ISSN 2651-2475

วารสาร

พลิตกรรมการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม–สิงหาคม 2563 VOL.2 NO.2 MAY – AUGUST 2020

วารสารผลิตกรรมการเกษตร

Journal of Agricultural Production

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

นโยบายการจัดพิมพ์

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

เนื้อหาบทความในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมิใช่ความรับผิดชอบของคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ติดต่อสอบถาม

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

คำบรรยายภาพปก

“จะมีสักกี่ครุย...ที่ลุยโคลน”

ภาพจากโครงการประกวด “แม่โจ้ กะ-เสือ เกษตร” ในงานวันเกษตรแม่โจ้ 85 ปี “ภูมิปัญญาแห่งการเกษตร”

ที่ปรึกษา

อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองอธิการบดี ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
ศาสตราจารย์ ดร.สัญชัย จตุรสิทธา

บรรณาธิการอำนวยการ

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

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

กองบรรณาธิการ

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

คณะกรรมการดำเนินงาน

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

เรื่องเล่า ... เล่มนี้

JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

สวัสดีค่ะผู้อ่านทุกท่าน พบกันรอบนี้เล่มที่ 2 ของปีที่ 2 ซึ่งยังคงอยู่กับสถานการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการระบาดของโคโรน่าไวรัส หรือ โควิด-19 อยู่นะคะ แม้สถานการณ์ในประเทศดูเหมือนจะควบคุมได้ แต่นอกประเทศโดยเฉพาะภูมิภาคใกล้เคียงกับเราไม่ว่าจะเป็น อินเดีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น หรือสิงคโปร์ ก็ยังมียอดผู้ติดเชื้อพุ่งสูงอยู่ ทำให้เรายังไว้วางใจไม่ได้ ดังนั้นเรายังคงมีความจำเป็นต้อง “ใส่หน้ากาก” เข้าหากันอยู่นะคะ ยิ่งเดือนนี้ทางรัฐบาลเพิ่งเริ่มประกาศให้โรงเรียนเปิดทำการเรียนการสอนแบบเต็มรูปแบบตั้งแต่วันที่ 13 สิงหาคม 2563 เป็นต้นมา คงต้องมาลุ้นกันว่าจะเกิดการระบาดที่รุนแรงขึ้นมาในประเทศอีกหรือไม่? แต่ไม่ว่าสถานการณ์ไหน เราทุกคนต้องช่วยกันดูแลสังคมนะคะ เพื่อที่เราจะได้มีชีวิตที่ปกติสุขกันต่อไป

สำหรับวารสารผลิตกรรมการเกษตรฉบับนี้ ยังคงได้รับความสนใจจากนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป ที่ต้องการเผยแพร่ผลงานวิจัยอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณเจ้าของบทความทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย ฉบับนี้มีเรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ 2 บทความ เรื่องทางส่งเสริมการเกษตร 2 บทความ และเรื่องอื่นๆ ที่น่าสนใจอีก 4 บทความ ได้แก่ การศึกษาหรือเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ ของมะเดื่อฝรั่ง ว่านพญากาสัก พลูคาว และการศึกษาเรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของมันฝรั่ง รวมแล้ว 8 บทความ ซึ่งเชื่อว่าบทความทั้งหมด จะน่าสนใจและเป็นประโยชน์สำหรับผู้อ่านทุกๆ ท่านนะคะ

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

สวัสดีค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ

บรรณาธิการ

สารบัญ

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าวและผลผลิตข้าว พื้นที่หนองหาร จังหวัดสกลนคร 1
อนุรักษ์ เครือคำ

ผลของการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 ร่วมกับการเคลือบเมล็ด ต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 15
จักรพงษ์ กางโสภา เบญจมัย เหมืองทอง เพชรรัตน์ จี้เพชร สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์ และ ฟิรพันธ์ ทองเปลว

การทดสอบพันธุ์มะเดื่อฝรั่งบนที่สูง 31
สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง

การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณสารสำคัญในพลูคาว 9 สายพันธุ์ 39
สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง เกษม ทองขาว อุทัย นพคุณวงศ์ มณทิรา ภูติวรนาถ และ แสงมณี ชิงดวง

อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 51
จักรพงษ์ กางโสภา และ เพชรรัตน์ จี้เพชร

อิทธิพลของ BAP ต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค 65
อรทัย วงค์เมธา อนุภพ เผือกผ่อง กิตติชัย แซ่ย่าง และ อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์

ผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของต้นว่านพญากาสัก (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) 75
ตันหยง เอมอยู่ และ วินัย แสงแก้ว

ส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ 85
ไชยสิทธิ์ พึ่งแสงจันทร์ พหล คักดิ์คะทัศน์ บุญชู ดำรงศักดิ์ศรี พุฒิสรรค์ เครือคำ สายสกุล ฟองมูล และ ปภพ จี้รัตน์

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าวและผลผลิตข้าว พื้นที่หนองหาร จังหวัดสกลนคร

Effect of Chemical Fertilizer Applications on Soil and Rice Yields in Pappy Fields of Nong Harn Area, Sakon Nakhon Province

อนุรักษ์ เครือคำ*
Anurak Khrueakham*

กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000
Division of Research Administration and Academic Services, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon, Thailand 47000
* Corresponding author: bay_o_9@hotmail.com

Abstract

The study of the effect of fertilizer application on the qualities of soil and rice yields in paddy field, Nong Harn area, Sakon Nakhon province. The experiments were conducted with six different treatments, by using chemical fertilizers (16-16-8 and 46-0-0 or urea): (1) 35 kg/rai of 16-16-8 fertilizer on 30th day and 15 kg/rai of urea fertilizer on 60th and 90th day by broadcasting (T1), deep placement at 10 cm (T2) and 20 cm (T3); (2) fertilizer 16-16-8 70 kg/rai and urea 30 kg/rai by broadcasting (T4), deep placement at 10 cm (T5) and 20 cm (T6).

The results of soil qualities revealed that pH was highest (8.44) in T5 on 90th day and the lowest pH was 8.44 in T1. Additionally, the highest and lowest of OM were found in T1 (0.98%) and T4 (0.57%), respectively. At the same fertilization rate, the oxidation-reduction potential was highest in T1 (-130.00 mV), the lowest NH_4^+-N concentration was 103.96 mg/L and NO_3^--N concentration of 8.30 mg/L was highest. For deep placement at 10 and 20 cm, the oxidation-reduction potentials were -161.00 and -215.20 mV; the NH_4^+-N concentrations were 230.42 and 314.23 mg/kg; NO_3^--N concentrations were 7.39 and 5.91 mg/kg, respectively. The soil qualities in different treatments were significantly different ($P < 0.05$). The highest and lowest of PO_4^{3-}-P concentrations were 29.17 in T3 and 10.03 mg/kg in T1, respectively. It was noted that the available phosphorus was very low and the results showed the same as two times of fertilization rate.

The results of rice yield presented significantly difference ($P < 0.05$). The highest rice yield was found in treatment of deep placement at 10 cm at the same fertilization rate. The highest rice yield was 360.2 kg/rai in T5 and lowest was 215.0 kg/rai in T3. However, 245.3 kg/rai of rice yield by fertilizer application by T2 was produced which is less affecting the aquatic environment than that by T5. Therefore, the fertilizer application of T2 was suggested for farmer practice.

Keywords: Fertilizer application, Deep placement, Broadcasting, Paddy field

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าว ในพื้นที่หนองหาร จังหวัดสกลนคร ในแปลงทดลอง จำนวน 6 กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 และสูตร 46-0-0 หรือยูเรีย) โดยใช้วิธีการใส่ปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่แตกต่างกันดังนี้ (1) ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ ในอายุข้าว 30 วัน และปุ๋ยยูเรีย อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ในอายุข้าว 60 และ 90 วัน ด้วยวิธีการหว่าน (กรรมวิธีที่ 1) วิธีการฝังที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร (กรรมวิธีที่ 2) และที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร (กรรมวิธีที่ 3) (2) ปุ๋ยอัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ ในอายุข้าว 30 วัน และปุ๋ยยูเรีย อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในอายุข้าว 60 และ 90 วัน ด้วยวิธีการหว่าน (กรรมวิธีที่ 4) วิธีการฝังที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร (กรรมวิธีที่ 5) และที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร (กรรมวิธีที่ 6) ผลต่อคุณภาพดิน พบว่า ในอายุข้าว 90 วัน ค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 เท่ากับ 8.44 และต่ำสุดในกรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 6.70 ค่าอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์ต่ำ มีค่าสูงสุดในกรรมวิธีที่ 1 ร้อยละ 0.98 ต่ำสุดในกรรมวิธีที่ 4 ร้อยละ 0.57 ในอัตราปุ๋ยเท่ากัน กรรมวิธีที่ 1 ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล มีค่าสูงสุดเท่ากับ -130.00 มิลลิโวลต์ ค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 103.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อใช้วิธีการฝังที่ความลึก 10 และ 20 เซนติเมตร ในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล มีค่าเท่ากับ -161.00 และ -215.20 มิลลิโวลต์ ค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจน เท่ากับ 230.42 และ 314.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 7.39 และ 5.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแต่ละกรรมวิธี มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าสูงสุดในกรรมวิธีที่ 3 และต่ำสุดในกรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 29.17 และ 10.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยพบว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เช่นเดียวกันกับกรรมวิธีที่ 4, 5 และ 6 ผลผลิตข้าวทุกกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลผลิตข้าวจากวิธีการฝังที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ได้ผลผลิตสูงสุด ในอัตราการใช้ปุ๋ยที่เท่ากัน โดยในกรรมวิธีที่ 5 ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด เท่ากับ 360.2 กิโลกรัมต่อไร่ และต่ำสุดในกรรมวิธีที่ 3 เท่ากับ 215.0 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามการใช้กรรมวิธีที่ 2 ให้ผลผลิตข้าวเปลือก 245.3 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าวิธีการฝังปุ๋ยที่กรรมวิธี 5 จึงแนะนำให้เกษตรกรปลูกข้าวด้วยกรรมวิธีที่ 2

คำสำคัญ: กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย, การฝังปุ๋ย, การหว่านปุ๋ย, นาข้าว

คำนำ

จังหวัดสกลนคร เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่การปลูกข้าวนาปี 2,017,304 ไร่ หรือร้อยละ 6 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่ในที่ราบแอ่งสกลนคร พื้นที่ทั่วไปมีภูเขาและป่าไม้หนาแน่น มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่เรียกว่า “หนองหาร” ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญและเหมาะสำหรับการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนาข้าว มีพื้นที่ทำนาข้าวเป็นอันดับที่ 9 จาก 19 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้ผลผลิตข้าวเปลือกรวม 566,649 ตัน และให้ผลผลิตเฉลี่ยไร่ละ 324 กิโลกรัม ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยธรรมชาติ และเป็นดินที่ง่ายต่อการชะล้างพังทลาย ส่งผลให้เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิต เนื่องจากปุ๋ยเคมีสามารถหาใช้ได้ง่าย สะดวก ประหยัดแรงงาน ปุ๋ยเคมีสามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินได้ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองและในประเทศไทยมีการนำปุ๋ยมาใช้ในปริมาณที่มาก ซึ่งทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวจะทำให้ไนโตรเจนในนาข้าวเคลื่อนที่ลงสู่น้ำทำให้แหล่งน้ำเกิดความเสื่อมโทรมและถูกทำลายได้ การปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนโดยกระบวนการระเหยของแอมโมเนียที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้มีการศึกษาไว้เช่นกัน (Cao *et al.*, 2013) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวจะทำให้เกิดแอมโมเนียมอิออน จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียและปลดปล่อยสู่อากาศในรูปของก๊าซต่อไปซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนที่มาก ในขณะเดียวกันไนเตรทในนาข้าวก็สามารถเกิดขึ้นในนาข้าวได้เช่นกันโดยผ่านกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งจะแพร่กระจายลงไปในดินชั้นรีดิวซ์โซนที่จะคอยรักษาตัวรับอิเล็กตรอนให้กับการหายใจของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน และไนเตรทในน้ำในนาข้าวสามารถผ่านเข้าสู่ในดินชั้นต่ำกว่ารีดิวซ์โซนได้ด้วยกระบวนการไหลผ่านและแพร่กระจายได้ง่าย จากการวิจัยพบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวสามารถเพิ่มแอมโมเนีย แอมโมเนียมอิออนและไนเตรทอิออนได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปและการเคลื่อนที่ของไนโตรเจนได้ ในขณะเดียวกัน Iqbal (2011) รายงานว่าความเข้มข้นของไนเตรทที่ระดับความลึกของดิน 30 เซนติเมตร จะมีการปลดปล่อยออกมามากกว่าในดินที่มีระดับความลึก 60 เซนติเมตร

วิธีการใส่ปุ๋ยในนาข้าวก็มีความสำคัญต่อคุณภาพดินและน้ำในนาข้าวโดยวิธีการใส่ปุ๋ยหลักๆ มีอยู่สองวิธีคือ การหว่านปุ๋ยและการฝังปุ๋ยกลบลงไปในดิน กล่าวคือ การหว่านปุ๋ยจะทำให้ปุ๋ยกระจายตัวในดินอย่างสม่ำเสมอและเมื่อมีการปล่อยน้ำเข้ามาในแปลงนาข้าวจะทำให้ปุ๋ยแพร่กระจายได้ดี วิธีนี้มีข้อดีคือทำได้ง่าย กระจายตัวในดินได้ดีและไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง แต่มีข้อเสียคือทำให้วัชพืชในนาข้าวเจริญเติบโตได้ดี เพิ่มการสูญเสียไนโตรเจนด้วยกระบวนการระเหย ดีไนตริฟิเคชัน และการไหลไปกับน้ำได้ดีเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบฝัง ปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ลึกใต้ผิวดินจะทำให้แอมโมเนียมไม่ถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทเนื่องจากแอมโมเนียมเคลื่อนย้ายในชั้นใต้ดินได้น้อยกว่าเพราะถูกยึดด้วยอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุจึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่ผิวดินมีจำกัดและลดการสูญเสียในรูปก๊าซไนโตรเจนโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันและการระเหยของแอมโมเนีย แอมโมเนียม-ไนโตรเจนจะยังคงรูปอยู่ในชั้นลึกใต้ผิวดินและในสภาพที่เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลึกใต้ผิวดินมีข้อดีคือช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนโดย

การถูกชะล้างและช่วยลดการนำไนโตรเจนไปใช้โดยสาหร่ายสีเขียว ทั้งนี้ เพราะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยเฉพาะยูเรียตอนระยะก่อนปลูกข้าว ถ้าหากหว่านบนผิวดินจะช่วยส่งเสริมให้สาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตปกคลุมผิวน้ำอย่างหนาแน่น สาหร่ายดังกล่าวจะนำเอาไนโตรเจนจากปุ๋ยไปใช้ทำให้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่สามารถเป็นประโยชน์ต่อข้าวได้ดีเท่าที่ควร ข้อดีประการหนึ่งของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแบบลึกใต้ผิวดินก็คือการใส่ปุ๋ยแบบนี้ไม่ขัดขวางกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ซึ่งอาศัยอยู่ในน้ำที่ท่วมขังผิวดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับเป็นปุ๋ยรองพื้นแบบลึกใต้ผิวดินเป็นวิธีการปฏิบัติที่ให้ผลดีอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และลดการสูญเสียของปุ๋ยไนโตรเจนในดินนา จากการศึกษาของ Xu *et al.* (2013) พบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียมในน้ำผิวดินและในดินรวมทั้งการระเหยของแอมโมเนียมจากวิธีการฝังปุ๋ยมีการสูญเสียน้อยกว่าวิธีการหว่าน รายงานวิจัยพบว่า การรับธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว การใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะหากมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างไม่เหมาะสม เช่น ใส่ปุ๋ยมากแต่มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีต่ำ จะทำให้เกิดปัญหาตามมา ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะดินและน้ำ นอกจากนั้นยังพบว่ามากกว่า 10% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงในดินนาข้าวที่ปลูกข้าวนาสวนมีการสูญเสียโดยการพัดพาไปกับน้ำที่ไหลบ่าออกไปจากนาข้าวโดยในฤดูนาปีจะมีน้ำในนาสูญหายไปจากการระบายน้ำประมาณ 980 มิลลิเมตร ซึ่งไนโตรเจนที่สูญหายไปกับการไหลของน้ำนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมมากกว่าไนเตรทและเมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำได้ (Singh *et al.*, 1978) การทำนาข้าวที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยเคมีจากรูปแบบและวิธีการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผลผลิตอย่างคุ้มค่ารวมถึงการศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการทำนาปรังในพื้นที่หนองหารจากกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกร และต้องคำนึงถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วยเพื่อความยั่งยืนในอนาคต

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาถึงผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าว เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และสมบัติบางประการของดินในนาข้าวและศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินและผลผลิตข้าวของเกษตรกรในพื้นที่หนองหาร ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปัญหามลพิษจากนาข้าว รวมถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวและเป็นข้อมูลกรรมวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากภาคเกษตรกรรมโดยเฉพาะในพื้นที่หนองหารซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญสำหรับการทำนาข้าวในฤดูนาปรังได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ ศึกษาผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย (จรัญ, 2527) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ชนิดปุ๋ยที่ใช้ คือ ปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 46-0-0 (ยูเรีย) ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยที่ 2 คือ วิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 3 วิธี ได้แก่ การใส่แบบหว่าน

การใส่แบบฝังที่ความลึก 10 เซนติเมตร และแบบฝังที่ความลึก 20 เซนติเมตร โดยใช้ชนิดพันธุ์ข้าวเหนียวพื้นเมือง พันธุ์เล้าแตก การเพาะปลูกนั้นใช้วิธีการปักดำโดยการย้ายต้นกล้าที่มีอายุได้ 25 วัน ในแปลงตกกล้าที่ใช้ในการทดลอง นำไปปักดำในแปลงทดลอง เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2557 ปักดำจับละ 3 ต้น โดยใช้ระยะห่างระหว่างกอและแถว 25 × 25 เซนติเมตร (กรมการข้าว, 2553) ดำเนินการทดลองในแปลงนาข้าว ขนาด 4 × 4 เมตร (16 ตารางเมตร) รวมทั้งหมด 6 แปลง ซึ่งจะประกอบด้วย 6 กรรมวิธี

