้นค่ะ จึงใคร่เชิญชวนผู้อ่านที่มีความพร้อมจะทดสอบการใช้ระบบการส่งออนไลน์ เลือกใช้เส้นทางนี้ได้ตามสะดวกนะคะ

ดิฉันเชื่อว่าการพัฒนาทุกอย่างจะเกิดขึ้นได้ ก็ต้องมี “ก้าวแรก” ก่อนเสมอค่ะ บางครั้งหลายคนมัวแต่มองไปที่จุดหมายปลายทาง โดยลืมก้มมองก้าวแรกที่จะก้าวค่ะ วารสารผลิตกรรมการเกษตรจึงพยายามอย่างยิ่งที่จะก้าวในก้าวแรกด้วยความมีสติเพื่อที่จะได้ยืนอย่างมั่นคง และสามารถย่างเท้าก้าวต่อๆ ไปได้ โดยไม่ล้มลงเสียก่อนค่ะ กำลังใจ คำแนะนำ ตลอดจนความร่วมมือจากทุกๆ ท่าน จะช่วยให้ก้าวแรกนี้ผ่านพ้นไปด้วยดี ท้ายนี้ ดิฉันขอขอบพระคุณในความร่วมมือของทุกท่านค่ะ

สวัสดีค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บรรณาธิการ

สารบัญ

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

อิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วง 1
ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ และ ภูมิศักดิ์ อินทนนท์

การผลิตเคพกูสเบอร์รีในวัสดุปลูกไร้ดิน 11
ชินพันธ์ ธนารุจ และ วิภาวี มีระหันนอก

Selection of Potato Trial Varieties in Northern Thailand 23
S. Chucheep, T. Duangyam, K. Faiupara and O. Wongmetha

ประสิทธิภาพของชอล์กสมุนไพรป้องกันมด 31
ดวงกมล ล่างแก้ว, นนทลีย์ มูฮาหมัดสลาม และ ณัฏฐ์พัชร เถียรวรกานต์

บทบาทของสารไกลซีนเบตาอีน แคลเซียมและโพแทสเซียมในกระบวนการชักนำให้ต้นกล้ามะเขือเทศเกิดความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง 39
นิลวรรณ นิ่มน้อย และ สิริวัฒน์ สาครวาสี

การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย 51
พนิดา สาลีอาจ, สายสกุล ฟองมูล, พุฒิสรรค์ เครือคำ และ ปภพ จี้รัตน์

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ 63
จักรพงษ์ กางโสภา

การศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลำไยนอกฤดู 77
นพดล จรัสสัมฤทธิ์, มลธิดา ธิศาเวช, วรรณอุษา ผาคำ, และ บุรินทร์ พิชัยรัตน์

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ 85
Guide for Authors 89

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

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

อิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสมและปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วง

Effects of granular fertilizer mixed formula and chemical fertilizer on accumulation of organic matter in leaves and total soluble solid (TSS) of mango fruits

ณัชฐ์ธพงศ์ เพชรอำไพ และ ภูมิศักดิ์ อินทนนท์*

Natthapong Pechampai and Pumisak Intanon*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

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

* Corresponding author: pumisak_intanon@hotmail.com

Abstract

This study was performed to determine the effect of granular fertilizer mixed formula (HO) and chemical fertilizer Influence accumulation of organic matter in leaves and total soluble solid (TSS) of mango fruit. Of all fertilizers tested, chemical fertilizer (15-15-15) contained highest levels of N, P, and K. Among the granular fertilizers mixed formula, HOR3 had greatest amount of N, P, K, secondary nutrients, and micronutrients. Soil and nutrients in leaf analyses showed that soil and leaves in T4 (HOR3) experimental model had the highest levels of N, P, K, secondary nutrients, and micronutrients. Likewise, the results showed that the leaves had the highest dry matter content in T4 (HOR3) 6.76 g. Sweetness in mangoes was highest in T4 (HOR3) 21.5 % brix Statistical significance show that Major nutrients secondary nutrients and micro nutrients play an important role in the formation of the dry matter and the sweetness of the mango fruits, significantly different from those of other treatments. This is due to the treatments in granular fertilizer mixed formula has balanced nutrients that stimulate growth and has a very organic accumulation of nutrients. The major nutrients, secondary nutrients and micro nutrients

play an important role in the formation of organic matter within plants and the transport of food from the source to the food are transported in the form of sucrose.
Keywords: granular fertilizer mixed formula, dry matter, sweetness, total soluble solid (TSS)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมี ที่มีผลต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลมะม่วง จากผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยที่มีธาตุ N, P และ K สูงสุด ได้แก่ ปุ๋ยเคมี (15-15-15) เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสมแล้วพบว่า ธาตุอาหาร N, P และ K รวมสูงสุดใน HOR3 ธาตุอาหารรองรวมสูงสุดใน HOR3 และธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุดใน HOR3 กรรมวิธีที่มี ธาตุ N, P และ K สูงสุดในดิน ได้แก่ T4 (HOR3) ธาตุอาหารรองสูงสุดในดิน ได้แก่ T4 (HOR3) และธาตุอาหารเสริมสูงสุดในดิน ได้แก่ T4 (HOR3) กรรมวิธีที่มี ธาตุ N, P และ K สูงสุดในใบ ได้แก่ T4 (HOR3) ธาตุอาหารรองสูงสุดในใบ ได้แก่ T4 (HOR3) และธาตุอาหารเสริมสูงสุดในใบ ได้แก่ T4 (HOR3) ผลการวิเคราะห์การสะสมอินทรีย์สารในใบพืชและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลมะม่วง พบว่า ใบพืชมี Dry matter สูงสุดใน T4 (HOR3) 6.76 g ค่าความหวานในผลมะม่วงสูงสุดใน T4 (HOR3) 21.5 % brix อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างอินทรีย์สาร (Organic matter) และความหวาน (Sweetness) ของผลมะม่วง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีในกลุ่มปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม ธาตุอาหารมีความสมดุลช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต ใบพืชมีการสะสมอินทรีย์สารมาก โดยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างอินทรีย์สารภายในของพืชและลำเลียงอาหารจากแหล่งที่สร้างอาหารไปสู่ผล โดยสารอาหารถูกลำเลียงไปในรูปของน้ำตาล ซึ่งส่วนใหญ่คือน้ำตาลซูโครส
คำสำคัญ: ปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม การสะสมอินทรีย์สาร ค่าความหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

คำนำ

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง มีแหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครราชสีมา และลพบุรี โดยเฉพาะอำเภอวังทอง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก มีกลุ่มผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นอย่างเป็นระบบ ทำให้มีชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วจังหวัดอยู่ในขณะนี้ และเป็นอาชีพหลักนำรายได้เข้าสู่ประเทศจำนวนมาก มีขายตลอดทั้งปี และส่งออกในรูปมะม่วงสดและผลไม้แปรรูป โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก (ประมาณ 90 % ของผู้ส่งออกทั้งหมด) เพื่อการผลิตมะม่วงในฤดูกาลและการผลิตมะม่วงนอกฤดู โดยเฉพาะสูตร 46-0-0, 21-0-0, 15-15-15, 13-13-21 และใส่ปุ๋ยมากขึ้นตามอายุของต้นมะม่วง จึงทำให้ระบบการผลิตไม่ยั่งยืน เกษตรกรมีต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีและสารเคมีสูงมากในการปลูกมะม่วง และทำให้ดินเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ผลผลิตมะม่วงขาดคุณภาพ ปริมาณความหวานในผลมะม่วงลดต่ำลง จึงต้องมีการทดสอบพัฒนาปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่นำเอาธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชทั้ง 16 ชนิดมาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) หลายชนิด ผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคพืชและสารอินทรีย์ป้องกันโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกัน แล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารทำให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า โดยพัฒนาสูตรปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีประสิทธิภาพ 3 สูตร นำมาใช้ทดสอบกับมะม่วง (Japkaew and Intanon, 2010.) เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (HOR) และปุ๋ยเคมี ที่มีผลต่อการสะสมอินทรีย์สารในใบและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลมะม่วง

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

พัฒนาปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (Granular fertilizer mixed formula, HO) ผลิตเป็นสูตรเฉพาะพืช ตามวิธีการผลิตของ Intanon (2013) โดยกำหนดชื่อย่อของ HO ในการทดลอง 2 สูตรดังนี้ HOV = Granular fertilizer mixed formula for vegetative และ HOR = Granular fertilizer mixed formula for reproductive ทำการทดลองในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้วอายุต้น 10 ปี ระยะปลูก 8×8 เมตร วางแผนทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี วิธีละ 4 ซ้ำ รวม 4 ต้น/กรรมวิธี หรือทั้งหมด 20 ต้น ดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T1 ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15, T2 ใส่ปุ๋ย HOV+HOR1, T3 ใส่ปุ๋ย HOV+HOR2, T4 ใส่ปุ๋ย HOV+HOR3 โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 ภายหลังการตัดแต่งกิ่งใส่ปุ๋ย HOV = 2 กิโลกรัม/ต้น ครั้งที่ 2 เมื่อมะม่วงเป็นใบเพสลาด ใส่ปุ๋ย HOR = 2 กิโลกรัม/ต้น ครั้งที่ 3 หลังออกดอกแล้วและติดผลเล็กขนาดเท่าหัวแม่มือ ใส่ปุ๋ย HOR = 1 กิโลกรัม/ต้น ระยะเวลาทำการทดลอง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2561 ณ บ้านม่วงหอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ 1. รวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน 2. วิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N, P, K), ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S), ธาตุอาหารเสริม (Fe, Cu, Mn, Zn, B), pH, OM, EC 3. วิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N, P, K), ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S), ธาตุอาหารเสริม (Fe, Cu, Mn, Zn,

B), pH, OM, EC 4. วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ ได้แก่ การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (N, P, K), ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S), ธาตุอาหารเสริม (Fe, Cu, Mn, Zn, B) 5. วิเคราะห์การสะสมอินทรีย์สารในใบพืช และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

วิธีการผลิตปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม

พัฒนาสูตรปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม เพื่อเร่งการเจริญเติบโตด้านกิ่ง ยอด และใบ จำนวน 1 สูตร (HOV) เพื่อใช้กับทุกกรรมวิธีที่มีการจัดการปุ๋ยและสูตรปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม เพื่อเร่งการออกดอก ติดผล ขยายขนาดของผล และเพิ่มผลผลิต จำนวน 3 สูตร (HOR) ที่ระดับความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน 3 ระดับคือ ระดับต่ำ, ระดับกลาง, ระดับสูง หรือสูตร HOR1, HOR2, HOR3 ตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยนวัตกรรมใหม่ผลิตเพื่อเป็นสูตรเฉพาะพืช โดยการคำนวณธาตุอาหารที่จำเป็น มาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) สารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคพืช แล้วนำมาปั้นเป็นเม็ดและควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร จึงเป็นปุ๋ยละลายช้า (Intanon, 2009) โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. วิเคราะห์ดินเพื่อหาระดับธาตุอาหารหลัก (N, P, K) เบื้องต้นที่มีในแปลงปลูก และพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักที่ต้องเพิ่มเข้าไปให้เพียงพอกับความต้องการของพืช

2. ชั่งวัตถุดิบตามสัดส่วนโดยน้ำหนัก (Table 1) แล้วนำมาขึ้นจานปั้นพ่นเคลือบด้วยปุ๋ยน้ำชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เสร็จแล้วจึงนำไปผึ่งลมให้แห้ง เรียกว่า เม็ดปุ๋ยตั้งต้น

3. นำเม็ดปุ๋ยตั้งต้น มาพรมด้วยปุ๋ยอินทรีย์น้ำอีกครั้ง แล้วปั้นขึ้นเม็ดโดยการเสริมธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม วัสดุสารปรับปรุงดินแล้วเคลือบด้วยสารควบคุม การปลดปล่อยธาตุอาหารบนจานปั้น แล้วปล่อยให้เม็ดปุ๋ยกลิ้งไประยะหนึ่งเพื่อให้เม็ดแน่นและคงรูปยิ่งขึ้น เสร็จแล้วนำไปผึ่งลมให้แห้ง เรียกว่า "ปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม"

Table 1 Raw materials and components of chemical and granular fertilizer mixed formula

Fertilizer	Raw materials and components of granulated fertilizer mixed formula (% weight)						Total 100 %
	A	B	C	D	E	F	
HOV	30	20	20	10	10	10	100
HOR1	15	15	40	15	10	5	100
HOR2	20	15	35	15	10	5	100
HOR3	35	15	20	15	10	5	100

A = Ratio between Major nutrients (70 %)/secondary nutrients (20 %)/micronutrients (10 %) by chemical fertilizer, B = Powder of compost with high nutrients, C = Soil amendment, D = compost of herb plant mixed with herbal extract liquid, E = Bio-liquid hormones, F = Bio-liquid fertilizer with EM

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. สภาพภูมิอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยรวบรวมข้อมูลจากสถานีศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดพิษณุโลก และกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ที่ทำวิจัย พบว่า ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 33.8 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 23.4 องศาเซลเซียส, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 109.7 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73.8 - 78.8 เปอร์เซ็นต์ สิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพปกติไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของต้นมะม่วง (Figure 1)

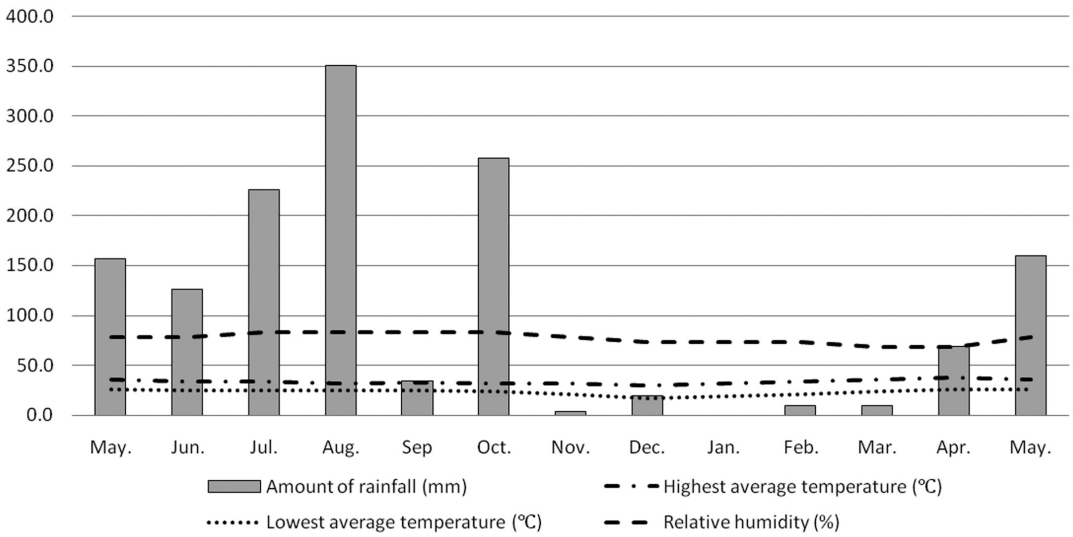

Figure 1 Weather conditions, monthly from May 2017 to May 2018

2. ผลการวิเคราะห์ปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยเคมี (15-15-15) มีธาตุ N สูงสุด เมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสมแล้วพบว่า ธาตุไนโตรเจนรวมสูงสุด ได้แก่ ปุ๋ย HOR3, HOR2 และ HOR1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนแล้วพบว่า กลุ่มปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม มีธาตุไนโตรเจนตามปริมาณความต้องการของพืช โดยมีธาตุ N ระหว่าง 2.55 - 2.80 % ทั้งนี้เป็นผลมาจากวัสดุผสมสูตรที่หลากหลายและเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาสูตรปุ๋ย (Table 2)

Table 2 Analysis of fertilizers used in this experiment

Properties		Fertilizers				
		15-15-15	HOV	HOR1	HOR2	HOR3
Major nutrients	N %	15	2.55	2.65	2.71	2.80
	P %	15	1.44	1.62	1.75	1.85
	K %	15	10.29	10.54	10.73	10.97
	Total %	45	14.27	14.82	15.18	15.62
Secondary nutrients	Ca %		1.99	2.14	2.40	2.87
	Mg %		1.11	1.36	1.48	1.54
	S %		0.75	0.92	1.14	1.21
	Total %		3.86	4.42	5.02	5.62
Micro nutrients	Fe (ppm)		1.35	1.79	2.35	2.46
	Cu (ppm)		44.47	47.33	49.66	53.72
	Zn (ppm)		139.73	155.28	189.62	203.17
	Mn (ppm)		254.06	272.36	281.78	298.55
	Bo (ppm)		30.33	33.55	35.85	37.52
	Total %		0.05	0.05	0.06	0.06
Organic matter	OM %		1.13	1.20	1.44	1.51
pH (1:1)			8.14	6.43	7.35	7.68
EC (1:5)	EC (us/cm)		67.31	66.25	63.44	61.12

3. ผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุต้น 10 ปี ดินมี pH 8.53 มีความเป็นด่างอ่อน อินทรียวัตถุ (OM) 0.925 % อยู่ในระดับต่ำ ความเค็มของดิน (EC 1:5) 70.85 us/cm อยู่ในระดับต่ำมาก ภายหลังการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม ดินมี pH เป็นกลาง อินทรียวัตถุ (OM) อยู่ในระดับปานกลาง จนถึงสูงปานกลาง ความเค็มของดินอยู่ในระดับต่ำมาก ธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้น (Table 3)

Table 3 Analysis of physical and chemical properties of the soil before and after planting

Properties		Before the experiment	After the experiment				
			T0	T1	T2	T3	T4
			Control	15-15-15	HOR1	HOR2	HOR3
Major nutrients	N %	1.05	1.20	1.50	1.53	1.65	1.76
	P %	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58	0.74
	K %	1.14	1.25	1.36	1.46	1.74	2.21
	Total %	2.58	2.86	3.31	3.48	3.96	4.71
Secondary nutrients	Ca (ppm)	695.10	675.7	653.2	1364.40	1543.20	2184.70
	Mg (ppm)	153.14	157.71	196.23	373.27	446.45	491.45
	S (ppm)	3400.00	3900.00	4800.00	5800.00	6300.00	6500.00
	Total %	0.42	0.47	0.56	0.75	0.83	0.92
Micro nutrients	Fe (ppm)	1030.00	1580.00	3900.00	1080.00	1213.00	1531.00
	Cu (ppm)	1.02	1.12	1.14	1.96	2.90	4.75
	Zn (ppm)	39.69	49.58	52.29	67.41	76.23	112.77
	Mn (ppm)	33.54	33.82	39.80	85.22	141.94	163.23
	Bo (ppm)	0.19	0.25	0.35	1.38	2.06	3.75
	Total %	0.11	0.17	0.40	0.12	0.14	0.18
Organic matter	OM %	0.93	1.53	1.96	2.17	2.31	3.03
pH (1:1)		8.53	8.57	8.28	7.62	7.46	7.21
EC (1:5)	EC (us/cm)	70.85	70.83	70.16	67.14	63.16	62.23

4. ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช พบว่า ก่อนการทดลองใบพืชมีธาตุอาหารหลักรวม 1.50 % ธาตุอาหารรองรวม 0.37 % ธาตุอาหารเสริมรวม 0.07 % ภายหลังการทดลองพบว่าใบพืชมีธาตุอาหารหลักรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4, T3, T2, T1 และT0 ตามลำดับ ธาตุอาหารรองรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4, T3, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริมรวมสูงสุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ T4, T3, T2, T1 และ T0 ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Analysis of chemical properties of the leaves before and after planting

Properties		Before the experiment	After the experiment				
			T0	T1	T2	T3	T4
			Control	15-15-15	HOR1	HOR2	HOR3
Major nutrients	N %	0.96	1.08	1.42	1.40	1.52	1.53
	P %	0.11	0.13	0.13	0.15	0.17	0.18
	K %	0.43	0.51	0.52	0.63	0.67	0.73
	Total %	1.50	1.72	2.07	2.18	2.36	2.44
Secondary nutrients	Ca (ppm)	168.14	190.87	196.62	539.36	566.92	746.37
	Mg (ppm)	110.92	112.35	113.90	164.05	170.29	171.99
	S (ppm)	90.00	110.00	140.00	160.00	150.00	170.00
	Total %	0.37	0.41	0.45	0.86	0.89	1.09
Micro nutrients	Fe (ppm)	43.75	58.76	63.07	101.44	115.32	171.51
	Cu (ppm)	0.01	0.02	0.02	1.20	2.20	2.43
	Zn (ppm)	20.65	20.98	30.49	40.79	50.20	80.10
	Mn (ppm)	10.19	10.17	10.60	40.44	60.80	80.54
	Bo (ppm)	0.18	0.20	0.34	0.45	0.49	0.54
	Total %	0.07	0.09	0.10	0.18	0.23	0.34

5. ผลการวิเคราะห์การสะสมอินทรีย์สารในใบพืชและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วง พบว่า ใบพืชมี Dry matter สูงสุดใน T4 (HOR3) 6.76 g ค่าความหวานในผลมะม่วงสูงสุดใน T4 (HOR3) 21.5 % brix อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในใบพืชมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างอินทรีย์สาร (Dry matter) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลมะม่วง (Table 5)

Table 5 Analysis of dry matter of leaves and total soluble solid of the fruit

Treatments	Dry matter (g)	TSS (% brix)
T0 (Control)	4.91 c	18.0 e
T1 (15-15-15)	5.22 bc	18.3 d
T2 (HOR1)	5.27 bc	19.1 c
T3 (HOR2)	5.73 b	20.2 b
T4 (HOR3)	6.76 a	21.5 a
F-Test	*	*
% CV	12.94	7.42

* = Significant difference at probability level 0.05

สรุปผลการศึกษา

กรรมวิธี T4 (HOR3) มีการสะสมอินทรีย์สาร (Dry matter) ในใบพืชมากที่สุด 6.76 g มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในผลมะม่วงสูงที่สุด 21.5 % brix และกรรมวิธีในกลุ่มปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรผสม (T2, T3, T4) ยังแสดงให้เห็นว่า มีการสะสมอินทรีย์สารในใบพืชมากกว่า กรรมวิธีในปุ๋ยเคมี (15-15-15)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณมานิต นันทพรหม เกษตรกรชาวสวนมะม่วง บ้านม่วงหอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์สวนมะม่วงเพื่อใช้เป็นแปลงวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลวิทยาเขตนครสวรรค์ ที่ช่วยให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Intanon, P. 2009. Fertilizer Technology. Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Intanon, P. 2013. The Influence of Different Types of Fertilizer on Productivity and Quality of Maize in the Area of Kwaew Noi Dam, Phitsanulok Province, Thailand. International Journal of Environmental and Rural Development, 4. International Society of Environmental and Rural Development. Tokyo.

Japkaew, S. and P. Intanon. 2010. The effects of organic pellet fertilizer, Organic and chemical fertilizer, chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula to the growth and yield of rice. Proceeding of the 7th Naresuan research conference. Naresuan University, Pitsanulok, Thailand. 250-255.

การผลิตเคพกูสเบอร์รีในวัสดุปลูกไร้ดิน

The Cape gooseberry Production in Substrates Culture

ชินพันธ์ ธนารุจ* และ วิภาวี มีระหันนอก

Chinnapan Thanarut* and Wipawee Meerahannok

สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Division of Pomology, Faculty of Agriculture Production, Maejo University, Chiang Mai, 50290

* Corresponding author: greenlanna2512@gmail.com

Abstract

Study of substrate culture on growth rate and productivity of cape gooseberry in hydroponic system. The experiments was conducted at Division of Pomology, Faculty of Agricultural Production, Maejo university, Chiang Mai province, were carry out of area 300 meter above sea level. There were separated in two experiments. The experiment 1 was evaluate the cape gooseberry seedling in 8 different substrate compositions, including coconut coir washed with calcium nitrate, coconut coir washed with water, coconut coir, coconut chip washed with calcium nitrate, coconut chip washed with water, coconut chip, sand, and rice husk charcoal. It was found that the growth rate of cape gooseberry was planted in coconut coir washes with calcium nitrate was heigh of the tree as 78.22 cm and the canopy diameter of 44.80 cm. And also cape gooseberry were grown in coconut chip washed with water and coconut chip washed with calcium nitrate were significate difference in other treatments as 4.43 and 4.38 g. respectively. In the experiment 2 was studied on the best of substrate culture from experiment 1 and mixed one, including coconut coir, coconut chip, sand + coconut coir (1:1), sand + coconut chip (1:1), sand + rice husk charcoal (1:1), rice husk charcoal + coconut coir (1:1), rice husk charcoal + coconut chip (1:1), coconut coir + sand + rice husk charcoal (1:1:1), and coconut chip + sand + rice husk charcoal (1:1:1). The result showed that cape gooseberry planted in the ratio of substrate culture of sand + rich husk charcoal (1:1) in the first month was height of tree as 15.12 cm and canopy diameter as 15.5 cm. For the growth rate in second month

after planted, there was no difference of the height and canopy diameter of all treatments. The highest of berry weight was planted on sand + coconut ship (1:1) was 6.31 g, which no significantly different from that of coconut coir + sand + rice husk charcoal (1:1;1) and sand + coconut coir (1:1) were 5.89 and 5.42 g respectively.