การวางแปลงทดลอง

ทดลองในแปลงขนาด 4 × 4 เมตร (16 ตารางเมตร) ทั้งหมด 6 แปลง แปลงละกรรมวิธี รวมทั้งหมด 6 กรรมวิธี การเลือกพื้นที่ในการวางแปลงทดลองนั้นใช้วิธีการพิจารณาเลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา (purposive sampling) (พิศมัย, 2553) คำนึงถึงลักษณะของภูมิประเทศโดยการวางขนานกับแนวของหนองหาร และในกรรมวิธีที่ใช้อัตราปุ๋ยเท่ากันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือ ในแปลงที่ 1-3 และแปลงที่ 4-6 เรียงจากซ้ายไปขวา นอกจากนั้น เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทดลองในแต่ละแปลง จึงมีชุดไมโครพล็อต (micro plot) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร (8 × 20 นิ้ว) การวางไมโครพล็อตในแปลงทดลองนาข้าว อ้างอิงจากกรมวิชาการเกษตร (2552) สำหรับแปลงนาข้าวทดลองจะเว้นแถวริมไว้ 1 แถว ซึ่งถือว่าไม่เป็นตัวแทนที่ดีของการทดลอง จึงวางไมโครพล็อตขนานไปกับแนวขอบแปลงนาหรือคันนา ระยะห่าง 50 เซนติเมตร ในแถวที่ 2 ของการปักดำข้าว จำนวน 3 ด้าน ด้านละ 1 ชุด ชุดละ 4 อัน จะได้ไมโครพล็อตในแต่ละแปลง แปลงละ 12 อัน ทั้ง 6 แปลง รวมทั้งหมด 72 อัน ฝังลึกในดิน 30 เซนติเมตร ปักดำต้นกล้าในไมโครพล็อต พล็อตละ 1 กอ กอละ 3 ต้น

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินในแปลงนาข้าวทดลองก่อนการปักดำต้นข้าว ที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในแปลงทดลองทั้ง 6 แปลง แปลงละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องมือ hand corer เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกข้าว (ก่อนการปักดำข้าว) ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าอินทรียวัตถุในดิน ค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส สำหรับค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ตรวจวัดในภาคสนาม เก็บตัวอย่างดินในแต่ละกรรมวิธีทดลอง ทั้ง 6 กรรมวิธี เพื่อวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์เดียวกันกับก่อนปลูกข้าว โดยเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องมือ hand corer ในอายุข้าว 30, 60 และ 90 วัน คือ หลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละครั้งไปแล้ว 2 วัน ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าวในแต่ละครั้งได้กรรมวิธีละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม รวมจำนวน 3 ครั้ง ใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิท พร้อมติดป้ายระบุรายละเอียดแปลงที่เก็บ วันที่และเวลาที่เก็บตัวอย่างดินในถุงพลาสติก แช่เย็นตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์ ตัวอย่างดินที่ได้นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาทุบและบดให้ละเอียดร่อนดินผ่านตะแกรงร่อนดิน (sieve) ขนาด 2 มิลลิเมตร และเก็บไว้ในถุงพลาสติกที่ระบุรายละเอียดตัวอย่างดิน ปิดปากถุงให้สนิท ในการ

วัดค่าความเป็นกรด-เบสของดิน ค่าอินทรียวัตถุในดิน ได้ดำเนินการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของคณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร สำหรับตัวอย่างดินบางส่วนดำเนินการส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ตามวิธีมาตรฐาน ในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 ในอายุข้าว 60 วัน และครั้งที่ 3 ในอายุข้าว 90 วัน ปฏิบัติในลักษณะเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 1

ผลผลิตข้าว

เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเปลือกเมื่ออายุข้าว 120 วัน จากแปลงทดลองนาข้าวในแต่ละแปลงหรือแต่ละกรรมวิธีจากไมโครพล็อตชุดสุดท้ายที่เหลือจากการเก็บตัวอย่างดิน จากนั้นนำข้าวที่เก็บเกี่ยวมานวดฝัด ทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก และหาความชื้นโดยการใช้เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าวแบบพกพา และคำนวณผลผลิตข้าวเปลือก (grain yields) ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (บุญหงษ์, 2553) แสดงดังสมการ

$$\text{ผลผลิตที่ความชื้นร้อยละ 14 (กิโลกรัม/ไร่)} = \frac{a \times (100 - b) \times 1{,}600}{(100 - 14) \times c}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกในแปลงทดลอง (กิโลกรัม)

b = ร้อยละความชื้นที่ระดับต่างๆ กันของเมล็ดข้าวที่หาได้จากเครื่องวัดความชื้น

c = พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางเมตร)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าว ได้นำดินในแปลงนาข้าวทดลองไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติเบื้องต้นของดินก่อนการปลูกข้าว โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ดินตามชนิดของพืชที่ทำการเพาะปลูกข้าว ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว หลังจากมีการใส่ปุ๋ยในแปลงทดลองนาข้าวในแต่ละครั้ง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด-เบสในดิน

ค่าความเป็นกรด-เบสในดิน จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบสในดินของทุกแปลง โดยภาพรวมทั้ง 3 ระยะของการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าอยู่ในพิสัย 6.42-8.44 โดยเฉพาะในช่วงต้นข้าวอายุ 90 วัน ค่าความเป็นกรด-เบสจากกรรมวิธีที่ใช้วิธีการฝังปุ๋ยเคมี คือในกรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 6 มีค่าความเป็นกรด-เบสสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Shan *et al.* (2015) ที่พบว่าความเป็นกรด-เบสของดินมีค่าเพิ่มขึ้นใน 3 วัน หลังจากการใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปุ๋ยยูเรียที่ฝังลงไปในดินและในดินมีความชื้นจึงละลายในสารละลายดินแล้วได้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้น ดินในบริเวณรอบๆ ที่มีเม็ดปุ๋ยจึงมีสภาพเป็นเบสมากขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-เบสจะเกิดขึ้นชั่วขณะในบริเวณที่ดินสัมผัสกับเม็ดปุ๋ยเท่านั้น (ยงยุทธ และคณะ, 2556)

2. ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดิน

ในช่วงก่อนการเพาะปลูกข้าว ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าอยู่ในพิสัย -123.00 มิลลิโวลต์ ถึง -98.50 มิลลิโวลต์ โดยพบว่าในแปลงที่ 1 มีค่าสูงสุดเท่ากับ -98.50 มิลลิโวลต์ รองลงมาในแปลงที่ 2 มีค่าเท่ากับ -103.70 มิลลิโวลต์ แปลงที่ 6 มีค่าต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ -123.00 มิลลิโวลต์ เนื่องจากเมื่อดินนามีน้ำท่วมขังจะทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันขึ้นในดิน และส่งผลให้ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Eh) จะมีค่าลดต่ำลง จึงส่งผลทำให้ระยะก่อนการปลูกข้าวในแต่ละแปลง ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลมีค่าลดลง ในระยะอายุข้าว 30 วัน พบว่า ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเป็นไปได้ว่าในดินที่มีน้ำขังในแต่ละกรรมวิธี การแพร่กระจายของออกซิเจนจากบรรยากาศลงไปในดินน้อยลง ออกซิเจนที่มีอยู่เดิมในดินถูกจุลินทรีย์ดินใช้ไปอย่างรวดเร็ว ดินอยู่ในสภาพการขาดออกซิเจน ส่งผลให้ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าต่ำลงและมีค่าเป็นลบในแต่ละกรรมวิธีจึงส่งผลให้ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะเดียวกัน อายุข้าว 60 วัน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าอยู่ในพิสัย -215.00 ถึง -170.00 มิลลิโวลต์ เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ย พบว่า ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และในระยะอายุข้าว 90 วัน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าอยู่ในพิสัย -235.53 ถึง -130.00 มิลลิโวลต์ พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ยในนาข้าวส่งผลต่อค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า กรรมวิธีที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ -130.00 มิลลิโวลต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 2 มีค่าเท่ากับ -161.00 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ

3. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ค่าอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดต่ำลงเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งใช้วิธีการหว่าน แสดงให้เห็นว่า วิธีการหว่านส่งผลให้ค่าอินทรียวัตถุในดินสลายไปได้มาก เนื่องจากจุลินทรีย์ในดินได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจึงไปย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน ทำให้อินทรียวัตถุในดินมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการปลูกข้าวอย่างชัดเจน เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลักของข้าวที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Smith, 1992) และต้นข้าวสามารถดูดดึงไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงอายุของการเติบโต นอกจากนั้น ค่าอินทรียวัตถุในดินก่อนการปลูกข้าว พบว่า มีค่าอินทรียวัตถุต่ำอยู่แล้ว การใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวไม่ได้ส่งเสริมให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นโดยตรง แต่เป็นการช่วยเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นแก่ข้าว ดังนั้น การใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวเป็นระยะเวลาติดต่อกันยาวนานเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ค่าอินทรียวัตถุในดินลดลง ซึ่งเป็นผลให้ดินมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อต้นข้าวลดลงตามไปด้วย พบว่า ทั้ง 3 ระยะของการเจริญเติบโตของข้าว ทั้ง 6 กรรมวิธี ในกรรมวิธีที่ 4 ค่าอินทรียวัตถุในดินมีค่าต่ำที่สุดและต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และผลการศึกษาขัดแย้งกับมณเฑียร และคณะ (2542) ที่พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ค่าอินทรียวัตถุในดินเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม ค่าอินทรียวัตถุในดินในแต่ละกรรมวิธี เมื่อเปรียบเทียบ

กับระดับการประเมินค่าอินทรียวัตถุในดินตามวิธี Walkley และ Black (1934) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (ร้อยละ 0.5-1.0)

4. แอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดิน

ค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดิน มีค่ามากในกรรมวิธีที่ใช้วิธีการฝัง เนื่องจากวิธีการฝังโดยเฉพาะที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร โอกาสของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่จะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันมีได้ต่ำ เนื่องจากในชั้นดินดังกล่าวไม่มีออกซิเจน และเมื่อพิจารณาค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดิน พบว่า มีค่าติดลบและยิ่งติดลบมากแสดงให้เห็นว่าออกซิเจนในดินมีค่าน้อยมากหรือแทบจะไม่มีออกซิเจนเลย ปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินจึงไม่เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันของแอมโมเนียมกลายเป็นไนเตรทได้ จึงถูกสะสมอยู่ในดินในรูปของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเพื่อให้ข้าวดูดดึงไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต ในขณะเดียวกัน แอมโมเนียมอิออนที่เปลี่ยนรูปมาจากปุ๋ยเคมีมีประจุบวกจึงถูกดูดซับโดยดินได้มาก เนื่องจากในดินส่วนใหญ่แล้วจะมีประจุลบ จึงพบว่าทั้ง 3 ช่วงระยะของอายุข้าวหลังการใส่ปุ๋ยเคมีโดยวิธีการฝังจึงมีการสะสมของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าในกรรมวิธีที่ใช้วิธีการหว่านและฝังลึกในดินที่ระดับ 10 เซนติเมตร ในทำนองเดียวกัน วิธีการหว่านปุ๋ยลงไปในดินโดยเฉพาะปุ๋ยยูเรียที่ใส่ลงไปในช่วงอายุข้าว 60 และ 90 วันนั้นละลายน้ำได้ง่าย และมีค่าคงที่การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (K) 0.36-0.80 วัน$^{-1}$ (Chowdary *et al.*, 2004) ส่วนหนึ่งจะถูกรากข้าวดูดโมเลกุลของยูเรียจากสารละลายดินไปใช้ได้โดยตรง และส่วนหนึ่งก็จะถูกเอนไซม์ยูรีเอส (urease) ที่อยู่ในดินแปรสภาพให้กลายเป็นแอมโมเนียมคาร์บอเนต แต่เนื่องจากแอมโมเนียมคาร์บอเนตเป็นเกลือที่ไม่มีเสถียรภาพจึงสลายตัวต่อไปอีก ผลผลิตจากการสลายตัวของแอมโมเนียมคาร์บอเนตนั้นคือ แอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สจึงระเหยออกไปจากดินได้ง่าย และทำให้ไนโตรเจนสูญหายไปจากดินมากขึ้น จึงส่งผลให้แอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่วัดค่าได้ในดินจากกรรมวิธีที่ใช้วิธีการหว่าน คือ กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 4 มีค่าน้อยตามไปด้วย ซึ่งน้อยกว่าในกรรมวิธีที่ใช้วิธีการฝังที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Gaihre *et al.* (2015) พบว่า วิธีการฝังปุ๋ยที่ระดับความลึกของดิน 7-10 เซนติเมตร ในนาข้าว ปุ๋ยไนโตรเจนจะคงอยู่ในรูปของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน เนื่องจากเป็นบริเวณที่เรียกว่า รีดิวซ์โซน และการแพร่กระจายของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนจะช้ากว่าบริเวณผิวดิน (Figure 1)

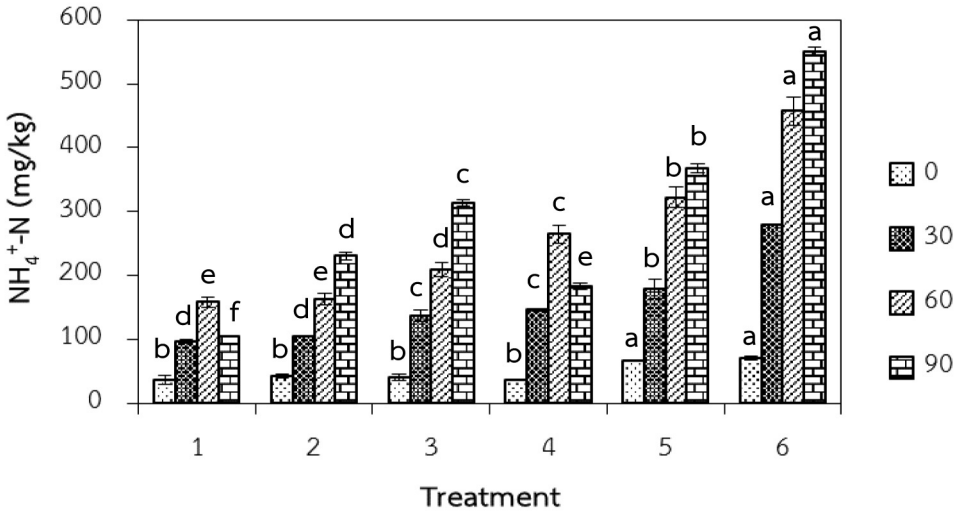

Figure 1 NH_4^+-N concentrations in soil of paddy fields at different days after fertilization. (T1–T6 are the experimental treatments. Error bars show ± SD. Different letters above each column for the same havesting day are significantly different according to Duncan's new multiple range test, at $P < 0.05$)

5. ไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน

ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน พบว่า ในช่วงอายุข้าว 60 วัน ในกรรมวิธีที่ 4 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าสูงสุด มีค่าเท่ากับ 17.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยวิธีการหว่าน เป็นเพราะแอมโมเนียม-ไนโตรเจนถูกออกซิไดส์ (oxidized) ได้ง่าย และค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าต่ำสุดอยู่ในอายุข้าว 90 วัน จากกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งใช้วิธีการฝังที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 5.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้อาจเป็นได้ว่า กรรมวิธีการฝังมีโอกาสทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันของแอมโมเนียมมีได้น้อยกว่ากรรมวิธีการหว่าน แอมโมเนียมที่ได้จากการแปรสภาพของปุ๋ยที่ใส่ในนาข้าวจึงไม่ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรท (NO_3^-) โดยกระบวนการไนตริฟิเคชันในดินนาข้าวภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ในขณะเดียวกัน กรรมวิธีการหว่านปุ๋ยโอกาสที่จะทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันของแอมโมเนียมมีมากกว่าจึงทำให้ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนจากกรรมวิธีการฝังในกรรมวิธีที่ 3 มีค่าต่ำ และเมื่อพิจารณาค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดินกับค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน พบว่า แอมโมเนียมอิออนในดินมีค่าสูง แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมในดินไปเป็นไนเตรทมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือแปรสภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการไนตริฟิเคชันและภายในระยะเวลา 2 วัน แอมโมเนียมอิออนจึงยังแปรสภาพไปเป็นไนเตรทอิออนได้น้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Yang *et al.* (2014) ซึ่งพบว่าในกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยยูเรียในนาข้าว ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 หลังจากมีการใส่ปุ๋ยและมีน้ำท่วมขัง เนื่องจากการเปลี่ยนรูปของยูเรียไปเป็นแอมโมเนียมอิออนและไนเตรทอิออนอย่างสมบูรณ์ในดินใช้เวลาประมาณ 7-14 วัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) (Figure 2)

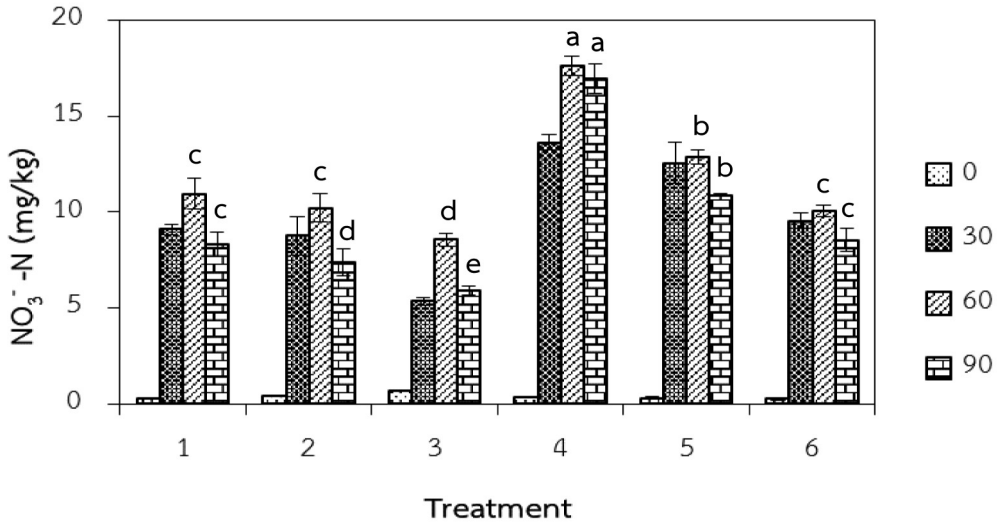

Figure 2 NO_3^--N concentrations in soil of paddy fields at different days after fertilization. (T1–T6 are the experimental treatments. Error bars show ± SD. Different letters above each column for the same havesting day are significantly different according to Duncan's new multiple range test, at $P < 0.05$)

6. ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดิน

พบว่า ทั้ง 3 ระยะของอายุข้าว การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการฝัง ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดินมีค่าสูงสุด อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8) เมื่อใส่ลงไปในดินเม็ดปุ๋ยมีการดูดซับน้ำและเกิดการละลาย ทำให้เกิดกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ที่มีอยู่ในเม็ดปุ๋ย ซึ่งกรดฟอสฟอริกจากปุ๋ยจะทำให้เกิดการละลายของเหล็ก อลูมิเนียม และแมงกานีสในดินในแปลงนาข้าว สืบเนื่องจากดินในนาข้าวอยู่ในชุดดินเพ็ญ (ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร, 2551) ซึ่งเป็นแร่ดินเหนียว มีอนุภาคดินเหนียวถึงร้อยละ 59.53 ถูกดินตรึงไว้ จึงสะสมอยู่ในดินจากกรรมวิธีที่ใช้วิธีการฝังมากกว่าวิธีการหว่านและเมื่อเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสทั้ง 3 ระยะของอายุข้าว จะพบว่าในระยะอายุข้าว 30 วัน มีค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดินสูงสุด และสูงกว่าในระยะ 60 และ 90 วัน ทั้งนี้ เนื่องจากในระยะข้าวอายุ 30 วัน มีการใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-16-8 เป็นปุ๋ยผสมที่ได้ฟอสฟอรัสจากแม่ปุ๋ยแดป (DAP) ซึ่งเป็นแม่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสในรูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (46%, P_2O_5) จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในอายุข้าว 30 วัน ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดินมีค่าสูงสุด ซึ่งต่างจากในวันที่ 60 และ 90 ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (ยูเรีย) เพียงชนิดเดียว เพื่อเร่งการแตกกอและการสร้างรวงและเมล็ด ซึ่งไม่มีฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในปุ๋ยดังกล่าว จึงส่งผลให้ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดินลดลงต่ำกว่าในระยะอายุข้าว 30 วัน (Figure 3)

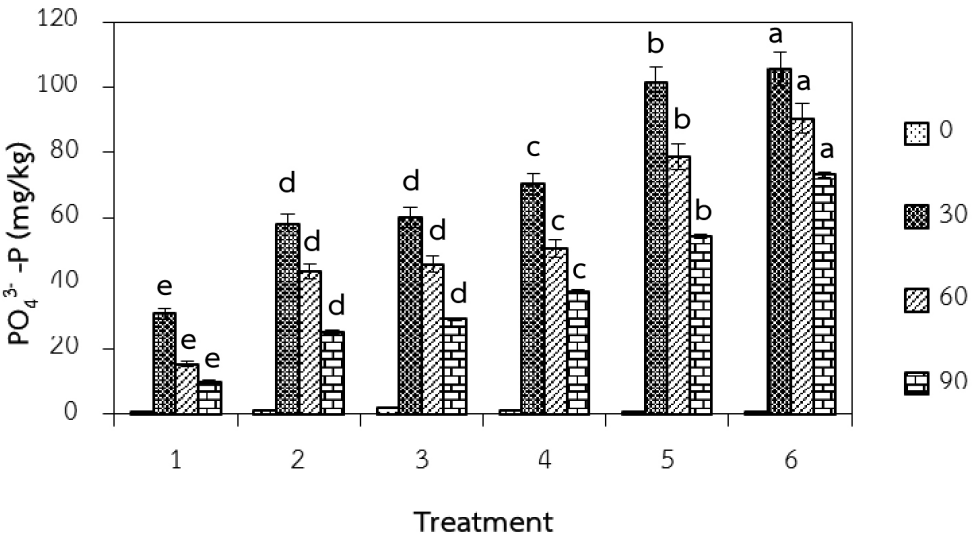

Figure 3 PO_4^{3-}-P concentrations in soil of paddy fields at different days after fertilization. (T1–T6 are the experimental treatments. Error bars show ± SD. Different letters above each column for the same havesting day are significantly different according to Duncan's new multiple range test, at $P < 0.05$)

7. ผลผลิตข้าวเปลือก

ผลผลิตข้าวเปลือกที่ผลิตได้ในแต่ละแปลงทำให้ทราบถึงกรรมวิธีของการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าว เพื่อเป็นข้อมูลกรรมวิธีการปฏิบัติในการทำนาและใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนทำนาปรังในฤดูกาลถัดไปได้ พบว่าผลผลิตข้าวเปลือกในกรรมวิธีที่ 5 ให้ผลผลิตสูงที่สุดซึ่งใช้วิธีการฝังปุ๋ยที่ความลึก 10 เซนติเมตร โดยผลผลิตข้าวมีค่าเท่ากับ 360.20 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาในกรรมวิธีที่ 4 ให้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 345.30 กิโลกรัมต่อไร่ และในกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งใช้วิธีการฝังปุ๋ยที่ความลึก 20 เซนติเมตร ให้ผลผลิตข้าวเปลือกต่ำที่สุดเท่ากับ 215.0 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านอัตราปุ๋ย วิธีการใส่ปุ๋ย และอิทธิพลร่วมระหว่างอัตราปุ๋ยกับวิธีการใส่ปุ๋ย พบว่า ผลผลิตข้าวเปลือกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบอัตราปุ๋ย วิธีการใส่ปุ๋ยเคมี พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ 1, 2, และ 3 พบว่า ผลผลิตข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า เนื่องจากต้นข้าวต้องการธาตุอาหารอย่างเพียงพอตั้งแต่ข้าวเริ่มแตกกอเป็นต้นไป โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว การเพิ่มธาตุอาหารที่ข้าวต้องการในแต่ละช่วงอายุจะทำให้ข้าวมีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เพราะข้าวได้รับธาตุอาหารไนเตรท และฟอสเฟต ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ ดอก และช่วยในการสร้างดอก ติดเมล็ด และผลผลิตข้าวเปลือก (Figure 4) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีตามวิธีการใส่ปุ๋ยในนาข้าว พบว่า วิธีการหว่านในกรรมวิธีที่ 1 และ 4 ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่หนองหารปฏิบัติในการใส่ปุ๋ยในนาข้าว

ผลผลิตข้าวเปลือกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้อัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ 4 เป็น 2 เท่าของกรรมวิธีที่ 1 ผลผลิตข้าวมีค่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกษตรกรบางส่วนที่ปลูกข้าวนาปรังใส่ปุ๋ยในอัตราเพิ่มเป็น 2 เท่า และสูงกว่าที่ทางราชการแนะนำเพื่อมุ่งหวังผลผลิตมากกว่าโดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบที่อาจส่งผลตามมาในด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะดินและน้ำ

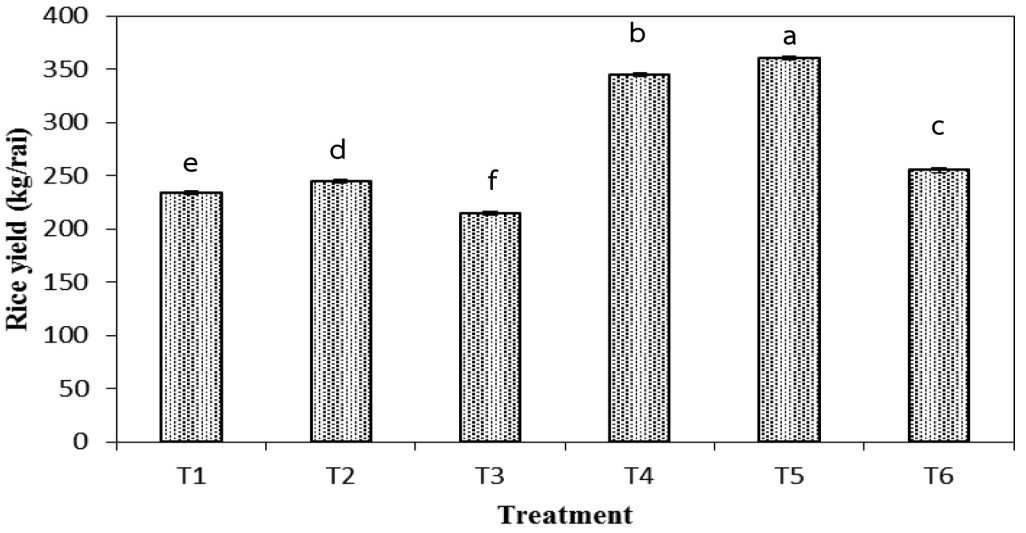

Figure 4 Rice yields after different fertilizer treatments, a–f = Values (± SD) with different superscript letters are significantly different according to Duncan's new multiple range test, at $P < 0.05$.

สรุปผลการวิจัย

ผลของกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าวทั้ง 6 กรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 1 และ 4 ใช้วิธีการหว่าน กรรมวิธีที่ 2 และ 5 ใช้วิธีการฝังที่ 10 เซนติเมตร และกรรมวิธีที่ 3 และ 6 ใช้วิธีการฝังที่ 20 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และสูตร 46-0-0 ในอัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ และ 15 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 4, 5 และ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และสูตร 46-0-0 อัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินในนาข้าว ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว จากอัตราปุ๋ยที่ใช้และวิธีการใส่ปุ๋ย พบค่าความเป็นกรด-เบสในดินสูงสุดในกรรมวิธีที่ 5 เท่ากับ 8.44 และมีค่าต่ำสุดในกรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 6.42 ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดินมีแนวโน้มลดลง โดยกรรมวิธีที่ 6 มีค่าต่ำสุดคือ -235.53 มิลลิโวลต์ ค่าอินทรียวัตถุในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลในดิน พบค่าอินทรียวัตถุในดินในกรรมวิธีที่ 4 มีค่าต่ำสุดและต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ ร้อยละ 0.57 ค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดิน ในกรรมวิธีที่ 6 ซึ่งใช้วิธีการฝังที่ความลึก 20 เซนติเมตร และใช้อัตราปุ๋ย 2 เท่า พบค่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจน

สะสมในดินสูงสุด ในวันที่ 90 ของอายุข้าว มีค่าเท่ากับ 550.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกรรมวิธีที่ 1 ค่าต่ำสุด เท่ากับ 103.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในดิน พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 พบว่า ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในอายุข้าว 60 วัน มีค่าสูงสุด เท่ากับ 17.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกรรมวิธีที่ 3 มีค่าต่ำสุด 5.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบค่าฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสจากกรรมวิธีที่ 6 ในวันที่ 30 ของอายุข้าว มีค่าสูงสุด เท่ากับ 105.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกรรมวิธีที่ 1 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 10.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการเปรียบเทียบกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวต่อผลผลิตข้าว 6 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 5 ซึ่งใช้วิธีการฝังปุ๋ยที่ความลึก 10 เซนติเมตร และใช้อัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด คือ เท่ากับ 360.20 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา กรรมวิธีที่ 4, 6, 2, 1 และ 3 คือ ให้ผลผลิตข้าว เท่ากับ 345.30, 255.10, 245.30, 234.00 และ 215.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลองและเก็บข้อมูล และทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน 54/2557 ที่ได้สนับสนุนการวิจัยประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2553. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งข้อมูล http://www.brrd.in.th/rkb/management/index.php-file=content.php&id=1.htm (1 กันยายน 2556).

กรมวิชาการเกษตร กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการเกษตร. 2552. เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรัญ จันทลักขณา. 2527. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

บุญหงษ์ จงคิด. 2553. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์. 2553. สถิติและการวางแผนการทดลองทางการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มณเฑียร จินดา สมศักดิ์ เหลืองศิโรรัตน์ และเสน่ห์ ฤกษ์วีรี. 2542. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตข้าวในดินนาชุดนครปฐม. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2536-2539. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร. 2551. การจัดเขตศักยภาพการผลิตข้าว จังหวัดสกลนคร. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Cao, Y., Y. Tian, B. Yin and Z. Zhu. 2013. Assessment of ammonia volatilization from paddy fields under crop management practices aimed to increase grain yield and N efficiency. Field Crops Res. 147: 23-31.

Chowdary, V.M., N.H. Rao and P.B.S. Sarma. 2004. A coupled soil water and nitrogen balance model for flooded rice fields in India. Agric Ecosyst Environ. 103(3): 425-41.

Gaihre, Y.K., U. Singh, S.M.M. Islam, A. Huda, M.R. Islam and M.A. Satte. 2015. Impacts of urea deep placement on nitrous oxide and nitric oxide emissions from rice fields in Bangladesh. Geoderma. 259: 370-9.

Iqbal, M.T. 2011. Nitrogen leaching from paddy field under different fertilization rates. MJSS. 15: 101-14.

Shan, L., Y. He, J. Chen, Q. Huang and H. Wang. 2015. Ammonia volatilization from a Chinese cabbage field under different nitrogen treatments in the Taihu Lake Basin, China. J Environ Sci (China). 38: 14-23.

Singh, V.P., T.H. Wickham, I.T. Corpuz and editors. 1978. Nitrogen movement of Laguna Lake through drainage from rice fields. 9th annual scienctific meeting of the Crop Science Society of the Philippines; 11-13 May 1978. lloilo city, Philippines.

Smith, J.L., R.I. Paapendick, D.F. Bezdicek and J.M. Lynch. 1992. Soil organic matter dynamics and crop residue management. Soil Microbial Ecology. New York: Marcel Dekker Inc.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37(1): 29-38.

Xu, J., L. Liao, J. Tan and X. Shao. 2013. Ammonia volatilization in gemmiparous and early seedling stages from direct seeding rice fields with different nitrogen management strategies: A pots experiment. Soil Till Res. 126: 169-76.

Yang, J., L. Gang, M. Jing, Z.G. Bin and X. Hua. 2014. Effects of urea and controlled release urea fertilizers on methane emission from paddy fields: A multi-year field study. Pedosphere. 24(5): 662-73.

ผลของการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 ร่วมกับการเคลือบเมล็ดต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of seed priming with KNO_3 and coating on germination, seedling growth and longevity of field corn seeds

จักรพงษ์ กางโสภา* เบญจมัย เหมืองทอง เพชรรัตน์ จี้เพชร สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์ และพีรพันธ์ ทองเปลว

Jakkrapong Kangsopa* Benchamai Mueangthong Phetcarat Jeephet Sureemard Chantain and Pheeraphan Thongplew

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

Abstract

Field corn is a main crop used in the animal feed industry. Therefore, the crop is in high demand. However, during the corn production process, degradation of field corn seed quality is an important problem for farmers. This has shortened the storage time of the corn seeds. To solve this problem, seed priming and seed coating technology is applied to improve the quality of seeds. This current experiment aims to study the changes of corn seed quality after being primed with different portions of KNO_3 and being coated with fungicides. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. The experiment was divided into two groups and the results are as follow. For the first group of experiments, corn seeds were primed with different portions of KNO_3. It was found that seeds primed with 1.5 grams of KNO_3 had a higher speed of radical emergence, better germination, and a higher speed of germination, longer shoot length, and longer root length, and improved total seedlings compared to seeds that were not primed. Importantly, the differences were statistically

significant. Concerning the second group of experiments, seeds primed with the two best portions of KNO_3, the seeds were then coated and storage in the controlled condition. The result shows that, when tested in the experimental house, after being stored for three and four months, coated seeds primed with 1.5 grams of KNO_3 had better germination compared to seeds that were not primed. The difference was found statistically significant.
Keywords: Seed enhancement, seed priming, seed quality, fungicide

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ จึงมีความต้องการผลผลิตจำนวนมาก แต่ในกระบวนการผลิตยังคงประสบปัญหาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้สั้นลง จากปัญหาดังกล่าวจึงได้นำเทคโนโลยีด้านการไพรม์และการเคลือบเมล็ดพันธุ์มาใช้เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังผ่านการไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 และเคลือบเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อราในอัตราที่แตกต่างกัน ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้ การทดลองที่ 1 จากการไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมกับ KNO_3 ในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้ KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความเร็วในการงอกราก ความเร็วในการงอก ความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมของต้นกล้า ดีกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์มิ่ง ส่วนการทดลองที่ 2 หลังจากนำวิธีการไพรม์เมล็ดที่ดีที่สุด 2 อัตรา มาเคลือบแล้วนำไปเก็บรักษานาน 3 และ 4 เดือน ผลการทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม มีความงอกหลังผ่านการเก็บรักษา มากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์มิ่งเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง
คำสำคัญ: การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การไพรม์เมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ สารเคมีป้องกันเชื้อรา

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย ประมาณร้อยละ 90-94 ของผลผลิตทั้งหมด ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ที่มีการขยายตัวตามการเติบโตของภาคปศุสัตว์ มีรายงานความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกเพิ่มมากขึ้น ทั้งในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเอทานอล และอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ (มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม, 2560) แต่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไทยกลับมีไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้และการส่งออก เนื่องจากเนื้อที่เพาะปลูกมีแนวโน้มลดลงจาก 7.23 ล้านไร่ ในปี 2557/58 เหลือ 6.71 ล้านไร่ ในปี 2561/62 หรือลดลงร้อยละ 1.29 ต่อปี ทั้งยังราคารับซื้อที่

ผันผวนตามภาวะเศรษฐกิจ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ประกอบกับต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น จากปัจจัยเหล่านี้เกษตรกรส่วนใหญ่จึงหันไปปลูกพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่นทดแทน ซึ่งให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า ประกอบกับปัญหาในเรื่องของผลผลิตที่ด้อยคุณภาพ ประสิทธิภาพในการผลิตต่ำ ทำให้ความชื้นเกินมาตรฐานในการรับซื้อที่กำหนด เมล็ดเสียหายจากการแตกหัก รวมไปถึงสิ่งปลอมปนที่ติดมากับเมล็ด ซึ่งอาจเริ่มมาตั้งแต่การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้เมล็ดมีความสามารถในการงอกลดลง ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตช้า เจริญไปเป็นต้นพืชที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตที่เก็บจำหน่าย นอกจากนี้ จากลักษณะทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมหลังการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ยังเป็นสาเหตุสำคัญทำให้คุณภาพก่อนการปลูกและหลังการปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ลดลง (วันชัย, 2542)