Keyword: substrate culture, Cape gooseberry

บทคัดย่อ

ศึกษาวัสดุปลูกเคพกูสเบอร์รีในวัสดุไร้ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเคพกูสเบอร์รีโดยให้ปุ๋ยไฮโดรโปนิกส์ ในพื้นที่ที่มีความสูง 300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ที่สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาวัสดุปลูกเคพกูสเบอร์รีจำนวน 8 ชนิดคือ ขุยมะพร้าวล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท ขุยมะพร้าวล้างด้วยน้ำเปล่า ขุยมะพร้าวไม่ล้างน้ำ กาบมะพร้าวสับล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท กาบมะพร้าวสับล้างด้วยน้ำเปล่า กาบมะพร้าวสับไม่ล้างน้ำ ทรายและถ่านแกลบ โดยพบว่าการปลูกเคพกูสเบอร์รีในขุยมะพร้าวที่ล้างด้วยแคลเซียมไนเตรทมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดคือ 78.22 เซนติเมตร และมีความกว้างของทรงพุ่ม 44.80 เซนติเมตร แต่เคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับที่ล้างด้วยน้ำเปล่าและล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท มีผลต่อขนาดทำให้ผลใหญ่คือ 4.43 และ 4.38 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกสิ่งทดลองที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาวัสดุปลูกที่ดีจากการทดลองที่ 1 ได้แก่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ทรายผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1 ทรายผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 ถ่านแกลบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 ถ่านแกลบผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1 ขุยมะพร้าวผสมทรายและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 และกาบมะพร้าวสับผสมทรายและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 พบว่าเคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมกันระหว่างทรายผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วง 1 เดือนแรก คือมีความสูง 15.12 เซนติเมตร และมีขนาดทรงพุ่ม 15.50 เซนติเมตร และในเดือนที่ 2 หลังปลูกเป็นต้นไป ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งด้านความสูงและขนาดของทรงพุ่ม ส่วนที่ปลูกในทรายผสมกับกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1 พบว่ามีน้ำหนักผลสูงที่สุดคือ 6.31 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับขุยมะพร้าวผสมทรายและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 และทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 คือ 5.89 และ 5.42 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: วัสดุปลูกไร้ดิน เคพกูสเบอร์รี

คำนำ

เคพกูสเบอร์รี (Cape Gooseberry) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Physalis peruviana* L. อยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นไม้ผลเขตหนาวที่อยู่ในตระกูลเดียวกับพริก มะเขือเทศ มันฝรั่ง ยาสูบ และพิทูเนีย มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ เช่น ประเทศเปรู ชิลี และประเทศบราซิล เคพกูสเบอร์รีมีมากกว่า 70 ชนิด (species) มีทั้งชนิดล้มลุก เป็นพืชปีเดียว และพืชหลายปี แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่มีมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ เพราะมีรสชาติหวานหอมและเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง ทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ (Intelligence, 2008) เคยมีการเรียก เคพกูสเบอร์รีว่า “โทงเทงฝรั่ง” เพราะมีลักษณะคล้ายกับต้นโทงเทง (*P. minima* L. และ *P. angulata* L.) ซึ่งเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่ขึ้นอยู่ทั่วไป ต่อมาได้มีการเรียกชื่อใหม่เพื่อกลยุทธ์ทางด้านการค้า คือ “ผลระฆังทอง” (Golden bell fruit) (ณรงค์ชัย, 2550)

เคพกูสเบอร์รีเป็นไม้เมืองหนาวที่มูลนิธิโครงการหลวงได้นำมาทดลองปลูกในพื้นที่ของโครงการพัฒนาและส่งเสริมไม้ผลขนาดเล็ก มูลนิธิโครงการหลวง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา เป็นสายพันธุ์โคลัมเบีย อีโคไทป์ (Colombian ecotype) (Cikili and Halil, 2016) และเริ่มเป็นที่รู้จักในกลุ่มผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีคุณค่าสารอาหารสูงและมีการค้นพบสรรพคุณในทางการแพทย์คือ ผลเคพกูสเบอร์รีสดมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ซึ่งประกอบด้วยวิตามินซี anthocyanin, flavonoids และ phenolic acids ในปริมาณที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นๆ โดยมีรายงานจากการวิจัยพบว่า anthocyanin ในผลเคพกูสเบอร์รีสามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งประเภท HT-29 และ HCT-116 ได้ (สุชาดา, 2559)

ปัจจุบันประเทศไทยส่วนใหญ่มีการปลูกเคพกูสเบอร์รีจำนวนมากในพื้นที่สูง ทางตอนเหนือของประเทศ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่โครงการหลวง เช่น สถานีโครงการหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแกน้อย อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ลาน้อย อำเภอแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เคพกูสเบอร์รียังเป็นไม้ผลที่อยู่ระหว่างการวิจัยและส่งเสริมให้เกษตรกรสมาชิกของโครงการหลวงปลูกเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร (องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน, 2559; ณรงค์ชัย, 2550) ซึ่งการปลูกพืชและเคพกูสเบอร์รีในวัสดุปลูก เป็นอีกงานวิจัยหนึ่งเพื่อแก้ไขปัญหาการทำการเกษตรบนดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมในการเพาะปลูกหรือมีธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ ซึ่งชนิดวัสดุปลูกเคพกูสเบอร์รีจะมีผลต่อขนาดผลและคุณภาพของผลผลิต (Andre *et al*, 2013)

ดังนั้นการปลูกพืชในวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน (ไร้ดิน) เป็นการแก้ปัญหาการเกิดโรคในดิน และรวมถึงการขาดออกซิเจนของรากพืชต่างๆ ได้ เช่น มะเขือเทศ พริกหวาน แตงกวา และเมล่อน เป็นต้น โดยพืชเหล่านี้เป็นพืชที่ต้องการออกซิเจนจำนวนมาก เนื่องจากการปลูกพืชแบบรากแช่ในสารละลาย (Hydropronis) โดยพบว่าในพื้นที่ที่มีอากาศร้อนมักจะมีปัญหาเรื่องอุณหภูมิของน้ำที่สูงจนเกินไป ทำให้พืชเกิดอาการเครียด มีผลทำให้รากพืชขาดออกซิเจนจนทำให้พืชอ่อนแอและเป็นโรคได้ง่าย ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเคพกูสเบอร์รีในพื้นที่ต่ำ เพื่อให้การปลูกและการจัดการผลผลิตมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ จึงได้

ทำการศึกษาวัสดุปลูกต่างๆ ในการปลูกเคพกูสเบอร์รี ที่สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีระดับความสูง 300 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกไร้ดินที่เหมาะสม รวมถึงผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเคพกูสเบอร์รี เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางการผลิตเคพกูสเบอร์รีที่มีคุณภาพดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเคพกูสเบอร์รี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) แบ่งออกเป็น 8 สิ่งทดลองๆ ทดลองละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ใช้ต้นกล้าอายุ 1 เดือน โดยแยกปลูกตามสิ่งทดลองได้ดังนี้คือ 1) ขุยมะพร้าวที่ล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท (Coconut coir wash with calcium nitrate) 2) ขุยมะพร้าวล้างด้วยน้ำเปล่า (Coconut coir wash with water) 3) ขุยมะพร้าวไม่ได้ล้างน้ำ (Coconut coir unwash) 4) กาบมะพร้าวสับล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท (Coconut chip wash with calcium nitrate) 5) กาบมะพร้าวสับล้างด้วยน้ำเปล่า (Coconut chip wash with water) 6) กาบมะพร้าวสับไม่ได้ล้างน้ำ (Coconut chip unwash) 7) ทราย (Sand) และ 8) ถ่านแกลบ (Rice husk charcoal) การเตรียมวัสดุปลูกล้างน้ำเปล่าและล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท อัตราส่วน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร เป็นเวลา 3 วัน ช่วงแรกของการเจริญเติบโตใช้ค่า EC ของปุ๋ยน้ำ 1.6 - 2.0 โดยระบบน้ำหยดทุกวัน วันละ 1 ลิตรต่อ 1 ต้น และเมื่อต้นเคพกูสเบอร์รีเริ่มออกดอกไปจนถึงผลสุกแก่ ใช้ค่า EC 2.0 - 2.5 โดยระบบน้ำหยดทุกวัน วันละ 2 ลิตรต่อ 1 ต้น เก็บข้อมูลความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม ขนาดและน้ำหนักผล และคุณภาพผล Coconut coir (unwash)

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนผสมของวัสดุปลูกไร้ดินต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเคพกูสเบอร์รี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 9 สิ่งทดลอง ทดลองละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ใช้ต้นกล้าอายุ 1 เดือน โดยใช้วัสดุปลูกไร้ดินที่ได้ผลดีจากการทดลองที่ 1 มาทดสอบและรวมถึงการผสมรวมกัน ซึ่งแยกสิ่งทดลองดังนี้คือ 1) ขุยมะพร้าว 2) กาบมะพร้าวสับ 3) ทรายผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1, 4) ทรายผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1, 5) ทรายผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1, 6) ถ่านแกลบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1, 7) ถ่านแกลบผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1, 8) ขุยมะพร้าวผสมทรายและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 และ 9) กาบมะพร้าวสับผสมทรายและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 โดยขุยมะพร้าวและกาบมะพร้าวสับล้างด้วยสารละลายแคลเซียมไนเตรท ค่า EC และระยะเวลาการให้น้ำทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยบันทึกความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่มในเดือนที่ 1 เดือนที่ 2 หลังจาก 2 เดือนทำการผูกเชือกโยงกิ่งเพื่อพยุงต้น การเก็บข้อมูลเก็บเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ความสูงของต้นพบว่าในเดือนที่ 1 และ 2 ต้นเคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในขุยมะพร้าวล้างด้วยแคลเซียมไนเตรทมีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 12.22 และ 48.55 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ

วัสดุชนิดอื่นๆ ขณะที่เดือนที่ 3 การเจริญเติบโตด้านความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทางด้านความกว้างของทรงพุ่มพบว่า เดือนที่ 2 ต้นที่ปลูกในถ่านแกลบมีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดคือ 12.35 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และในเดือนที่ 3 ต้นเคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในขุยมะพร้าวล้างด้วยแคลเซียมไนเตรทมีความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุดคือ 44.80 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกาบมะพร้าวสับไม่ล้างน้ำและที่ล้างแคลเซียมไนเตรทคือ 42.60 และ 42.10 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับวัสดุไร้ดินชนิดอื่นๆ ที่เหลือ (Table 1)

ด้านคุณภาพของผลผลิตพบว่า หลังจากปลูก 2 เดือนจะเริ่มออกดอกติดผล ต้นที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับล้างด้วยน้ำเปล่าและล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท มีน้ำหนักผลมากที่สุดคือ 4.43 กรัม มีความกว้างและความยาวผลมากเช่นกัน คือ 18.17, 19.85 และ 18.26, 19.11 ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกันทุกวัสดุอื่นๆ ที่เหลือ ในด้านความกว้างของผลพบว่า ต้นที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับล้างด้วยแคลเซียมไนเตรทมีความกว้างของผลมากที่สุดคือ 20.26 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับล้างด้วยน้ำเปล่าและทราย (Table 2)

Table 1 Effect of substrate culture on growth rate of cape gooseberry tree

Treatment	Plant high (cm)			Plant canopy (cm)	
	Month 1	Month 2	Month 3	Month 2	Month 3
Coconut coir wash with calcium nitrate	12.22 a	48.55 a	78.22	10.95 ab	44.80 a
Coconut coir wash with water	7.00 ab	40.70 abc	71.20	10.80 ab	42.10 a
Coconut coir (unwash)	7.45 ab	38.30 abc	65.70	10.10 ab	42.60 a
Coconut chip wash with calcium nitrate	6.35 ab	32.33 bcd	74.22	9.95 ab	28.33 bc
Coconut chip wash with water	5.90 ab	29.11 cd	71.44	8.00 b	27.77 bc
Coconut chip (unwash)	5.10 b	25.33 d	73.22	8.00 b	26.88 c
Sand	7.30 ab	36.30 abcd	68.20	11.85 a	37.80 ab
Rice husk charcoal	8.95 a	43.80 ab	76.50	12.35 a	40.90 a
F-Test	**	**	ns	**	**
CV (%)	33.9531	22.2611	28.0759	24.72	22.20

ns = Not significant difference, ** = Significant difference at probability level 0.01

Table 2 Effect of substrate culture on berry size and berry quality of cape gooseberry

Treatment	Berry weight (g)		Berry Length (mm)		TSS (°Brix)
	With husk	Without husk	Diameter	Length	
Coconut coir wash with calcium nitrate	3.36 c	3.21 c	17.78 d	17.27 cd	14.03 ab
Coconut coir wash with water	3.27 c	3.12 c	17.98 d	16.90 d	13.40 b
Coconut coir (unwash)	3.70 bc	3.53 bc	18.52 cd	17.85 bcd	14.25 ab
Coconut chip wash with calcium nitrate	4.55 a	4.38 a	20.26 a	18.71 ab	14.18 ab
Coconut chip wash with water	4.64 a	4.43 a	19.85 ab	19.11 a	14.46 ab
Coconut chip (unwash)	3.68 bc	3.53 bc	18.17 d	18.26 abc	14.38 ab
Sand	4.28 ab	4.07 ab	19.48 abc	17.90 bcd	14.01 ab
Rice husk charcoal	4.14 ab	3.95 ab	18.97 bcd	17.84 bcd	14.65 a
F-Test	**	**	**	**	**
CV (%)	24.88	24.01	9.86	8.7	6.20

** = Significant difference at probability level 0.01

การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโตพบว่า เคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในทรายผสมถ่านแกลบอัตราส่วน 1:1 มีการเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 1 เดือนแรกคือ 15.12 เซนติเมตร และมีทรงพุ่มใหญ่ที่สุดคือ 15.50 เซนติเมตร (Table 3) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกสิ่งทดลอง โดยเฉพาะทรายผสมกาบมะพร้าวสับอัตราส่วน 1:1 และรวมถึงในเดือนที่ 2 หลังปลูก ซึ่งสอดคล้องกับด้านคุณภาพผลผลิตพบว่า เคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในทรายผสมกาบมะพร้าวสับอัตราส่วน 1:1 มีน้ำหนักผลมากที่สุดคือ 6.31 กรัม เพราะมีผลขนาดใหญ่ ซึ่งไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองต่างๆ ยกเว้นที่ปลูกในขุยมะพร้าวและถ่านแกลบผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 ที่มีขนาดผลเล็กที่สุด (Table 4 และ Figure 1)

Table 3 Effect of substrate culture on growth rate of cape gooseberry tree

Treatment	Plant high (cm)		Plant canopy (cm)
	Month 1	Month 2	
Coconut coir	11.00 b	56.10	14.00 ab
Coconut chip	13.40 ab	55.60	13.60 ab
Sand : coconut coir (1:1)	12.90 ab	55.70	13.80 ab
Sand : coconut chip (1:1)	13.30 ab	51.90	13.40 ab
Sand : rice husk charcoal (1:1)	15.12 a	57.90	15.50 a
Rice husk charcoal : coconut coir (1:1)	12.7 ab	57.90	13.50 ab
Rice husk charcoal : coconut chip (1:1)	13.50 ab	54.30	13.00 b
Coconut coir : sand : rice husk charcoal (1:1:1)	13.20 ab	58.40	14.11 ab
Coconut chip : sand : rice husk charcoal (1:1:1)	13.50 ab	56.80	14.60 ab
F-Test	**	ns	*
CV (%)	20.09	15.93	16.01

ns = Not significant difference, *, ** = Significant difference at probability level 0.05 and 0.01, respectively

Table 4 Effect of substrate culture on berry quality of cape gooseberry

Treatment	Berry weight (g)		Berry Length (mm)		TSS (°Brix)
	With husk	Without husk	Diameter	Length	
Coconut coir	4.25 cd	4.05 cd	19.34 d	18.74 bc	14.40 bc
Coconut chip	4.66 bc	4.43 bc	20.40 cd	18.77 bc	14.71 bc
Sand : coconut coir (1:1)	5.66 ab	5.42 ab	21.81 bc	20.03 ab	14.30 bc
Sand : coconut chip (1:1)	6.59 a	6.31 a	23.73 a	19.75 ab	14.48 bc
Sand : rice husk charcoal (1:1)	4.81 bc	4.60 bc	20.77 cd	18.65 bc	14.68 bc
Rice husk charcoal: coconut coir (1:1)	3.39 d	3.25 d	17.56 e	17.48 c	16.00 a
Rice husk charcoal: coconut chip (1:1)	5.65 ab	5.38 ab	21.77 bc	19.94 ab	14.96 ab
Coconut coir: sand: rice husk charcoal (1:1:1)	6.23 a	5.89 a	23.02 ab	20.40 a	13.63 c
Coconut chip: sand: rice husk charcoal (1:1:1)	4.77 bc	4.58 bc	20.06 d	18.80 bc	14.40 bc
F-Test	**	**	**	**	**
CV (%)	21.91	22.82	8.84	7.80	6.00

** = Significant difference at probability level 0.01

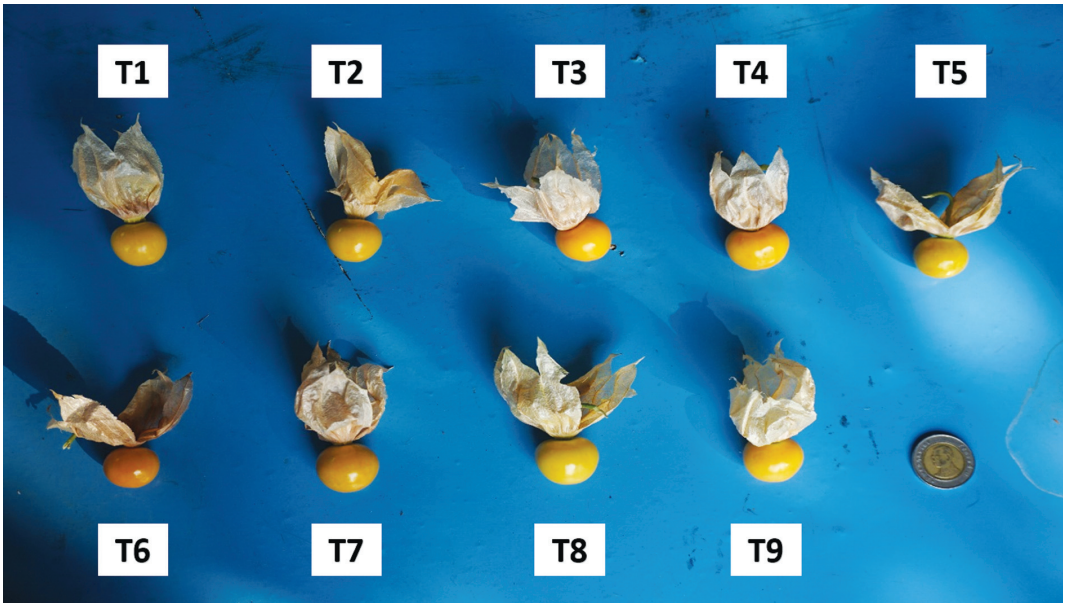

Figure 1 Fruit characteristic of cape gooseberry with different sub-state culture, including coconut coir (T1), coconut chip (T2), sand : coconut coir 1:1 (T3) sand : coconut chip 1:1 (T4), sand : rice husk charcoal 1:1 (T5), rice husk charcoal : coconut coir 1:1 (T6), rice husk charcoal : coconut chip 1:1 (T7), coconut coir : sand : rice husk charcoal 1:1:1 (T8) and coconut ship : sand : rice husk charcoal 1:1:1 (T9)

ผลการวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า นอกจากธาตุอาหารแล้ววัสดุปลูกไร้ดินยังมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเคพกูสเบอร์รีเป็นอย่างมาก โดยพบว่าเคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในขุยมะพร้าวล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท ขุยมะพร้าวล้างด้วยน้ำเปล่า ขุยมะพร้าวไม่ได้ล้างน้ำ ทรายและถ่านแกลบร่วมกับการให้ปุ๋ยในระบบน้ำหยด มีผลต่อการเจริญเติบโตของเคพกูสเบอร์รี ทั้งด้านความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุปลูกต่างๆ มีช่องอากาศมากทำให้มีการถ่ายเทอากาศดี และวัสดุยังสามารถอุ้มน้ำได้ดีแต่น้ำไม่ขัง จึงทำให้มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพซึ่งต่างกับขุยมะพร้าวที่อุ้มน้ำได้ดีและมีช่องว่างอากาศน้อย ทำให้การเจริญเติบโตช้าและผลผลิตมีขนาดเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับ เจนจิรา และคณะ (2559) รายงานว่าขุยมะพร้าวสามารถกักเก็บน้ำได้ดี ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเร็ว ส่วน เรวัตร และคณะ (ม.ป.ป.) ได้รายงานว่า ทรายเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกเพราะมีการระบายน้ำดีและความพรุน ในขณะที่ถ่านแกลบมีการอุ้มน้ำที่ดี มีความโปร่ง มีค่า pH มากกว่า 8 และช่วยปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ทำให้พืชแข็งแรง (ทัศนีย์, ม.ป.ป.) ต้นกล้าไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในกาบมะพร้าวสับในช่วงแรกเนื่องจากมีช่องว่างมากเกินไป การยึดเกาะของรากทำได้ยากและช้า จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตช้าในช่วงแรกของการเจริญเติบโต แต่พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ดี

หลังจากปลูก 2 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับ เจนจิรา และคณะ (2559) รายงานว่ากาบมะพร้าวสับมีช่องว่างภายในวัสดุ เกิดการสูญเสียน้ำจากการระเหยได้ง่าย จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ช้า

ส่วนคุณภาพของผลผลิตพบว่า เคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในวัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับล้างด้วยแคลเซียมไนเตรท กาบมะพร้าวสับล้างด้วยน้ำเปล่า ทรายและถ่านแกลบมีผลทำให้คุณภาพผลผลิตต่อน้ำหนักผลและขนาดผลดี เนื่องจากวัสดุปลูกมีรูพรุนสูงและมีการอุ้มน้ำได้ดี ต้นพืชเจริญเติบโตมากขึ้นจึงทำให้รากสามารถยึดเกาะกับกาบมะพร้าวสับได้ดีขึ้น และมีระบบรากที่แน่นและมีการถ่ายเทอากาศดี ทำให้มีรากจำนวนมากซึ่งสอดคล้องกับ สิริรัตน์ (2558) รายงานว่า กาบมะพร้าวสับสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี รากนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี

ส่วนการศึกษาการผสมวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของเคพกูสเบอร์รีใน 9 วัสดุปลูก ซึ่งประกอบด้วย ขุยมะพร้าวอย่างเดียว กาบมะพร้าวสับอย่างเดียว ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1) ทรายผสมกาบมะพร้าวสับ (1:1) ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1) ถ่านแกลบผสมขุยมะพร้าว (1:1) ถ่านแกลบผสมกาบมะพร้าวสับ (1:1) ขุยมะพร้าวผสมทรายและถ่านแกลบ (1:1:1) และกาบมะพร้าวสับผสมทรายและถ่านแกลบ (1:1:1) โดยพบว่าวัสดุปลูกในทุกสิ่งทดลองมีการเจริญเติบโตที่ดีในด้านความสูงของต้นและความกว้างของทรงพุ่ม ยกเว้นขุยมะพร้าวที่มีการเจริญเติบโตช้าในช่วงเดือนแรกหลังปลูก เนื่องจากขุยมะพร้าวมีลักษณะอุ้มน้ำทำให้ต้นมีการเจริญเติบโตช้าในระยะแรก และเจริญได้ดีขึ้นเมื่อต้นโตขึ้นและมีระบบรากที่มากขึ้น ประกอบกับการให้น้ำลงบนวัสดุเป็นการล้างความเค็มของขุยมะพร้าวออกได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองขุยมะพร้าวที่ล้างน้ำ มีการเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่หลังปลูก 1 เดือนแรก (Table 1)

ส่วนคุณภาพของผลผลิตพบว่า เคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในทรายผสมกาบมะพร้าวสับ อัตราส่วน 1:1 มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักผลและขนาดผลได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากทรายซึ่งมีการระบายน้ำดีเมื่อผสมกับกาบมะพร้าวสับ ทำให้อุ้มน้ำดี ลดช่องว่างของกาบมะพร้าวสับ มีผลทำให้รากยึดเกาะได้ดีและระบายน้ำได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับ สิริรัตน์ (2558) ที่รายงานไว้ว่า กาบมะพร้าวสับสามารถดูดซับน้ำได้ดีและเก็บธาตุอาหารเพื่อให้รากนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ดี และสอดคล้องกับ Hassan *et al*, (2010) รายงานว่า การใช้กาบอินทผาลัมบดเป็นวัสดุปลูกผสมเพอร์ไลท์ทำให้มีช่องว่างระบายอากาศได้ดี ส่งผลให้รับออกซิเจนได้มากและสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี ส่วน Maloupa *et al*, (2001) โดยพบว่า เมื่อผสมกาบอินทผลัมบดกับเพอร์ไลท์มีผลทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีที่สุด ส่วน เรวัตร และคณะ (ม.ป.ป.) รายงานเกี่ยวกับวัสดุปลูกที่ใช้ทรายเป็นวัสดุผสมในวัสดุปลูกอื่นๆ มีผลทำให้คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกลดลง เช่น ความเป็นกรด-เป็นด่างและการนำไฟฟ้า ส่วนถ่านแกลบผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 ให้คุณภาพผลผลิตที่ต่ำ เนื่องจากวัสดุมีความเป็นด่างสูงและมีการอุ้มน้ำได้มากทำให้มีการเจริญเติบโตช้าและส่งผลให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ศรีสุนันท์ และเยาวพา (2545) รายงานว่า ขุยมะพร้าวผสมถ่านแกลบมีค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่ามีธาตุอาหารต่างๆ ละลายอยู่มาก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อพืชได้

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองวัสดุปลูกไร้ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตเคพกูสเบอร์รี พบว่า เคพกูสเบอร์รีสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพในพื้นที่ราบ ที่ระดับ 300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง และพบว่าเคพกูสเบอร์รีที่ปลูกในทรายผสมกาบมะพร้าวสับอัตราส่วน 1:1 มีการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตที่ดีโดยมีผลต่อความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม น้ำหนักผล และขนาดผลที่ได้ผลดี

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา ชุมภูคำ, สิริกาญจนา ตาแก้ว และณัฐพงศ์ จันจุฬา. 2559. ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รีพันธุ์ “เวียดนาม GQ2”. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร.

ณรงชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2550. การผลิตไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็กในเขตร้อน. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. ม.ป.ป. ที่ปรึกษาเครือข่ายกองทุนพี่ช่วยน้องและเพื่อน. ใช้ถ่านแกลบปรับปรุงดิน ในยุคปุ๋ยแพงช่วยลดโลกร้อน... เทคโนโลยีจากญี่ปุ่น. บ้านไร่นาเรา [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.banrainarao.com/knowledge/charcoal_chaff (สืบค้น 16 กันยายน 2560).

ศรีสุนันท์ กิจภักดีกุล และเยาวพา จิระเกียรติกุล. 2545. ผลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 10 ฉบับที่ 2. น. 47-53.

สิริรัตน์ เพชรเหมือน. 2558. การศึกษาวัสดุปลูกท้องถิ่นที่เหมาะสมในการปลูกกล้วยไม้แกรมมาโตฟิลลัม. สาขาการจัดการพืชสวนประดับ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 4: 2558 บนฐานแนวคิดใหม่ เพื่อก้าวสู่ประชาคมอาเซียน.

สุชาดา. 2559. เคพกูสเบอร์รี ผลไม้คุณประโยชน์ดี๊ดี จนต้องบอกต่อ [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://health.mthai.com/howto/health-care/9997.html (สืบค้น 20 กันยายน 2560).

เรวัตร จินดาเจี่ย, อรุณศิริ กำลัง, จันทร์จรัส วีรสาร และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. ม.ป.ป. ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่โดยไม่ใช้ดิน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพมหานคร.

องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน. 2559. ลักษณ์เคพกูสเบอรี่. องค์ความรู้เพื่อการพัฒนาพื้นที่สูงอย่างยั่งยืน [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/98 (สืบค้น 15 กันยายน 2560).

Andre, L. P., J. M. Eder, S. Anderson, S. J. Daniel, K. Klein, R. Leandro, V. Fabiola, Y. T. Claudio, and A. N. Gilmar. 2013. Emergence and Initial Development of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*) Seedlings with Different Substrate Compositions. Afri. J. of Agri. Rese. 8(49), 6579-6584.

Cikili, Y. and S. Halil. 2016. Response of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana L*.) Plant at Early Growth Stage to Mutual Effects of Boron and Potassium. Gaziosmanpaşa University Ziraat Fakultesi Dergisi J .of Agri., Fac. of Gaziosmanpasa University. 33(2), 184-193.

Hassan Borji, A. M. Ghahsareh, M. Jafarpour. 2010. Effects of the Substrate on Tomato in Soilless Culture. Rese. J. of Agri. and Bio. Scien., 6(6): 923-927.

Intelligence, S. O. 2008. Berries in the World Report. SITRA.

Maloupa, A.E., A. Aboou-Hadid, M. Prasad, C. Kavafakis. 2001. Response of Cucumber and Tomato Plants to Different Substrates Mixtures of Pumice in Substrate Culture. Acta Hort., 550:.593-599.

Selection of Potato Trial Varieties in Northern Thailand

S. Chucheep[1], T. Duangyam[2], K. Faiupara[3] and O. Wongmetha[4*]

[1] Chiang Mai Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Fang, Chiang Mai 50110

[2] Chiang Rai Horticultural Research Center, Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Muang, Chiang Rai 57000

[3] Tak Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Mueang Tak, Tak 63000

[4] Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Horticultural Research Institute, Department of Agriculture, Hangdong, Chiang Mai 50230

* Corresponding author: agriculture_24@hotmail.com

Abstract

The selection of potato trial varieties in Northern Thailand was conducted at Chiang Mai Agricultural Research and Development Center (CMARDC), Chiang Rai Horticultural Research Center (CRHRC) and Tak Agricultural Research and Development Center (TARDC) in 2017 - 2018. All experiments were laid out using a randomized completely block design RCBD with 3 replications and 9 treatments (YS 202, 203, 301, 304, 401, 506, 603 and Atlantic and Spunta). Variables reflecting the performance, quality and resistance to disease were recorded. Findings show that YS203 at CMARDC, CRHRC and TARDC yielded a greater number of tubers per plant (15, 14 and 10 tubers per plants, respectively), tuber weight per plant (688, 362.7, 268.7 g, respectively), and total yield (5,198, 2,739 and 2,030 kg/rai, respectively) than Spunta and other varieties but lower than Atlantic at CMARDC and TARDC. In terms of quality attributes, total solid content of YS202 at CMARDC, CRHRC and TARDC was 22.7, 21.2, 18.6 %, respectively. However, YS203 at TARDC and CRHRC was found to be consistently firmer (0.87, 0.85 N, respectively) than those of Spunta and other varieties. Findings also showed that total tuber weights per plant were positively correlated with total solid and total solution solid content. Overall the findings suggest that out of all of the varieties grown included in the trials, varieties YS203 and YS202

were the best for processing. Further investigation on the selection of potato trial varieties for late blight resistance, nutritional quality, satisfaction of farmers and consumers, and marketing acceptance should be conducted in the future.