การไพรม์เมล็ดพันธุ์ (seed priming) เป็นการเตรียมการงอกให้เมล็ดพันธุ์ด้วยการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดพันธุ์ โดยจะให้เมล็ดค่อยๆ ดูดซับน้ำในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิ วิธีการ และระยะเวลาในการให้ความชื้น การไพรม์เมล็ดพันธุ์ช่วยเพิ่มอัตราการหายใจ กระตุ้นกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ และกระบวนการทางชีววิทยาต่างๆ ภายในเมล็ด ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้น งอกดีและสม่ำเสมอ ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีขึ้น ส่งผลให้ต้นพืชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่มากขึ้น ทั้งนี้ยังสามารถเพิ่มฮอร์โมนพืชหรือธาตุอาหารพืชบางชนิดในขั้นตอนการแช่เมล็ดเพื่อให้ดูดซับน้ำเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการไพรม์เมล็ดพันธุ์ให้ดียิ่งขึ้นได้ เช่น Na_2SO_4, $CaCl_2$, KNO_3 เป็นต้น (บุญมี, 2558) อย่างไรก็ตาม การไพรม์เมล็ดพันธุ์เป็นเพียงการเตรียมความพร้อมให้กับเมล็ดพันธุ์ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปก็จะเกิดการเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากถูกกระตุ้นด้วยปัจจัยภายนอกในธรรมชาติ จึงได้นำวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) ด้วยการทำให้สารเคลือบติดแน่นไปกับเมล็ดพันธุ์ โดยสารเคลือบที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับสภาพแวดล้อมได้ อย่างเช่น PEG, CMC ที่ทำให้สารออกฤทธิ์ที่เคลือบเมล็ดไม่หลุดร่วงระหว่างการนำไปใช้ ป้องกันปัจจัยภายนอกที่จะเข้ามากระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการภายในเมล็ด จึงช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ ทำให้ประสิทธิภาพในการไพรม์เมล็ดพันธุ์ยังคงอยู่ และช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (บุญมี, 2558)

ดังนั้น งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 ร่วมกับการเคลือบเมล็ดต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นหนึ่งในวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์และเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และโรงเรือนทดลองสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีทั้งหมด 2 การทดลอง ซึ่งทั้ง 2 การทดลองวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) 3 ซ้ำ แบ่งการทดลองออกเป็นทั้งหมด 2 การทดลอง ดังนี้

1. การทดลองที่ 1 การศึกษาอัตราของ KNO_3 ที่เหมาะสมสำหรับการไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ MJU 62-1 ในสารละลาย KNO_3 ในอัตราที่แตกต่างกัน โดยมีกรรมวิธีทดลองคือ เมล็ดที่ไม่ได้แช่ T1), เมล็ดที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำ T2), เมล็ดที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วย KNO_3 อัตรา 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1.1, 1.3 และ 1.5 กรัม T3), T4), T5), T6), T7), T8), T9) และ T10) ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละกรรมวิธีการไพรม์เมล็ดแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) โดยเมล็ดที่ถูกเตรียมในแต่ละกรรมวิธีจะถูกแช่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาจึงนำเมล็ดพันธุ์ออกมาล้างด้วยน้ำเปล่าผ่านน้ำไหลเป็นเวลา 2 นาที แล้วซับน้ำที่ผิวเมล็ดและนำไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการไพรม์มาทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ แล้วคัดเลือกวิธีการที่ดีที่สุด 2 กรรมวิธีไปใช้ในการทดลองที่ 2

Table 1 Show seed priming formulation of field corn seed on 45 grams per treatment (150 seeds).

Priming substance	Seed priming formulation									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
KNO_3 (g)	-	-	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5
Water (ml)	-	100	99.9	99.7	99.5	99.3	99.1	98.9	98.7	98.5

2. การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดหลังผ่านการไพรม์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

หลังการคัดเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 ทั้งหมด 2 กรรมวิธี จากนั้นนำมาเคลือบเมล็ดด้วย carboxylmethyl cellulose (CMC) ที่อัตรา 0.1% โดยสามารถแบ่งกรรมวิธีในการเคลือบได้ดังนี้คือ เมล็ดไม่เคลือบ T1), เมล็ดที่ไพรม์ด้วยน้ำและเคลือบเมล็ดด้วยพอลิเมอร์ T2), เมล็ดที่ผ่านการทำไพรม์ด้วย KNO_3 อัตรา 1.3 และ 1.5 กรัม และเคลือบเมล็ดด้วยพอลิเมอร์ T3) และ T4) ตามลำดับ แล้วนำไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการไพรม์มิ่ง ส่วนที่ 2 นำไปเก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ 4 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 75%)

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบคุณภาพเมล็ดด้วยวิธี Between paper (BP) ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปที่ตู้เพาะความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วทำการประเมินผลความงอก โดยทำการตรวจนับความงอกในวันที่ 4 ของการเพาะเมล็ด (first count) และนับอีกครั้งเมื่อครบ 7 วันที่ทำการเพาะเมล็ด

(final count) โดยนำมาประเมินผลตรวจสอบความงอกตามหลักวิธีการของ ISTA (2018) จากนั้นประเมินลักษณะเมล็ดต่างๆ หลังผ่านการทดสอบดังนี้

1) การตรวจสอบลักษณะเมล็ดตาย ทำโดยประเมินผลจากลักษณะเมล็ดที่ไม่งอก เมล็ดอยู่ในสภาพไม่สด เน่า เละ หรืออาจจะมีเชื้อราขึ้นบนเมล็ด ประเมินทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วจึงนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย

2) การตรวจสอบลักษณะเมล็ดสด ทำโดยประเมินลักษณะของเมล็ดที่มีชีวิต สามารถดูดน้ำได้แต่ไม่งอก เมล็ดอยู่ในสภาพสด และสมบูรณ์ ทำทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วจึงนำมาประเมินเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็ง

3) การตรวจสอบลักษณะต้นกล้าผิดปกติ ทำโดยการประเมินต้นกล้าที่ไม่สามารถเจริญเป็นต้นกล้าที่ปกติได้ หรือต้นกล้าที่มีรากและลำต้นไม่สมบูรณ์ ทำทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ

4) การตรวจสอบการงอกราก ทำโดยประเมินจากจำนวนรากที่งอกในแต่ละกรรมวิธีทดลอง ทำ 3 ซ้ำ โดยเริ่มนับเมื่อเมล็ดมีการงอกรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร ในวันที่ 1 และวันที่ 3 หลังจากการเพาะทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกรากของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้

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

5) การตรวจสอบความเร็วในการงอกราก ดำเนินการตรวจนับรากที่มีความยาว 2 มิลลิเมตร ในทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 3 หลังการเพาะทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกรากของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้

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

6) การตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 4 และวันที่ 7 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ISTA, 2018)

7) การตรวจสอบความเร็วในการงอก ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุกๆ วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน (first count) จนถึงวันที่ 7 หลังเพาะ (final count) โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้

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

8) การตรวจสอบความยาวต้นและความยาวราก โดยประเมินในวันที่ 7 ของการเพาะเมล็ด ทำโดยสุ่มต้นกล้าจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น แล้วนำมาวัดความยาวต้น และความยาวรากด้วยไม้บรรทัด โดยวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบของต้นกล้า และวัดจากโคนต้นลงมาจนถึงปลายรากของต้นกล้า โดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3.2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง

การตรวจสอบในระดับเรือนทดลอง ซึ่งไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม จะทำการเพาะเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก โดยจะเพาะเมล็ดจำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ดในทุกกรรมวิธีในถาดหลุม โดยประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามลักษณะ ดังนี้

1) การตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 4 และวันที่ 7 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี ในสภาพเรือนทดลอง (ISTA, 2018) จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2) การตรวจสอบความเร็วในการงอก ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุกๆ วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน จนถึงวันที่ 7 หลังเพาะ โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำในทุกกรรมวิธี ในสภาพเรือนทดลอง (ISTA, 2018) จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.3 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบและไม่เคลือบมาเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ห้องควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษามาทำการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลผลของการเคลือบเมล็ดที่ผ่านการทำไพรม์มิ่ง ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานเลี้ยงสัตว์ โดยทั้ง 2 การทดลองวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแปลงข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้วิธี Arcsine transformation และเปอร์เซ็นต์เมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 0 มีการแปลงค่าโดยวิธี square และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกอัตรา KNO_3 ที่มีผลต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

หลังจากการไพรม์เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีแตกต่างกัน จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า เมล็ดเน่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 0.3 กรัม (T4) ส่งผลให้มีจำนวนของเมล็ดเน่ามากกว่าการไพรม์เมล็ดด้วยน้ำ (T2) และการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 0.7 กรัม อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ส่วนการตรวจสอบเมล็ดสดและต้นกล้าผิดปกติพบว่า การไพรม์เมล็ดพันธุ์ทุกวิธีการไม่ทำให้มีจำนวนของเมล็ดสดและต้นกล้าผิดปกติแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ (Table 2) ส่วนการตรวจสอบการงอกรากยังคงพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ทุกวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกรากดีมากกว่าและ

แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ ส่วนการตรวจสอบความงอก พบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม มีความงอกดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไพรม์เมล็ดด้วยน้ำและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการงอกพบว่า การไพรม์เมล็ดร่วมกับ KNO_3 ทุกอัตรา มีความเร็วในการงอกดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไพรม์เมล็ดด้วยน้ำและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ (Table 3)

จากผลของการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้ความเร็วในการงอกราก ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดีขึ้นจากเดิม ทั้งนี้เนื่องจากสารละลาย KNO_3 สำหรับใช้ไพรม์เมล็ดมีคุณสมบัติสามารถแตกตัวเป็น K^+ และ NO_3^- โดย NO_3^- ที่เมล็ดดูดไปช่วยให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น มีผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นด้วย (ชณิตรา และคณะ, 2553) นอกจากนี้ที่เป็นส่วนประกอบของโปรโตพลาสซึมและผนังของเซลล์พืชจะอยู่ในรูป NO_3^- พืชจะต้องรีดิวซ์ NO_3^- ให้เป็น NH_4^+ แล้วนำ NH_4^+ ไปใช้สร้างกรดอะมิโนต่อไป ซึ่งไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลมากมายในเซลล์พืช ทำให้เมล็ดเมื่อดูดไนเตรทเข้าไปจะช่วยให้เมล็ดสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น จึงส่งผลโดยตรงทำให้เมล็ดมีพัฒนาการการงอกและการเจริญเติบโตที่ดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์เมล็ดพันธุ์ (บุญมี, 2558; นภาพร และพีระยศ, 2561; Barker and Pilbeam, 2007) รวมถึง KNO_3 มีส่วนในการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ amylase protease และ lipase ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีส่วนช่วยในการสลายอาหารสำรองในเมล็ด (endosperm) ในระหว่างการงอก (ดนัย, 2539; Gupta *et al*., 2011) นอกจากนี้ Hilton and Thomas (1986) ยังได้สนับสนุนเพิ่มเติมว่า KNO_3 ช่วยทำให้เมล็ดดูดซึมก๊าซออกซิเจนได้ดีขึ้น ซึ่งออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด โดยมีผลช่วยในกระบวนการหายใจและการย่อยสลายอาหารภายในเมล็ด นอกจากนี้ จักรพงษ์ และคณะ (2563) ยังพบว่า การทำ Osmopriming ด้วย KNO_3 อัตรา 0.5% ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความงอกสูงที่สุดคือ 93% และแตกต่างกับวิธีการอื่นๆ สอดคล้องกับ พจนา และบุญมี (2550) รายงานว่า การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกหวานที่ผ่านการเร่งอายุโดยการไพรม์เมล็ดด้วย vitamin C, KNO_3 และ KNO_3 ร่วมกับ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น รวมถึงอัตราที่แตกต่างกันของ KNO_3 นั้นยังส่งผลต่อลักษณะทางการงอกของเมล็ดที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Ruttanaruangboworn *et al*. (2017) ได้ไพรม์เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 ด้วย KNO_3 1% และ 2% พบว่าการไพรม์ด้วย KNO_3 1% มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าและสำหรับการใช้ KNO_3 เกินอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการทำไพรม์มิ่งในพืชชนิดนั้นๆ จะทำให้เมล็ดดูดน้ำได้ช้าลง อีกทั้งเป็นอันตรายต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

Table 2 Dead seed, fresh seed and abnormal seedling of field corn seed after primed seed with difference rate of KNO_3 and tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Laboratory condition			
	Dead seed (%)[2]	(%)[4]	Fresh seed (%)	Abnormal seedling (%)
T1	1 ab[3]	(-100)	2	1
T2	0 b	0	1	1
T3	1 ab	(+200)	0	1
T4	3 a	0	0	0
T5	1 ab	(-100)	0	0
T6	0 b	0	0	1
T7	1 ab	0	1	0
T8	1 ab	0	0	1
T9	1 ab	(+100)	0	1
T10	2 ab		0	0
Mean	0.89		0.40	0.60
F-test	*		ns	ns
CV. (%)	40.13		48.99	40.32

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

[1] T1 = Control, T2 = Priming + H_2O, T3 = Priming + KNO_3 0.1 g., T4 = Priming + KNO_3 0.3 g., T5 = Priming + KNO_3 0.5 g., T6 = Priming + KNO_3 0.7 g., T7 = Priming + KNO_3 0.9 g., T8 = Priming + KNO_3 1.1 g., T9 = Priming + KNO_3 1.3 g., T10 = Priming + KNO_3 1.5 g.

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

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

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

Table 3 Radicle emergence, speed of radicle emergence, germination percentage and speed of germination of field corn seed after primed seed with difference rate of KNO_3 and tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Laboratory condition						
	Radicle emergence (%)[2]	Speed of radicle emergence (roots/day)	(%)[4]	Germination (%)	(%)	Speed of germination (plants/day)	(%)
T1	92	34.33 c[3]		95 c		23.56 b	
T2	92	41.77 ab	(+22)	96 bc	(+1)	23.84 b	(+1)
T3	97	42.77 a	(+25)	97 a-c	(+2)	24.63 a	(+5)
T4	95	41.89 ab	(+22)	98 ab	(+3)	24.66 a	(+5)
T5	97	43.77 a	(+27)	97 a-c	(+4)	24.53 a	(+4)
T6	97	41.22 ab	(+20)	97 a-c	(+2)	24.90 a	(+6)
T7	93	38.33 b	(+12)	98 ab	(+3)	24.63 a	(+5)
T8	97	43.77 a	(+27)	97 a-c	(+2)	24.56 a	(+4)
T9	97	45.00 a	(+31)	98 ab	(+3)	24.83 a	(+5)
T10	94	44.88 a	(+31)	100 a	(+5)	24.50 a	(+4)
Mean		41.77		98.30		24.46	
F-test	ns	**		*		**	
CV.(%)	7.66	4.70		5.31		1.51	

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

[1] T1 = Control, T2 = Priming + H_2O, T3 = Priming + KNO_3 0.1 g., T4 = Priming + KNO_3 0.3 g., T5 = Priming + KNO_3 0.5 g., T6 = Priming + KNO_3 0.7 g., T7 = Priming + KNO_3 0.9 g., T8 = Priming + KNO_3 1.1 g., T9 = Priming + KNO_3 1.3 g., T10 = Priming + KNO_3 1.5 g.

[2] Data are transformed by the arcsine before statistical analysis and back transformed data are presented.

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

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

2. การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การไพรม์เมล็ดร่วมกับ KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นมากที่สุดและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ส่วนการตรวจสอบความยาวรากพบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม ยังคงทำให้ต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความยาวรากมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.1 กรัม และเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ และเมื่อพิจารณาต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังคงพบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม มีผลรวมของรากและลำต้นของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ (Table 4)

Table 4 Shoot length, root length and total seedling of field corn seed after primed seed with difference rate of KNO_3 and tested under laboratory condition.

Treatment[1]	Laboratory condition					
	Shoot length (mm)	(%)[3]	Root length (mm)	(%)	Total seedling (mm)	(%)
T1	99.70 b[2]		135.07 b		234.77 c	
T2	116.05 b	(+16)	155.90 ab	(+15)	271.95 bc	(+16)
T3	120.53 b	(+21)	163.33 ab	(+21)	289.30 ab	(+23)
T4	119.43 b	(+20)	163.60 ab	(+21)	283.03 ab	(+21)
T5	111.70 b	(+12)	160.03 ab	(+18)	271.73 bc	(+16)
T6	117.13 b	(+17)	160.33 ab	(+19)	277.47 a-c	(+18)
T7	119.77 b	(+20)	158.40 ab	(+17)	285.93 ab	(+22)
T8	119.40 b	(+20)	147.83 b	(+9)	267.23 bc	(+14)
T9	125.97 b	(+26)	166.17 ab	(+23)	307.03 ab	(+31)
T10	163.30 a	(+64)	186.50 a	(+38)	321.70 a	(+37)
Mean	121.30		159.72		281.01	
F-test	*		**		**	
CV.(%)	15.27		11.69		8.70	

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

[1] T1 = Control, T2 = Priming + H_2O, T3 = Priming + KNO_3 0.1 g., T4 = Priming + KNO_3 0.3 g., T5 = Priming + KNO_3 0.5 g., T6 = Priming + KNO_3 0.7 g., T7 = Priming + KNO_3 0.9 g., T8 = Priming + KNO_3 1.1 g., T9 = Priming + KNO_3 1.3 g., T10 = Priming + KNO_3 1.5 g.

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

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

ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม ทำให้เมล็ดมีความยาวลำต้น ความยาวราก และผลรวมของต้นกล้าข้าวโพดดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก KNO_3 ที่ใช้ไพรม์เมล็ดพันธุ์มีส่วนในการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ amylase protease และ lipase ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีส่วนช่วยในการสลายอาหารสำรองในเมล็ด (endosperm) ในระหว่างการงอกของเมล็ด ดังนั้น จึงสามารถทำให้การงอกและการพัฒนาการของต้นกล้าเกิดขึ้นได้เร็วกว่าเดิม (ดนัย, 2539; Gupta *et al*., 2011) สอดคล้องกับการทดลองของ Anosheh *et al*. (2011) ที่ทำการไพรม์เมล็ดข้าวโพดลูกผสมร่วมกับ KNO_3 พบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตในด้านความยาวของต้นกล้าข้าวโพดลูกผสมได้ รวมถึงจากการรายงานของ Nawaz *et al*. (2017) ที่พบว่า การไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพรงควัตถุ (pigment) ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระของต้นกล้าข้าวโพดในสภาวะเครียดจากโลหะหนักอย่างตะกั่ว (Pb) ได้ อีกทั้งเมื่อพิจารณาผลรวมของต้นกล้าพบว่า การทำ Osmopriming ด้วย KNO_3 อัตรา 0.5% และ 1.0% ส่งผลต่อความยาวต้นและความยาวรากต้นกล้าข้าวโพดหวาน ซึ่งการใช้ KNO_3 แสดงให้เห็นว่ามีความสำคัญในการสร้างและการเคลื่อนย้ายอาหารพวกแป้งและน้ำตาลไปเลี้ยงส่วนที่มีการเจริญเติบโต จึงส่งเสริมและสนับสนุนความยาวของรากและต้นกล้าให้เพิ่มขึ้นได้ (พิทยา, 2554; ยงยุทธ, 2558)

การทดลองที่ 2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังผ่านการเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการไพรม์ร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม

หลังการคัดเลือกอัตราของ KNO_3 ที่เหมาะสมต่อการไพรม์ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ อัตรา 1.3 และ 1.5 กรัม จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการไพรม์ในแต่ละอัตรามาเคลือบเมล็ดด้วย carboxylmethyl cellulose แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นระยะเวลา 4 เดือน จากนั้นสุ่มตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน ไม่ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบทุกวิธีการมีความงอกแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด ส่วนการตรวจสอบในสภาพ

เรือนทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเดือนที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติของความงอกเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อตรวจสอบเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการเก็บรักษานาน 3 และ 4 เดือนพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการไพรม์เมล็ดด้วย KNO_3 อัตรา 1.3 และ 1.5 กรัม ทำให้เมล็ดมีความงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์และเคลือบเมล็ด แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับการไพรม์เมล็ดด้วยน้ำ (Table 5)

ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการงอกพบว่าตลอดระยะการเก็บรักษานาน 4 เดือน เมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง การเคลือบเมล็ดที่ผ่านการไพรม์มิ่งทุกวิธีการไม่ทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดมีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไพรม์ด้วยน้ำและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์มิ่ง อย่างไรก็ตาม พบความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อผ่านการเก็บรักษาเมล็ดไปแล้วนาน 1 เดือน หลังผ่านการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง โดยการเคลือบเมล็ดที่ผ่านการไพรม์ด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม มีความเร็วในการงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไพรม์ด้วยน้ำและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำไพรม์มิ่ง แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดที่ผ่านการไพรม์ด้วย KNO_3 อัตรา 1.3 กรัม (Table 6)

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง การเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการไพรม์ยังคงมีความงอกที่ดี ซึ่งเห็นได้ชัดเจนเมื่อผ่านการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองหลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 3 และ 4 เดือน ความงอกของเมล็ดยังคงดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ โดยสารเคลือบจะมีคุณสมบัติป้องกันการดูดซับน้ำ หรือชะลอการเคลื่อนตัวของน้ำเข้าสู่เมล็ดพืชได้ (Henning, 1990) อีกทั้งสามารถลดอันตรายจากการแช่เมล็ดในน้ำได้เป็นอย่างดี (Hwang and Sung, 1991) รวมถึงอันตรายที่ได้รับจากปัจจัยสภาพอุณหภูมิต่ำ (Ni, 2001) และการเคลือบเมล็ดยังช่วยปกป้องอันตรายจากสภาวะความเครียดต่างๆ ที่เกิดจากการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์และการเก็บรักษา (Sherin, 2003) อีกทั้งการไพรม์เมล็ดนั้นเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับเมล็ดก่อนกระบวนการงอกราก และการไพรม์โดยใช้สารละลายของ KNO_3 สามารถเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ σ-amylase และปริมาณน้ำตาลได้มากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ด้วย KNO_3 (Basra *et al*., 2005) จึงทำให้เมล็ดยังคงสามารถงอกได้ดี และมีความเร็วในการงอกดีเมื่อผ่านการเคลือบเมล็ด สอดคล้องกับ บุญมีและสุวารี (2554) พบว่าการเคลือบเมล็ดข้าวโพดหวานด้วยสารเคลือบชนิดต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบมีความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ เมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง นอกจากนี้ พจนา (2551) ยังได้ศึกษาการทำ seed priming ด้วย KNO_3 ร่วมกับ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์พริกหวานมีความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้น และพบว่ามีอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้นานกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และพบรายงานที่สามารถทำให้การงอกของต้นกล้าดีขึ้น และเพิ่มความยาวของ embryo ใน tetraploid ของเมล็ดพันธุ์แตงโมมากขึ้น ดังนั้นการทำ seed priming จึงช่วยยืดเวลาในการดูดซับน้ำของการงอกให้ยาวนานออกไป และการซ่อมแซมผนังเยื่อหุ้มเซลล์ให้เข้าสู่สภาวะปกติมีเวลายาวนานขึ้น (McDonald, 2000)

Table 5 Germination percentage (%) of coated field corn seeds after coating and storing under controlled storage condition.

Treatment[1]	Storage period (months)									
	Laboratory condition					Greenhouse condition				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
T1	99 [2, 3]	99	99	99	100	99	93	99	91 b	90 b
T2	100	99	100	98	100	99	88	99	95 ab	93 ab
T3	98	99	99	99	99	99	94	99	97 a	96 a
T4	100	99	100	100	99	97	95	97	99 a	99 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	1.29	1.54	1.30	0.82	0.81	1.16	4.41	1.17	2.40	3.63

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

[1] T1 = Control, T2 = Priming + H_2O, T3 = Coating + (Priming + KNO_3 1.3 g.), T4 = Coating + (Priming + KNO_3 1.5 g.)

[2] Data are transformed by the arcsine before statistical analysis and back transformed data are presented.

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

Table 6 Speed of germination (plant/day) of coated field corn seeds after coating and storing under controlled storage condition.

Treatment[1]	Storage period (months)									
	Laboratory condition					Greenhouse condition				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
T1	24.65	24.47	24.65	12.17	12.48	24.40	21.25 bc[2]	24.40	10.21	10.33
T2	24.94	24.93	24.94	12.10	12.50	24.44	19.96 c	24.44	9.44	9.98
T3	24.51	24.53	24.51	12.41	12.38	24.00	22.09 ab	24.02	10.46	10.29
T4	25.00	24.73	25.00	12.40	12.40	25.65	23.28 a	24.65	11.30	10.98
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.39	1.44	1.39	1.18	1.07	1.65	4.68	1.66	9.66	6.82

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

[1] T1 = Control, T2 = Priming + H_2O, T3 = Coating + (Priming + KNO_3 1.3 g.), T4 = Coating + (Priming + KNO_3 1.5 g.)

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

สรุปผลการวิจัย

จากผลของการไพรม์เมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 ร่วมกับการเคลือบเมล็ดต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีผลสรุปในแต่ละการทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 สรุปได้ว่า การใช้ KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความเร็วในการงอกราก ความงอก ความยาวต้น ความยาวราก และผลรวมของต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์มิ่ง ส่วนการทดลองที่ 2 สามารถสรุปได้ว่า การเคลือบเมล็ดด้วย carboxy methyl cellulose อัตรา 0.1% ที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งด้วย KNO_3 อัตรา 1.5 กรัม มีความงอกหลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 3 และ 4 เดือน ดีกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์มิ่งเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง

เอกสารอ้างอิง

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

ชณิตรา โพธิคเวษฐ์ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2553. ผลของการทำ priming ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(ฉบับพิเศษ3/1): 405-408.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. วารสารเกษตรพระวรุณ 15(1): 17-30.

บุญมี ศิริ และสุวารี ก่อเกษตรวิศว์. 2554. ผลของสารเคลือบและวิธีการเคลือบที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษลูกผสม SCHB01. น. 476-483. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35 วันที่ 24-27 พฤษภาคม 2554. กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

พจนา สีขาว และบุญมี ศิริ. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่มีคุณภาพต่างกันโดยวิธีการทำ seed priming. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(ฉบับพิเศษ 5): 168-172.

พจนา สีขาว. 2551. ผลของ seed priming ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน (*Capsicum annuum* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิทยา สรวมศิริ. 2554. ธาตุอาหารในการผลิตพืชสวน. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มูลนิธิเกษตรรักษ์สิ่งแวดล้อม. 2560. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. แหล่งข้อมูล http://www.aecth.org (26 กุมภาพันธ์ 2563).

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. แหล่งข้อมูล www.oae.go.th (13 กุมภาพันธ์ 2563).

สิริมล ขันแก้ว อรพันธ์ ชัยมงคล เพ็ญศิริ ศรีบุรี สุชาดา เวียรศิลป์และสงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2554. ประสิทธิภาพของการเคลือบเมล็ดด้วยโพแทสเซียมไนเตรตร่วมกับพอลิเอธิลีนไกลคอลที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42(ฉบับพิเศษ 1): 414-416.

Anosheh, H.P., H. Sadeghi, and Y. Emam. 2011. Chemical priming with urea and KNO_3 enhances maize hybrids (*Zea mays* L.) Seed Viability under Abiotic Stress. J. Crop Sci. Biotechnol. 14(4): 289-295.

Barker, A.V., and D.J. Pilbeam 2007. Handbook of plant nutrition. Taylor & Francis, Boca Raton.

Basra, S.M.A., M. Farooq, R. Tabassam, and N. Ahmad. 2005. Physiological and biochemical aspects of presowing seed treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 33(3): 623-628.

Gupta S.M., P. Pandey, A. Grover, and Z. Ahmed. 2011. Breaking seed dormancy in *Hippophae salicifoli*a, a high value medicinal plant. Physiol. Mol. Biol. Plants. 17: 403-406.

Henning, A.A. 1990. Polymeric coatings improve the storage life of soybean seeds. Ph.D. Thesis. University of Florida.

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

Hwang, W.D., and F.J.M. Sung. 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seeds by ethyl cellulose coating. Seed Sci. Technol. 19: 269-378.

International Seed Testing Association (ISTA). 2018. International rules for seed testing, Edition 2018. International Seed Testing Association, Bassersdorf.

Mandal, A., R. Mondal, P. Mukherjee, and S. Dutta. 2015. Seed enhancement through priming, coating and pelleting for uniform crop stand and increased productivity. J. Andaman Sci. Assoc. 20(1): 26-33.

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

Nawaz, F., M. Naeem, A. Akram, M.Y. Ashraf, K.S. Ahmad, B. Zulfiqar, et al. 2017. Seed priming with KNO3 mediates biochemical processes to inhibit lead toxicity in maize (*Zea mays* L.). J. Sci. Food Agric. 97(14): 4780-4789.

Ni, B.R. 2001. Alleviation of seed imbibitonal chilling injury using polymer film coating. BCPC Symposium Proceedings 76(Seed Treatment): 73-80.

Ruttanaruangboworn, A., W. Chanprasert, P. Tobunluepop, and D. Onwimol. 2017. Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). J. Integr. Agric. 16(3): 605-613.

Sherin, S.J. 2003. Seed film coating technology using polykote for maximizing the planting value, growth and productivity of maize. Cv. Col. M.Sc. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore (India).

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

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

การทดสอบพันธุ์มะเดื่อฝรั่งบนที่สูง

Testing of fig varieties on highland

สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง*

Supattanakij Posawang*

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230
Royal Agricultural Research Center, Chiang Mai 313 Moo 12, NongKhwai Sub-district, Hang Dong District, Chiang Mai 50230
* Corresponding author: cmrarc@doa.in.th

Abstract

The purpose of this research was determined the satiable of fig varieties for cultivating in highland. Five fig varieties; Dauphine, Japan, Verte, Variegated, and Brown-turkey were grown at Chiang-Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), 1,300 meters above sea level. After the fourth year (2012-2015), Variegated had the highest annual increase in trunk circumsference growth. The average annual increase of Variegated trunk circumference was 2.4 cm/year, followed by Japan, Dauphine, Verte, and Brown-Turkey which were 2.0, 1.7, 1.3 and 1.0 cm/year, respectively. Japan showed the highest average yield per plant, 50 fruits. While Verte, Dauphine, Variegated, and Brown-Turkey showed average yield of 35, 33, 20 and 5 fruits plant respectively. Mature fruit results indicated that Brown-Turkey had the highest average fruit weight (65.5 g/fruit). This followed by Japan, Dauphine and Verte, 42.9, 35.4 and 33.6 g/fruit. respectively Variegated variety had produced the smallest fruit at 20.46 g/fruit. Japan variety had the highest total soluble solids at 12.3 brix, followed by Variegated, Brown-Turkey and Verte varieties with total soluble solids as 11.9, 11.5 and 9.65 °Brix respectively. Dauphine has lowest dissolved solids at 8.94 °Brix. Overall, Japan variety are more suitable for highland planting than other varieties in this trial.

Keywords: Fig, highland, variety evaluation, quality

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาพันธุ์มะเดื่อฝรั่งที่เหมาะสมในการปลูกบนที่สูง โดยนำพันธุ์มะเดื่อฝรั่งต่างประเทศ 5 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ความสูง 1,300 เมตร เป็นเวลา 4 ปี พบว่ามะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Variegated มีอัตราการเพิ่มขึ้นของเส้นรอบวงโคนต้นสูงที่สุดเท่ากับ 2.4 เซนติเมตร/ปี รองลงมาคือพันธุ์ Japan, Dauphine, Verte และ Brown Turkey มีอัตราการเพิ่มขึ้นของเส้นรอบวงโคนต้นเท่ากับ 2.0, 1.7, 1.3 และ 1.0 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ ด้านผลผลิต พบว่าพันธุ์ Japan ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด เฉลี่ย 50 ผลต่อต้น รองลงมาคือพันธุ์ Verte, Dauphine และ Variegated และ Brown Turkey ให้ผลผลิตเฉลี่ยในปีสุดท้าย (พืชอายุ 4 ปี) 35, 33, 20 และ 5 ผลต่อต้น ตามลำดับ ด้านคุณภาพผลผลิต พบว่าพันธุ์ Brown Turkey มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด 65.5 กรัม รองลงมาได้แก่พันธุ์ Japan, Dauphine, Verte, Variegated และมีน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 42.9, 35.4, 33.6 และ 20.46 กรัม ตามลำดับ และพบว่าพันธุ์ Japan มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดคือ 12.3 บริกซ์ รองลงมาคือพันธุ์ Variegated, Brown Turkey, Verte และ Dauphine มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11.9, 11.5, 9.65 และ 8.94 บริกซ์ ตามลำดับ โดยภาพรวมพันธุ์ Japan มีความเหมาะสมในการปลูกบนที่สูงมากกว่าพันธุ์อื่นที่ทดสอบร่วมกัน

คำสำคัญ: มะเดื่อฝรั่ง ที่สูง การทดสอบพันธุ์ คุณภาพ

คำนำ

ประเทศไทยได้มีการปลูกไม้ผลเมืองหนาวมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 จากพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ รัชกาลที่ 9 เพื่อศึกษาหาพืชมาปลูกทดแทนการปลูกฝิ่นและการทำไร่เลื่อนลอยของประชากรที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูง กรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานหนึ่งของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบวิจัยสนับสนุนมูลนิธิโครงการหลวง โครงการตามพระราชดำริ และโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อหาพืชที่มีศักยภาพปลูกบนพื้นที่สูง ได้แก่ ไม้ผลเมืองหนาวและเขตอบอุ่นที่มีการปลูกทดสอบเพื่อศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตในพื้นที่สูงของประเทศไทยมีหลายชนิด (Yang *et al.*, 2005) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ประเทศไทยมีการดำเนินงานความร่วมมือทางวิชาการกับประเทศต่างๆ หลายประเทศ ได้แก่ จีน อเมริกา ไต้หวัน อิสราเอล ยุโรป ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย อียิปต์ อัฟกานิสถาน และอาร์มาเนีย เป็นต้น ทำให้ได้รับพันธุ์พืชดังกล่าวเพื่อมาทดสอบศักยภาพในการศึกษาการปรับตัวกับสภาพพื้นที่ในประเทศไทย ซึ่งได้มีการรวบรวมในพื้นที่ศูนย์วิจัยต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร พบว่า มะเดื่อฝรั่งเป็นหนึ่งในพืชที่มีศักยภาพให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและมีคุณค่าทางอาหารสูง จึงได้มีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ว่าพันธุ์ใดมีศักยภาพและสามารถพัฒนาจนกระทั่งมีการยอมรับและขยายพันธุ์สู่เกษตรกร เพื่อเพิ่มรายได้และเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่เกษตรกรบนที่สูงและผู้บริโภคในประเทศต่อไป (ทวีศักดิ์, 2551)

มะเดื่อฝรั่ง (Fig: *Ficus carica* Linn.) วงศ์ Moraceae (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550) เป็นพืชประเภทกึ่งร้อน เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดกลาง ปลูกมากทางตะวันตกของทวีปเอเชีย (ศรีวิจิตรา, 2550) ปลูกเป็นการค้าในแถบลุ่มแม่น้ำเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศอิตาลี โปรตุเกส สเปน ตุรกี กรีซ แคลิฟอร์เนียตอนใต้ และพื้นที่แห้งแล้งของอเมริกา แอฟริกาใต้ มาดากัสการ์ ออสเตรเลียและอินเดีย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550; ธีระ, 2550ก; ศรีวิจิตรา, 2550) ทั่วโลกมีมากกว่า 600 สายพันธุ์ (ทวีศักดิ์, 2550) จัดอยู่ในสิบอันดับแรกของผลไม้ในโลกที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ได้แก่ แคลเซียม และใยอาหารสูงกว่าผักผลไม้ทุกชนิด ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็กสูง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างซ่อมแซมเสริมความแข็งแรงของกระดูกและฟัน สร้างสมดุลของกรด-ด่างในร่างกาย ถนอมสุขภาพ ลดรอยเหี่ยวย่น ทำให้อ่อนวัย ป้องกันโรคปอด นิ่ว และกระเพาะปัสสาวะอักเสบ มี antioxidant polyphenol สูง ป้องกันมะเร็งต่างๆ ในทางการแพทย์สารสกัดจากมะเดื่อฝรั่งถูกนำมาใช้ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง ช่วยฟอกตับและม้าม เป็นยาระบายอ่อนๆ ช่วยระบบขับถ่าย กำจัดของเสียออกจากร่างกาย แก้ท้องผูก นอกจากนี้อุดมด้วยโปรตีน เอนไซม์ย่อยอาหาร สมานแผล มีวิตามินเอ บี1 บี2 ซี ไนอาซิน ให้พลังงานสูง ในขณะที่ไม่มีไขมันคอเลสเตอรอล หรือโซเดียม จึงไม่มีปัญหากับผู้ป่วยความดัน ไขมันในเลือดสูง หรือโรคตับ (ธีระ, 2550) สายพันธุ์ที่นำมาปลูกในประเทศไทยได้ ได้แก่พันธุ์ Inca Gold, พันธุ์ญี่ปุ่น BTM6, พันธุ์สเปน (ธีระ, 2550) นอกจากนี้สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์มีการศึกษาสายพันธุ์มะเดื่อ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Brown-Turkey มะเดื่อดูไบ มะเดื่อจีน มะเดื่ออิหร่าน มะเดื่อใบกลม และมะเดื่อสเปน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550) สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีการศึกษาและพัฒนาการปลูกมะเดื่อฝรั่ง 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดอร์ฟิ้น (Dauphine) และพันธุ์ไวท์มาร์เซลเลสส์ (White Marseilless) (ทวีศักดิ์, 2550) สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของมะเดื่อฝรั่ง พันธุ์ดอร์ฟิน (Dauphine), อินทนนท์, ดอร์ฟิน เจแปน, คาโดต้า, ลิซ่า, ชูก้า, บราว เทอร์กี้ และ White Marseilless (ศรีวิจิตรา, 2550) และ ธีระ (2550) ได้ศึกษาเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์มะเดื่อฝรั่ง ได้แก่ พันธุ์ Alma, Black Jack, Black Mission, Brown Turkey Japan, Brown Turkey USA., Conadria, Dauphine, Genoa, Osborn, Kadota, Inca Gold และไม่ทราบชื่อ จากประเทศอิตาลี ไต้หวัน ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา พบว่า มะเดื่อฝรั่งสายพันธุ์ญี่ปุ่น เมื่อผลสุก ผิวผลแดงจัดถึงม่วงเข้ม เนื้อในสีแดงคล้ายสีสตรอว์เบอร์รี เมล็ดเล็กลีบกรุบกรอบทานได้ ผลสุกเหมาะสำหรับรับประทานสด รสชาติหวานเข้มข้น ไม่มีรสเปรี้ยว กลิ่นหอมคล้ายกลิ่นกุหลาบ เนื้อละเอียด หรืออาจประยุกต์ใช้ทำผลไม้แปรรูปต่างๆ เช่น ทำมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ตากแห้ง ทำแยมมะเดื่อฝรั่ง บรรจุกระป๋อง ลอยแก้ว แช่อิ่ม ผสมในชาคล้ายชาไข่มุก ผสมกับผลไม้ชนิดอื่นในการทำน้ำผลไม้ปั่น หรือเป็นส่วนผสมในการทำขนมทดแทนลูกเกด (จารุพันธ์ และคณะ 2549) โดยมีประวัติการปลูกมะเดื่อฝรั่งของกรมวิชาการเกษตรดังนี้