Keywords: Trial varieties, yield, quality, potato

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum*) is the important economic crop in the northern part of Thailand because the farmers' income from planting potato per crop per hectare is approximately 2,679 - 4,464 USD (15,000 - 25,000 Baht/rai) (Wongmetha, 2017). In 2016, the total potato planting area showed more than 7,011 hectares (43,818 rai). The total production was 142,303 tons with the average yield of 19,712.6 tons/ha (3,154 kg/rai) (Office of Agricultural Economics, 2016). Normally, potato is grown after harvesting rice in paddy fields in the cool season. The main planting period is in November-December which will be harvested in February-March. In the rainy season, potato cultivation is in highland areas with two different plantings periods, in April-May and July-August which will be harvested in August-September and October-November, respectively (Kittipadakul *et al*., 2016; Office of Agricultural Economics, 2016).

There are two main varieties in Thailand, Spunta for fresh consumption and Atlantic for processing (Wongmetha, 2017). Thai farmers used to plant Bintje, Kennebec, Donata, Baraka and Mirka varieties but most varieties were not suitable for planting in the northern part of Thailand (Kittipadakul *et al*., 2016). At present, the farmers and companies look for different potato varieties which give high yield, high quality, and disease resistance to late blight, viruses, bacteria and scab, for fresh consumption and processing (Wongmetha, 2017). Then, CMARDC imported new potato varieties from Yunnan Academy of Agricultural Sciences (YAAS) in 2015 to select of potato varieties in northern part of Thailand. These varieties give high yield, high total solid content, creamy-white fresh pulp and late blight resistance.

The objective of this study was to identify new potato varieties for processing and fresh consumption with high yield and high quality in the northern part of Thailand.

Materials and Methods

Plant material

Seven potato varieties including YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 and YS603, and two check varieties (Atlantic and

Spunta) were used in the trial. The tubers were harvested about 90 days after planting (DAP) or when the plant's foliage or vines died back. The tubers were graded for uniformity, size and shape. Yield components, quality attributes and disease evaluation were recorded. Ten tubers from each variety were selected for quality attribute evaluation.

Varietal treatments

The pre-basic seed (G0) potato of nine varieties (treatments) with uniform size was planted during the cool and dry seasons (November, 2017). The plot size was 2 × 6 m for each replication. The pre-basic seeds were planted using a spacing of 90 × 20 cm. Compost and dolomite were incorporated to the soil before planting G0 with 200 kg/rai and 200 kg/rai, respectively.

NPK fertilizers (15-15-15) and NPK (13-13-21) were applied at the rate of 100 kg/rai for basal dressing. After that, urea (46-0-0) at the rate of 12.5 kg/rai was applied twice at 30 and 45 days after planting. The cultural and management practices i.e. hoeing, weeding, irrigation and spraying for insect pest and disease control were carried out uniformly for all treatments.

Yield performance

Total yield (kg per rai), the number of tubers per plant were recorded for each variety. Tuber weight per tuber and tuber weight per plant were recorded.

Quality attributes

Total solid content (TSC) was measured using a specific gravity method using samples of 3.63 kg each (Vakis, 1978). The percentages of solid content was calculated from the specific gravity (Murphy and Goven 1959) as follows:

Solid content (%) = -2.86 + 47.1 U

U = (5G-5)/G

G = specific gravity (SG)

SG = weight of tuber in air/ (weight of tuber in air – weight of tuber in water)

Total soluble solids (TSS) were measured using a digital hand refractometer (Atago Pocket refractometer PAL-1) with results expressed in °Brix. Measurements were taken from three pieces of the ventral shoulder, middle and beak of tuber slices.

Firmness was measured using a fruits hardness tester (Nippon Optical Works FHR-5) and a 5 mm-base diameter cylinder type. Firmness of the tubules were measured in three different areas. The readings were averaged and recorded in newton (N).

Statistical analysis

The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD). Nine treatments with three replications were evaluated for yield

performance and quality attributes. Mean comparisons were made using the Duncan's multiple range tests (DMRT) at $p \leq 0.05$. Statistical analysis was carried out using the SAS program

Results and Discussion

Yield performance

The total number of tubers per plant from Atlantic variety in CMARDC, CRHRC and TARDC research stations (16, 11 and 12 tuber per plant) was not significantly different from YS203 variety (15, 14 and 10 tuber per plant) and YS603 in CMARDC and TARDC research sites (15 and 10 tuber per plant), but was significantly different from YS401, YS506, Spunta and YS304, respectively (Table 1).

In CMARDC and CRHRC, the means of tuber weight per tuber of YS401 (95.1 and 50.83 g, respectively) and Spunta (90.2 and 45.7 43.8 g, respectively) were not significantly different from these of the tuber weight found YS202, YS203, YS301 and YS501, but were significantly different from YS603. However in the CRHRC and TARDC research sites, the means of weight per tuber of Atlantic (45.8 and 45.3 g, respectively) were higher than those from Spunta, YS301, YS202, YS301, YS203, YS506 and YS603, respectively (Table 1).

Mean of tuber weight per plant of Atlantic was not significantly different from YS301 in CMARDC research site, but significantly different from CRHRC and TARDC (184.7 and 114.7 g, respectively). In addition, YS203 was found to have the high tuber weight per plant (688 g) in CMARDC research station (Table 1).

Mean of tuber weight per 12 sq. m^2 of Atlantic in CMARDC, CRHRC and TARDC (50, 20 and 27 kg, respectively) were not significantly different from YS301 in CMARDC (50 g) but significantly different in CRHRC and TARDC (10 and 8 g, respectively) including other varieties (Table 1).

Mean of total yield of Atlantic in CMARDC and TARDC (6,624 and 3,549 kg per rai, respectively) were not significantly different from YS301 in CMARDC (5,198 kg per rai) and YS203 in CMARDC and CRHRC (5,198 and 2,739 kg per rai, respectively) but was significantly different from Spunta and other varieties (Table 1).

Potato yield vary among different potato cultivars; soil type and temperature; locations; cultural practices; maturity; post-harvest storage conditions and other factors (Sing and Kaur, 2009). Potato production in northern Thailand is highly correlated with climate and production constraints. The climate is quite warm (14 - 29 °C in January to 22 - 36 °C in April). Lowland (300 - 700 m above sea level) potato production is limited by temperature to one crop in the dry winter months (November-March) (Kittipadakul *et al.*, 2016).

Table 1 The average yield components; tubers number per plant, total weight per tuber, tuber weight per plant, production per 12 sq.m^2 and yield production of potato varieties in CMARDC, CRHRC and TARDC, Thailand in 2018.

Varieties	Tuber number/ plant			Tuber weight/ tuber (g)			Tuber weight/ plant (g)			Tuber weight/ 12 m^2 (kg)			Total yield (kg/rai)		
	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC
Atlantic (Control)	16 a	11 a	12 a	56.0 c	45.8 a	45.3 ab	876.7 a	351.7 ab	469.7 a	50 a	20 a	27 a	6,624 a	2,655 ab	3,549 a
Spunta (Control)	8 bc	4 b	4 c	90.2 ab	45.7 a	43.8 ab	554.7 bc	162.7 cd	112.0 c	31 bc	9 bc	6 c	4,191 bc	1,229 cd	846 c
YS202	11 ab	7 b	4 c	61.9 abc	36.7 ab	24.4 b	652.0 abc	207.3 bcd	68.3 c	37 abc	12 abc	4 c	4,926 abc	1,566 bcd	516 c
YS203	15 a	14 a	10 ab	61.3 abc	31.2 ab	56.5 a	688.0 ab	362.7 a	268.7 b	39 ab	20 a	15 b	5,198 ab	2,739 a	2,030 b
YS301	12 ab	7 b	7 bc	69.8 abc	38.3 ab	24.4 b	885.3 a	184.7 cd	114.7 c	50 a	10 bc	8 c	6,689 a	1,395 cd	866 c
YS304	10 bc	4 b	4 c	43.4 c	32.1 ab	37.5 ab	428.7 c	77.3 d	88.7 c	24 bc	4 c	5 c	3,239 bc	584 d	670 c
YS401	6 c	6 b	3 c	95.1 a	50.8 a	38.9 ab	436.7 bc	269.0 abc	129.3 c	25 bc	15 ab	7 c	3,299 bc	2,032 abc	977 c
YS506	8 c	4 b	3 c	74.6 abc	29.3 ab	43.8 ab	389.7 c	94.0 d	108.7 c	22 c	5 c	6 c	2,944 c	710 d	819 c
YS603	15 a	6 b	10 ab	43.2 c	19.3 b	45.7 ab	547.3 bc	77.7 d	279.3 b	31 bc	4 c	16 b	4,136bc	587 d	2,110 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	24.3	29.8	39.3	28.5	37.0	40.6	23.1	41.8	36.0	23.1	41.1	35.4	23.1	40.9	36.0

* = Significant difference at probability level 0.05

Quality attributes

Total solid content (TSC) of samples collected from YS202 in CMARDC, CRHRC and TARDC (22.7, 21.2 and 18.6 %, respectively) were significantly higher than those of the controls (Atlantic and Spunta) and other varieties (Table 2). Moreover, percentage of TSC in CMARDC was higher than those in CRHRC and TARDC because which could be that the weather in CMARDC was colder than the other research stations. Therefore, potato tuber accumulate starch and dry matter. Starch is the major component of the dry matter accounting for approximately 70 % of the total solids (Sing and Kaur, 2009). This is mainly determined genetically and thus depends on the variety (BeMiller and Whistler, 2009). Starch compositions (amylose and amylopectin) are affected by the cultivars and environmental factors (production area, soil, climate etc.) (Bhat, 2015). Climate, soil and addition of fertilizer all affect the growth and dry matter content of the tuber (BeMiller and Whistler, 2009).

Total soluble solids (TSS) of YS603 in CRHRC, CMARDC and TARDC (10.1, 8.2 and 4.9 ^{o}Brix, respectively) were significantly higher than those of Atlantic, Spunta and other varieties (Table 2). TSS and TSC were positively correlated, and highly depended on potato variety (Feltran *et al.*, 2004).

Potato tubers from the Atlantic variety from all three sites were found to be firmer than those of Spunta and other varieties but not significantly firmer than those from YS603 (0.89 N) and YS203 in TARDC and CRHRC (0.87 and 0.85 N, respectively) (Table 2, Figure 1). Because different varieties have different enzymatically mediated degradation changes in the cell walls during maturity. The enzymes are pectin esterases and polygalacturonases which might be either synthesized, activated, or a combination of both (Kays, 1991).

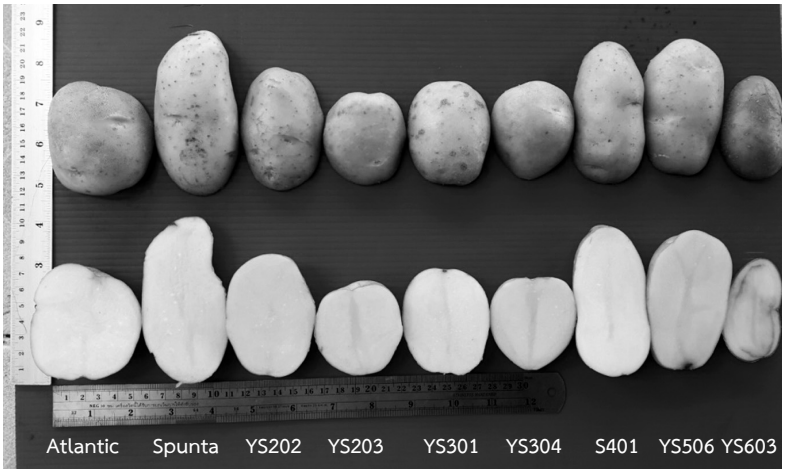

Figure 1 The tuber shapes of each variety after harvest in 2018

Table 2 The average quality attributes; total solid content (TSC), total soluble solid (TSS) and firmness of potato varieties in CMARDC, CRHRC and TARDC, Thailand in 2018.

Varieties	TSC (%)			TSS (°Brix)			Firmness (N)		
	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC	CMARDC	CRHRC	TARDC
Atlantic (Control)	20.9 d	16.7 d	17.1 c	6.4 b	5.3 d	4.4 c	0.82 a	0.87 a	0.87 b
Spunta (Control)	18.8 f	16.5 d	16.5 d	4.3 g	3.9 f	3.5 f	0.78 bc	0.82 bc	0.84 b
YS202	22.7 a	21.2 a	18.6 a	5.9 de	5.4 cd	4.1 d	0.76 cd	0.83 bc	0.88 a
YS203	22.0 b	19.2 b	17.5 b	4.4 g	5.2 d	2.6 g	0.75 d	0.85 ab	0.87 a
YS301	21.4 c	16.0 e	15.8 e	5.3 f	4.8 e	4.7 b	0.79 b	0.84 b	0.83 bc
YS304	21.2 c	16.5 d	17.5 b	6.0 cd	5.6 c	2.6 g	0.81 a	0.80 cd	0.84 b
YS401	20.1 e	17.6 c	16.5 d	6.2 bc	6.2 b	3.8 e	0.77 bcd	0.78 d	0.81 c
YS506	17.5 g	15.8 e	16.0 e	5.7 e	5.2 d	2.6 g	0.82 a	0.83 bc	0.85 b
YS603	21.8 b	16.5 d	18.6 a	8.2 a	10.1 a	4.9 a	0.77 bcd	0.83 bc	0.89 a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CV (%)	0.9	0.8	1.1	2.7	2.6	3.5	1.4	2.0	1.6

* = Significant difference at probability level 0.05

Conclusion

Results from these experiment trials in Northern Thailand show that the variety YS203 had a better performance than Spunta but lower than Atlantic, followed by YS202 for processing. Moreover, quality attributes such as total solid content of YS202 and YS203 has a high percentage of starch and low TSS. Therefore, the findings suggested that YS203 and YS202 varieties were the most suitable processing variety for growing in Chiang Mai, Chiang Rai and Tak provinces.

Acknowledgments

The authors wish to express their sincere gratitude to directors of the CMARDC, CRHRC and TARDC and administrative sector for facilitation and YAAS for supporting tissue potato varieties. Our gratitude also goes to all staff of research centers for kindly assisting and making this research success.

References

BeMiller, J. and R. Whistler. 2009. Starch: chemistry and technology. Third edition. Academic Press. Elsevier. NY, USA.

Bhat, R. 2015. Varying amylose and total starch content in potato tubers derived from Finland and Sweden. M.S. Thesis in Department of Food Science, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences.

Feltran, J.C., L.B. Demos and R.L. Vieites. 2004. Technological quality and utilization of potato tubers. Sci. Agr. (Piracicaba, Brazil) 61: 598-603.

Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold Inc. NY, USA.

Kittipadakul, P., B. Jaipeng, A. Slater, W. Stevenson and S. Jansky. 2016. Potato production in Thailand. Am. J. Potato Res. 93(4): 380-385.

Molders K., M. Quinet, J. Decat, B. Secco, E. Dulie`re, S. Pieters, T. Van Der Kooij, S. Lutts, and D. Van Der Straeten. 2012. Selection and hydroponic growth of potato cultivars for bioregenerative life support systems. Adv. Space Res. 50: 156-165.

Murphy, H.J. and M.J. Goven. 1959. Factors affecting the specific gravity of the white potato in Maine. Maine Agr. Exp. Sta. Bul. 583.

Office of agricultural economics. 2016. Agricultural economic report 2016. Agricultural statistics. Ministry of agriculture and cooperatives 402: 68-69. (In Thai)

Singh, J. and L. Kaur. 2009. Advances in potato chemistry and technology. Academic Press, Elsevier, NY, USA.

Vakis, N.J. 1978. Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 potato cultivars grown Dunder Cyprus conditions. Potato Res. 21: 171-181.

Wongmetha O. 2017. Annual report on technology dissemination of virus-free seed potato production using hydroponic production systems in Thailand. pp. 147-177. *In*: Y. Jin, (Ed.), 2017 AFACI Program Workshop on Seed Potato Production. Asian Food and Agriculture Cooperation initiative (AFACI), Rural Development Administration (RDA) and Indonesian Agency for Agricultural Research and Development Ministry of Agriculture.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 1(2):31-38
J. Agri. Prod.
31

ประสิทธิภาพของชอล์กสมุนไพรป้องกันมด

The Efficacy of Ant Prevention Herbal Chalks

ดวงกมล ส่างแก้ว นนทลีย์ มูฮาหมัดสลาม และ ณัฏฐ์พัชร เถียรวรกานต์*

Duangkamol Sangkaew Nontalee Muhammadsalam and Nutpachara Theanworrakant*

สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: nutworrakant@gmail.com

Abstract

The purpose of this research was to determine the effectiveness of herbal chalk formulas, the optimal distance of herbal chalk lines, and the optimal time of application of herbal chalks on ant prevention. The prevention of fire ant (*Solenopsis geminate*) was investigated using herbal chalk formulas including chicken's eggshells, chicken's eggshells with kaffir lime, chicken's eggshells with chili, and compare with the control. The optimal distance and efficiency time of herbal chalk line was evaluated by drawing from the center point of the food source at 5 to 30 centimeters for 15 - 60 minutes. The result showed that all chalk formulas had prevented fire ants in range of 88.9 - 98.7 percent. The chicken's eggshells with chili (radius of 5 centimeters) was the highest fire ant prevention with 98.7 percent for 60 minutes.

Keywords: Fire ants, Herbal chalk, Ant prevention chalk

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชอล์กสมุนไพรในการป้องกันมด ระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์ก และความเสถียรของประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสมุนไพร โดยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันมดคันไฟ (*Solenopsis geminate*) ระยะทางที่เหมาะสมและความเสถียรของประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของชอล์กสมุนไพร 4 สูตร ได้แก่ สูตรปกติ, สูตรเปลือกไข่,

สูตรเปลือกไข่มะกรูด และสูตรเปลือกไข่พริก เปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยการขีดชอล์กที่ระยะรัศมีจากจุดกึ่งกลางของแหล่งอาหาร 5 - 30 เซนติเมตร และศึกษาหลังจากขีดชอล์ก ตั้งแต่เวลา 15 - 60 นาที ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชอล์กทุกสูตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันมดได้ 88.9 - 98.7 เปอร์เซ็นต์ โดยชอล์กสูตรเปลือกไข่พริกเป็นสูตรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสามารถป้องกันมดได้ถึง 98.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะรัศมี 5 เซนติเมตรจากจุดกึ่งกลางของแหล่งอาหาร และมีความเสถียรของประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ที่ระยะเวลา 60 นาที

คำสำคัญ: มดคันไฟ ชอล์กสมุนไพร ชอล์กป้องกันมด

คำนำ

มดคันไฟ (fire ant: *Solenopsis geminate*) เป็นแมลงในวงศ์ Formicidae อันดับ Hymenoptera เป็นมดที่ทำอันตรายให้กับมนุษย์โดยการกัดหรือต่อย พร้อมทั้งปล่อยพิษลงไปในรอยแผลที่กัดหรือต่อยนั้นทำให้รู้สึกเจ็บปวด พิษของมดคันไฟประกอบด้วยสารสำคัญหลัก 2 ชนิด คือ สารอัลคาลอยด์และโปรตีน สารอัลคาลอยด์จะเป็นพิษกับเซลล์ ทำให้บริเวณที่ถูกต่อยเกิดเป็นตุ่มหนอง และถ้าผิวหนังบริเวณนั้นแตกออกอาจทำให้เกิดการติดเชื้อซ้ำของแบคทีเรีย (Secondary infection) ทำให้เป็นโรคผิวหนังเรื้อรัง ส่วนโปรตีนนั้นจะไม่ค่อยมีผลมากนักยกเว้นผู้ที่มีอาการแพ้ นอกจากนั้นมดคันไฟยังเป็นตัวพาเชื้อโรคติดมาตามขาและหนวด เมื่อมดพวกนี้ขึ้นมากินอาหารของคนจะทำให้มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในอาหาร การป้องกันกำจัดมดคันไฟ วิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมคือ การใช้ชอล์กป้องกันมด โดยชอล์กป้องกันมดที่ขายตามท้องตลาดมีส่วนประกอบของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเป็นหลัก จึงอาจเป็นอันตรายหรือส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ สัตว์เลี้ยงและสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำเปลือกไข่ มะกรูด และพริกที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงมาใช้ทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว และเพื่อเป็นการลดขยะมูลฝอยย่อยสลายโดยกระบวนนำกลับมาใช้ใหม่ ตลอดจนการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรเพื่อให้เกิดประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า รวมไปถึงช่วยลดการนำเข้าของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ประสิทธิภาพของชอล์กสมุนไพรสูตรต่างๆ ในการป้องกันมด ระยะทางที่เหมาะสมต่อการออกฤทธิ์ของสมุนไพร รวมถึงความเสถียรของประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ของสมุนไพร

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมส่วนผสมของสมุนไพร

เปลือกไข่: นำเปลือกไข่มาล้างให้สะอาด ลอกเนื้อเยื่อที่ติดด้านในออก นำไปตากแดด แล้วปั่นให้ละเอียด จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรง จะได้ผลเปลือกไข่ที่มีความละเอียดมากขึ้น

น้ำใบมะกรูด: ชั่งใบมะกรูดที่ปั่นละเอียด ปริมาณ 10 กรัม ผสมกับน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง

น้ำพริก: ชั่งพริกแห้งที่ปั่นละเอียด ปริมาณ 10 กรัม ผสมกับน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง

การทำชอล์กสูตรต่างๆ

เตรียมส่วนผสม ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์ ดินสอพอง เปลือกไข่ น้ำเปล่า น้ำมะกรูด น้ำพริกบีกเกอร์ หลอดฉีดยา หลอดพลาสติกขนาดใหญ่ แท่งแก้วสำหรับคน โดยนำส่วนผสมที่เตรียมไว้มาผสมให้เข้ากันในบีกเกอร์ จากนั้นคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุใส่หลอดพลาสติกขนาดใหญ่ที่ใช้เป็นแม่พิมพ์ชอล์ก ทิ้งไว้ให้แห้ง แกะชอล์กออกจากแม่พิมพ์ นำไปทดสอบต่อไป (Figure 1) โดยแต่ละกรรมวิธี (สูตร) มีอัตราส่วนผสมของชอล์กดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สูตรปกติ (no-eggshell, NES): ปูนปลาสเตอร์: ดินสอพอง: เปลือกไข่: น้ำ = 2: 2: 0: 1.4

กรรมวิธีที่ 2 สูตรเปลือกไข่ (only eggshell, OES): ปูนปลาสเตอร์: ดินสอพอง: เปลือกไข่: น้ำ = 2: 1: 1: 1.4

กรรมวิธีที่ 3 สูตรเปลือกไข่มะกรูด (kaffir lime eggshell, LES): ปูนปลาสเตอร์: ดินสอพอง: เปลือกไข่: น้ำมะกรูด =2: 1: 1: 1.4

กรรมวิธีที่ 4 สูตรเปลือกไข่พริก (chili eggshell, CES): ปูนปลาสเตอร์: ดินสอพอง: เปลือกไข่: น้ำพริก = 2: 1: 1: 1.4

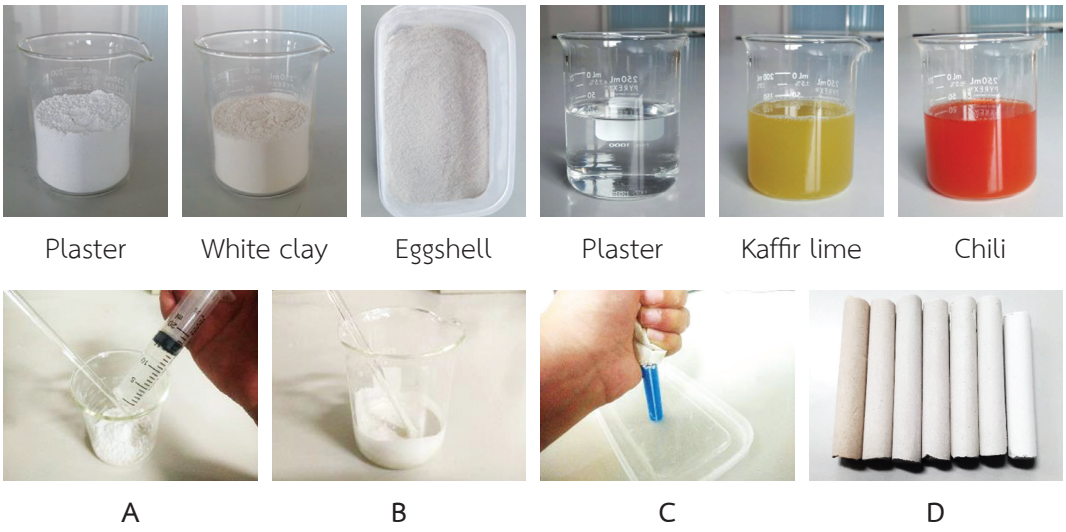

Figure 1 All ingredients used to prepare the herbal chalks and protocol as A) add selected ingredient, B) mix well, C) packed into the straw, D) peel it off when it dry

วิธีการทดสอบ

การศึกษาประสิทธิภาพและระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้องกันมดของชอล์กสูตรต่างๆ ดำเนินการโดยขีดชอล์กล้อมรอบอาหาร ได้แก่ ฝอยทอง ที่ใช้เป็นเหยื่อล่อที่รัศมีจากจุดกึ่งกลาง 5 เซนติเมตร ทำการจับเวลาที่ 15, 30, และ 60 นาที ปล่อยมดจำนวน 100 ตัว นอกเขตรัศมีที่กำหนด นับจำนวนมดที่เข้าไปตอมอาหาร หรือแสดงเป็นร้อยละสัดส่วนที่ป้องกันการเข้าไปถึงอาหารได้ของสิ่งทดลอง

การศึกษาระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์กเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดสูงสุด

ดำเนินการโดยกำหนดระยะทางในการใช้ชอล์กขีดป้องกันมดเป็นรัศมีห่างจากจุดกึ่งกลางที่วางอาหาร คือ 5, 10, 15, 20, 25, และ 30 เซนติเมตร (Figure 2) จากนั้นปล่อยมดจำนวน 100 ตัว นอกเขตรัศมีที่กำหนด แล้วสังเกตจำนวนมดที่เข้าไปตอมอาหารที่ระยะเวลา 15 นาที

ทุกการทดลองดำเนินการโดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม คือ ไม่มีการใช้ชอล์กในการป้องกันกำจัดมด วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ One-way ANOVA

Figure 2 Distance from the center point of food source at various radii (ranging from 5 - 30 centimeters)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ประสิทธิภาพและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ชอล์กป้องกันมดสูตรต่างๆ

การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพและระยะเวลาในการป้องกันมดของชอล์กสูตรต่างๆ ที่ระยะเวลา 15, 30, และ 60 นาทีหลังการใช้ ได้ดำเนินการทดสอบโดยนำชอล์กสูตรต่างๆ ที่ต้องการศึกษามาขีดเป็นวงกลมล้อมรอบอาหารที่ใช้เป็นเหยื่อล่อมด ที่ระยะรัศมีจากจุดกึ่งกลางของแหล่งอาหาร 5 เซนติเมตร จากนั้นดำเนินการจับเวลา และนับจำนวนมดที่เข้าไปตอมอาหาร ผลการศึกษาที่ได้พบว่า กรรมวิธีควบคุม มีมดเข้าไปตอมอาหารในทุกช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน อยู่ที่ 75.33 - 79.67 ตัว (Table 1) ส่วนชอล์กสูตรปกติ (NES), สูตรเปลือกไข่ (OES) และสูตรเปลือกไข่มะกรูด (LES) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันมดที่ระยะเวลา 15 และ 30 นาทีหลังการใช้งาน สามารถป้องกันมดได้ดีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันมดลดลงที่ระยะเวลา 60 นาที สำหรับชอล์กสูตรเปลือกไข่