ปี	การดำเนินการ	สถานที่	แหล่งงบประมาณ
2550-2553	โครงการความร่วมมือทางด้านวิชาการเกษตรไทยและอาร์เมเนียในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ รัชกาลที่ 9 ทรงครองราชย์ 60 ปี และมีพระชนมายุครบ 80 พรรษา	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง)	กรมวิชาการเกษตร
2551-2553	รวบรวมและปลูกมะเดื่อฝรั่ง 10 สายพันธุ์พบพันธุ์ที่มีศักยภาพในแต่ละแหล่งปลูก	- โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริ บ.ดงเย็น อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ - ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	กรมวิชาการเกษตร (งานวิจัยอนุรักษ์ไม้ผลเมืองหนาว)
2554	คัดพันธุ์สำหรับใช้ในการทดลอง	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	กรมวิชาการเกษตร
2555-2557	คัดเลือก และทดสอบพันธุ์มะเดื่อฝรั่ง	- ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ. แม่วาง จ. เชียงใหม่ - ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก - ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเลย (ภูเรือ) อ.ภูเรือ จ.เลย	กรมวิชาการเกษตร
2558	ได้พันธุ์แนะนำ: มะเดื่อฝรั่ง	กรมวิชาการเกษตร	กรมวิชาการเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินการทดลอง

ต้นพันธุ์มะเดื่อฝรั่ง จำนวน 5 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 4 ต้น วางแผนการทดลองแบบ RCBD สุ่มในบล็อกสมบูรณ์ มี 5 กรรมวิธี (พันธุ์) 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 คือ สายพันธุ์ Japan กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ Variegated กรรมวิธีที่ 3 พันธุ์ Dauphine กรรมวิธีที่ 4 พันธุ์ Varte และกรรมวิธีที่ 5 พันธุ์ Brown Turkey โดยปลูกทดสอบสายพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) เตรียมหลุมปลูก โดยขุดหลุมขนาด 50 × 50 × 50 เซนติเมตร จำนวน 20 หลุม กรรมวิธี (พันธุ์) ละ 4 หลุม รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก 1 กิโลกรัม/หลุม โน้มกิ่งเมื่อมีกิ่งหลักสองกิ่งสำหรับโน้มกิ่งตามแนวยาวของแปลง บำรุงรักษาต้นมะเดื่อฝรั่งตามกรรมวิธี บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยวัดจากเหนือดิน 30 เซนติเมตร จำนวนผลต่อต้น/น้ำหนักผลต่อต้น ปริมาณและคุณภาพผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลเฉลี่ย (กิโลกรัม) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดไตเตรท โรคและแมลงที่พบและการกำจัด รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของมะเดื่อฝรั่งทั้ง 5 สายพันธุ์ ค่อนข้างช้าในช่วงแรก เนื่องจากพืชอยู่ในช่วงพักตัวประกอบกับสภาพอากาศที่หนาวเย็น ทำให้มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย พืชจะเริ่มมีการเจริญเติบโตที่ชัดเจนในช่วงปลายฤดูฝน เนื่องจากสภาพอากาศที่อบอุ่นขึ้น ประกอบกับดินมีความชื้นเหมาะสมในช่วงฤดูฝน โดยต้นเริ่มมีการแตกใบและสร้างกิ่งใหม่ในช่วงดังกล่าว อัตราการเจริญเติบโตในช่วงปีที่ 1-2 พบว่า มะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Variegated มีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่พันธุ์ Japan พันธุ์ Dauphine พันธุ์ Verte ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ Brown turkey มีอัตราการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นน้อยที่สุด คาดว่าเกิดจากมะเดื่อฝรั่งแต่ละสายพันธุ์มีการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้มีการตอบสนองที่ต่างกันในการเจริญเติบโต โดยขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมะเดื่อฝรั่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Dauphine มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 11.9 เซนติเมตร รองลงมาคือพันธุ์ Variegated เฉลี่ยเท่ากับ 11.4 เซนติเมตร และพันธุ์ Brown Turkey มีขนาดเส้นรอบวงน้อยที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 8.00 เซนติเมตร และเมื่อคิดเป็นอัตราการเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้นต่อปี พบว่ามะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Variegated มีอัตราการเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้นต่อปีมากที่สุด เท่ากับ 2.4 เซนติเมตร/ปี รองลงมาได้แก่พันธุ์ Japan, พันธุ์ Dauphine และพันธุ์ Verte มีค่าเท่ากับ 2.0, 1.7 และ 1.3 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ พันธุ์ Brown Turkey มีอัตราการเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้นต่อปีน้อยที่สุด เท่ากับ 1.0 เซนติเมตร/ปี (Table 1, Figure 1)

สำหรับการให้ผลผลิต พบว่า ต้นมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Japan มีการติดผลมากที่สุด เฉลี่ย 50 ผล/ต้น รองลงมาได้แก่พันธุ์ Verte, พันธุ์ Dauphine และพันธุ์ Variegated ที่มีการติดเท่ากับ 35, 33 และ 20 ผล/ต้น ตามลำดับ และพันธุ์ Brown Turkey มีการติดผลน้อยที่สุด เท่ากับ 5 ผล/ต้น (Table 2)

สำหรับคุณภาพของผลผลิตมะเดื่อฝรั่ง พบว่าการติดผลจะออกดอกบนกิ่ง (Figure 2) น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลของมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown turkey มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงสุดเท่ากับ 65.5 กรัม รองลงมาได้แก่พันธุ์ Japan, พันธุ์ Dauphine และพันธุ์ Verte มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 42.9, 35.4 และ 33.6 กรัม พันธุ์ Veriegate มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลน้อยที่สุด เท่ากับ 20.5 กรัม (Table 3) ด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (% Brix) พบว่าพันธุ์ Japan มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด เท่ากับ 12.3 รองลงมาได้แก่พันธุ์ Veriegate, พันธุ์ Brown turkey และพันธุ์ Verte ที่มีค่าความหวาน 11.9, 11.5 และ 9.65 ตามลำดับ พันธุ์ Dauphine มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด เท่ากับ 8.94 (Table 3) ด้านขนาดของผลเมื่อสุกแก่เต็มที่ (วัดขนาดทั้งความกว้างผลและความยาวผลเมื่อผลขยายใหญ่ที่สุดก่อนเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวเมื่อผลเริ่มนิ่ม) พบว่ามะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Dauphine มีขนาดผลใหญ่ที่สุด รองลงมาได้แก่พันธุ์ Brown turkey, พันธุ์ Japan และพันธุ์ Veriegate ตามลำดับ พันธุ์ Verte มีขนาดผลเฉลี่ยเล็กที่สุด (Table 4, Figure 3)

ด้านศัตรูพืช โรคและแมลงที่พบ พบว่าเมื่อเข้าสู่ปีที่สองภายหลังการปลูก พบการเข้าทำลายผลผลิตในระยะสุกแก่โดยมีนก หนู กระรอก และค้างคาว เข้ากัดแทะผลที่สุกเป็นอาหาร ป้องกันได้

โดยการห่อผลด้วยตาข่ายมุ้งพลาสติก (ตาข่ายไนลอน) ร่วมกับการทำความสะอาดบริเวณรอบๆ แปลงเพื่อไม่ให้เป็นที่หลบซ่อนและที่อยู่อาศัยของสัตว์ดังกล่าว นอกจากนั้นในระยะช่วงฤดูฝนที่พืชมีการเจริญเติบโตด้านการเพิ่มจำนวนใบและลำต้น พบการเข้าทำลายของด้วงเจาะลำต้น โดยพืชจะแสดงอาการยอดและใบเหี่ยวและใบร่วง เนื่องจากหนอนเจาะเข้าทำลายท่อน้ำท่ออาหารภายในลำต้นบริเวณโคนต้น (Figure 2) ป้องกันได้โดยทำความสะอาดรอบๆ บริเวณโคนต้น และทาสีน้ำผสมสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชบริเวณรอบๆ โคนต้น และหากพบการเข้าทำลายให้ทำการใช้ปลายมีดหรือวัสดุแข็งแคะเอาตัวหนอนออกจากลำต้น ทาทับบาดแผลด้วยปูนแดงหรือสีน้ำผสมยากันรา กรณีไม่สามารถนำหนอนออกจากลำต้นได้ให้ฉีดยากำจัดแมลงเข้าบริเวณรูเจาะให้ตัวยาดูดซึมหรือสัมผัสกับตัวหนอนจนออกฤทธิ์กำจัดหนอนภายในลำต้น (Table 3, Figure 3)

Table 1 Trunk circumference of five varieties fig

Varieties	Trunk circumference (cm.)	Average annual increase of Variegated trunk circumference (cm./year)
Japan	8.20[b]	2.0[ab]
Variegated	11.4[a]	2.4[a]
Dauphine	11.9[a]	1.7[b]
Verte	10.3[ab]	1.3[b]
Brown Turkey	8.00[b]	1.0[b]
F-test	**	**
C.V. (%)	28.00	9.08

** Means within a column followed by different alphabets were significantly different at P<0.01 by DMRT

Table 2 Average yield of five varieties fig

Varieties	Number of fruit	Weight of fruit / tree (Kg.)
Japan	50[a]	2.16[a]
Variegated	20[c]	0.41[c]
Dauphine	33[b]	1.17[b]
Verte	35[b]	1.18[b]
Brown Turkey	5.0[d]	0.33[c]
F-test	*	*
C.V. (%)	26.00	6.64

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

Table 3 Fruit quality of five varieties fig

Varieties	Weight (g.)	Width (cm.)	length (cm.)	(% Brix)
Japan	42.9[a]	4.69b[c]	5.69[ab]	12.3[a]
Variegated	20.5[c]	4.77[bc]	5.23[ab]	11.9[ab]
Dauphine	35.4[b]	9.73[a]	6.20[a]	8.94[c]
Verte	33.6[b]	3.65[d]	4.50[b]	9.65[b]
Brown turkey	65.5[a]	5.00[ab]	6.50[a]	11.5[ab]
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	38.50	15.26	6.64	10.62

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

Figure 1 Fruit canopy during fig development

Figure 2 Fruit setting

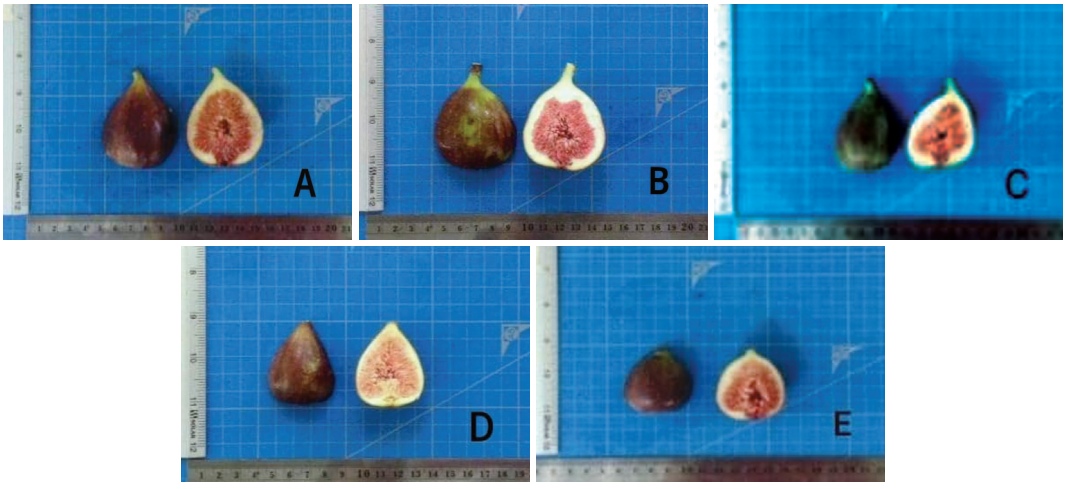

Figure 3 Fruit characteristic of Brown Turkey (A), Dauphine (B), Japan (C), Variegated (D) and Verte (E) of fig

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์มะเดื่อฝรั่งจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่พันธุ์ Japan, Dauphine, variegated, Verte และ Brown Turkey โดยทดลองปลูกในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ความสูง 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่ามะเดื่อฝรั่งทุกพันธุ์มีการให้ผลผลิต โดยมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Variegated มีการอัตราการเจริญเติบโตด้านลำต้น (อัตราการเพิ่มของเส้นรอบวงโคนต้น) สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับพันธุ์ Japan รองลงมาคือพันธุ์ Dauphine ด้านผลผลิตพบว่ามะเดื่อฝรั่งพันธุ์ญี่ปุ่นให้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุด มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด และมีน้ำหนักเฉลี่ยผลรองจากมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey โดยเมื่อพิจารณาร่วมกันระหว่างการเจริญเติบโตการให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตเบื้องต้นแล้ว พบว่ามะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Japan มีลักษณะที่เหมาะสมในการผลิตในพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด รองลงมาได้แก่พันธุ์ Dauphine และพันธุ์ Variegated ตามลำดับ ส่วนมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Verte และ Brown Turkey มีการตอบสนองด้านการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่น้อยเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. มะเดื่อฝรั่ง (ฟิกส์). แหล่งข้อมูล http://www.moac.go.th/builder/bhad/fig.php.

จารุพันธ์ ทองแถม อรุณี อภิชาติสรางกูร เกตุชัย มานะ และสุรินทร์ นิลสำราญจิต. 2549. การคัดเลือกพันธุ์มะเดื่อฝรั่งและมะเดื่อพื้นเมืองเพื่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์. รายงานวิจัยประจำปี 2549 โครงการวิจัยที่ 3025-3485. 1-95.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2550. โลกเกษตร: โครงการหลวงอินทนนท์ ต่อยอดการปลูกมะเดื่อฝรั่งในไทย. แหล่งข้อมูล http://production.doae.go.th/service/news/detail.php?news_id=91.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2551. การปลูกมะเดื่อฝรั่งเชิงพาณิชย์. 14(158): 1-66.

ธีระ เจริญกิจ. 2550. การพัฒนาสายพันธุ์มะเดื่อฝรั่งหรือฟิกส์ (*Ficus carica*) สุดยอดแห่งผลไม้ที่เหมาะสมกับสภาพการปลูกบนพื้นราบของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล http://therafigs.spaces.live.com/blog/cns!4190422DED92F77A!223.entry?_c=BlogPart.

ศรีวิจิตรา มีนางัว. 2550. เทคโนโลยีการเกษตร: มะเดื่อฝรั่ง ผลไม้เพื่อสุขภาพ อนาคตการผลิตสร้างรายได้บนพื้นที่สูง. แหล่งข้อมูล http://www.matichon.co.th/techno/techno.php?srctag=0505150749.

Yang, Y., Y. Yao, G. Xu and C. Li. 2005. Growth and physiological responses to drought and elevated ultraviolet-B in two contrasting populations of *Hippophae rhamnoides*. Physiologia Plantarum. 124: 431-440.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(2):39-49
J. Agri. Prod.

การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณสารสำคัญในพลูคาว 9 สายพันธุ์

Study on growth and some substances content of 9 varieties of *Houttuynia cordata*

สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1*] เกษม ทองขาว[1] อุทัย นพคุณวงศ์[1] มณทิรา ภูติวรนาถ[2] และ แสงมณี ชิงดวง[3]

Supattanakij Posawang[1] Kaseam Tongkhaw[1] Utai Noppakunwong[1] Montira Putiworanart[2] and Sangmanee Chingduang[3]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

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

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ 205 หมู่ 5 ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000

[2] Phrae Agricultural Research and Development Center, Phrae 205 Moo 5, Wanghong Sub-district, Muang District, Phrae 54000

[3] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] Horticulture Research Institute Department of Agriculture, Bangkok 50 Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

* Corresponding author: weerapon99@hotmail.com

Abstract

Plu Kao (*Houttuynia cordata*) cultivars were collected from various sources in Northern Thailand. They were identified into 3 groups included red leaf group (of Chiang Rai, Chiang Mai and Phitsanulok), green leaf group (of Lumpang, Phrae and Sukhothai) and Purple stalk group (of Phrae 1, Phrae 2 and Phrae 3). Planting 3 groups of Plu Kao at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center in 2013. The experimental was designed as RCBD with 9 treatments and 3 replications. After 3 months of planting, there was no significant difference in the growth of canopy. It was found that purple stalk of Phrae 1 had the highest canopy as 21.91 centimeters but not different from other groups. At the age of 6 months, all three groups showed no significant different in growth of canopy and average number of leaves per tree. When considering the fresh weight per square

meter, it was found that green of Lumpang, red leaf of Phitsanulok, purple stalk of Phrae 2 and green leaf of Sukhothai group were 2,450, 2,250, 2,150 and 2,050 grams, respectively. Whereas purple stalk of Phrae 1, red leaf of Chiang Rai, red leaf of Chiang Mai and green leaf of Phrea had average fresh weight per square meter as 1,250, 1,150, 1,000 and 1,000 grams, respectively. However, dry weight (at 45 °C for 24 hours) of all cultivars were not statistically different form each other. It was found that the quercetin and rutin of purple stalk of Phrea 1 tended to have high content of quercetin than other cultivars. For rutin substance, it was found that green leaf of Lumpang contained higher rutin than that of other cultivars.

Keywords: Plu Kao, Quercetin, Rutin

บทคัดย่อ

รวบรวมสายพันธุ์พลูคาวที่ได้จากแหล่งต่างๆ ในภาคเหนือ จัดกลุ่มพลูคาวได้เป็นสามกลุ่ม ได้แก่ สายพันธุ์ใบแดง ได้แก่ ใบแดงเชียงราย ใบแดงเชียงใหม่ และใบแดงพิษณุโลก สายพันธุ์ใบเขียว ได้แก่ ใบเขียวลำปาง ใบเขียวแพร่ และใบเขียวสุโขทัย และสายพันธุ์ก้านม่วง ได้แก่ ก้านม่วงแพร่ 1 ก้านม่วงแพร่ 2 และก้านม่วงแพร่ 3 ปลูกพลูคาวทั้ง 3 กลุ่มในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2555 วางแผนการทดลองแบบ RCBD 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ เมื่อพืชอายุ 3 เดือน ไม่พบความแตกต่างของการเจริญด้านเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม พบว่าสายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 มีความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือ 21.91 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์อื่น เมื่ออายุ 6 เดือน ทั้งสามกลุ่มไม่พบความแตกต่างของการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น แต่เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักสดต่อพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตร พบว่าสายพันธุ์ใบเขียวลำปาง สายพันธุ์ใบแดงพิษณุโลก สายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 และสายพันธุ์ใบเขียวสุโขทัย เป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักสดต่อตารางเมตรเฉลี่ยมีค่าสูงเท่ากับ 2,450 2,250 2,150 และ 2,050 กรัม ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 สายพันธุ์ใบแดงเชียงราย สายพันธุ์ใบแดงเชียงใหม่ และสายพันธุ์ใบเขียวแพร่ มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อตารางเมตรที่ต่ำกว่ากลุ่มแรก คือ 1,250, 1,150, 1,000 และ 1,000 กรัม ตามลำดับ แต่เมื่อนำผลผลิตไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำหนักแห้งที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ เคอร์ซีติน (Quercetin) และรูติน (Rutin) พบว่าสายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 มีแนวโน้มพบปริมาณสารสำคัญเคอร์ซีตินสูงกว่าพันธุ์อื่น ส่วนสารรูตินพบในสายพันธุ์ใบเขียวลำปางสูงกว่าสายพันธุ์อื่น วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์พลูคาวที่ให้ผลผลิตและสารสำคัญสูงในแหล่งปลูก

คำสำคัญ: พลูคาว เคอร์ซีติน รูติน

คำนำ

ปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับการดำรงชีวิตและการดูแลสุขภาพของตนเองโดยวิธีธรรมชาติมากขึ้น ทำให้ความนิยมในการใช้สมุนไพรเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้กระแสความต้องการสมุนไพรมีมาก โดยองค์การอนามัยโลกคาดว่าปัจจุบันมูลค่าของผลิตภัณฑ์สมุนไพรในตลาดโลกมีมูลค่าสูงถึงปีละ 4.4 ล้านล้านบาท และยังคงมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง ภาครัฐมีนโยบายที่จะพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางสุขภาพของเอเชียและนานาชาติ (Medical Hub) ในปี พ.ศ. 2555-2559 และคาดว่าจะสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศรวม 5 ปี ประมาณ 814,266 ล้านบาท โดยผลผลิตด้านสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สุขภาพคาดว่าจะสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศได้ถึง 52,493 ล้านบาท สำหรับในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์สมุนไพรเป็นที่ยอมรับและมีความต้องการมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีการใช้ผลิตภัณฑ์ในลักษณะของอาหารเสริมสุขภาพ เครื่องสำอางสมุนไพร นวดและอบตัวด้วยสมุนไพร ตลอดจนการรับประทานเครื่องดื่มสุขภาพ ทำให้ธุรกิจสมุนไพรมีรายได้อย่างมหาศาล และมีโอกาสเติบโตได้อีกมาก ทั้งนี้เห็นได้จากการที่ตลาดผลิตภัณฑ์สมุนไพรในประเทศขยายตัวปีละไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20-30 และจากการสำรวจทั่วประเทศพบว่ามีมูลค่าการใช้จ่ายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สมุนไพร 48,000 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2555) จากมูลค่าของสินค้าที่สูงและมีแนวโน้มการเติบโตของตลาดอย่างต่อเนื่องทำให้รัฐบาลมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการพัฒนาการผลิตสมุนไพรที่มีคุณภาพในเชิงพาณิชย์ และผลักดันให้ไทยเป็นศูนย์กลางการค้าสมุนไพรของเอเชียในอนาคต โดยวางยุทธศาสตร์ในการพัฒนาสมุนไพรไทยให้เป็นผลิตภัณฑ์เศรษฐกิจของชาติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่กรมวิชาการเกษตรจะต้องรวบรวมและศึกษาพันธุ์พืชสมุนไพรที่มีศักยภาพ และตลาดมีแนวโน้มความต้องการสูงขึ้น ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อจะได้มีพันธุ์และการขยายพันธุ์ที่พร้อมจะขยายให้เกษตรกร รวมทั้งเป็นแหล่งรวบรวมชนิดและพันธุ์พืชสมุนไพรที่มีเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการทั้งก่อนเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องและเหมาะสม อันจะสามารถรองรับความต้องการวัตถุดิบที่ขยายตัวมากขึ้น จนส่งเสริมพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร ตลอดจนให้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ไม่มีสารพิษตกค้าง ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

พลูคาว เป็นสมุนไพรพื้นบ้านที่มีประวัติการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในภูมิภาคต่างๆ ของเอเชียมานานแล้ว นิยมปลูกเป็นอาหาร สมุนไพร และไม้ประดับ พลูคาวเป็นพืชในวงศ์ Saururaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Houttuynia cordata* Thunb. ชื่อสามัญ Chinese lizard tail, fishwort, heartbeat, chameleon plant มีชื่อเรียกตามท้องถิ่นต่างๆ คือ ผักคาวตอง หรือผักก้านตอง (ภาคเหนือ) ผักคาวทอง (ภาคกลาง) เป็นพันธุ์ไม้กลางแจ้งที่ชอบขึ้นในดินที่ชื้นแฉะหรือริมน้ำทั่วไป สามารถขยายพันธุ์ด้วยการแยกต้นและปักชำ พลูคาวมีเขตการขยายพันธุ์ทั่วไปในเขตตะวันออกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เจริญเติบโตได้ตั้งแต่พื้นที่ราบต่ำจนถึงที่สูงประมาณ 2,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สำหรับประเทศไทยพบมากในภาคเหนือ ทั้งที่ขึ้นตามธรรมชาติและที่ปลูกเลี้ยง สามารถเจริญเติบโตในดินต่างๆ ตั้งแต่ดินร่วนที่อุดมสมบูรณ์ จนถึงดินทรายที่มีปริมาณธาตุอาหารบางชนิดค่อนข้างต่ำ (ปริญญา, 2553) พลูคาว

จัดเป็นพืชล้มลุก มีกลิ่นคาว ลำต้นใต้ดินเป็นปล้องสั้นๆ ตามข้อมีรากออกโดยรอบ และมีลำต้นที่อยู่เหนือดินสูง 10-30 เซนติเมตร ลำต้นเหนือดินนี้ส่วนข้อที่ทอดเอนแตะพื้นดินจะสามารถออกรากได้ ใบเดี่ยวออกเวียนหรือออกสลับ ปลายใบแหลมมาก โคนใบรูปหัวใจ ช่อดอกออกตามยอดหรือซอกใบ (วัชรี, 2548) สำหรับสรรพคุณในตำรับยาไทยของพลูคาวนั้น **ต้น** ใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อและทางเดินหายใจ ฝีหนองในปอด ปอดบวม ปอดอักเสบ ไข้มาลาเรีย แก้บิด ขับปัสสาวะ ลดอาการบวมน้ำ นิ่ว ขับระดูขาว ริดสีดวงทวาร แก้โรคผิวหนัง ผื่นคัน ฝีฝักบัว แผลเปื่อย ติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ แก้ไอ หลอดลมอักเสบ หูชั้นกลางอักเสบ **ราก** ใช้เป็นยาขับปัสสาวะ **ใบ** ใช้รักษาโรคบิด หัด โรคผิวหนัง ริดสีดวงทวาร หนองใน ใช้ปรุงเป็นยาแก้กามโรค ทำให้แผลแห้งเร็ว แก้โรคข้อและแก้โรคผิวหนังทุกชนิด ทั้งต้นมีรสเย็นและฉุน ใช้เป็นยาแก้โรคบิด โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ ขับปัสสาวะ แก้บวมน้ำ แก้ไอ หลอดลมอักเสบ ฝีบวมอักเสบ ริดสีดวงทวาร หูชั้นกลางอักเสบ (ปริญญา, 2553) พลูคาวมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ 6 ประเภท คือ

1. สารประเภทน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) มีอยู่ร้อยละ 0.005-0.5 สารสำคัญที่พบได้แก่ d – borneol; bornyl acetate, caryophyllene และอื่นๆ ฯลฯ (อัมพิกา, 2540)

2. สารประเภทฟลาโวนอยด์ (flavanoids) ได้แก่ quercetin, chloger acid, rutin และสารอื่นๆ (Hayashi *et al*., 1995)

3. สารประเภทอัลคาลอยด์ ได้แก่ aristalactam A, cepharanone B, cordarine, benzamide และสารอื่นๆ (Probstle and Bauer, 1992)

4. สารประเภทกรดไขมัน ได้แก่ capric acid, lauric acid, linoleic acid, oleic acid และสารอื่นๆ (อัมพิกา, 2540)

5. สารประเภทสเตอรอล (sterols) ได้แก่ phytol, spinasterol, stigmasterol และสารอื่นๆ (อัมพิกา, 2540)

6. สารประกอบเคมีชนิดอื่นๆ ได้แก่ polyphenolic acid เช่น chlorogenic acid และแร่ธาบุ เช่น fluoride; potassium chloride, potassium sulfate และสารอื่นๆ (อัมพิกา, 2540)

สารสำคัญหลักที่พบในพลูคาวเป็นสารในกลุ่ม flavonoid glycosides มีสรรพคุณในการรักษาโรคติดเชื้อต่างๆ ต้านและยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบถึง 9 ชนิด ได้แก่ Rutin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ (ต้านการเกิดมะเร็ง) ทางการแพทย์ยังใช้เสริมสร้างผนังหลอดเลือดฝอย ป้องกันหลอดเลือดฝอยแตก (โรคหลอดเลือดในสมองแตก) ส่วน quercetin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถลดอาการเกิดภูมิแพ้ หอบหืด และลดภาวะความดันโลหิตสูง ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านม ต่อมลูกหมาก รังไข่ เยื่อบุโพรงมดลูก และมะเร็งปอด (Hayashi *et al*., 1995) อีกทั้งยังมีคุณสมบัติของยาและสารออกฤทธิ์ ดังนี้ 1) ฤทธิ์ในการทำลายเซลล์มะเร็ง (Kim *et al*., 2001) 2) ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว (นิรนาม, 2546) 3) ฤทธิ์ต้านไวรัส และ 4) ฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสและแบคทีเรียรวมทั้งเชื้อไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 (ไทยรัฐออนไลน์, 2552) คณะนักวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของพลูคาวต่อเซลล์ในระบบคุ้มกันในหลอดทดลอง

พบว่าสามารถกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ และได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของพลูคาวหรือพลูคาวแคปซูล (Cordex) และยาตำรับสมุนไพรงวงตาล แคปซูล (Watusplex) ซึ่งมีพลูคาวเป็นองค์ประกอบ ผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม มีฤทธิ์ช่วยเพิ่มการแบ่งตัวเม็ดเลือดขาวของคนปกติในหลอดทดลองได้ เป็นต้น (Sriwanthana *et al*., 2003.) ปัจจุบัน ในการผลิตพลูคาวยังขาดพันธุ์ที่ให้สารสำคัญสม่ำเสมอ การปลูกในสภาพพื้นที่ต่างกันให้สารสำคัญต่างกัน จึงควรมีการศึกษาการผลิตพลูคาวเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ มีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ทางเภสัช ปราศจากการปนเปื้อนสารพิษและสิ่งเจือปน เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แปรรูปพลูคาวที่มีคุณภาพ อีกทั้งพลูคาวยังเป็นพืชที่สามารถพัฒนาขยายผลแนะนำสู่เกษตรกรและชุมชน อันจะเป็นทางเลือกในการปลูกพืชที่สามารถทำรายได้แก่ครัวเรือน และสามารถเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน รวมทั้งเกษตรกรได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตร ได้เรียนรู้และนำไปปรับใช้ในไร่นาของเกษตรกร เป็นการช่วยเหลือสนับสนุนให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนในที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยมีพันธุ์พลูคาว 9 สายพันธุ์ (กรรมวิธี, Figure 1) มี 3 ซ้ำ ได้แก่ สายพันธุ์ใบแดง จาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ เชียงราย พิษณุโลก และเชียงใหม่ สายพันธุ์ใบเขียว จาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ ลำปาง แพร่ และสุโขทัย และสายพันธุ์ก้านสีม่วง จาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ แพร่ 1 แพร่ 2 และแพร่ 3 โดยปลูกในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ เตรียมต้นกล้าพันธุ์พลูคาวที่มีกิ่งสมบูรณ์ ขยายพันธุ์โดยการปักชำ เพื่อใช้เป็นต้นพันธุ์ในการทดสอบ เตรียมแปลงปลูกโดยใช้ปูนขาวเป็นตัวผสมดิน ขนาดแปลง 1 × 3 ตารางเมตร/ซ้ำ ระยะปลูก 15 × 20 เซนติเมตร วิเคราะห์ปริมาณสาระสำคัญโดยวิธี aluminum chloride calorimetry โดยใช้เคอร์ซิตินเป็นสารมาตรฐาน ละลายสารสกัดด้วยเมทานอล นำสารสกัดแต่ละชนิดมา 0.5 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของสารสกัด 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วเติมเอทานอล 95% ลงไป 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 10% aluminum chloride 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม 1 M potassium acetate 0.1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารสำคัญในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกราฟมาตรฐานเคอร์ซินในหน่วยมิลลิกรัม บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต และปริมาณสาระสำคัญ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1) การเจริญเติบโต

พบว่าเมื่อปลูกพลูคาวทุกสายพันธุ์เป็นระยะเวลา 3 เดือน ทำการบำรุงรักษาตามหลักวิชาการที่ถูกต้องและเหมาะสมตามคำแนะนำการปลูกพืชผักของกรมวิชาการเกษตร ต้นพลูคาวสายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด วัดได้ 21.91 เซนติเมตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ ยกเว้นพันธุ์ใบเขียวลำปางที่มีค่าความสูงต้นต่ำสุด เท่ากับ 15.36 เซนติเมตร ด้านความกว้างทรงพุ่ม เมื่อพิจารณาจากเส้นผ่าน

ศูนย์กลางในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ และทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก พบว่าทุกสายพันธุ์มีการเจริญเติบโตด้านทรงพุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้น พบว่าพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 3 มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 10.43 ใบต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 พันธุ์ก้านม่วงแพร่ 3 และพันธุ์ใบแดงเชียงราย ที่มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.67, 8.73 และ 8.57 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ พันธุ์ใบแดงเชียงใหม่ พันธุ์ใบแดงพิษณุโลก พันธุ์ใบเขียวแพร่ และพันธุ์ใบเขียวสุโขทัย ที่มีจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 7.33, 7.10, 6.93 และ 6.57 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ใบเขียวลำปาง พบว่ามีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 6.47 ใบ (Table 1) เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพลูคาวแต่ละสายพันธุ์ เมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า พันธุ์ใบแดงเชียงใหม่มีความสูงต้นมากที่สุด เท่ากับ 35.27 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ใบแดงพิษณุโลก พันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 พันธุ์ใบแดงเชียงราย พันธุ์ก้านม่วงแพร่ และพันธุ์ใบเขียวแพร่ ที่มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 34.57, 34.37, 32.50 และ 31.43 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) แต่พบว่าทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติด้านการเจริญด้านข้าง เมื่อพิจารณาจากเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้ และทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก (Table 2) สำหรับจำนวนใบต่อต้นพบว่าเมื่อปลูกเป็นระยะเวลา 6 เดือน พันธุ์ใบแดงเชียงรายมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด เท่ากับ 8.47 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ใบเขียวแพร่ พันธุ์ใบเขียวสุโขทัย พันธุ์ใบแดงเชียงใหม่ พันธุ์ใบแดงพิษณุโลก พันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 พันธุ์ใบเขียวลำปาง และพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 3 ที่มีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 7.63, 7.52, 7.50, 7.47, 7.27, 7.20 และ 6.83 ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 ที่มีจำนวนใบต่อต้นต่ำสุด เท่ากับ 6.63 ใบ (Table 1) ด้านปริมาณของผลผลิต เมื่อพิจารณาจากการนำผลผลิตสดมาชั่งน้ำหนักสดต่อตารางเมตร พบว่าพันธุ์ใบเขียวลำปางมีค่าน้ำหนักสด (กรัม) ต่อตารางเมตรสูงสุด เท่ากับ 2,450 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับน้ำหนักผลผลิตสดพันธุ์ใบแดงพิษณุโลก พันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 พันธุ์ใบเขียวสุโขทัย ที่มีน้ำหนักสด (กรัม) ต่อตารางเมตรเท่ากับ 2,250, 2,150 และ 2,050 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 พันธุ์ใบแดงเชียงราย พันธุ์ใบแดงเชียงใหม่ และพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 3 ที่มีน้ำหนักสด (กรัม) ต่อตารางเมตรเท่ากับ 1,250, 1,150, 1,000 และ 1,000 กรัม ตามลำดับ แต่เมื่อนำผลผลิตสดที่ได้มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำหนักของผลผลิตที่ได้จากทุกพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3)

Table 1 Plant height and number of leaf of 9 chameleon cultivars at 3 and 6 months after planting.