พริก (CES) เป็นเพียงสูตรเดียวที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน พบมดเข้าไปตอมอาหารเพียง 1 - 1.5 ตัว เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สามารถป้องกันมดได้ 98.5 - 99 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเป็นสูตรที่ดีที่สุดที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาต่อไป (Figure 3)

Table 1 Numbers of fire ants reached the food for each herbal chalk treated for 15, 30, and 60 minutes

Period after use	Treatment				
	Control	NES	OES	LES	CES
15 minutes	79.67 ± 8.12	7.83 ± 2.32 [a]	4.5 ± 1.64 [a]	2.50 ± 0.84 [a]	1.00 ± 00
30 minutes	76.00 ± 14.06	8.83 ± 2.48 [a]	4.83 ± 0.75 [a]	3.00 ± 1.41 [a]	1.17 ± 0.41
60 minutes	75.33 ± 17.26	16.00 ± 4.94 [b]	9.83 ± 2.64 [b]	5.33 ± 1.21 [b]	1.50 ± 0.55
Statistic	ns	*	*	*	ns

Remark ns = not significantly different, * = significanly different at P=0.05

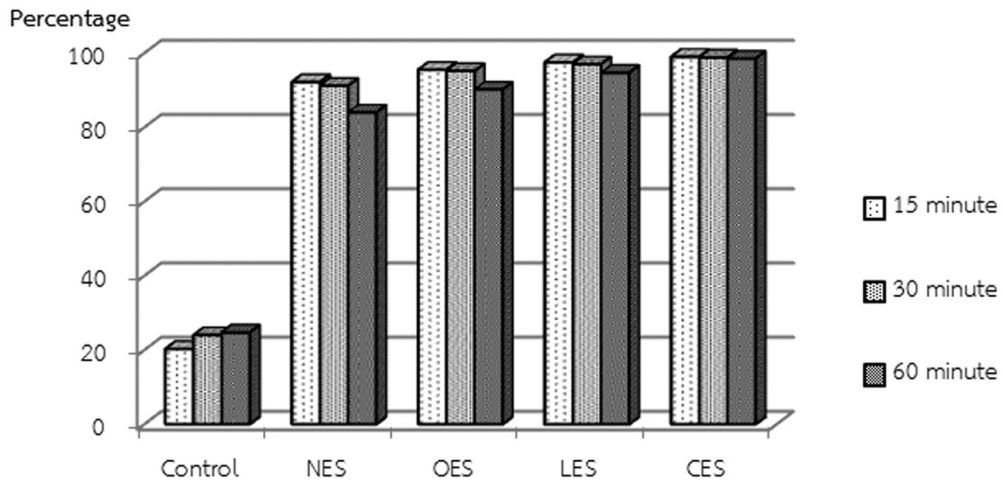

Figure 3 The prevention percentage to fire ants when using different herbal chalk formulas compared to control (not using chalk)

2. การศึกษาระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์กเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดสูงสุด

การศึกษาเกี่ยวกับระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์กป้องกันมด ได้ดำเนินการโดยกำหนดระยะทางในการใช้ชอล์กขีดป้องกันมดเป็นรัศมีห่างจากจุดกึ่งกลางที่วางอาหาร คือ 5, 10, 15, 20, 25, และ 30 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยมดจำนวน 100 ตัว นอกเขตรัศมีที่กำหนด แล้วสังเกตจำนวนมดที่เข้าไปตอมอาหาร ที่ระยะเวลา 15 นาที ผลการศึกษาพบว่าระยะทางในการขีดชอล์กที่ห่างจากแหล่งอาหารเพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันมดลดลง โดยระยะทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้ชอล์กทุกสูตรในการขีดป้องกันมด คือ รัศมี 5 เซนติเมตร จากจุดกึ่งกลางของแหล่งอาหาร รองลงมาคือ 10, 15, 20, 25 และ 30 เซนติเมตรตามลำดับ (Figure 4)

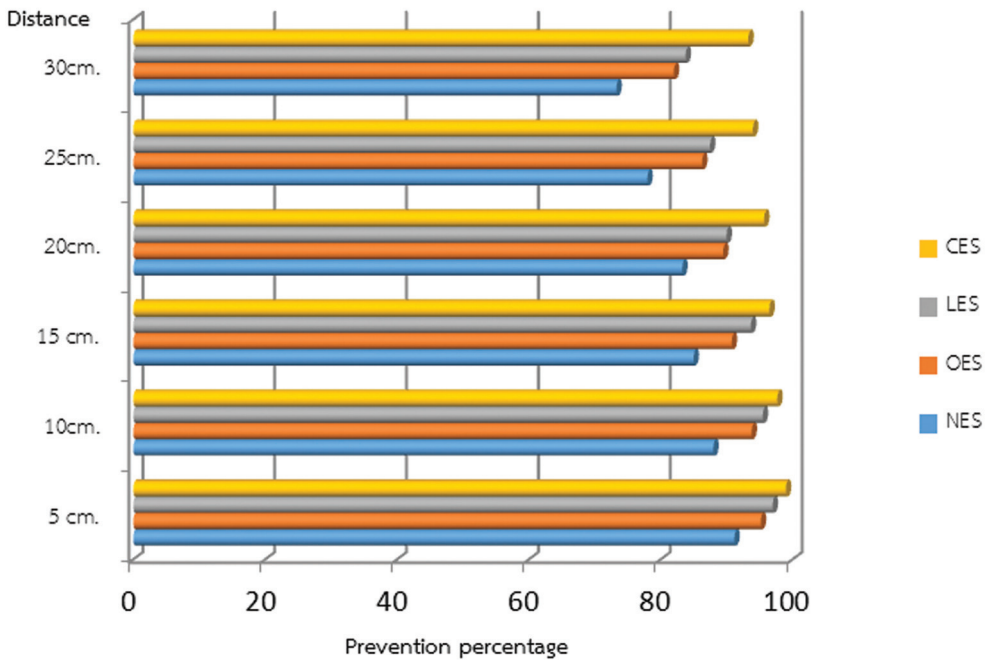

Figure 4 The prevention percentage of herbal chalks to fire ant at various distance from 5 - 30 centimeters from food source.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชอล์กในการป้องกันมด พบว่าชอล์กทุกสูตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันมดได้อยู่ที่ 88.9 - 98.8 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกสูตรมีปูนปลาสเตอร์และดินสอพองเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน โดยดินสอพองมีองค์ประกอบทางเคมี คือ แคลเซียมคาร์บอเนต อยู่ร้อยละ 80 (สำนักงานเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย, 2562) ซึ่งจะส่งกลิ่นรบกวน กลิ่นที่บอกเส้นทางเดินของมดตัวอื่นๆ ทำให้มดไม่เดินผ่านเส้นที่ชอล์กขีดเอาไว้ ดังนั้นเมื่อเติมส่วนผสมของเปลือกไข่ ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก 97 เปอร์เซ็นต์

(Burley และคณะ, 1989; Hunton, 2005) ลงในสูตร OES, LES และ CES ทำให้ปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนตในส่วนผสมของชอล์กเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันมดดีขึ้น นอกจากนี้สารแคลเซียมในเปลือกไข่เมื่อผสมกับน้ำจะได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง สามารถขับไล่มดได้ (ชำนาญ, 2555) สำหรับสูตรเปลือกไข่มะกรูด ที่มีการเติมน้ำมะกรูดในส่วนผสม มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดได้มากกว่าสูตรเปลือกไข่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมะกรูดมีสารที่ช่วยในการไล่แมลง เมื่อนำไปใส่เพิ่มเติมในการผลิตชอล์กสูตรเปลือกไข่จึงช่วยเสริมฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดมดได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fan และคณะ (2011) ที่รายงานว่ามะกรูดมีสารชื่อว่า β-citronellal ที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลง (insect repellant) สามารถนำมาใช้เป็นสารไล่หนอนผีเสื้อได้ และงานวิจัยของ Tawtsin *et.al.* (2001) ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดมีคุณสมบัติในการไล่ยุงได้ดี ส่วนสูตรเปลือกไข่พริก ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันมด อาจเป็นผลมาจากสารสำคัญในพริกที่มีชื่อว่า capsaicin ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการกินอาหาร (feeding deterrent) ของแมลงจำนวนมาก และเป็นสารไล่แมลงที่สำคัญ จึงส่งผลทำให้เกิดการเสริมฤทธิ์ในการป้องกันมดได้มากขึ้น เมื่อทำงานร่วมกันแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งผลวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของอภิรักษ์และคณะ (2562) ที่รายงานว่าสารสกัดพริกผสมกับเปลือกไข่ไก่ มีประสิทธิภาพในการไล่มดได้ดีกว่า สารสกัดจากเปลือกไข่ไก่ นอกจากป้องกันกำจัดมดแล้ว สารสกัดจากพริกยังสามารถป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) ได้อีกด้วย (วสกร และคณะ, 2545)

สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ชอล์กป้องกันมดให้มีประสิทธิภาพดี ในสูตรที่ปกติ สูตรเปลือกไข่ และสูตรเปลือกไข่มะกรูด จะอยู่ที่ระยะเวลา 15 - 30 นาที เมื่อระยะเวลาเกิน 30 นาที ประสิทธิภาพจะเริ่มลดลง ต่างจากสูตรเปลือกไข่พริก ที่มีส่วนผสมของพริกเป็นองค์ประกอบ พบว่าประสิทธิภาพที่ระยะเวลา 60 นาทีไม่แตกต่างจาก 15 และ 30 นาที ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าพริกมีสารออกฤทธิ์ที่ให้กลิ่นที่รุนแรง ยาวนานมากกว่ามะกรูด เนื่องจากแคปซายซิน (capsaicin) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของพริกเป็นสารที่มีคุณสมบัติเผ็ดร้อน กลิ่นฉุน มีฤทธิ์ระคายเคืองต่อสัตว์ จึงส่งผลให้เสถียรภาพการคงอยู่ของกลิ่นสมุนไพรที่เป็นส่วนผสมของชอล์กคงตัวนาน ทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดยังคงดีมากแม้เวลาผ่านไปถึง 60 นาที

การศึกษาระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์กเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดสูงสุด พบว่าที่ระยะของรัศมีที่ห่างจากจุดกึ่งกลางที่วางอาหาร 5 เซนติเมตร เป็นระยะทางที่เหมาะสมที่สุดในการขีดชอล์ก แสดงให้เห็นว่าการใช้ชอล์กให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ควรขีดชอล์กไว้ใกล้ๆ แหล่งอาหาร เพราะยิ่งเพิ่มระยะห่างของการขีดชอล์กออกไปจากแหล่งอาหารเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดจะยิ่งลดลง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของชอล์กสมุนไพรสูตรต่างๆ ในการป้องกันมด พบว่าชอล์กทุกสูตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันมดได้ 88.9 - 98.8 เปอร์เซ็นต์ โดยสูตรเปลือกไข่พริกมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ชอล์กป้องกันมดสูตรปกติ สูตรเปลือกไข่ และสูตรเปลือกไข่มะกรูด ให้มีประสิทธิภาพดี ควรใช้ในเวลา 15 - 30 นาที

ส่วนสูตรเปลือกไข่พริก สามารถใช้ป้องกันได้นานถึง 60 นาที โดยประสิทธิภาพไม่ได้ลดลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้น ส่วนระยะทางที่เหมาะสมในการขีดชอล์กเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันมดสูงสุดคือระยะรัศมีห่างจากจุดกึ่งกลางที่วางอาหาร 5 เซนติเมตร ซึ่งระยะทางในการขีดชอล์กจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับประสิทธิภาพในการป้องกันมด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ประไพหลง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวลี มิ่งคำ เป็นอย่างยิ่งในการให้คำแนะนำ และช่วยตรวจแก้ไขการเขียนบทความวิจัย

เอกสารอ้างอิง

คมคาย พฤกษากร สุธีร์ นนทภา สินธุ์ สโรบล และไมตรี สุทธจิตต์. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไล่มดจากสารสกัดหญ้าหวาน. วารสารนเรศวรพะเยา 7(2): 110-117.

ชำนาญ ทองเกียรติกุล. 2555. ประโยชน์จากเปลือกไข่ทำชอล์กป้องกันมดปลอดสาร. เทคโนโลยีชาวบ้าน 25(536): 76.

วสกร บัลลังก์โพธิ์ จันทรา เป็นสุข พรทิพย์ วิสารทานนท์ พิณทิพย์ กรรณสูตร และสุรพล วิเศษสรรค์. 2545. สารสกัดจากพริกขี้หนู (*Capsicum frutescens* L.) ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 6(พิเศษ): 300-304.

สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2562. ดินสอพอง. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา www.dmsc.moph.go.th/cosmetics/upload/knowledge/ดินสอพอง.pdf (24 เมษายน 2562).

อภิรักษ์ ศิริบุญลักษณ์กุล ภคปภา รัตนธารี และสิทธิยาภา ธัญญะสิทธิ์. 2562. เปรียบเทียบสารสกัดจากพริกและเปลือกไข่ในการไล่มด. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา www.itrmu.net/web/06rs1/index.php (24 เมษายน 2562).

Burley, R.W. and D.V. Vadehra. 1989. The Avian Egg Chemistry and Biology. John Wiley Sons. NY.

Fan, S.L., M.A. Rita, O. Dzolkhifli and R. Mawardi. 2011. Insecticidal properties of *Citrus hystrix* DC leaves essential oil against *Spodoptera litura* fabricius. Journal of Medicinal Plants Research 5(16): 3739-3744.

Hunton, P. 2005. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. Brazillian Journal of Poultry Science. 7(2): 67-71.

Tawtsin A., S.D. Wratten, R. Scott, U. Thavara and Y. Techadamrongsin. 2011. Repellency of volatile oil from plants against three mosquito vectors. Engl. J. Med. 26: 76-82.

บทบาทของสารไกลซีนเบตาอีน แคลเซียมและโพแทสเซียม ในกระบวนการชักนำให้ต้นกล้ามะเขือเทศเกิดความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง

Role of Glycinebetaine, Calcium and Potassium on Induction of Heat Tolerance in Tomato Seedlings

นิลวรรณ นิ่มน้อย และ สิริวัฒน์ สาครวาสี*

NinlawanNimnoy and SiriwatSakhonwasee*

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Master of Science Program in Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: siriwat@mju.ac.th

Abstract

Supra-optimal temperature induces heat stress in plants which in turn affect quality and quantity of agricultural products negatively. Induction of heat tolerance by exogenous application of Glycinebetaine (GB) is an alternative approach which can alleviate the effect of heat stress during plant cultivation. However, the mechanism of GB on induction of heat tolerance is not well understood. This study investigated the involvement of calcium on the mechanism of GB using calcium channel blocker, Verapamil (VP), and potassium channel blocker, Tetraethylammonium Chloride (TEA) and tomato seedlings as a plant model. Results showed that tomato seedlings received foliar application of GB had higher photosynthetic rate, stomatal conductance, maximum quantum efficiency of PSII, quantum efficiency of PSII fresh weight and dry weight than the control received only water. Moreover, application of GB resulted in lower amount of Malondialdehyde and percentage of ion leakage of leaf tissue when compared to the control under heat stress condition. Application of either calcium or potassium channel blockers negated all the positive effects of GB. Results implied that the mechanism of GB-induced heat

tolerance could be associated with the change of cellular concentration of calcium and potassium.

Keywords: Glycinebetaine, Heat stress, Calcium

บทคัดย่อ

สภาพอุณหภูมิสูงเกินความเหมาะสมก่อให้เกิดสภาวะเครียดในพืชซึ่งจะส่งผลเสียต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิตในภาคการเกษตร การชักนำให้พืชทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงโดยให้สารละลายไกลซีนเบตาอีน (Glycinebetaine หรือ GB) จากภายนอกเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยบรรเทาผลกระทบในเชิงลบของสภาพอุณหภูมิสูงต่อการปลูกพืชได้ แต่กลไกการทำงานของ GB ในสภาพอุณหภูมิสูงยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเกี่ยวข้องของแคลเซียมในกลไกการทำงานของ GB โดยให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมเวอร์ราปามิล (Verapamil) และสารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนโพแทสเซียม (Tetraethylammonium Chloride) ร่วมกับ GB โดยใช้ต้นกล้ามะเขือเทศเป็นพืชทดสอบจากการทดลองพบว่า การให้ GB ทางใบที่ความเข้มข้น 1 mM แก่ต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงส่งผลให้ต้นมะเขือเทศมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสง ค่าอัตราการนำไหลของปากใบ ค่าประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดและประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงหมายเลขสอง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าของต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่าในสภาพเดียวกัน อีกทั้งการให้ GB ยังส่งผลให้ปริมาณมาลอนดิอัลดีไฮด์และเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออนในใบต่ำกว่าต้นที่ได้รับน้ำเปล่า ด้วยการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียมลดทอนอิทธิพลในเชิงบวกของ GB ทั้งหมด ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงนัยว่ากลไกการชักนำให้พืชทนร้อนด้วย GB น่าจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแคลเซียมและโพแทสเซียมภายในเซลล์

คำสำคัญ: ไกลซีนเบตาอีนแคลเซียม ความเครียดจากสภาพอุณหภูมิสูง มะเขือเทศ

คำนำ

สภาพอุณหภูมิสูงเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ผลผลิตในภาคการเกษตรลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เขตร้อน โดยสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นเพียง 1 องศาเซลเซียส อาจทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ถึง 10 % (Peng *et al.*, 2004) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงเกินความเหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชลดลงได้ เช่น ในผักโขมที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลงถึงประมาณ 80 % (Yamane *et al.*, 1998) ในมะเขือเทศพบว่าสภาพอุณหภูมิสูงที่ 45 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งไม่ได้เป็นผลมาจากการปิดของปากใบแต่กลับมีสาเหตุมาจากการยับยั้งการทำงานของปฏิกิริยาคาร์บอนและปฏิกิริยาแสงเป็นหลัก (Camejo *et al.*, 2005) ผลกระทบในเชิงลบที่เกิดขึ้นกับการสังเคราะห์แสงนี้ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ทำให้

ผลผลิตของพืชที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงมีปริมาณและคุณภาพลดลง

ไกลซีนเบตาอีน (Glycinebetaine หรือ GB) เป็นอนุพันธ์ของอามีน ที่มีคุณสมบัติเป็นสารคอมแพททิเบิลโซลูท (Compatible solute) ที่เซลล์ของพืชสามารถสะสมไว้ได้ในปริมาณสูงโดยไม่เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ พืชหลายชนิดสามารถสังเคราะห์ GB ได้ภายในเซลล์โดยจะมีการสะสมในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชเผชิญสภาวะเครียดรูปแบบต่างๆ (Chen and Murata, 2011) ด้วยเหตุนี้จึงมีงานวิจัยการถ่ายยีนสังเคราะห์ GB ให้กับพืชเพื่อจุดประสงค์ในการเพิ่มความทนทานต่อความเครียด เช่น การถ่ายยีน *codA* ซึ่งทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ไกลซีนเบตาอีนจากสารโคลีนให้แก่มะเขือเทศ และพบว่ากล้ามะเขือเทศมีการแสดงออกของยีน HSP70 (Heat-shock protein 70) เพิ่มขึ้นพร้อมกับมีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงมากขึ้นด้วย (Li *et al.*, 2011) นอกจากนี้การให้ GB แก่พืชโดยตรงยังสามารถชักนำให้พืชมีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้นด้วย เช่น ในต้นดาวเรืองการพ่นสารละลาย GB ที่ความเข้มข้น 1 mM ให้ทางใบ พบว่ามีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสูงขึ้นกว่าต้นที่ได้รับน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว (Sorwong and Sakhonwasee, 2015) อย่างไรก็ตามกลไกการชักนำให้พืชทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงโดยไกลซีนเบตาอีนไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

งานวิจัยของ Li *et al.* (2011) แสดงให้เห็นว่าการมี GB สะสมภายในเซลล์พืชทำให้เซลล์สามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีน HSP70 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการบรรเทาความเครียดจากสภาพอุณหภูมิสูงได้ ในขณะเดียวกันงานวิจัยของ Saidi *et al.* (2009) ก็บ่งชี้ว่าการตอบสนองของเซลล์พืชรวมไปถึงการเพิ่มระดับการแสดงออกของยีน HSP ในสภาพอุณหภูมิสูงต้องอาศัยแคลเซียมไอออนเป็นตัวส่งสัญญาณ ทั้งนี้การไหลเข้าและออกของแคลเซียมผ่านทางช่องโปรตีน (channel) ในเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของแคลเซียมภายในเซลล์ซึ่งเปรียบเสมือนสัญญาณที่ชักนำให้เซลล์มีการตอบสนองต่อสภาพอุณหภูมิสูง จึงเป็นที่มาของสมมุติฐานว่ากลไกการชักนำให้พืชทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงโดย GB อาจเกี่ยวข้องกับการไหลเข้าและออกของแคลเซียมภายในเซลล์โดยข้อเท็จจริงมีรายงานก่อนหน้านี้แล้วว่า GB ชักนำให้เกิดการไหลเข้าของแคลเซียมภายในเซลล์ในสภาวะเค็มจัด โดยปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในต้นพืชที่ได้รับสารไกลซีนเบตาอีนและโดยกระบวนการไหลเข้าของแคลเซียมนี้เองที่ชักนำให้เพิ่มการแสดงออกของยีน HSP (Li *et al.*, 2013) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงต้องการทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวโดยทดลองให้ GB แก่พืช พร้อมรบกวนกระบวนการไหลเข้าออกของแคลเซียมโดยใช้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่งแคลเซียม (Calcium channel blocker drug) ผลการทดลองที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจกระบวนการทำงานของ GB ในพืชที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สภาพการปลูกและตำรับการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ห้องควบคุมสภาพแวดล้อม สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ การทดลองทั้งหมดใช้เมล็ดมะเขือเทศสายพันธุ์สีดา (บริษัท เจียไต๋ จำกัด ประเทศไทย) โดยเพาะเมล็ดลงในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของพีทมอส (Klasmann

ประเทศลิธัวเนีย): ขุยมะพร้าว: ทรายหยาบ ในอัตราส่วน 1:1:1 เมื่อเมล็ดงอกเป็นต้นกล้าและมีอายุได้ 10 วันให้สารละลายปุ๋ยสูตร Modified Hoagland Solution (Epstein and Bloom, 2005) ความเข้มข้น 0.5 เท่า ต้นกล้าปลูกอยู่ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตลอดทั้งวัน (25/25 °C) ให้แสงเทียมจากหลอดไฟแอลอีดีสีขาวอุณหภูมิสี 3000K: 6500K ในอัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้ม 150 PPFD เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่สภาพการทดลองอุณหภูมิสูงใช้อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียสช่วงที่ไฟเปิด 16 ชั่วโมงและ 29 องศาเซลเซียส ในช่วงที่ไฟปิด 8 ชั่วโมง (39/29 °C) เมื่อต้นกล้ามะเขือเทศมีอายุครบ 21 วันจะย้ายเข้าสู่การทดลองในห้องควบคุมอุณหภูมิ

การทดลองนี้มี 4 ตำรับ โดยเป็นการพ่นสารละลายที่แตกต่างกันตามรายละเอียดดังนี้ ตำรับที่ 1 ตำรับควบคุม พ่นน้ำเปล่าตำรับที่ 2 พ่นสารละลายไกลซีนเบตาอีน ความเข้มข้น 1 mM 24 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่การทดลอง ตำรับที่ 3 พ่นสารละลายไกลซีนเบตาอีนและสารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่งแคลเซียม เวอราปามิล (Verapamil หรือ VP) (บริษัท ฟาร์มาสันต์ แล็บบอราตอรี่ส์ จำกัด นนทบุรี ประเทศไทย) ความเข้มข้น 1 mM 24 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่การทดลอง และตำรับที่ 4 พ่นสารละลายไกลซีนเบตาอีนและสารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนที่ทำหน้าที่ขนส่งโพแทสเซียมเตตระเอทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (Tetraethylammonium Chloride หรือ TEA) ความเข้มข้น 1 mM 24 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่การทดลอง การพ่นสารละลายและน้ำในทุกตำรับจะทำการพ่นจนใบเปียกและมีน้ำไหลหยดลงจากใบ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและดัชนีทางสรีรวิทยาเมื่อทำการทดลองครบ 14 วัน

ค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซ

วัดค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซ ได้แก่ ค่าอัตราการนำไหลของปากใบ และค่าอัตราการดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ของใบพืชดำเนินการโดยใช้เครื่อง LCi-SD (BioScientific Ltd. ประเทศอังกฤษ) เลือกวัดใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและมีอายุน้อยที่สุด

ค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์

วัดค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์ ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดของระบบแสงที่สอง (Maximum quantum efficiency of PSII หรือ F_v/F_m) และค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงที่สอง (Quantum efficiency of PSII หรือ $Ø_{PSII}$) ใช้เครื่อง Fluorescence Monitoring System รุ่น FMS2 เลือกวัดใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและมีอายุน้อยที่สุด

ปริมาณมาลอนดิอัลดีไฮด์

วัดปริมาณมาลอนดิอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde หรือ MDA) โดยวิธีการตาม Velikova and Loreto (2005) ดังนี้ ใช้ตัวอย่างใบจากมะเขือเทศ ประมาณ 0.1 กรัม บดให้ละเอียดใน 1 ml ของสารละลาย Trichloroacetic acid 0.1 % (W/V) จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 g เป็นเวลา 15 นาทีที่อุณหภูมิห้อง นำสารละลายส่วนใส (supernatant) ปริมาตร 0.5 ml มาผสมกับ thiobarbituric acid (0.5 % ผสมใน 20 % (W/V) Trichloroacetic acid) ปริมาตร 1 ml แล้วนำสารผสมที่ได้ไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที และนำไปแช่น้ำแข็งและปั่นเหวี่ยงที่ 7500×g เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น

532 nm จากนั้นวัดค่า A ที่ 600 nm เพื่อนำค่ามาใช้หักลบการดูดกลืนแสงที่ไม่จำเพาะอันเกิดจากความขุ่นของสารละลาย ปริมาณของ MDA จะถูกคำนวณโดยใช้สูตร:

MDA(μmol/g FW) = [(A532-A600)/155] × 103 × dilution factor

เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออน

เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออนดำเนินการทั้งหมด 4 ซ้ำ โดยการตัดใบเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรใส่ลงในหลอดแก้วจำนวน 10 วงต่อหนึ่งหลอด จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่นชนิด deionized เป็นเวลา 10 นาที จำนวน 2 ครั้ง ใส่น้ำ deionized 10 ml ลงในหลอดทดลอง ปิดปากหลอดให้สนิทด้วยกระดาษฟอยล์ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity หรือ EC) จากนั้นนำหลอดแก้วที่มีตัวอย่างทั้งหมดไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำหลอดแก้วมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาทีก่อนดำเนินการวัดค่า EC อีกครั้ง นำค่า EC ที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออนตามสูตร

การรั่วไหลของไอออน (%) = (ค่าการรั่วไหลของไอออนก่อน autoclave/ ค่าการรั่วไหลของไอออนหลัง autoclave) × 100

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใช้วิธีการ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ใช้โปรแกรม SPSS V.22 (2013) การรายงานความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่า มะเขือเทศสีดาที่ได้รับสารละลาย GB มีอัตราการสังเคราะห์แสง และค่าการนำไหลของปากใบสูงกว่าต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในสภาพอุณหภูมิควบคุม (25/25 °C) และสภาพอุณหภูมิสูง (39/29 °C) แสดงให้เห็นว่า GB มีผลในเชิงบวกต่อการสังเคราะห์แสงแม้ในสภาพปกติ (Figure 1A) มีความเป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการสังเคราะห์แสงนี้เป็นผลมาจากอิทธิพลของ GB ในการส่งเสริมการนำไหลของปากใบ (Figure 1B) สมมุติฐานนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่รายงานว่าการให้ GB แก่ต้นข้าวโพดทำให้อัตราการนำไหลของปากใบเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Yang and Lu, 2006) นอกจากนี้พบว่าการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียมร่วมกับ GB มีผลทำให้อิทธิพลในเชิงบวกของ GB ต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการนำไหลของปากใบลดลง โดยที่ค่าดัชนีทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม ซึ่งบ่งชี้ว่าสารยับยั้งการทำงานทั้งของช่องโปรตีนทั้งสองชนิดยับยั้งอิทธิพลของ GB โดยไม่ก่อให้เกิดผลในเชิงลบต่อค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซ

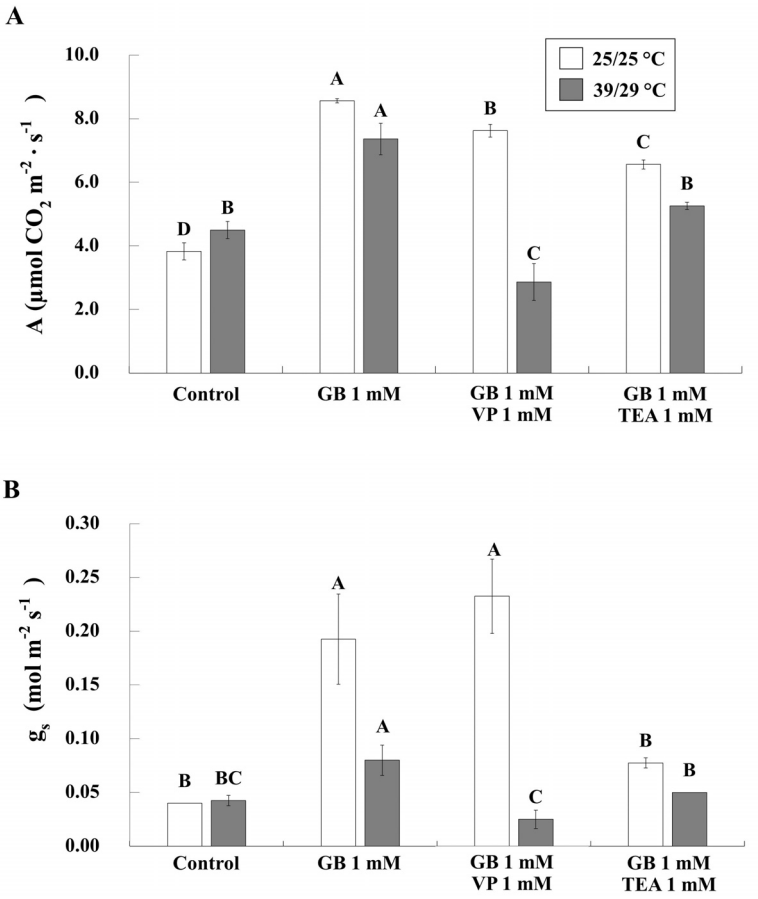

Figure 1 Gas exchange parameters of tomato leaves after 14 days of the experiment (A) Net CO_2 Assimilation or A (B) Stomatal Conductance or g_s. Different letters indicate significance difference between treatments in the same environmental condition analyzed by DMRT ($P < 0.05$). Error bars indicate standard error (n = 6).

ในส่วนการทำงานของปฏิกิริยาแสง (Light reaction) ซึ่งถูกประเมินโดยใช้ค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์พบว่า ในต้นมะเขือเทศทุกตำรับที่ปลูกในสภาพควบคุมมีค่า F_v/F_m ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของค่า $Ø_{PSII}$ พบว่าต้นที่ได้รับ GB มีค่าสูงกว่าต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 2A และ Figure B) ผลการทดลองนี้แสดงว่าสารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียม ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของปฏิกิริยาแสงในสภาพการปลูกปกติ และในสภาพอุณหภูมิสูงพบว่า ผลการทดลองมีความคล้ายคลึงกัน โดยค่าความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซพบว่า ต้นที่ได้รับ GB มีค่า F_v/F_m และค่า $Ø_{PSII}$ สูงกว่าต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่า และเมื่อมีการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียม ร่วมกับ GB พบว่าอิทธิพลในเชิงบวกของ GB ที่เคยปรากฏถูกลดทอนลงอย่างมีนัยสำคัญ

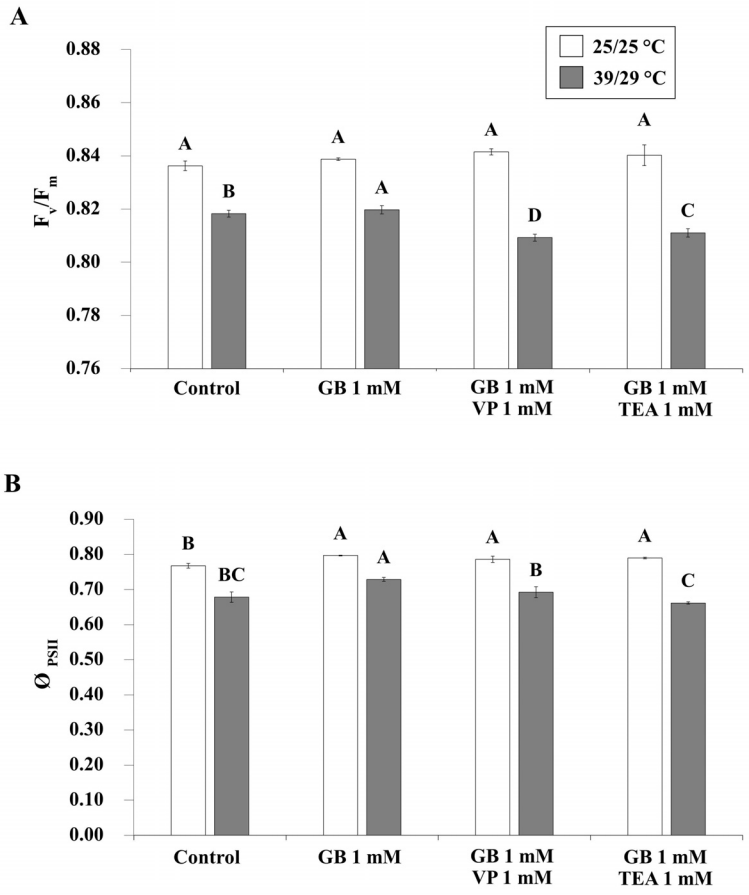

Figure 2 Chlorophyll fluorescence parameters of tomato leaves after 14 days of the experiment (A) Maximum Quantum Efficiency of PSII or F_v/F_m (B) Quantum Efficiency of PSII or $Ø_{PSII}$. Different letters indicate significance difference between treatments in the same environmental condition analyzed by DMRT ($P < 0.05$). Error bars indicate standard error (n = 6).

จากนั้นได้ดำเนินการประเมินระดับการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน (Lipid peroxidation) ในเนื้อเยื่อโดยพิจารณาปริมาณมาลอนดิอัลดีไฮด์ (Malondialdehydeหรือ MDA) ในเนื้อเยื่อใบเป็นตัวชี้วัด จากการทดลองพบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูงมีค่าปริมาณ MDA สูงกว่าต้นที่ปลูกในสภาพปกติอย่างมีนัยสำคัญในทุกตำรับการทดลอง (Figure 3A) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นเป็นนัยว่าสภาพอุณหภูมิสูงที่ใช้ในการทดลองนี้มีผลทำให้ออกซิเดชั่นไขมันเพิ่มมากขึ้นและน่าจะก่อให้เกิดความเครียดกับพืช (Larkindale and Knight, 2002) ทั้งนี้พบว่าต้นที่ได้รับ GB ปริมาณ MDA น้อยกว่าต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่า และเมื่อมีการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียม พร้อมกับ GB พบว่าอิทธิพลของ GB ในการลดปริมาณ MDA ในสภาพ

อุณหภูมิสูงกลับถูกยับยั้ง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออนซึ่งบ่งชี้เสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ การให้ GB มีผลทำให้การรั่วไหลของไอออนในสภาพอุณหภูมิสูงลดลงและเมื่อมีการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียมร่วมด้วย พบว่าอิทธิพลในเชิงบวกของ GB หายไป (Figure 3B)

การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศในสภาพอุณหภูมิสูงนั้นต่ำกว่าการเจริญเติบโตในสภาพอุณหภูมิปกติอย่างเห็นได้ชัด พิจารณาจากได้จากค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิสูง ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าของต้นที่ปลูกในสภาพควบคุม (Figure 4A และ Figure B) ในสภาพอุณหภูมิสูงการให้ GB มีผลทำให้ทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศสูงกว่าต้นควบคุมที่ได้รับน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียมมีผลทำให้ประสิทธิภาพของ GB ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศถูกลดทอนลง

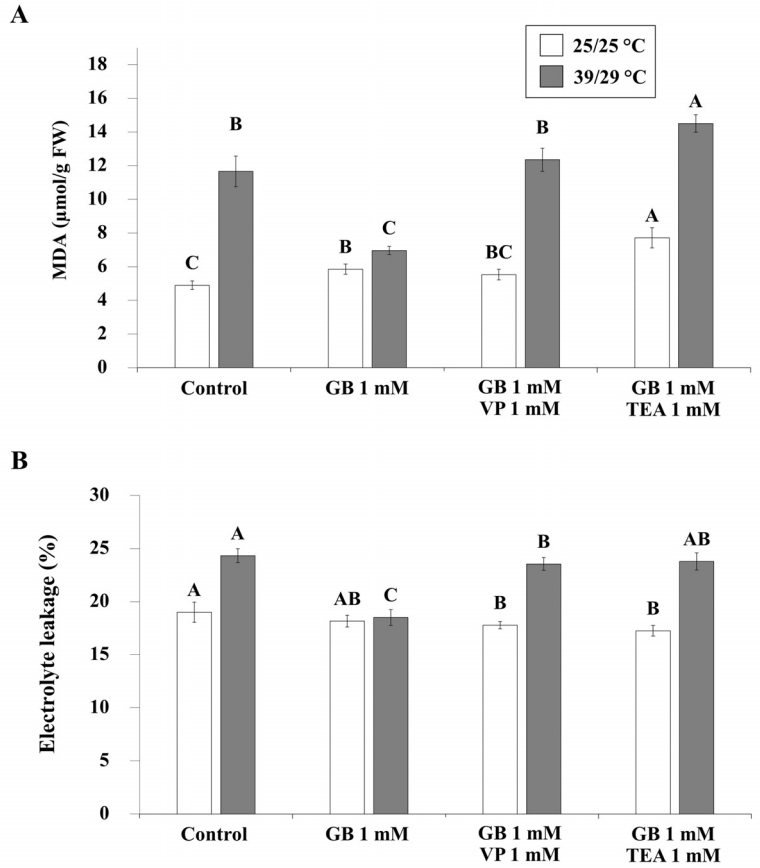

Figure 3 (A) Malondialdehyde or MDA (B) Percentages of ion leakage of tomato leaves after 14 days of the experiment. Different letters indicate significance difference between treatments in the same environmental condition analyzed by DMRT ($P < 0.05$). Error bars indicate standard error (n = 6).

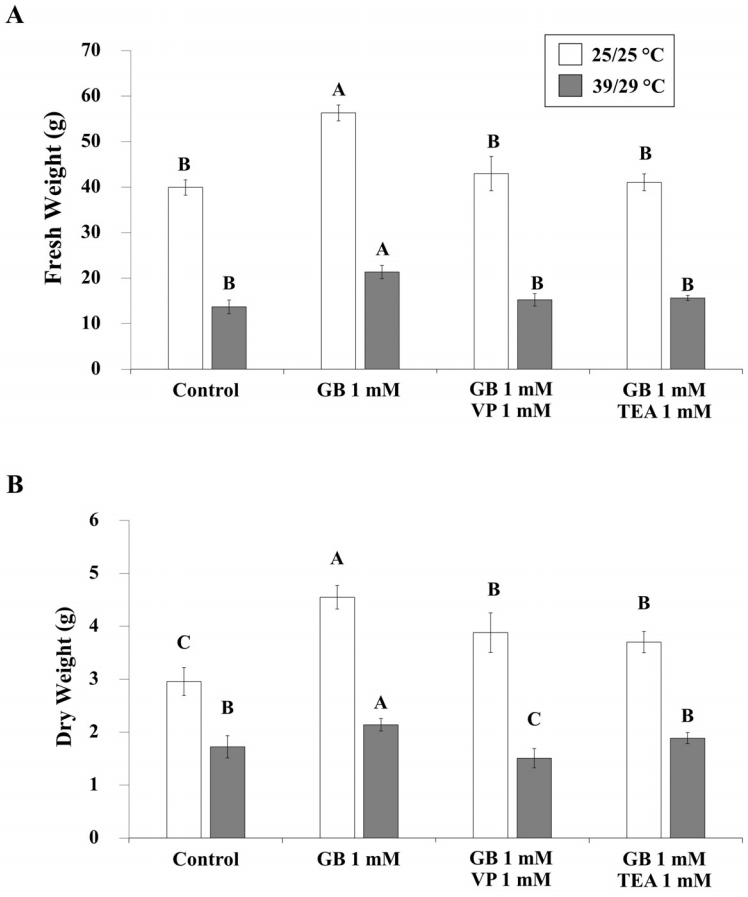

Figure 4 Growth of tomato plants after 14 days of the experiment (A) Fresh weight and (B) Dry weight. Different letters indicate significance difference between treatments in the same environmental condition analyzed by DMRT ($P < 0.05$). Error bars indicate standard error (n = 6).

ผลการทดลองทั้งหมดบ่งชี้ไปในทิศทางเดียวกันว่าการให้ GB จากภายนอกที่ระดับความเข้มข้น 1 mM สามารถบรรเทาความเครียดให้กับกล้ามะเขือเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลการทดลองในต้นดาวเรือง (Sorwong and Sakhonwasee, 2015) และอ้อย (Rasheed *et al.*, 2011) ผลการทดลองในครั้งนี้บ่งชี้ว่ากลไกการทำงานของ GB ในเซลล์พืชนั้นเกี่ยวข้องกับการไหลเข้าและออกของแคลเซียม เนื่องจากการให้ VP ซึ่งเป็นสารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียม (Awasthi and Yadav, 2007) มีผลทำให้อิทธิพลของ GB ในกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตถูกหักล้างไป โมเลกุลของแคลเซียมมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวส่งสัญญาณขั้นทุติยภูมิเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น แสง ความเครียดและฮอร์โมน การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแคลเซียมภายในเซลล์ชักนำให้เซลล์ตอบสนอง เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับการ

แสดงออกของยีน (Taiz and Zeiger, 2006) ซึ่งช่วยให้เซลล์สามารถปรับตัวและมีชีวิตรอดได้ในสภาพแวดล้อมที่ผันแปรอยู่ตลอดเวลา ในกรณีของสภาพอุณหภูมิสูงมีรายงานว่า การเพิ่มระดับการแสดงออกของ Heat Shock Protein ซึ่งมีส่วนสำคัญในการปกป้องเซลล์ถูกชักนำให้เกิดขึ้นผ่านการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของแคลเซียมภายในเซลล์ (Saidi *et al.*, 2009) และการให้ GB ก็มีผลทำให้ระดับการแสดงออกของยีน HSP เพิ่มขึ้นในสภาพอุณหภูมิสูงด้วย (Li *et al.*, 2011) นอกจากนี้มีรายงานว่าการให้ GB นั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแคลเซียมภายในเซลล์ในสภาพเค็มจัด (Li *et al.*, 2014) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองที่เคยรายงานมาก่อนหน้านี้ร่วมกลับกับผลการทดลองในครั้งนี้ อาจสรุปได้ว่ากลไกการชักนำให้เกิดการทนต่อความร้อนในกล้ามะเขือเทศโดย GB นั้นเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณขั้นทุติยภูมิโดยแคลเซียมในระดับเซลล์

เป็นที่น่าสนใจว่าการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนโพแทสเซียม TEA (Bialczyk and Lechowski, 1990) มีผลในการลดทอนประสิทธิภาพของ GB เช่นเดียวกันกับ VP อาจเป็นไปได้ว่ากลไกการทำงาน GB เกี่ยวข้องกับการผ่านเข้าออกของโพแทสเซียมในเซลล์ด้วย คำอธิบายหนึ่งที่เป็นไปได้คือ GB นั้นชักนำให้ค่าอัตราการนำไหลของปากใบเพิ่มขึ้น (Figure 1B) โดยค่านี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปิดปิดของปากใบซึ่งถูกควบคุมด้วยการไหลเข้าออกของโพแทสเซียมไอออนในการ์ดเซลล์ (Taiz and Zeiger, 2006) การเปิดปากใบนั้นเป็นผลดีในสภาพอุณหภูมิสูงเนื่องจากช่วยให้พืชสามารถระบายความร้อนออกจากปากใบผ่านทางการคายน้ำ เมื่อกระบวนการนี้ถูกยับยั้งด้วย TEA อิทธิพลในเชิงบวกของ GB จึงถูกลดทอนลง

การลดทอนประสิทธิภาพของ GB โดยการให้สารยับยั้งการทำงานของช่องโปรตีนแคลเซียมและโพแทสเซียมในการทดลองนี้ ไม่น่าจะเกิดขึ้นเพราะความเป็นพิษของสารทั้งสองชนิด เนื่องจากในสภาพปกติการให้สารทั้งสองชนิดไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง (Figure 1 และ Figure 2) และการเจริญเติบโต (Figure 4) ของต้นกล้ามะเขือเทศต่ำกว่าต้นควบคุม

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองนี้ช่วยเพิ่มความรู้พื้นฐานสำหรับการใช้ประโยชน์จากสาร GB ร่วมกับการปลูกพืช สาร GB เป็นสารที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสามารถพบได้พืชอาหารหลายชนิด อีกทั้งยังมีราคาไม่แพง การให้ GB แก่พืชเพื่อชักนำให้ต้นพืชทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อย่างไรก็ดี หากต้องการใช้ประโยชน์จาก GB ในระบบการปลูกพืชให้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ควรต้องพิจารณาและให้ความสำคัญกับบทบาทของแคลเซียมและโพแทสเซียม ให้รอบคอบ

เอกสารอ้างอิง

Awasthi A. and A. Yadav. 2007. Phenylalkylamines as calcium channel blockers. J Chem Sci. 11: 565-570.

Bialczyk, J. and Z. Lechowski. 1990. Influence of a potassium-channel blocker and metabolic and ATPase inhibitors on potassium and malate content of Phaseoluscoccineus L. Pulvini. New Phytol. 115: 595-601.

Camejo, D., P. Rodríguez, M.A. Morales, M. Dell'AmicoJ, A. Torrecillas and J.J. Alarcón. 2005. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. J Plant Physiol. 162(3): 281-9.

Chen, T.H. and N. Murata. 2011. Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: mechanisms and biotechnological applications. Plant Cell Environ. 34(1): 1-20.

Epstein, E., and A.J. Bloom. 2005. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Second Edition. Sinauer Associates.

Larkindale, J. and M. R. Knight. 2002. Protection against heat stress-induced oxidative damage in Arabidopsis involves calcium, abscisic acid, ethylene, and salicylic acid. J Plant Physiol. 128: 682-695.

Li, M., S. Guo, Y. Xu, Q. Meng, G. Li and X. Yang. 2014. Glycine betaine-mediated potentiation of HSP gene expression involves calcium signaling pathways in tobacco exposed to NaCl stress. Physiol Plant. 150(1): 63-75.

Li, S., F. Li, J. Wang, W. Zhang, Q. Meng, T.H. Chen, N. Murata and X. Yang. 2011. Glycinebetaine enhances the tolerance of tomato plants to high temperature during germination of seeds and growth of seedlings. Plant Cell Environ. 34(11): 1931-43.

Peng, S., J. Huang, S. J.E. Heehy, R.C. Laza, R.M. Visperas, X. Zhong, G.S. Centeno, G.S. Khush, and K.G. Cassman. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) 101(27): 9971-9975.

Rasheed, R., A. Wahid, M. Farooq, I. Hussain, and M. A. Basra Shahzad. 2011. Role of proline and glycinebetaine pretreatments in improving heat tolerance of sprouting sugarcane (Saccharum sp.) buds. Plant Growth Regula. 65(1): 35-45.

Saidi, Y., A. Finka, M. Muriset, Z. Bromberg, Y.G. Weiss, F.J. Maathuis and P. Goloubinoff. 2009. The heat shock response in moss plants is regulated by specific calcium-permeable channels in the plasma membrane. Plant Cell. 21(9): 2829-43.

Sorwong, A. and S. Sakhonwasee. 2015. Foliar Application of Glycine Betaine Mitigates the Effect of Heat Stress in Three Marigold (Tageteserecta) Cultivars. Hort. J. 84(2): 161-171.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. (4th Ed.). Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA, U.S.A.

Yamane Y., Y. Kashino, H. Koike and K. Satoh. 1998.Effects of high temperatures on

the photosynthetic systems in spinach: oxygen-evolving activities, fluorescence characteristics and the denaturation process. Photosynth Res. 57: 51-59.

Yang, S. and C. Lu. 2006. Effect of exogenous glycinebetaine on growth, CO_2 assimilation, and photosystem ll photochemistry of maize Plant. Physiologia Plantarum. 127: 593-602.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร ในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย

Farmer's Adoption on Dry-Season Rice Production Technology in Kheuang Municipality, Chiang Khong District, Chiang Rai Province

พนิดา สาลีอาจ, สายสกุล ฟองมูล*, พุฒิสรรค์ เครือคำ และ ปภพ จี้รัตน์

Panida Saee-Art, Saisakul Fongmul*, Phutthisun Kruekum and Papob Jeerat

สาขาวิชาการพัฒนาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Department of Agricultural Development, Extension and Communications, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: saisakul_tor@yahoo.com

Abstract

The objectives of the study were to investigate: 1) farmer's adoption of technology for dry-season rice production; 2) factors affecting to farmer's adoption of technology; and 3) problems and suggestions of the farmers about dry-season rice production in Kheuang municipality, Chiang Khong District, Chiang Rai Province. A set of questionnaires were used for data collection from 237 farmers who produce dry-season rice. Obtained data were analyzed by using descriptive statistic (frequency, mean, percentage, standard deviation) and inferential statistic (enter regression analysis).

Results of the study showed that most of the respondents were male, 55 years old on average, elementary school graduates, and married. 2.17 rai of dry-season rice production area on average, total income earned from dry-season rice production 74,206.7 baht on average, an average debt of 127,333.3 baht per household, 2 household workforce, and most farmers are members of agricultural institutions. The farmers contacted agricultural extension staff once a year, perceive information on dry-season rice production from media though television and radio, 12 years of dry-season rice production experience,

the farmer participated in agricultural training/educational trips three a year. The farmer's adoption though dry-season rice production technologies, all the average on a highest level. The factors affecting to farmer's adoption dry-season rice production technology in a positive statistically significant, including the age of rice production area, amount of debt and number of receiving agricultural information; and negative statistically significant, including income from dry-season rice production and dry-season rice production experiences.

The following were problems encountered of dry-season rice production: 1) lack of knowledge in long-term drought management; 2) intensifying and extending the outbreak of diseases, weeds and pests in rice; and 3) responsibility for higher rice production costs. Therefore, the farmers suggested to the government agencies in following: 1) should support important production factors such as quality rice seed and materials for maintenance soil and rice plants; 2) should organize training program on cost reduction in dry-season rice production, especially in the process of preventing and eliminating weeds and pests; and 3) should encourage the dry-season rice production by focusing on the participation of farmers in formulating plans and creating more projects.

Keywords: farmer's adoption, dry-season rice production technology, Chiang Rai province

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรัง 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรัง และ 3) ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรัง ในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังจำนวน 237 ราย สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 55 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนต้น มีสถานภาพสมรส มีพื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง เฉลี่ย 13.6 ไร่ มีรายได้จากการปลูกข้าวนาปรังเฉลี่ย 74,206.7 บาทต่อปี มีภาระหนี้สินเฉลี่ย 127,333.3 บาทต่อครัวเรือน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของสถาบันทางการเกษตร มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังจากสื่อมวลชนเป็นหลัก ได้แก่ โทรทัศน์ วิทยุ และสิ่งพิมพ์ มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรังเฉลี่ย 12 ปี มีประสบการณ์ในการศึกษาดูงานด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี มีการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอยู่ในระดับ

มากที่สุด และปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ อายุ พื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง ภาระหนี้สินและการได้รับข่าวสารด้านการเกษตร ส่วนในทางลบ ได้แก่ รายได้จากการปลูกข้าวนาปรัง และประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรัง

ปัญหาที่เกษตรกรประสบในการปลูกข้าวนาปรัง คือ 1) การขาดองค์ความรู้ในการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาวะภัยแล้งในระยะยาว 2) การทวีความรุนแรงและขยายวงกว้างของการระบาดของโรค วัชพืช และแมลงศัตรูพืชในข้าว และ 3) การแบกรับภาระต้นทุนการผลิตข้าวที่สูงขึ้น โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชน คือ 1) ควรมีการสนับสนุนปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพและวัสดุสำหรับการบำรุงและดูแลรักษาต้นข้าว 2) ควรมีการจัดโครงการฝึกอบรมเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิตข้าวนาปรัง โดยเฉพาะในขั้นตอนการป้องกันและกำจัดโรค วัชพืช และแมลงศัตรูพืช และ 3) ควรมีดำเนินการส่งเสริมการผลิตข้าวนาปรังโดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการกำหนดแผนและจัดทำโครงการให้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยี การปลูกข้าวนาปรัง จังหวัดเชียงราย

คำนำ

ข้าวถือเป็นอาหารหลัก แหล่งรายได้ ตลอดจนเป็นรากฐานของวิถีชีวิต ความเชื่อ ประเพณี และวัฒนธรรมของประเทศไทยมาตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน (อรอนงค์, 2560) โดยในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีเนื้อที่การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว 64.9 ล้านไร่ มีผลผลิตข้าว 21.4 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) และในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยสามารถส่งออกข้าวได้ถึง 11.09 ล้านตัน (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2562) ซึ่งจากปริมาณการส่งออกข้าวดังกล่าวทำให้ประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศที่เป็นมหาอำนาจการส่งออกข้าวของโลก

ในรอบหนึ่งปีของการผลิตข้าวในประเทศไทยสามารถแบ่งการผลิตออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ซึ่งการทำนาทั้งสองรูปแบบจำเป็นต้องอาศัยน้ำเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นข้าว โดยเฉพาะการทำนาปรังที่มีรูปแบบของการปลูกข้าวนอกช่วงฤดูฝนและมีการเพาะปลูกมากในภูมิภาคที่มีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งต้นน้ำและที่ราบลุ่มแม่น้ำ อันประกอบด้วยลุ่มน้ำขนาดใหญ่ของแม่น้ำสายหลักและลุ่มน้ำเล็กของแม่น้ำสาขา ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวสามารถตอบสนองปริมาณน้ำที่มากพอในการเป็นปัจจัยหลักของการผลิตข้าวนาปรังได้ โดยพื้นที่ที่มีการทำนาปรังในประเทศไทยส่วนมากพบได้ในบริเวณกลุ่มจังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางตอนล่าง ส่วนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนพบสัดส่วนพื้นที่ที่มีการทำนาปรังอยู่มากคือ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย (เบญจวรรณ, 2561)

จังหวัดเชียงรายเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีเนื้อที่การเพาะปลูกและปริมาณผลผลิตข้าวนาปรังมากที่สุดของกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะในเขตอำเภอแม่สาย เวียงชัย แม่จัน เมืองเชียงราย และเชียงของ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในจังหวัดเชียงรายได้ประสบกับปัญหาภัยแล้งมาอย่างยาวนาน ตลอดจนการระบาดของวัชพืช โรค และแมลง

ศัตรูพืชในข้าว ทำให้ผลผลิตข้าวนาปรังในหลายพื้นที่ได้รับความเสียหาย ดังเช่นในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงรายที่ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมซึ่งมีรายได้หลักมาจากการทำนาข้าวที่ต้องเผชิญกับปริมาณน้ำที่ลดลง ประกอบกับเริ่มมีการระบาดของวัชพืช และไม่สามารถควบคุมการกระจายของโรคและแมลงศัตรูพืชในข้าวได้ จึงเป็นสาเหตุให้หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ เช่น เกษตรกรอำเภอเชียงของ และสำนักงานเทศบาลตำบลครึ่ง ได้มีการส่งเสริมเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการน้ำให้เพียงพอต่อการเพาะปลูกข้าวนาปรังตลอดจนสามารถควบคุมวัชพืช และแมลงศัตรูพืชที่เป็นบ่อเกิดของโรคในข้าวได้อย่างถูกหลักวิชาการ อันเป็นการรักษาปริมาณและคุณภาพของผลผลิตข้าวนาปรังให้อยู่ในระดับที่ไม่เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ

ดังนั้นเพื่อสร้างฐานข้อมูลในการจัดทำแผนหรือโครงการในการขยายพื้นที่การส่งเสริมเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในพื้นที่ให้ทั่วถึงและครอบคลุมทุกชุมชนในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย จึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังว่าเป็นอย่างไร มีการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอยู่ในระดับไหน มีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร ตลอดจนมีการศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นการยกระดับการผลิตข้าวนาปรังให้ได้คุณภาพและมีปริมาณที่เพียงพอในการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร ในพื้นที่ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย โดยมีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรัง ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย จำนวน 585 คน ที่ปลูกข้าวนาปรังในปีการผลิต พ.ศ. 2559 จากนั้นได้มีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีคำนวณจากสูตร Taro Yamane, (1973) ได้จำนวนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 237 คน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเป็นหลัก ซึ่งใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจำนวน 237 ชุด ซึ่งเก็บข้อมูลจากเกษตรกรเป็นรายบุคคล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรัง โดยสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ คือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรในตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ

จังหวัดเชียงราย โดยใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์พหุถดถอยแบบคัดเลือกเข้า (Enter Multiple Regression Analysis) และ 3) การวิเคราะห์ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรใช้วิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่ม (Categorize and Sort) ซึ่งการวิเคราะห์ในส่วนที่ 1 และ 2 ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึก จัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรัง

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 55 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษาตอนต้น มีสถานภาพสมรส มีพื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง เฉลี่ย 13.6 ไร่ มีรายได้จากการปลูกข้าวนาปรังเฉลี่ย 74,206.7 บาทต่อปี มีภาระหนี้สินเฉลี่ย 127,333.3 บาทต่อครัวเรือน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของสถาบันทางการเกษตร มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังจากสื่อมวลชนเป็นหลัก ได้แก่ โทรทัศน์ วิทยุ และสิ่งพิมพ์ มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรังเฉลี่ย 12 ปี มีประสบการณ์ในการศึกษาดูงานด้านการเกษตรเฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี

การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร

การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรโดยภาพรวมอยู่ในระดับการยอมรับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.70) โดยเรียงลำดับด้านที่มีค่าเฉลี่ยการยอมรับมากไปหาน้อย ได้แก่ ด้านการเตรียมพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย 4.97) รองลงมา คือ ด้านการปฏิบัติและการดูแลรักษา (ค่าเฉลี่ย 4.87) ด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.58) และด้านการตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.36) (Table 1)

Table 1 Mean, standard deviation, and farmer's adoption level of dry-season rice production technology

(n=237)

Adoption of Dry-Season Rice Production Technology of Farmers	$\bar{X}$	S.D.	Adoption Level
Preparation of Area	4.97	.531	Mostly
Production's Care	4.87	1.13	Mostly
Harvesting and processing	4.58	1.69	Mostly
Marketing and Selling	4.36	1.69	Most
Total	**4.70**	**1.62**	**Mostly**

Remarks: Mostly = 4.51 - 5.00 Most = 3.51 - 4.50 Moderate = 2.51 - 3.50
Low = 1.51 - 2.50 Lowest = 1.00 - 1.50

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร ซึ่งวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบคัดเลือกเข้า (Enter Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (ตัวแปรเกณฑ์) กับตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (วาโร, 2553) โดยการวิเคราะห์ได้คัดเลือกตัวแปรอิสระจากการทบทวนวรรณกรรม ทั้งหมด 13 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ พื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง รายได้การปลูกข้าวนาปรัง ภาระหนี้สิน จำนวนแรงงานในครัวเรือน การเป็นสมาชิกของสถาบันการเกษตร การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร การได้รับข่าวสารด้านการเกษตร ประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรัง และประสบการณ์ในการศึกษาดูงานและฝึกอบรมด้านการเกษตร เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และส่งผลในเชิงบวกหรือลบ ทั้งนี้การศึกษาปัญหา Multicollinearity พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงเกิน 0.7 อันจะทำให้เกิดการละเมิดข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) (สุชาติ, 2545)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกร พบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร สามารถพยากรณ์ความผันแปรของตัวแปรตาม คือ การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรอยู่ร้อยละ 21.0 (R^2 = .210) และเมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีทั้งหมด 6 ตัวแปร โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ อายุ พื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง ภาระหนี้สิน และการได้รับข่าวสารด้านการเกษตร ส่วนในทางลบ ได้แก่ รายได้จากการปลูกข้าวนาปรัง และประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรัง (Table 2) ซึ่งสามารถวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอายุมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ เมื่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังมีอายุเพิ่มมากขึ้นจะมีแนวโน้มให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังมากขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะเกษตรกรที่มีอายุมากขึ้นนั้นได้มีการผ่านการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในการทำนาปรังมาแล้วหลายครั้งตามช่วงอายุทำให้เกิดความเชี่ยวชาญหรือมีความรู้ในขั้นตอนของการทำนาปรัง ตั้งแต่การเตรียมเมล็ดพันธุ์จนถึงการจำหน่ายผลผลิตเป็นอย่างดี เมื่อได้รับการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในการผลิตข้าวนาปรังจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนแล้วนั้นก็จะสามารถนำเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่การผลิตข้าวนาปรังของตนเองได้อย่างรวดเร็ว ผลการวิจัยดังกล่าวขัดแย้งกับการศึกษาของวนิดา และจิตผกา (2553) ที่พบว่า อายุมีผลในทางลบต่อการยอมรับการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2. จากการศึกษาพบว่า เมื่อเกษตรกรมีพื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งมีเหตุผลมาจากพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในเทศบาลตำบลครึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความพร้อม

ในการทำนาปรัง อย่างไรก็ตามในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาได้ประสบกับปัญหาภัยแล้งและการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งควบคุมและป้องกันได้ยาก โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังจำนวนมาก ดังนั้นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตข้าวนาปรังจึงเป็นทางเลือกหลักของเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวจำนวนมากนำมาปรับใช้เพื่อให้ผลผลิตข้าวมีคุณภาพและได้ปริมาณเพียงพอกับการบริโภคและการจำหน่าย โดยผลการศึกษาได้สอดคล้องกับพัชราภรณ์ และจิตผกา (2552) ที่พบว่า พื้นที่ปลูกเงาะ มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการปฏิบัติตามระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเงาะ ของเกษตรกรอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ในส่วนของภาระหนี้สินพบว่า เกษตรกรที่มีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรที่มีภาระหนี้สินจำนวนมากจำเป็นต้องหาแนวทางหรือวิธีการจัดการการผลิตข้าวนาปรังที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุนการผลิตในทุกขั้นตอน โดยเฉพาะการใช้จ่ายในการซื้อวัสดุหรือสารป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูข้าวที่มีราคาที่สูง ประกอบกับมีการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิตข้าวนาปรังของหน่วยงานภาคการเกษตรในพื้นที่ โดยเป็นวิธีการจัดการที่ช่วยให้เกษตรกรช่วยลดต้นทุนการผลิตและมีการควบคุมศัตรูพืชโดยการใช้สารเคมีน้อยลง ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ ตลอดจนยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการควบคุมการใช้น้ำอย่างประหยัดสำหรับการปลูกข้าวในช่วงที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลให้เกษตรกรที่มีภาระหนี้สินมีการนำเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังมาปรับใช้ในการพื้นที่การผลิตของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของยุพิณ และคณะ (2550) ที่พบว่า ภาวะการกู้ยืมมีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีด้านการจัดการสวนลองกองของเกษตรกร ในอำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส

4. ในส่วนของตัวแปรการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังพบว่า เกษตรกรที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังจากสื่อประเภทสื่อมวลชนจะมีผลทำให้เกิดการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการรับข่าวสารจากโทรทัศน์ซึ่งเป็นสื่อที่มีการนำเสนอได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวและภาพนิ่ง ตลอดจนมีการบรรยายเสียงประกอบ จึงทำให้การนำเสนอข่าวสารหรือองค์ความรู้ต่างๆ ที่มีการสาธิตการปฏิบัติดังเช่นการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังที่สามารถสร้างการรับรับรู้และทำให้เกษตรกรเข้าใจในกระบวนการหรือขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตได้ง่ายขึ้นจากการนำเสนอหรือบรรยายที่เห็นผลชัดเจนจากการมีภาพและเสียงบรรยายประกอบ ซึ่งมีผลต่อการนำไปใช้กับการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับเจริญ และคณะ (2559) ที่พบว่าการติดต่อสื่อสารแบบกลุ่มและแบบมวลชนมีผลทำให้ ความรู้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ ในอำเภอสังข์ทอง นครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว มากกว่าการติดต่อสื่อสารแบบบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. จากผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกข้าวนาปรังเพิ่มมากขึ้นมีแนวโน้มทำให้การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากก่อนมีการส่งเสริม

การใช้เทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่มีการลงทุนในการผลิตที่ช่วยให้ผลผลิตมีปริมาณมากและได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด โดยเฉพาะการใช้สารเคมีในปริมาณสูงเพื่อป้องกันและกำจัดโรค วัชพืช และแมลงศัตรูในข้าว จึงทำให้ได้รายได้สูงจากการจำหน่ายผลผลิตข้าว ซึ่งตรงข้ามกับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังที่พยายามลดการใช้สารเคมีและใช้วัสดุทดแทนการใช้สารเคมีที่เกษตรกรยังขาดองค์ความรู้ในการผลิตหรือจัดหามาใช้ในการปลูกข้าว จึงทำให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังที่มีรายได้สูงจากการใช้สารเคมีในปริมาณมากช่วยเพิ่มจำนวนผลผลิตมีแนวโน้มปฏิเสธการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังที่เป็นองค์ความรู้สมัยใหม่ โดยผลการศึกษาดังกล่าวตรงข้ามกับผลการศึกษาของณัฐวุฒิ และพหล (2561) ที่พบว่าถ้าเกษตรกรมีรายได้จากปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การยอมรับการผลิตข้าวโพดตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกรในจังหวัดอ่างทองเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

6. จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรังมากจะมีผลทำให้การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังลดลง เนื่องจากประสบการณ์เดิมของเกษตรกรในการปลูกข้าวนาปรังจะมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมถึงมีการใช้น้ำในการปลูกข้าวปริมาณที่มากและขาดการควบคุม ซึ่งตรงข้ามกับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังสมัยใหม่ที่มุ่งเน้นให้มีการใช้สารเคมีที่ไม่เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตและเป็นอันตรายต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด อีกทั้งยังมีการควบคุมการใช้น้ำในการผลิตอย่างประหยัด ซึ่งขัดกับประสบการณ์ของเกษตรกรที่มีการปฏิบัติหรือการจัดการการปลูกข้าวนาปรังในแบบเดิม อย่างไรก็ตามผลการศึกษาได้ขัดแย้งกับวัลย์ลิกา และคณะ (2560) ที่พบว่าเมื่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีมีประสบการณ์ปลูกข้าวไรซ์เบอรี่มากขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมการผลิตข้าวไรซ์เบอรี่สูงขึ้นตามไปด้วย

Table 2 An analysis of factors affecting adoption of dry-season rice production technology of farmers in Kheuang municipality, Chiang Khong district, Chiang Rai province

Independent variables	Dependent variable		
	Adoption of Dry-Season Rice Production Technology of Farmers		
	B	t	Sig.
1. Sex	.053	1.897	.059
2. Age	.006	2.999	.003**
3. Education Level	-.033	-1.104	.271
4. Status	.031	1.121	.264
5. Dry-season rice production area	.020	2.751	.006**

Table 2 An analysis of factors affecting adoption of dry-season rice production technology of farmers in Kheuang municipality, Chiang Khong district, Chiang Rai province (Cont.)

Independent variables	Dependent variable		
	Adoption of Dry-Season Rice Production Technology of Farmers		
	B	t	Sig.
6. Income earned from dry-season rice production	-2.999E-006	-2.317	.021**
7. Debt	7.167E-007	2.129	.034*
8. Household workforce	-.027	-1.494	.137
9. Members of agricultural institutions	.049	.781	.436
10. Contacted agricultural extension staff	-.005	-.589	.557
11. Perceive information on dry-season rice production	.003	2.000	.047*
12. Dry-season rice production experience	-.009	-3.545	.000**
13. Participated in agricultural training/ educational trips	-.012	-1.571	.118
Constant	4.328	36.280	.000
R^2 = .210 (21.0 %) F=4.220 Sig. of F =.000**			

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

ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรัง

การศึกษาปัญหาในการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเด็น คือ 1) ปัญหาในด้านการเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งต้องใช้น้ำเป็นปัจจัยหลักในการเตรียมพื้นที่ให้พร้อมต่อการเพาะปลูก อย่างไรก็ตามปัญหาภัยแล้งได้ส่งผลให้ปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอต่อการเตรียมพื้นที่เพื่อการปลูกข้าวนาปรัง อีกทั้งเกษตรกรยังขาดความเข้าใจในการเตรียมความพร้อมและการบริหารจัดการน้ำภายใต้สภาวะภัยแล้งทั้งในระยะสั้นและระยะยาว 2) ปัญหาในด้านการปฏิบัติและการดูแลรักษาข้าวนาปรัง พบว่ามีการระบาดของวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืชในข้าว ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากสภาวะภัยแล้งที่ทำให้ต้นข้าวมีความอ่อนแอทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มปริมาณการให้น้ำ ปุ๋ย และสารกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชที่สูงขึ้น เป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม

3) ปัญหาในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวนาปรัง โดยเมื่อถึงช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าว เกษตรกรจะประสบกับการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว และค่าจ้างแรงงานต่อคนมีราคาที่สูงขึ้นส่งผลทำให้เกษตรกรต้องใช้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้น และ 4) ปัญหาในด้านการตลาด พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ถูกพ่อค้าคนกลางกำหนดราคาการรับซื้อผลผลิตข้าวในราคาที่ต่ำ ประกอบกับช่องทางการจำหน่ายผลผลิตข้าวมีน้อยและถูกทับซ้อนด้วยพ่อค้าคนกลางอีกเช่นกัน อันเป็นผลทำให้รายได้ของเกษตรกรลดลงไม่สามารถชำระหนี้สินได้จากการกู้นำมาลงทุนในการปลูกข้าวนาปรังในแต่ละครั้ง โดยเกษตรกรได้มีการเสนอแนะในการปลูกข้าวนาปรัง แก่หน่วยงานของภาครัฐและเอกชน คือ 1) ควรมีการสนับสนุนปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพ และวัสดุสำหรับการบำรุงและดูแลรักษาต้นข้าว 2) ควรมีการจัดโครงการฝึกอบรมเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิตข้าวนาปรัง โดยเฉพาะในขั้นตอนการป้องกันและกำจัดโรค วัชพืช และแมลงศัตรูพืช 3) ควรมีดำเนินการส่งเสริมการผลิตข้าวนาปรังโดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการกำหนดแผนและจัดทำโครงการให้มากยิ่งขึ้น และ 4) ควรให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการกำหนดราคาข้าวกับหน่วยงานภาครัฐที่เป็นราคากลางและได้รับการยอมรับจากทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

สรุปผลการวิจัย

การยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรในเขตเทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงรายสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังมีการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ได้แก่ อายุ พื้นที่ในการปลูกข้าวนาปรัง ภาระหนี้สินและการได้รับข่าวสารด้านการเกษตร ส่วนในทางลบได้แก่ รายได้การปลูกข้าวนาปรัง และประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปรัง ในขณะที่ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรัง คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังยังขาดองค์ความรู้ในการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาวะภัยแล้งในระยะยาว เพื่อรับมือกับการทวีความรุนแรงและขยายวงกว้างของการระบาดของโรค วัชพืช และแมลงศัตรูพืชในข้าว อีกทั้งยังต้องแบกรับภาระต้นทุนการผลิตข้าวที่สูงขึ้นและการเพิ่มขึ้นของหนี้สิน โดยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรังมีข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานภาครัฐและเอกชนว่าควรมีการสนับสนุนปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพ และวัสดุสำหรับการบำรุงและดูแลรักษาต้นข้าว ตลอดจนมีการจัดโครงการฝึกอบรมเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิตข้าวนาปรัง โดยเฉพาะในขั้นตอนการป้องกันและกำจัดโรค วัชพืช และแมลงศัตรูพืช และควรมีการดำเนินการส่งเสริมการผลิตข้าวนาปรังโดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการกำหนดแผนและจัดทำโครงการให้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเกษตรตำบล ควรเข้ามาสนับสนุนการสร้างกลุ่มวิสาหกิจหรือการสร้างเครือข่ายเกษตรแปลงใหญ่ให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตข้าวในเทศบาลตำบลครึ่ง เพื่อใช้เป็นช่องทางในการในการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตข้าวนาปรังให้แก่เกษตรกรได้โดยตรง รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นและสร้างการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการกำหนดราคาผลผลิตข้าวให้เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

2. กรมวิชาการเกษตร กรมการข้าว และศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ควรมีการจัดโครงการเกี่ยวกับการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการจัดการพื้นที่ปลูกข้าว โดยเฉพาะการควบคุมการระบาดของวัชพืชในนาข้าว ในช่วงการเตรียมแปลงและช่วงต้นข้าวกำลังเจริญเติบโต รวมถึงการใช้องค์ความรู้ในการดูแลรักษาต้นข้าวอย่างถูกวิธีจากการแพร่ระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชในข้าว เช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีที่ไม่เกิดอันตรายแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค องค์ความรู้เกี่ยวกับประเภทของสารเคมีที่สามารถใช้ในกระบวนการผลิตข้าวที่เป็นไปตามกฎหมายและตามข้อกำหนดของตลาดการรับซื้อผลผลิตข้าว

3. หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร หน่วยงานขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เทศบาลตำบลครึ่ง ตลอดจนหน่วยงานพัฒนาภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารปลอดภัย ควรมีการผลิตสื่อที่สามารถเข้าถึงเกษตรกรได้ง่ายและสะดวกในการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาปรัง เช่น สื่อวีดิทัศน์ที่มีเสียงและภาพเคลื่อนไหวสำหรับการประกอบการฝึกอบรม การสร้างสื่อสิ่งพิมพ์ที่อยู่ในรูปแบบของปฏิทินที่สอดแทรกเนื้อหาของหาแต่ละขั้นตอนของเทคโนโลยีการผลิตข้าว หรือการผลิตแบบคู่มือฉบับพกพาโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีการนำเสนอรูปภาพเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

4. ควรมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการและการรับมือกับภัยแล้งให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปรัง เพื่อให้เกษตรกรสามารถมีรายได้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของตนเองและครอบครัว โดยอาจมีการส่งเสริมการปลูกพืชทดแทนเมื่อการปลูกข้าวประสบกับปัญหาภัยแล้งอย่างหนัก หรือองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการน้ำอย่างประหยัดในการปลูกข้าวนาปรัง เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการใช้ต้นทุนที่สูง และการขาดทุนของเกษตรกรในการปลูกข้าวนาปรังในแต่ละปี โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ กรมการข้าว กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ตลอดจนสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดเชียงราย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และบุคลากรสาขาวิชาการพัฒนาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัย การติดต่อประสานงานในการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้นำชุมชนที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือคณะผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่เทศบาลตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

เจริญ ดาวเรือง ชวสรรค์ เครือคำ พหล ศักดิ์คะทัศน์ และนคเรค รังควัต. 2559. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ ในอำเภอสังข์ทอง นครหลวงเวียงจันทน์ สปป. ลาว. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 11(2): 51-66.

ณัฐวุฒิ จั่นทอง และพหล ศักดิ์คะทัศน์. 2561. การยอมรับการผลิตข้าวโพดตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ของเกษตรกร

ในจังหวัดอ่างทอง. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35(3): 54-63.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2561. วิทยาการข้าวไทย. เชียงใหม่: ศูนย์บริหารงานวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัชราภรณ์ เพ็ชรทอง และจิตผกา ธนปัญญารัชวงศ์. 2552. การยอมรับการปฏิบัติตามระบบการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับเงาะ ของเกษตรกรอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 3(2): 29-44.

ยุพิณพรรณ ศิริวัธนนุกูล ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล มงคล หลิม และอำมร อินนุรักษ์. 2550. การยอมรับเทคโนโลยีด้านการจัดการสวนลองกองของเกษตรกรในอำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 10(2): 32-49.

วนิดา สุจริตธุรการ และจิตผกา ธนปัญญารัชวงศ์. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ของเกษตรกรในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 4(1): 29-44.

วัลย์ลิกา พลเสน ทิพวรรณ ลิมังกูร และสมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช. 2560. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมการผลิตข้าวไรซ์เบอรี่ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (1): 11-24.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. 2553. สถิติประยุกต์ สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. สุวีริยาสาส์น: กรุงเทพฯ.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2562. รายงานสถานการณ์ส่งออกข้าว แนวโน้มและทิศทางการส่งออกข้าวไทย ปี 2562. แหล่งข้อมูล http://www.thairiceexporters.or.th/Press%20release/2019/TREA%20Press%20Release%20Thai%20Rice%20Situation%20&%20Trend%20Year%202019-30012019.pdf (20 เมษายน 2562).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ข้าวนาปรัง: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2560 ณ ความชื้น 15 %. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/production/secondrice.pdf (20 เมษายน 2562).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2561. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2545. การใช้สถิติในงานวิจัยอย่างถูกต้องและได้มาตรฐานสากล. กรุงเทพฯ: เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2560. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

การเคลือบเมล็ดพันธุ์

Seed Coating

จักรพงษ์ กางโสภา*

Jakkrapong Kangsopa*

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: jakkrapongkangsopa@gmail.com

Abstract

Seed coating is a process in which polymer are thinly coated around the seeds in order to coat them with various types of active compound such as insecticide, fungicide, and plant nutrients. In the present, seed coating technology has become the main method of seed production process for trade and export. Therefore, the body of knowledge and expertise in seed coating, coating formulations, and coating technology are trade secrets. Nevertheless, seed coating has gained tremendous attention from involved sectors or education institutions in Thailand. They have started to do research on it continuously. This article presents the body of knowledge of seed coating, and seed coating methods including sub-topics discussing important elements for successful seed coating process particularly the information of seed coating equipment, seed coating substances or polymers, and active compound. The author hopes that this article will be highly useful for those interested in the topic and those who are learning about the topic for future application.

Keyword: Seed coating, seed conditioning, seed enhancement

บทคัดย่อ

การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นการนำพอลิเมอร์มาห่อหุ้มรอบๆ ผิวของเมล็ดพันธุ์อย่างเบาบาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำพาสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ เช่น สารป้องกันแมลง สารป้องกันเชื้อรา และธาตุอาหารพืช เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการหลักในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการค้าและการส่งออก จึงทำให้องค์ความรู้ ทักษะความเชี่ยวชาญด้านการเคลือบเมล็ดพันธุ์ สูตรสารเคลือบ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นความลับทางการค้า อย่างไรก็ตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือสถาบันการศึกษาในประเทศไทยยังคงให้ความสนใจและศึกษาค้นคว้ากันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นบทความนี้จึงได้เสนอองค์ความรู้ด้านการเคลือบ และวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยจะประกอบด้วยหัวข้อย่อยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อกระบวนการเคลือบเมล็ดพันธุ์ให้ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะข้อมูลของเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ สารเคลือบหรือพอลิเมอร์ และสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ ซึ่งผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจหรือกำลังศึกษาจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไป

คำสำคัญ: การเคลือบเมล็ดพันธุ์ การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์

คำนำ

เมล็ดพันธุ์คือรากฐานของชีวิตทางการเกษตร จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตพืช เพื่อให้ได้คุณภาพและผลผลิตสูง ดังนั้นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อกระบวนการผลิตพืช ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงในช่วงการเจริญเติบโตของต้นพืช รวมถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บรักษา (Murphy, 2017; Yang and Wen, 2017) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ซึ่งมีเงื่อนไขหรือปัจจัยหลายอย่างที่สามารถลดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง และปัจจัยการเข้าทำลายของโรคและแมลง เป็นต้น (Taylor *et al*., 1998) จากปัจจัยดังกล่าว ทำให้มีขั้นตอนการปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์หรือ “seed treatment” ซึ่งเป็นการจัดการกับเมล็ดพันธุ์ทันทีหลังการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูก (Murphy, 2017) เพื่อลดความเสียหายของคุณภาพเมล็ดพันธุ์จากปัจจัยต่างๆ โดยทั่วไปรูปแบบในการทำ seed treatment มักจะใช้สารเคมีเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูของเมล็ดพันธุ์ และช่วยในการปรับปรุงคุณภาพความงอกของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ การคลุกเมล็ดพันธุ์ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ และการพอกเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น

ปัจจุบันวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างมากของบริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์คือ วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ โดยการนำสารละลายจำพวกพอลิเมอร์ (polymer) มายึดเกาะรอบๆ ผิวของเมล็ดพันธุ์ (Pedrini *et al*., 2017) อีกทั้งสารละลายเหล่านี้สามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการยกระดับเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงสุด ก่อนนำไปใช้เพาะปลูกได้ เช่น ธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช และสารเร่งการเจริญเติบโต เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์จำพวกสารป้องกัน

กำจัดโรคและแมลงได้อีกด้วย จากปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นที่นิยมในเชิงการค้าและเกษตรกรผู้ปลูกพืช เนื่องจากวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์สามารถรับประกันคุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้

ดังนั้นวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์จึงได้รับความนิยมและความสนใจ ทั้งบริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์และเกษตรกรผู้เพาะปลูกพืช ทำให้เมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกมาอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้และพร้อมเก็บรักษา โดยที่ยังคงรักษาคุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไว้ในระยะเวลายาวนาน และเนื่องจากบทความนี้มีขอบเขตการกล่าวถึง การเคลือบเมล็ดพันธุ์ และวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยไม่ได้ระบุข้อมูลเชิงลึกในระดับคุณสมบัติทางเคมีของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นบทความนี้จึงเป็นองค์ความรู้ทั่วไป สำหรับผู้ที่สนใจจะทำความรู้จักกับ “การเคลือบเมล็ดพันธุ์” ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการการเพิ่มผลผลิตของพืชในปัจจุบัน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเคลือบเมล็ดพันธุ์คือ การนำสารสะสมที่มีลักษณะบางเบา มาฉาบยึดเกาะให้สม่ำเสมอไปบนผิวของเมล็ดพันธุ์ (film coating) โดยเมล็ดจะถูกห่อหุ้มเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ จำพวก thin polymer การเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้พัฒนามาจากวิธีการคลุกเมล็ดร่วมกับสารเคมี สำหรับการป้องกันกำจัดศัตรูพืชประเภทต่างๆ เช่น โรคโคนเน่า (dumping-off) และการเข้าทำลายของหนอนเจาะรากข้าวโพด เป็นต้น (Ramsey, 1975; Scott, 1975; Taylor *et al*., 1998) แต่ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้เกษตรกรสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง จึงอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ เนื่องจากวิธีการคลุกเมล็ดเป็นวิธีการที่เกษตรกรสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง อาจจะสัมผัสทางมือ หรือการสูดดม สารเคมีจะค่อยๆ ซึมผ่านเยื่อผิวหนังสะสมไปเรื่อยๆ จนทำให้เกษตรกรป่วยหรือเสียชีวิตได้ (ธิดารัตน์, 2560; Pedrini *et al*., 2017; Murphy, 2017) ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์จึงเข้ามาแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว เมื่อพิจารณา Figure 1 จะพบว่า เมล็ดพันธุ์หัวหอมมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน บิด เบี้ยว และขนาดเล็ก แต่วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบ สามารถไปสะสมอยู่รอบๆ ผิวเมล็ดได้อย่างสม่ำเสมอในทุกซอกมุมที่มีส่วนบิดเบี้ยว จึงทำให้วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เหมาะสมสามารถนำไปใช้ร่วมกับเมล็ดพันธุ์เกือบทุกชนิด ทั้งนี้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ให้ประสบผลสำเร็จต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิดสารเคลือบและชนิดของเมล็ดพันธุ์ด้วย

ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเพื่อปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บรักษา ทำให้เกษตรกรลดปัญหาการสัมผัสสารเคมีโดยตรง และเป็นการเพิ่มศักยภาพการใช้สารเคมีร่วมกับเมล็ดพันธุ์ได้อย่างสูงสุด นอกจากนี้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ยังสามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ได้ เช่น ธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารกระตุ้นการงอก สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันเชื้อรา สารป้องกันแมลง และสารเคมีป้องกันโรคพืช เป็นต้น (Taylor and Harman, 1990; Ester, 1994; Taylor *et al*., 1998; Pedrini *et al*., 2017) เมื่อเกษตรกรนำเมล็ดพันธุ์ไปเพาะปลูกจะทำให้สามารถดึงประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ที่เคลือบติดอยู่กับเมล็ดพันธุ์ในขณะที่งอกได้ทันที ซึ่งแตกต่างจากการหว่านหรือโรยสารเคมีไปตามร่องปลูกทำให้ต้นกล้าได้รับสารเคมีไม่สม่ำเสมอ และอาจสูญเสียประสิทธิภาพสารเคมีก่อนต้นกล้าจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Bruggink, 2005)

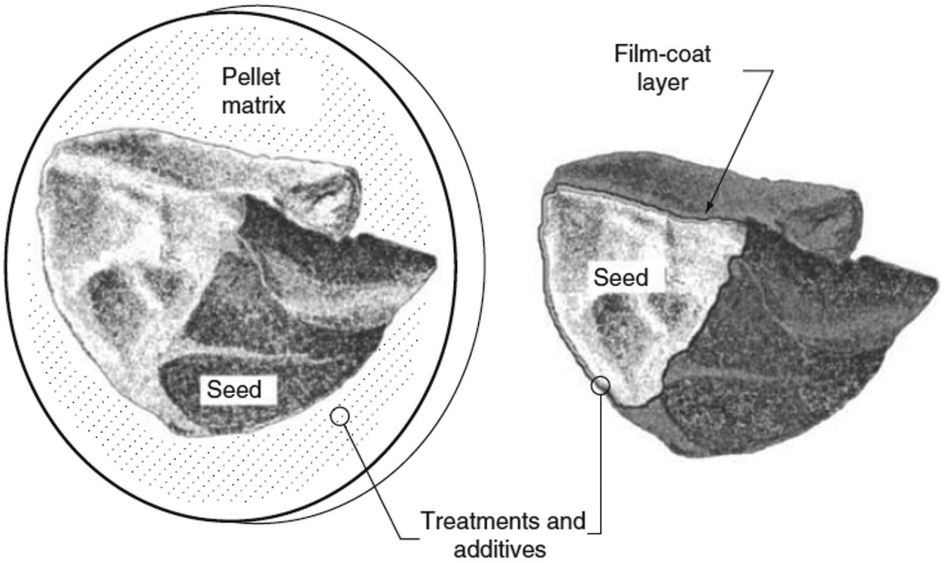

Figure 1 Show of a pelleted (left) and film coated (right) onion (*Allium cepa*) seed
Source: Murphy (2017)

วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์

โดยปกติแล้ววิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ถูกเผยแพร่ในบทความวารสารวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศจะถูกเปิดเผยข้อมูลเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเป็นความลับทางการค้าร่วมกับบริษัทผู้ร่วมวิจัย หรือบริษัทผู้จ้างให้ทำวิจัย ดังนั้นเทคโนโลยีสำหรับใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์จะถูกปิดบังไม่สามารถเปิดเผยได้ หรือติดในเรื่องของสิทธิบัตรด้านกฎหมาย คือการถือสิทธิคุ้มครองทางปัญญาประดิษฐ์ จึงทำให้ระบบการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วยังคงเป็นความลับทางการค้าของบริษัทผู้ถือครองสิทธิ์ (Taylor *et al*., 1998; Pedrini *et al*., 2017; Murphy, 2017) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในกรณีของสถาบันทางการศึกษา ส่วนใหญ่จะประยุกต์ใช้วิธีการเคลือบเมล็ดอย่างอิสระ (กรณีไม่มีส่วนร่วมในด้านงานวิจัยกับภาคอุตสาหกรรม) และเป็นวิธีการขนาดเล็กที่เรียบง่าย เช่น เครื่องเขย่าในห้องปฏิบัติการ การเคลือบเมล็ดด้วยมือ การเขย่าเมล็ดในถุงพลาสติก หรือเทคโนโลยีเครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นใช้เองภายในประเทศหรือนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นต้น (Gregg and Billups, 2010; Murphy, 2017)

วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์จำเป็นต้องมีวัสดุอุปกรณ์หลัก 4 ชนิด ประกอบด้วย 1) เมล็ดพันธุ์ 2) เครื่องเคลือบหรืออุปกรณ์สำหรับใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ 3) สารเคลือบหรือพอลิเมอร์ และ 4) สารออกฤทธิ์ เช่น ธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง เป็นต้น

1. เมล็ดพันธุ์ ชนิดของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อการเลือกชนิดของสารเคลือบ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดมีลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกัน เช่น ผิวเรียบมัน หรือผิวขรุขระไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น จึงทำให้การคัดเลือกชนิดของ

สารเคลือบมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของเมล็ด เพื่อทำให้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ประสบผลสำเร็จสูงสุด

2. เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ นับเป็นอุปกรณ์หลักสำหรับใช้เป็นส่วนคลุกเคล้าเมล็ดพันธุ์และสารเคลือบ โดยปัจจุบันลักษณะของเครื่องเคลือบเมล็ดที่เป็นที่นิยมทั่วไป สำหรับใช้ศึกษาในสถาบันการศึกษา และหรือเป็นที่นิยมใช้ในบริษัททางการค้าเมล็ดพันธุ์ในหลายประเทศทั่วโลก คือ แบบ fluidized bed, แบบ rotary coater และแบบ rotating pan (Figure 2) ซึ่งทั้ง 3 ประเภทของเครื่องเคลือบมีลักษณะการทำงานคร่าว ๆ ดังนี้

2.1 เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบ Fluidized bed มีรูปทรงสูงยาวคล้ายทรงกรวยหรือทรงกระบอก มีหลักการทำงานโดยให้เมล็ดพันธุ์ลอยตัวในอากาศอยู่ในกระบอกด้วยระบบลมเป่า (air flow) จากด้านล่าง จากนั้นสารเคลือบ (binder: liquid or slurry) จะถูกนำเข้าจากด้านล่างของฐานกระบอกเช่นเดียวกันกับระบบเป่าลม จึงทำให้เมล็ดที่ลอยตัวอยู่กลางกระบอกของเครื่องเคลือบได้รับสารเคลือบที่ฉีดพ่นอย่างสม่ำเสมอทุกเมล็ด ใช้เวลาในการเคลือบเมล็ดประมาณ 30 - 60 วินาที/ครั้ง จึงเหมาะสมใช้ร่วมกับเมล็ดขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ยกตัวอย่างเช่น เมล็ดพันธุ์พริก แตงมะเขือเทศ คะน้า เป็นต้น (Figure 2A)

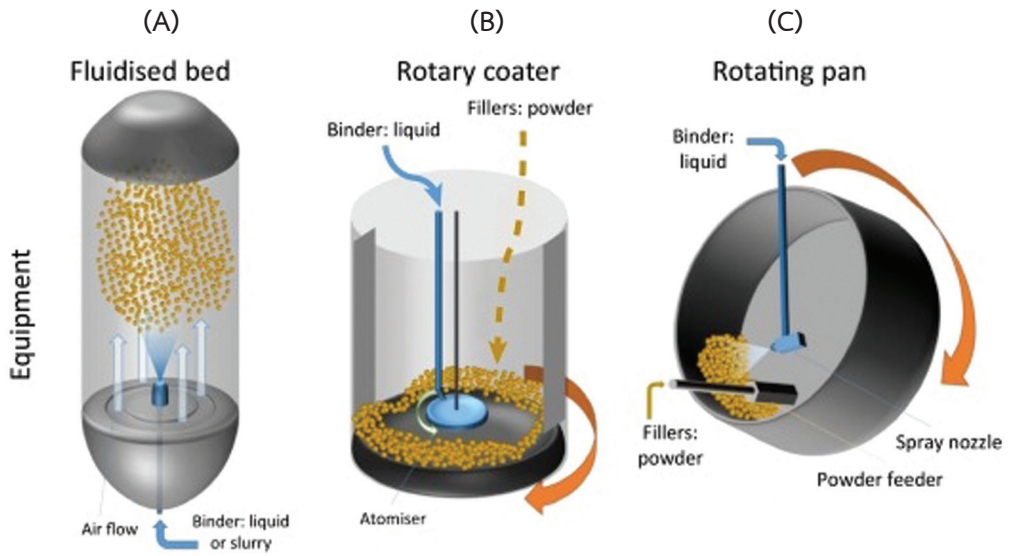

Figure 2 Show different types of equipment for use in seed coating, Fluidized bed (A), rotary coater (B) and rotating pan (C)

Adapted from: Pedrini *et al*. (2017)

2.2 เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบ Rotary coater หรือแบบปั่นเหวี่ยง มีรูปทรงกระบอกฐานกว้าง แต่ไม่สูงยาวเหมือนเครื่องเคลือบแบบ Fluidized bed โดยที่ฐานของเครื่องเคลือบจะมีจานแบบหมุนเหวี่ยง ด้วยความเร็วรอบคงที่ อีกทั้งสามารถกำหนดความเร็ว/รอบ ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์ ส่วนตรงกลางของเครื่องเคลือบจะมีจานหมุนขนาดเล็กอยู่ตรงกลางเพื่อใช้เป็นส่วนส่งต่อสารเคลือบให้กระจายไปรอบๆ จานหมุนปั่นเหวี่ยง ซึ่งสารเคลือบจะถูกปล่อยจากด้านบนของตัวเครื่อง (binder: liquid) ไปยังจานหมุนกระจายสารเคลือบ โดยทั่วไปจะใช้ความเร็วรอบประมาณ 30 - 50 รอบ/นาที และใช้เวลาในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ประมาณ 30 - 60 วินาที/ครั้ง เพื่อลดความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ที่อาจเกิดขึ้นจากเครื่องเคลือบเมล็ด เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นเวลานาน (Figure 2B)

2.3 เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบ Rotating pan หรือแบบถังหมุน มีรูปทรงคล้ายบาตรพระหรือจานปั้นเม็ดปุ๋ย รูปทรงถังจะมีลักษณะเอียง เพื่อให้เมล็ดสามารถกลิ้งอยู่ภายในถังขณะที่เครื่องกำลังหมุน โดยมีท่อส่งสารเคลือบ (binder: liquid) มายังด้านหน้าของถังเคลือบ เพื่อให้สามารถฉีดพ่นสารเคลือบไปยังเมล็ดที่กำลังกลิ้งอยู่ภายในถังเคลือบได้ การทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเคลือบแบบถังหมุนจะใช้ความเร็วรอบประมาณ 30 - 50 รอบ/นาที และใช้เวลาประมาณ 1 - 3 นาที/ครั้ง ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของปริมาณของสารเคลือบที่ถูกฉีดพ่นไปยังเมล็ดในแต่ละครั้ง (Figure 2C)

3. สารเคลือบหรือพอลิเมอร์ สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบันมีมากหลายชนิด ทั้งในส่วนที่เป็นพอลิเมอร์และส่วนที่เป็นสารเคลือบสำเร็จรูปในเชิงการค้า อย่างไรก็ตาม สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ควรเป็นสารชีวภาพหรือสารเคมีที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุด (พจนา, 2559) ทำให้การเลือกใช้สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ให้เหมาะสมต่อชนิดของเมล็ดมีความสำคัญมาก ดังนั้นการรู้จักคุณสมบัติของสารเคลือบจึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกใช้สารเคลือบ ซึ่งจะทำให้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ประสบผลสำเร็จมากที่สุด โดยปกติมักจะจำแนกพอลิเมอร์หรือสารเคลือบตามความสามารถในการละลาย คือ

3.1 พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่สามารถละลายน้ำได้ (water-soluble binder) โดยพอลิเมอร์เหล่านี้นิยมนำมาใช้สำหรับเคลือบพันธุ์มากที่สุด (Kadajji and Betageri, 2011; Zoubari, 2015) ยกตัวอย่างเช่น Poly ethylene glycol (PEG), Polyvinyl alcohol (PVA), Polyvinylpyrolidone (PVP), Polyacrylic acid (PAA), Polyacrylamides, N-(2-Hydroxypropyl) methacrylamide (HPMA), Divinyl Ether-Maleic Anhydride (DIVEMA), Polyoxazoline, Polyphosphates, Polyphosphazenes, Xanthan Gum, Guar Gum, Pectins, Chitosan Derivatives, Dextran, Carrageenan, Hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC), Hydroxypropyl cellulose (HPC), Hydroxyethyl cellulose (HEC), Sodium carboxy methyl cellulose (Na-CMC) เป็นต้น

3.2 พอลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำ (water-insoluble binder) พอลิเมอร์กลุ่มนี้นิยมนำมาใช้ผสมรวมกับกลุ่มที่สามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ Lactide-co-glycolide polymers เป็นต้น (Kadajji and Betageri, 2011)

3.3 พอลิเมอร์ที่มีการละลายขึ้นอยู่กับ pH (pH-dependent binder) ได้แก่ Cellulose

acetate phthalate (CAP), Cellulose acetate trimellitate (CAT) และ Hydroxypropyl methylcellulose phthalate (HPMCP) เป็นต้น (Kadajji and Betageri, 2011)

จากความหลากหลายของชนิดและประเภทของพอลิเมอร์ทำให้ปัจจัยการเคลือบเมล็ดพันธุ์มีความสำเร็จตามวัตถุประสงค์เพิ่มสูงขึ้น และจากคุณสมบัติของพอลิเมอร์ดังกล่าวทำให้พอลิเมอร์มีบทบาทหน้าที่แตกต่างกันออกไป ฉะนั้นการรู้จักคุณสมบัติของพอลิเมอร์เบื้องต้น และการเลือกใช้ให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมากต่อการเคลือบเมล็ดพันธุ์ เมื่อพิจารณา Table 1 จะพบว่า ในช่วงระยะเวลา 10 ปี (2009 - 2019) มีรายงานการใช้สารเคลือบหลายชนิดร่วมกับเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน ทั้งสารเคลือบในรูปของพอลิเมอร์และสารเคลือบในเชิงการค้า โดยสารเคลือบที่ได้รวบรวมมาไว้ใน Table 1 ส่วนใหญ่มักถูกรายงานถึงความสำเร็จในการเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์พืช

Table 1 Seed coating with polymer of several plants

Type of seeds	Coating polymers	Reference
Rice	Chitosan	Zeng and Shi (2009)
Soybean	Chitosan	Zeng and Zhang (2010)
Cotton	Aminopolysaccharide	Zeng and Mei (2011)
Soybean	Commercial product	Gesch *et al*. (2012)
Soybean	Polyvinyl alcohol	Damasceno *et al*. (2013)
Rice	Ethyl cellulose	Casta1eda *et al*. (2014)
Cucumber	Hydroxypropyl methycellulose	Keawkham *et al*. (2014)
Wheat	Commercial product	Colla *et al*. (2015)
Cucumber	Polyvinyl alcohol, Methyl cellulose	Kaewkham *et al*. (2016a)
Vinhatico	Polyvinyl acetate	Sousa *et al*. (2016)
Pigeonpea	Commercial product	Korishettar *et al*. (2016)
Cotton	Sodium alginate, sodium dodecyl sulfate, acacia	Tu *et al*. (2016)
Cucumber	Hydroxypropylmethyl cellulose, polyvinyl alcohol, polyvinylpyrrolidone-K30, polyvinylpyrrolidone-K90, commercial product	Kaewkham *et al*. (2016b)
C. korshinskii	Polyacrylamide	Su *et al*. (2017)
Cucumber	Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90)	Hansuri and Siri (2018)
Lettuce	Carboxymethyl cellulose	Kangsopa *et al*. (2018)
Cucumber	Polyvinylpyrrolidone (PVP-K30)	Thanomkwan *et al*. (2019)

4. สารออกฤทธิ์ คือ กลุ่มของสารเคมีหรือชีวเคมีที่มีความจำเป็นต่อการความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ด้วยการใช้สารเคลือบเป็นตัวกลางนำพาสารออกฤทธิ์ ยกตัวอย่างเช่น ธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารเร่งการเจริญเติบโตของพืช สารแก้การพักตัวของเมล็ด สารป้องกันโรคและแมลง สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารจุลินทรีย์ชีวภาพ และสารป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์พืช เป็นต้น ซึ่งสารออกฤทธิ์คือส่วนเติมเต็มเพื่อยกระดับการใช้เมล็ดพันธุ์หลังการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด (Table 2)

Table 2 Seed coating with polymer and active ingredient of several plants

Type of seeds	Coating polymers	Active ingredients	Reference
Rice	Polykote®	Flowable Thiram, Vitavax 200	Rettinassababady *et al*. (2012)
Pea	Product of Seed Science Center of Zhejiang University	Rhodamine B, safranine T	Tian *et al*. (2013)
Soybean	Amphiphilic co-polymers	Thiram	Kaushik *et al*. (2013)
Corn	Collor Seed® He Red polymer	*Bacillus subtilis*	Junges *et al*. (2013)
Cucumber	Gelatine	Riboflavin	Sikhao *et al*. (2014)
Cotton	Polykote®	Thiram, Imidacloprid, Flowable thiram, Vitavax 200	Badiger *et al*. (2015)
Soybean	Poly[poly(oxyethylene-300)-oxyglutaroyl], Poly[poly(oxyethylene-600)-oxyglutaroyl], Poly[poly(oxyethylene-1000)-oxyglutaroyl]	Imidacloprid	Adak *et al*. (2016)

Table 2 Seed coating with polymer and active ingredient of several plants (Cont.)

Type of seeds	Coating polymers	Active ingredients	Reference
Cucumber	Polyvinyl alcohol	Difenoconazole, carboxin, pyraclostrobin	Kaewkham *et al*. (2016b)
Pigeonpea	Incotec Pvt. Ltd.®	Zn and Fe nanoparticles	Korishettar *et al*. (2016)
Cucumber	Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90)	Gibberellic acid (GA_3), Indole-3-acetic acid (IAA), Indole-3-butyric acid (IBA), Alpha-naphthalene acetic acid (NAA)	Hansuri and Siri (2018)
Lettuce	Carboxymethyl cellulose	*Pseudomonas fluoresces* 31-12, *Bacillus subtilis*	Kangsopa *et al*. (2018)
Corn	Starch-based bioplastic	Imidacloprid, Metalaxyl-M, *A. flavus* NRRL 30797	Accinelli *et al*. (2016)
Cucumber	Polyvinylpyrrolidone (PVP-K30)	Rhodamine B, curcumin, auramine O	Thanomkwan *et al*. (2019)

ตัวอย่างการรายงานการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้ธาตุอาหารพืชเคลือบเมล็ดพันธุ์ Hara (2015) เช่น การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยสารประกอบโมลิบดีนัมในอัตรา 0.5 - 1 โมลของโมลิบดีนัม/เมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม พบว่า สามารถช่วยต้นกล้าถั่วเหลืองที่ปลูกในพื้นที่น้ำท่วมขังยืนต้นได้เพิ่มขึ้น (Hara, 2015) จึงทำให้การเคลือบเมล็ดถั่วเหลืองด้วยโมลิบดีนัม สามารถลดความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดขึ้นหลังการหยอดเมล็ดเพาะปลูกได้ ต่อมา Hara (2016) ได้รายงานการเคลือบเมล็ดข้าวสาลีด้วยโมลิบดีนัมอัตรา 0.05 - 0.5 โมลของโมลิบดีนัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม ยังคงทำให้ต้นกล้าข้าวสาลี ตั้งตัวได้ไม่น้อยกว่า 54 % ส่วน Rehman and Farooq (2016) รายงานว่า

เมื่อเคลือบเมล็ดข้าวสาลีด้วยธาตุอาหารพืชสังกะสี (Zn) พบว่า สามารถทำให้การงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และผลผลิตของเมล็ดข้าวสาลีเพิ่มมากขึ้น ส่วนการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยโมโนโซเดียมฟอสเฟตปริมาณ 7 กรัม/เมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม พบว่า มีจำนวนของปมรากถั่ว และผลรวมของจำนวนเมล็ด/ต้น เพิ่มมากขึ้นจากเดิม (Soares *et al.*, 2016)

ส่วนการใช้กลุ่มจุลินทรีย์เพื่อช่วยส่งเสริมการงอกและการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงเทศด้วย *Bacillus subtilis* B006 ไม่ทำให้ความงอกของเมล็ดแตกต่างกัน ทั้งหลังการเคลือบและหลังการเก็บรักษานาน 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ (กุศล และพิศาล, 2555) ส่วน Kaewkham *et al*. (2016b) รายงานว่า เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาด้วย *B. subtilis* และ *P. fluorescens* ที่ความเข้มข้น 1×10^5 และ 1×10^7 cfu/seed ทำให้น้ำหนักสดของรากต้นกล้าแตงกวาเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าต้นกล้าของเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และมีรายงานของ Tu *et al*. (2016) ที่เคลือบเมล็ดฝ้ายด้วย *B. subtilis* SL-13 โดยมีสูตรสารเคลือบ คือ sodiumalginate 1.0 % (w/v), polyvinyl alcohol 4.0 %, sodium dodecyl sulfate 1.0 %, acacia 0.6 %, bentonite 0.5 % และ microcapsules 10 % (v/v) พบว่าสามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดฝ้ายได้เพิ่มขึ้น 28.74 % นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงของความสูงของต้นกล้า ความยาวราก น้ำหนักสดทั้งต้นและน้ำหนักแห้งทั้งต้น เพิ่มขึ้น 52.70 %, 25.13 %, 46.47 % และ 33.21 % ตามลำดับ นอกจากนี้มีรายงานการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและแมลงร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดย Sousa *et al*. (2016) รายงานว่า เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ Vinhatico ด้วย captan 0.25 กรัม พบว่า เมล็ดไม่มีเชื้อรา *Plathymenia reticulate* ติดร่วมอยู่กับเมล็ดพันธุ์ อีกทั้งเมื่อมีส่วนผสมของธาตุอาหารพืชสูตรผสมอัตรา 50 กรัม ยิ่งทำให้เมล็ดมีน้ำหนักของ 1,000 เมล็ด เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ส่วน Kangsopa *et al*. (2018) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมร่วมกับ *P. fluorescens* 31 - 12 จากนั้นนำไปปลูกทดสอบในระบบการปลูกพืชไร้ดิน พบว่า มีน้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งรากมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดควบคุม

อย่างไรก็ตาม การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารออกฤทธิ์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ถ้าเลือกใช้อัตราของสารออกฤทธิ์ในแต่ละประเภทมากเกินไป อาจจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ ถ้าเลือกใช้ในอัตราที่ไม่เหมาะสมจะทำให้การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ด้วยวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ไม่ประสบผลสำเร็จได้ ดังนั้นการศึกษาหาชนิดและอัตราส่วนของสารออกฤทธิ์ที่เหมาะสม จึงมีความจำเป็นเพื่อลดความเสี่ยงที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพไปจากเดิม และสารออกฤทธิ์คือกุญแจสำคัญที่จะช่วยยกระดับวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและประสบผลสำเร็จมากที่สุดในการผลิตพืชในยุคปัจจุบัน

สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เมล็ดพันธุ์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด โดยการนำพาสารออกฤทธิ์ที่มีส่วนในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การใช้เพื่อการเพาะปลูกที่ง่าย และเป็นวิธีการปรับปรุงสภาพ

เมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ในระยะเวลานานได้มากขึ้น โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตามการเคลือบเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความจำเพาะเจาะจงต่อผู้ถือครองความลับของสูตรการเคลือบเมล็ดพันธุ์ เช่น การจดสิทธิบัตร หรือข้อมูลอยู่ภายใต้ความลับของบริษัทผู้ทำการค้าเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นผู้เรียนรู้หรือผู้ที่สนใจการเคลือบเมล็ดพันธุ์ ควรทำความเข้าใจเบื้องต้นขององค์ประกอบที่สำคัญในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ ดังนี้ 1) จำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติเบื้องต้นของพอลิเมอร์เพื่อการตัดสินใจเลือกใช้ให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ 2) จำเป็นต้องรู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ เช่น ชนิดของเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ และเครื่องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการคัดเลือกชนิดของเมล็ดพันธุ์และสารเคลือบเมล็ดที่เหมาะสม สำหรับใช้ร่วมกับเครื่องมือที่ใช้เคลือบเมล็ด และการดูแลคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบด้วยการลดความชื้นที่ถูกวิธี และ 3) ควรมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ เพื่อให้มีเกณฑ์การตรวจสอบที่แน่นอน สำหรับใช้คัดเลือกสูตรการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีความเหมาะสม โดยไม่มีผลกระทบหรือเป็นอันตรายต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ

เอกสารอ้างอิง

กุศล ถมมา และพิศาล ศิริธร. 2555. ผลของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* B006 ในการเคลือบเมล็ดเพื่อควบคุมเชื้อรา *Botryosphaeria rhodina* สาเหตุโรคยางไหลของแตง. วารสารแก่นเกษตร 40(1): 53-60.

ธิดารัตน์ แก้วคำ. 2560. การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช. วารสารแก่นเกษตร 45(1): 197-208.

พจนา สีขาว. 2559. การเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 34(3): 157-163.

Accinelli, C., H.K. Abbas, N.S. Little, J.K. Kotowicz, M. Mencarelli, and W.T. Shier. 2016. A liquid bioplastic formulation for film coating of agronomic seeds. Crop Protection. 89: 123-128.

Adak, T., J. Kumar, N.A. Shakil, and S. Pandey. 2016. Role of nano-range amphiphilic polymers in seed quality enhancement of soybean and imidacloprid retention capacity on seed coatings. J. Sci. Food. Agric. 96: 435-4357.

Badiger, B., S. Narayanaswamy, and S. Patil. 2015. Seed treatment chemicals and polymer coating on seed longevity of cotton seed [*Gossypium hirsutum* L.]. An International Quarterly. Life Sci. 9(3): 967-971.

Bruggink, G.T. 2005. Flower seed priming, pregermimation, pelleting and coating. pp. 249-262. In: McDonald M.B. and F.Y. Kwong (eds.). Flower seed biology and technology. CABI publishing. USA.

Casta1eda, L.M.F., C. Genro, I. Roggia, S.S. Bender, R.J. Bender, and C.N. Pereira. 2014. Innovative rice seed coating (*Aryza Sativa*) with polymer nanofibres and microparticles using the electrospinning

method. J. Res. Updates Polym. 3(1): 33-39.

Colla, G., Y. Rouphael, P. Bonini, and M. Cardarelli. 2015. Coating seeds with endophytic fungi enhances growth, nutrient uptake, yield and grain quality of winter wheat. J. Plant Prod. 9(2): 171-190.

Damasceno, R., I. Roggia, C. Pereira, and E.D. Sá. 2013. Rhizobia survival in seeds coated with polyvinyl alcohol (PVA) electrospun nanofibres. Can. J. Microbiol. 59: 716–719.

Ester, A., S.B. Hotstede, P.S.R. Kosters, and C.P.D. Moel. 1994. Film-coating of cauli-flower seed, *Brassica oleracea* L. Var. *botrytis* L., with insecticides to control the cabbage root fly, Delia radicum. Crop Prot. 14: 14-19.

Gesch, R.W., D.W. Archer, and K. Spokas. 2012. Can using polymer-coated seed reduce the risk of poor soybean emergence in no-tillage soil?. Field Crop Res. 125: 109-116.

Gregg, B.R., and G.L. Billups. 2010. Seed Conditioning. pp. 483–976 In: Volume 2. Technology – Part B. Enfield, NH. Science Publishers. USA. doi. org/10.1017/S0014479710000700.

Hansuri, J., and B. Siri. 2018. Effects of seed coating with mixed plant hormones for seed qualities enhancement of hybrid cucumber. Khon Kaen Agr. J. 46(3): 507-516.

Hara, Y. 2015. Improvement of soybean seedling establishment under a flooded condition by seed coating with molybdenum compounds. Plant Prod. Sci. 18: 161-165.

Hara, Y. 2016. Improvement of seedling establishment under flood condition by seed coating with molybdenum compounds for wheat and barley. Plant Prod. Sci. 19(2): 223-229.

Junges, E., M. Toebe, R.F.D. Santos, G. Finger, and M.F.B. Muniz. 2013. Effect of priming and seed-coating when associated with *Bacillus subtilis* in maize seeds. Revista Ciência Agron4mica. 44(3): 520-526.

Kadajji, V.G., and G.V. Betageri. 2011. Water soluble polymers for pharmaceutical applications. Polymers. 3(4): 1972-2009.

Kaewkham, T., P. Chitropas, A. Wongcharoen, R.K. Hynes, J. Kangsopa, and B. Siri. 2016b. Effects of polymers as a main component of coating formulations on quality and effects of stability of cucumber seeds. Khon Kaen Agr. J. 44(4): 703-712.

Kaewkham, T., R.K. Hynes, and B. Siri. 2016a. The effect of accelerated seed ageing on cucumber germination following seed treatment with fungicides and microbial biocontrol agents for managing gummy stem blight by *Didymella*

bryoniae. Biocontrol Sci. Technol. (26)8: 1048-1061.

Kangsopa, J., R.K. Hynes, and B. Siri. 2018. Effects of seed treatment with plant growth promoting bacteria on germination and growth of lettuce. Journal of Agriculture. 34(3): 385-397.

Kaushik, P., N.A. Shakil, J. Kumar, M.K. Singh, M.K. Singh. and S.K. Yadav. 2013. Development of controlled release formulations of thiram employing amphiphilic polymers and their bioefficacy evaluation in seed quality enhancement studies. Journal of Environmental Science and Health. 48(8): 677-685.

Keawkham, T., B. Siri, and R.K. Hynes. 2014. Effect of polymer seed coating and seed dressing with pesticides on seed quality and storability of hybrid cucumber. Aust J. Crop. Sci. 8(10): 1415-1420.

Korishettar, P., S.N. Vasudevan, N.M. Shakuntala, S.R. Doddagoudar, S. Hiregoudar, and B. Kisan. 2016. Seed polymer coating with Zn and Fe nanoparticles: An innovative seed quality enhancement technique in pigeonpea. J. Appl. and Nat. Sci. 8(1): 445-450.

Murphy, D.J. 2017. Encyclopedia of Applied Plant Sciences. pp. 564-569. In: P. Shewry. Seed Treatments. Academic Press. USA.

Pedrini, S., D.J. Merritt, J. Stevens, and K. Dixon. 2017. Seed coating: Science or marketing spin?. Trends Plant Sci. 22(2): 106-116.

Ramsey, J.C. 1975. Seed coating. Rangeman's Journal. 5(2): 145.

Rehman, A., and M. Farooq. 2016. Zinc seed coating improves the growth, grain yield and grain biofortification of bread wheat. Acta Physiol Plant. 38(10): 238.

Rettinassababady, C., T. Ramanadane, and R. Renuka. 2012. Role of polymer coating on seed quality status of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) during storage under coastal ecosystem. J. Biol. Chem. Research. 29(2): 142-150.

Scott, D. 1975. Effects of seed coating on establishment. New Zeal. J. Agr. Res. J. 18(1): 59-67.

Sikhao, P., P. Teerapornchaisit, A.G. Taylor, and B. Siri. 2014. Seed coating with riboflavin, a natural fluorescent compound, for authentication of cucumber seeds. Seed Sci. Technol. 42: 1-9.

Soares, M.M., T. Sediyama, J.C.L. Neves, H.C.S. Júnior, and L.J. Silva. 2016. Nodulation, growth and soybean yield in response to seed coating and split application of phosphorus. J. Seed Sci. 38(1): 30-40.

Sousa, P.G.F., H.D. Vieira, M.M. Amorim, and A.J. Acha. 2016. Coating with fungicide and different doses of fertilizer in vinhatico seeds. Afr. J. Biotechnol. 15(38): 2091-2097.

Su, L.Q., J.G. Li, H. Xue. and X.F. Wang. 2017. Super absorbent polymer seed coatings promote seed germination and seedling growth of *Caragana korshinskii* in drought. Biomed & Biotechnol. 18(8): 696-706.

Taylor, A.G., and G.E. Harman. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. Annu. Rev. Phytopathol. 28: 321-339.

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.

Thanomkwan, K., K. Vichitphan, and B. Siri. 2019. Effects of seed coating with fluorescent compound on quality and fluorescence of hybrid cucumber seeds. Khon Kaen Agr. J. 47(2): 361-370.

Tian, Y., Q. Wang, J. Hu, Q. Hu, J. Wang. and Y. Guan. 2013. Application of fluorescent dyes for falsification-preventing of pea seeds (*Pisum sativum* L.). Aust J. Crop. Sci. 7(1): 147-151.

Tu, L., Y. He, C. Shan, and Z. Wu. 2016. Preparation of microencapsulated *Bacillus subtilis* SL-13 seed coating agents and their effects on the growth of cotton seedlings. BioMed Res. Int. Article ID 3251357, 7 p. doi: 10.1155/2016/3251357.

Yang, L., and B. Wen. 2017. Encyclopedia of Applied Plant Sciences. pp. 553-563. In: A.G. Taylor. Seed Quality. Academic Press. USA.

Zeng, D., and Y. Shi. 2009. Preparation and application of a novel environmentally friendly organic seed coating for rice. J. Sci. Food. Agric. 89: 2181-2185. doi. 10.1002/jsfa.3700

Zeng, D.F., and L. Zhang. 2010. A novel environmentally friendly soybean seed-coating agent. Acta Agr. Scand. B-S & Plant Sci. 60(6): 545-551.

Zeng, D.F., and X. Mei. 2011. Application of natural aminopolysaccharide in seed film-coating for pest control and cotton growth. Russ Agric. Sci. 37(1): 20-24.

Zoubari, M.G. 2015. Water-insoluble polymers as binders for controlled release matrix and reservoir pellets (Doctoral dissertation, Freie Universität Berlin).

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 1(2):77-84
J. Agri. Prod.

การศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลำไยนอกฤดู

The Study of Chemical Fertilizer Application Rates in Off-season Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) Production

นพดล จรัสสัมฤทธิ์[1*], มลธิดา ธิศาเวช[1], วรรณอุษา ผาคำ[1], และ บุรินทร์ พิชัยรัตน์[2]

Nopadol Jarassamrit[1*], Monthida Thisawech[1], Wannausa Phakham[1] and Burin Phichairath[2]

[1] สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Pomology Division, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2] บริษัท ไทยเซนทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120
Thai Central Chemical Public Company Limited, Thung Maha Mek, Sathon, Bangkok 10120

* Corresponding author: nopadol88jaras@gmail.com

Abstract

The study of chemical fertilizer application rates in off-season longan production of "Daw" longan trees was conducted in the longan orchard at Pomology farm, Maejo University, Chiang Mai province, from July 2017 to May 2018. The experimental design was randomized complete block design (RCBD), 7 treatments with 5 replications. The treatments 1 to 4 were the fertilizer formulae recommended by Thai Central Chemical Public Company Limited formulae 1 to 4, respectively. The treatment 5 was the control fertilizer formula. The treatment 6 was the fertilizer formula that longan growers practice, and the treatment 7 was the 'equal' fertilizer formula. The results showed that there were no significant differences among all the treatments in terms of flowering, fruit setting, and yield, as well as the longan fruit quality parameters; of which including inflorescence width, inflorescence length, number of inflorescence, fruit panicle width and length, fruit panicle weight, and yield per tree. However, the number of fruits per panicle in the treatment 6 gave the highest number of fruits per panicle (32.20 fruits), with significant differences to the treatment 1, 3 and 7 (22.53, 24.25, and 23.39 fruits, respectively), but

showed no significant differences to the treatment 2, 4 and 5 (26.70, 30.57, and 29 fruits, respectively).

Keywords: Off-season Longan, Fertilizer application

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลำไยนอกฤดู ทำการทดลองกับลำไยพันธุ์ดอ ณ ฟาร์มไม้ผล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 7 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ถึง 4 คือ สูตรปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) สูตรที่ 1 ถึง 4 กรรมวิธีที่ 5 คือ สูตรปุ๋ยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ กรรมวิธีที่ 6 คือ สูตรปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ และกรรมวิธีที่ 7 คือ ปุ๋ยสูตร “เสมอ” ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการออกดอก การติดผล และผลผลิต ตลอดจนคุณภาพของผลผลิตลำไย รวมทั้งความกว้างและความยาวของช่อดอก จำนวนช่อดอก ความกว้างและความยาวของช่อผล น้ำหนักช่อผล และผลผลิตต่อต้น แต่พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในด้านจำนวนผลต่อช่อ กับการใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 6 จำนวนผลต่อช่อมากที่สุด คือ 32.20 ผล ซึ่งแตกต่างกับการใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 1, 3 และ 7 (22.53 ผล, 24.25 ผล และ 23.39 ผล ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 2, 4 และ 5 (26.70 ผล, 30.57 ผล และ 29 ผล ตามลำดับ)

คำสำคัญ: ลำไยนอกฤดู, การใช้ปุ๋ย

คำนำ

ลำไยจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร มีการส่งออกลำไยสดในปี 2560 มูลค่ากว่า 20,970 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) แหล่งผลิตที่สำคัญในเขตภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย และน่าน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561) การจัดการธาตุอาหารให้เพียงพอและเหมาะสมต่อความต้องการของพืชนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง โดยทั่วไปแล้วหากดินได้รับการปลูกพืชมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วจะทำให้ดินมีความสมบูรณ์ลดลงซึ่งจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารภายในดินลดลง สาเหตุที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง เช่น ติดไปกับผลผลิต ใบและกิ่งที่ร่วง และถูกตัดแต่ง สูญเสียไปกับน้ำที่ไหลบ่าไปตามพื้นดินหรือซึมลงสู่ใต้พื้นดินลึกเกินกว่าระดับราก สูญเสียเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีของดิน ซึ่งมักจะเกิดจากการใช้ปุ๋ยที่ไม่ถูกต้องจนทำให้ดินมีสภาพที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารได้ (Yan, 2002)

ธาตุอาหารมีอิทธิพลต่อการผลิใบ การออกดอก การเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต Li *et al*. (2001) รายงานว่าถ้าไนโตรเจนในใบสูง การแตกใบ

จะมีมากขึ้นทำให้การออกดอกและผลผลิตลดลง แต่ปริมาณไนโตรเจนกับการออกดอก อาจจะเกิดจากพันธุ์ สภาพพื้นที่ ปริมาณอาหารในดินและสภาพภูมิอากาศในช่วงการให้ปุ๋ยแตกต่างกัน นอกจากนี้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมยังมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารน้อยกว่าปริมาณที่ต้องการอาจมีผลต่อการเจริญเติบโต (ศรีสม, 2547) การศึกษาความต้องการธาตุอาหารในลำไยทรงพุ่มขนาด 5 เมตร พบว่าความต้องการธาตุไนโตรเจนก่อนและหลังตัดแต่งกิ่งลำไยคือ 96.4 และ 57.9 กรัมต่อต้น ส่วนฟอสฟอรัส คือ 4.6 และ 7.7 กรัมต่อต้น และโพแทสเซียม 60.3 และ 36.2 กรัมต่อต้นตามลำดับ (ยุทธนา และคณะ, 2544) การให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของพืชสามารถช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้ ดังนั้นจึงได้มีงานวิจัยนี้เพื่อเป็นการศึกษาอัตราในการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลำไยนอกฤดู

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตลำไยนอกฤดู ณ แปลงลำไยสาขาไม้ผล (บ้านโปง) ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Table 1) ต้นลำไยมีอายุ 7 - 9 ปี มีทรงพุ่ม 2 ขนาดคือ 3 - 4 เมตร และ 5 - 6 เมตร จึงวางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยมี 7 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น รวมเป็น 35 ต้น ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ถึง 4 (T1-T4) คือ สูตรปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) สูตรที่ 1 ถึง 4 กรรมวิธีที่ 5 (T5) คือ สูตรปุ๋ยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ กรรมวิธีที่ 6 (T6) คือ สูตรปุ๋ยตามที่เกษตรกรใช้ และกรรมวิธีที่ 7 (T7) คือ ปุ๋ยสูตรเสมอ (15-15-15) การใส่ปุ๋ยโดยการหว่านเม็ดปุ๋ยใต้ทรงพุ่มเดือนละ 1 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยอัตรา 400 กรัมต่อขนาดทรงพุ่ม 3 - 4 เมตร และอัตรา 800 กรัมต่อขนาดทรงพุ่ม 5 - 6 เมตร ซึ่งระยะฟื้นต้น ระยะกระตุ้นการเกิดดอก และระยะก่อนการเก็บเกี่ยว มีระยะเวลา 1 ครั้ง ระยะติดผลอ่อนมีระยะเวลา 3 ครั้ง สำหรับกรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ยอัตรา 500 กรัมต่อขนาดทรงพุ่ม 3 - 4 เมตร และอัตรา 1 กิโลกรัมต่อขนาดทรงพุ่ม 5 - 6 เมตรตามระยะการเจริญเติบโต (ระยะละ 1 ครั้ง รวม 4 ครั้ง) (Table 2) โดยปริมาณธาตุอาหารที่ให้รวมทั้งหมดแสดงไว้ใน Table 6 และก่อนการทดลองทำการราดสารโพแทสเซียมคลอเรต อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อต้น ในวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 เพื่อกระตุ้นการออกดอกนอกฤดูของลำไย และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยในวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2561

Table 1 Soil chemical properties at Pomology farm, Maejo University, Sansai district, Chiang Mai province.

Property	Value	Level
pH	5.080	High acidity
Organic mater (%)	0.050	Very low
Nitrogen (%)	0.025	Low
Available-P (P, ppm)	2.830	Very low
Potassium (K, ppm)	28.000	Very low

Table 2 Fertilizer formulae (N-P_2O_5-K_2O) used in different growth stages of longan in each treatment.

Treatment	Vegetative stage	Flower induction stage	Fruit setting stage	Pre-harvest stage
T1	15-15-15 (pre)	9-24-24	9-24-24	9-24-24
T2	15-15-15 (pre)	9-24-24	13-13-21	13-13-21
T3	15-15-15 (pre)	12-24-12	12-9-21	9-24-24
T4	15-15-15 (pre)	9-24-24	12-12-17	12-12-17
T5	16-16-16	8-24-24	15-9-20	15-9-20
T6	25-7-7	15-15-15 (pre)	15-15-15 (pre)	0-0-60
T7	15-15-15	15-15-15	15-15-15	15-15-15

การบันทึกข้อมูลดำเนินการดังนี้ ช่อดอกลำไย ทำการสุ่มวัด 20 ช่อต่อต้น โดยความกว้างช่อดอกลำไยวัดได้จากด้านที่กว้างที่สุดและความยาวช่อดอกวัดได้จากโคนช่อจนถึงปลายช่อดอกลำไยเมื่อดอกบานเต็มที่ และนับจำนวนช่อดอกลำไยทั้งหมดต่อต้น ช่อผลลำไย ทำการสุ่มวัด 20 ช่อต่อต้น ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยความกว้างช่อผลลำไยวัดจากด้านที่กว้างที่สุดและความยาวช่อผลลำไยจากโคนช่อจนถึงปลายช่อผลลำไย จากนั้นนับจำนวนผลลำไยต่อช่อและชั่งน้ำหนักช่อผลลำไย ปริมาณและคุณภาพผลผลิต ทำการชั่งน้ำหนักผลผลิตต่อต้น และทำการสุ่มผลลำไยจำนวน 50 ผลต่อต้น บันทึกข้อมูลน้ำหนักผล น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเนื้อ โดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล วัดขนาดผล ความกว้างผล ความยาวผล ความสูงผล ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความสูงเมล็ด ความหนาเปลือก และความหนาเนื้อโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) ด้วยเครื่อง Digital reflectometer การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของผลการทดลองตามแผนการทดลองแบบ RCBD และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การออกดอกและการติดผล

การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีของลำไยนอกฤดู พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของขนาดช่อดอก และจำนวนช่อดอกลำไย (Table 3) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนผลต่อช่อของลำไย พบว่ากรรมวิธีที่มีจำนวนผลต่อช่อมากที่สุดคือ T6 มี 32.20 ผลต่อช่อ ซึ่งแตกต่างกับ T1 (22.53 ผลต่อช่อ) T3 (24.25 ผลต่อช่อ) และ T7 (23.39 ผลต่อช่อ) แต่ไม่แตกต่างกับ T2 (22.53 ผลต่อช่อ) T4 (24.25 ผลต่อช่อ) และ T5 (23.39 ผลต่อช่อ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างการเจริญเติบโต มีแมลงเข้าทำลายผล ทำให้ผลร่วง และไม่พบความ

แตกต่างกันทางสถิติในส่วนของน้ำหนักช่อผล ความกว้างและความยาวช่อผลลำไย (Table 3) ตลอดจนผลผลิตผลิตลำไยต่อต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี (Table 5)

Table 3 Effect of fertilizer applications on inflorescence size, number of inflorescence, fruit panicle size, number of fruit per panicle and fruit panicle weight.

Treatment	Inflorescence size (cm)		No. of inflores-cence	Fruit Panicle size (cm)		No. of fruit/ panicle	Fruit panicle weight (g)
	Width	Length		Width	Length		
T1	19.20	25.56	228.40	13.41	24.51	22.53^{c}	192.90
T2	19.85	26.35	151.20	15.34	23.30	26.70^{abc}	228.00
T3	22.45	28.60	208.00	14.73	25.79	24.25^{bc}	209.00
T4	20.65	27.87	234.60	14.54	25.57	30.57^{ab}	260.00
T5	19.53	28.07	263.20	15.04	25.27	29.00^{abc}	257.80
T6	21.16	27.87	232.20	16.22	26.56	32.20^{a}	284.50
T7	21.28	26.99	196.20	14.03	24.19	23.39^{bc}	208.10
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV. (%)	11.13	10.56	41.08	11.12	10.96	19.03	21.84

ns = Not significant difference, * = Significant difference at probability level 0.05

คุณภาพผลผลิต

ขนาดผล ขนาดเมล็ด ความหนาเปลือกและความหนาเนื้อลำไย การใส่ปุ๋ยต้นลำไยในทุกกรรมวิธีพบว่าไม่มีผลต่อขนาดผล ขนาดเมล็ดในด้านของความกว้าง ความยาว และความสูง ส่วนความหนาเปลือก และความหนาเนื้อลำไย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rai *et al*. (2002) โดยทดลองอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่าไม่มีผลต่อคุณภาพผลผลิต น้ำหนักผลและน้ำหนักเปลือก นอกจากนี้ Khosumain *et al*. (2013) ได้กล่าวว่าการให้ไนโตรเจนมากกว่า 160 กรัม หรือ 2 เท่าของผลผลิตที่สูญเสียไปจะมีผลทำให้ขนาดผล น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลง ส่วนน้ำหนักผล เปลือก เนื้อ เมล็ด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ผลลำไยเมื่อนำมาแยกส่วนของเปลือก เนื้อ และเมล็ด พบว่าน้ำหนักผล เปลือก เนื้อและน้ำหนักเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลที่ได้รับปุ๋ยทุกกรรมวิธีพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ Senanan *et al*. (2010) โดยทดลองให้ปุ๋ย 0.5 เท่า 1 เท่า 2 เท่าของปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตและการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าการให้ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต ขนาดผลน้ำหนักผลและจำนวนผลต่อกิโลกรัม

Table 4 Effect of fertilizer applications on fruit size, seed size, peel thickness and aril thickness.

Treatment	Fruit size (mm)			Seed size (mm)			Peel thickness (mm)	Aril thickness (mm)
	Width	Length	Height	Width	Length	Height		
T1	23.50	25.69	23.14	10.95	13.10	12.86	0.58	12.00
T2	24.31	26.61	23.80	11.24	13.31	12.87	0.61	12.69
T3	23.75	26.15	23.20	10.85	13.17	12.95	0.62	12.35
T4	22.54	24.78	22.41	11.37	13.15	12.70	0.60	11.02
T5	24.01	26.43	23.48	11.00	13.24	12.74	0.64	12.53
T6	24.05	26.79	23.87	10.95	13.35	12.71	0.82	12.60
T7	23.97	26.33	23.51	10.99	13.39	12.75	0.61	12.33
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	4.18	5.17	4.37	4.63	3.27	5.85	31.71	9.98

ns = Not significant difference

Table 5 Effect of fertilizer applications on fruit weight, peel weight, aril weight, seed weight, yield per tree and total soluble solid (TSS).

Treatment	Weight (g)				Yield/tree (Kg)	TSS (°Brix)
	Fruit	Peel	Aril	Seed		
T1	8.39	0.91	6.23	1.24	38.69	21.42
T2	9.25	1.13	6.81	1.30	24.68	19.08
T3	8.75	1.02	6.51	1.21	46.28	21.68
T4	8.98	1.15	6.58	1.25	41.44	20.24
T5	9.19	1.12	6.80	1.27	44.25	21.20
T6	9.35	1.16	6.87	1.30	45.86	20.41
T7	8.95	0.98	6.70	1.27	32.86	20.80
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	13.49	23.85	15.49	9.95	57.93	10.65

ns = Not significant difference

Table 6 The amount of fertilizers (N-P_2O_5-K_2O) each longan tree received in different treatment.

Treatment	N (g)	P_2O_5 (g)	K_2O (g)
T1	910	1,382	1,382
T2	1,106	843	1,232
T3	1,049	737	1,209
T4	1,057	794	1,039
T5	1,200	647	1,186
T6	962	647	647
T7	941	941	941

จาก Table 6 แสดงปริมาณปุ๋ย N, P_2O_5 และ K_2O ที่ต้นลำไยได้รับรวมตลอดการทดลอง จะเห็นได้ว่าในทุกกรรมวิธีต้นลำไยได้รับปุ๋ยเป็นปริมาณที่สูงมาก เมื่อเทียบกับการทดลองให้ปุ๋ยกับลำไยนอกฤดูในจังหวัดจันทบุรี (Changthom and Chaiku, 2016) ที่ซึ่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเช่นกัน ยกเว้นปริมาณอินทรียวัตถุที่มีระดับปานกลาง (2.12 %) โดยปริมาณปุ๋ย N ที่ใช้อยู่ระหว่าง 183 - 724 กรัม และสูงสุดถึง 1,456 กรัม และปุ๋ย K_2O ที่ใช้อยู่ระหว่าง 200 - 800 กรัม และสูงสุดถึง 1,600 กรัม แต่ ปุ๋ย P_2O_5 ที่ใช้อยู่ระหว่าง 44 - 176 กรัม และสูงสุดเพียง 352 กรัมเท่านั้น แต่ไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตลำไยมีความแตกต่างกันชัดเจน

ตามปกติการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของลำไยในธรรมชาติไม่ได้เกิดจากปุ๋ยหรือธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากอิทธิพลร่วมกันระหว่างการจัดการน้ำ การตัดแต่งกิ่ง หรือการป้องกันกำจัดโรคและแมลงด้วย (ชิติ และคณะ, 2554) ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การตอบสนองของต้นลำไยต่อสูตรปุ๋ยในการศึกษาครั้งนี้ไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพของการผลิตลำไยนอกฤดู โดยการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยทั้ง 7 กรรมวิธีในครั้งนี้ พบว่าการใช้ปุ๋ยทั้ง 7 กรรมวิธี ไม่มีผลต่อการออกดอกติดผล และคุณภาพของผลผลิตในการผลิตลำไยนอกฤดู

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการทำวิจัยจากบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน) และสาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ต้นลำไยสำหรับทำการทดลอง และขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานต่างๆ จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. ไม้ผลภาคเหนือ. แหล่งข้อมูล https://www.moac.go.th/news-preview-401291791038?fbclid=IwAR0aOLsPTOQy1UfHiXk1T_TBgy4RTjKBhnuu5MeLeJbCYktE0MkckSISrkY (25 มีนาคม 2562).

ชิติ ศรีตนทิพย์ ยุทธนา เขาสุเมรุ และสันติ ช่างเจรจา. 2554. อิทธิพลของระดับไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบของลำไย. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 28(2): 19-24.

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2544. รางงานฉบับสมบูรณ์โครงการแก้ปัญหาต้นโทรมของลำไยความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินและต้นลำไยกับการแสดงอาการโทรม. รายงานต่อ สกว. ลำปาง: สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. การผลิตลำไยของไทย ปี 2558-2560 ผลผลิตรายเดือนไตรมาส 4. แหล่งข้อมูล http://aginfo.oae.go.th/oae_today/report_product.php?product_name=lumyai.xls&fbclid=IR1m-dasehWXXDv8v5unIRNpwGjqZs50lBgA6GWriH1dxQSlpeclFb068wE (25 มีนาคม 2562).

Changthom, A. and S. Chaikul. 2016. Study on NPK fertilizer rate on flowering and yield of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) in Chanthaburi province. J. Agri. Tech. 12(7.1): 1399-1408.

Khaosumaim, Y., C. Sritontip and S. Changjeraja. 2013. Effect of difference nitrogen fertilizer doses growth, leaf nutrient concentration, flowering and fruit quality in off-season longan. Acta Hort. 984: 271-274.

Li, Y. C., T. L. Davenport R. Rao and Q. Zheng. 2001. Nitrogen flowering and production of lychee in Florida. Acta Hort. 322: 37-44.

Rai, Mathura., P. Dey, K.K. Gangopadhyay, B. Das, V. Nath, N.N. Reddy and H.P. Singh. 2002. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on growth parameters, leaf nutrient composition and yield of litchi (*Litchi chinensis*). J.Agri. Sci 72(5): 267-70.

Senanan, C., S. Ongprasert, P. Manochai and S. Ussahatanonta. 2010. The response of longan trees to training ststem and fertilizer management. Acta Hort. 863: 351-356.

Yan, D. 2002. Longan improving yield and quality. N.P: Department of Primary Industries. Queensland Horticulture Institute.

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 ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมดและแทรกอยู่ในเนื้อหา คำอธิบายตารางให้อยู่เหนือตาราง ส่วนคำอธิบายภาพให้วางอยู่ใต้ภาพ หน่วยในตารางให้ใช้ตัวย่อ ในระบบเมตริกซ์ ส่วนวิจารณ์ผล ให้แสดงความคิดเห็นของผลการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับสมมติฐานหรืออ้างอิงที่เชื่อถือได้
   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