Cultivars	Plant height (cm)		Number of leaf	
	3 months	6 months	3 months	6 months
red leaf Ching Rai	18.66 [ab]	32.50 [abc]	8.57 [abc]	8.47 [a]
red leaf Phitsanulok	20.13 [ab]	34.57 [ab]	7.10 [bcd]	7.47 [ab]
red leaf Ching Mai	20.43 [ab]	35.27 [a]	7.33 [bcd]	7.50 [ab]
green leaf Lumpang	15.36 [b]	30.40 [c]	6.47 [d]	7.20 [ab]
green leaf Phare	19.96 [ab]	31.43 [abc]	6.93 [bcd]	7.63 [ab]
green leaf Sukhothai	15.86 [ab]	30.93 [bc]	6.57 [cd]	7.52 [ab]
Purple stalk Phrae No.1	21.91 [a]	32.50 [abc]	9.67 [a]	6.63 [b]
Purple stalk Phrae No.2	19.66 [ab]	34.37 [ab]	8.73 [ab]	7.27[ab]
Purple stalk Phrae No.3	20.13 [ab]	30.23 [c]	10.43 [a]	6.83[ab]
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	15.26	6.64	19.00	9.66

[NS] = Non significant difference, * = Singnificant difference at probability level 0.05

Table 2 Plant spread of 9 Chameleon plant cultivars at 3 and 6 months after planting.

Cultivars	Plant spread (cm)			
	3 months		6 months	
	North-South	East-West	North-South	East-West
red leaf Ching Rai	14.45	14.30	14.73	14.77
red leaf Phitsanulok	14.57	14.50	15.13	14.87
red leaf Ching Mai	13.67	13.23	15.97	16.30
green leaf Lumpang	13.43	13.07	15.07	15.83
green leaf Phare	13.43	13.40	14.87	15.47
green leaf Sukhothai	13.53	13.03	15.23	16.33
Purple stalk Phrae No.1	15.87	15.50	15.87	16.60
Purple stalk Phrae No.2	13.93	14.20	15.33	16.13
Purple stalk Phrae No.3	16.67	14.53	15.17	15.90
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.62	8.48	4.64	6.95

[NS] = Non significant difference, * = Singnificant difference at probability level 0.05

Table 3 Fresh weight and dry weight of 9 chameleon plant cultivars at 6 months after planting.

Cultivars	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
red leaf Ching Rai	1,150	160
red leaf Phitsanulok	2,250	155
red leaf Ching Mai	1,000	160
green leaf Lumpang	2,450	175
green leaf Phare	1,000	180
green leaf Sukhothai	2,050	170
Purple stalk Phrae No.1	1,250	100
Purple stalk Phrae No.2	2,150	155
Purple stalk Phrae No.3	1,000	150
F-test	*	ns
C.V. (%)	40.32	38.50

^{NS} = Non significant difference, * = Singnificant difference at probability level 0.05

2) สารสำคัญ

พบ Quercetin ในพลูคาวสายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 ปริมาณสูงสุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 และก้านม่วงแพร่ 3 คือ 2.68, 2.22 และ 1.79 (± 0.21) มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วน Rutin พบปริมาณสูงสุดในสายพันธุ์ใบเขียวลำปาง รองลงมาคือสายพันธุ์ใบเขียวแพร่และก้านม่วงแพร่ 3 มีปริมาณ 1.25, 0.94 และ 0.87 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Quercetin and rutin content in leaf of 9 chameleon plant cultivars at 6 months after planting.

Cultivars	Quercetin (mg/g Dw)	Rutin (mg/g Dw)
red leaf Ching Rai	1.02 ^{b}	0.57 ^{b}
red leaf Phitsanulok	1.20 ^{b}	0.81 ^{b}
red leaf Ching Mai	1.21 ^{b}	0.66 ^{b}
green leaf Lumpang	0.91 ^{c}	1.25 ^{a}
green leaf Phare	0.76 ^{c}	0.94 ^{ab}
green leaf Sukhothai	1.00 ^{b}	0.64 ^{b}
Purple stalk Phrae No.1	2.68 ^{a}	0.62 ^{b}
Purple stalk Phrae No.2	2.22 ^{ab}	0.67 ^{b}
Purple stalk Phrae No.3	1.79 ^{ab}	0.87 ^{ab}
F-test	*	*

^{NS} = Non significant difference, * = Significant difference at probability level 0.05

Figure 1 Characteristics of 9 chameleon cultivars

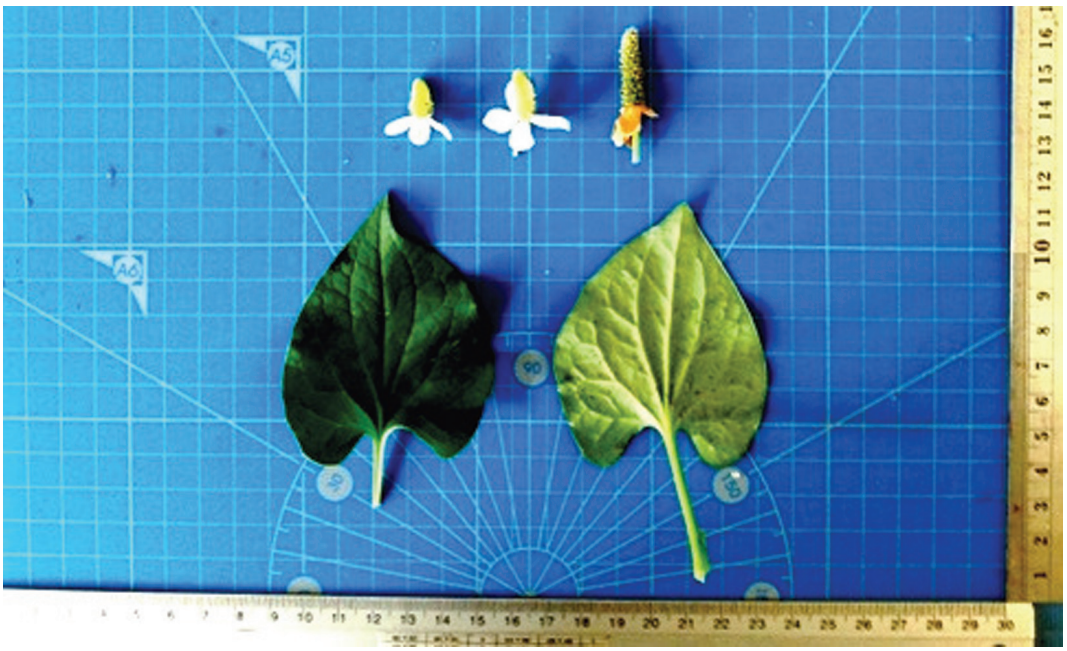

Figure 2 leaf of chameleon plant and flower morphology at various blooming stage

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์พลูคาวที่ให้ผลผลิตและสารสำคัญสูงในแหล่งปลูก พบว่าในระยะเวลาการปลูกจนพืชมีอายุ 3 เดือน สายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ทั้ง 3 สายพันธุ์ และพันธุ์ใบแดงเชียงราย มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตดี ทั้งด้านความสูงเฉลี่ยต่อต้น และจำนวนใบต่อต้น และเมื่อบำรุงรักษาไปจนครบระยะ 6 เดือน ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีความสมบูรณ์พร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์ใบเขียวลำปาง สายพันธุ์ใบแดงพิษณุโลก สายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 2 และสายพันธุ์ใบเขียวสุโขทัย มีแนวโน้มให้ผลผลิตที่คิดเป็นน้ำหนักสดต่อตารางเมตรสูงกว่าสายพันธุ์อื่น อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลผลิตสดดังกล่าวมาอบแห้ง พบว่าน้ำหนักแห้งที่ได้จากทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเกิดจากลักษณะการเจริญเติบโตของแต่ละสายพันธุ์ที่มีการสะสมน้ำไว้ในส่วนของพืชที่แตกต่างกัน เมื่อระเหยน้ำออกจากผลผลิตจึงทำให้เหลือน้ำหนักแห้งที่แตกต่างไปจากน้ำหนักสดที่บันทึกได้ และเมื่อพิจารณาจากปริมาณสารสำคัญสองชนิดที่ทำการตรวจวิเคราะห์ คือ Quercitin พบว่า สายพันธุ์ก้านม่วงแพร่ 1 มีแนวโน้มพบสารสำคัญดังกล่าวในผลผลิตสดมากกว่าสายพันธุ์อื่น ส่วน Rutin พบว่ามีแนวโน้มพบในสายพันธุ์ใบเขียวลำปางสูงกว่าสายพันธุ์อื่น

เอกสารอ้างอิง

ไทยรัฐออนไลน์. 2552. วิจัย คาวตอง ฆ่าเชื้อหวัด นรก. ฉบับวันที่ 29 พฤษภาคม 2552.

นิรนาม. 2546. สมุนไพรน่ารู้ 1 ผักคาวตอง. สถาบันวิจัยสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กระทรวงสาธารณสุข.

ปริญญา จันทรศรี. 2553. พลูคาว. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา http://www.ist.cmu.ac.th/riseat/nl/2003/12/03.php (16 กรกฎาคม 2553).

วัชรี ประชาศรัยสรเดช. 2548. ผักพื้นเมืองเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 50 พรรษา 2 เมษายน 2548. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. KR Daily Update ฉบับประจำวันที่ 3 สิงหาคม 2555. แหล่งที่มา http://www/etda.or.th.file_storage/uploaded/Etda_Website.file/20120610_Srw_v04.pdf.

อัมพิกา ปัญญากาศ. 2540. น้ำมันหอมระเหยจากการกลั่นส่วนในอากาศของพลูคาวด้วยไอน้ำ. รายงานปัญหาพิเศษ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Hayashi, K., M. Kamiy, and T. Hayashi. 1995. Virucidal effects of the steam distillate form *Houttuynia cordata* Thunb. And its components on HSV-1, influenza virus, and HIV. Plants Med. 61(3): 237-241.

Kim, S.K., S.Y. Ryu, J. Wo, S. Choi and Y.S. 2001. Cytotoxic alkaloids from *Houttuynia cordata* Arch Pharm Res. 24(1): 518-521.

Probstie, A and Bauer, R. 1992. Aristolactams and a 4, 5-Dioxoaporphine derivative from *Houttuynia cordata*. Planta Med. 58(6): 568-569.

Sriwanthana, B., P. Chavalittumrong, W. Threesangsri. 2003. Effect of *Houttuynia cordata* Thunb., on lymphocyte procyte proliferation of normals. (submitted for publication) Trang W and G, Eisenbrand. 1992. Chinese Drugs of Plant Origen. Springer-Verleg. Germany, pp. 589-591.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(2):51-64
J. Agri. Prod.

อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl หลังผ่านการทำไพรม์มิ่งต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

The influence of seed coating with Captan and Metalaxyl after primed seed on germination, seedling growth and longevity of field corn seeds

จักรพงษ์ กางโสภา* และ เพชรรัตน์ จี้เพชร

Jakkrapong Kangsopa* and Phetcarat Jeephet

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

Abstract

Currently, maize is a crop type that is in high demands for producing animal feeds. However, maize cultivation often has problems with low germination and seed vigor. This is the result of an ineffective post-planting process and improper storage which leads to seed deterioration. This experiment aims to study the results of seeds coated with Captan and Metalaxyl after the seed priming process. The changes in germination and growth of maize seedlings after the storage process were also monitored. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. The experiment results are as follows. When tested in a laboratory condition, maize seeds coated with 0.5 g.ai. of Captan and Metalaxyl did not have decreased germination rate and vigor after stored for four months when compared to non-coated. Nevertheless, when tested in the greenhouse, it was found that after storing the seeds for three months, the differences of the germination and speed of germination were not statistically significant. At the same time, after stored for four months, seeds coated with 0.5 g.ai. of Metalaxyl had better germination and higher speed of germination compared

to those coated with Captan, but the differences were not statistically different. Furthermore, when looking at changes in seedling growth, it was found that after four months of seed storage, seeds coated with 0.5 g.ai. of Captan and Metalaxyl had better shoot lengths and shoot fresh weight and the differences were statistically significant when compared to non-coated, when tested both in the laboratory and greenhouse conditions. Regarding the shoot length, when tested in the greenhouse, it was found that after the 4 months storage, all methods of seed coating did not result in the difference of shoot length which was also not statistically significant compared to non-coated.
Keywords: Seed conditioning, seed priming, seed quality, fungicide

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่มีความต้องการใช้มากในปัจจุบันเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นพืชอาหารสัตว์ แต่ในการเพาะปลูกมักประสบปัญหากับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ต่ำ เป็นผลกระทบที่มาจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพได้ง่าย งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl ที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งและติดตามการเปลี่ยนแปลงความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังผ่านการเก็บรักษา โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีผลการทดลองดังนี้ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วย Captan และ Metalaxyl ที่อัตรา 0.5 g.ai. ไม่ทำให้คุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงตลอดการเก็บรักษานาน 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า หลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 3 เดือน ความงอกและความเร็วในการงอกยังคงไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่การเคลือบเมล็ดด้วย Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. มีความงอกและความเร็วในการงอกดีกว่าการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 4 เดือน เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนการเจริญเติบโตของต้นกล้าพบว่า หลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl ที่อัตรา 0.5 g.ai. ยังคงมีความยาวต้นและน้ำหนักสดลำต้นดีกว่า และแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง ส่วนความยาวรากเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ความยาวรากต้นกล้ามีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ
คำสำคัญ: การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ การไพรม์เมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ สารเคมีป้องกันเชื้อรา

คำนำ

ในปัจจุบันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้นถือได้ว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในด้านการนำมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ โดยมีความต้องการที่เพิ่มสูงมากขึ้นจาก 7.89 ล้านตันเป็น 8.08 ล้านตัน ซึ่งผลผลิตที่ผลิตออกมาได้นั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2561) ในด้านการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้นกำลังประสบปัญหาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งส่งผลกระทบเป็นอย่างมากต่อการเพาะปลูก ทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณลดลง รวมถึงการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพในระหว่างการเพาะปลูก ทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดมีสาเหตุหลักมาจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือผลกระทบจากระยะเวลาของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ อีกทั้งปัญหาการเข้าทำลายของโรคและแมลง จึงเป็นสาเหตุสำคัญทำให้คุณภาพก่อนการปลูกและหลังการปลูกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ลดลง

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการไพรม์และการเคลือบเมล็ดมาใช้ยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์เป็นหนึ่งในวิธีการที่สามารถยกระดับการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ โดยจะทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้รวดเร็วขึ้น สม่ำเสมอ ต้นกล้ามีพัฒนาการที่ดีขึ้น และสามารถเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้นจากเดิม (บุญมี, 2558; Dutta, 2018; Waqas *et al*., 2019) โดยวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์จะส่งผลกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ และไปทำให้เกิดพลังงานเพิ่มมากขึ้นจากกระบวนการหายใจ และการไพรม์เมล็ดพันธุ์จะช่วยให้เมล็ดมีความพร้อมในการงอกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ การเตรียมการงอกเมล็ดเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยา โดยให้เมล็ดดูดน้ำเพื่อกระตุ้นการงอก แต่ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้รากงอก (นภาพร และพีระยศ, 2561) อย่างไรก็ตาม การไพรม์เมล็ดพันธุ์สามารถช่วยให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีได้ระยะหนึ่ง เมล็ดพันธุ์ก็จะกลับมาเสื่อมคุณภาพอีกครั้งจากปัจจัยสภาพแวดล้อมของความชื้นและอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม (บุญมี, 2558) จากปัญหาดังกล่าว การนำวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์จะเป็นการปกป้องเมล็ดพันธุ์จากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมซึ่งเป็นตัวเร่งให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพ อีกทั้งการเคลือบเมล็ดยังสามารถนำพาสารออกฤทธิ์ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์และในระยะต้นกล้าได้ จากกระบวนการเตรียมความงอกให้กับเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการไพรม์มิ่งและการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อรา ยังคงมีความจำเป็นต้องศึกษาการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปศึกษาการป้องกันการเกิดโรคกับเมล็ดและต้นกล้าหลังการเพาะปลูก

ดังนั้น งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl ที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งและติดตามการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังผ่านการเก็บรักษานาน 4 เดือน เพื่อเป็นหนึ่งในวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การป้องกันโรคในระยะต้นกล้า ซึ่งจะส่งผลในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์ MJU 63-1 ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2562 – มีนาคม 2563 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. การไพรม์เมล็ดพันธุ์

การไพรม์เมล็ดพันธุ์ทำโดย นำเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปแช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.4% ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการไพรม์มาล้างด้วยน้ำเปล่า โดยให้เมล็ดถูกน้ำไหลผ่านเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นซับน้ำที่ผิวเมล็ด และนำไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนความชื้นเมล็ดเท่ากับความชื้นเริ่มต้น (7%)

2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังผ่านการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl หลังผ่านการไพรม์เมล็ด

นำเมล็ดที่ผ่านการไพรม์จากหัวข้อที่ 1. มาผ่านกรรมวิธีการเคลือบเมล็ด โดยใช้ Carboxylmethyl cellulose (CMC) ที่อัตรา 0.1 กรัม เป็นสารเคลือบแล้วนำมาผสมร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อรา 2 ชนิด คือ Captan และ Metalaxyl โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้ เมล็ดไม่เคลือบ T1), การเคลือบเมล็ดที่ผ่านการไพรม์ด้วยพอลิเมอร์เพียงอย่างเดียว T2), เมล็ดที่ผ่านการไพรม์แล้วเคลือบด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. T3) และเมล็ดที่ผ่านการไพรม์แล้วเคลือบด้วย Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. T4) ตามการแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนความชื้นเมล็ดเท่ากับความชื้นเริ่มต้น (7%) แล้วแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังเคลือบเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง ส่วนที่ 2 นำไปเก็บรักษาในสภาพห้องควบคุมสภาพแวดล้อมในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75% จากนั้นทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์ทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง

Table 1 Show seed coating formulation of field corn seed after primed seeds.

Coating substance	Seed coating formulation			
	T1	T2	T3	T4
Carboxylmethyl cellulose (CMC) (g)	-	0.1	0.1	0.1
Captan (g.ai.)	-	-	0.5	-
Metalaxyl (g.ai.)	-	-	-	0.5
Water (ml)	-	99.9	99.4	99.4

3. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

3.1 การตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ สุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบเมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper (BP) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 4 และวันที่ 7 (ISTA, 2018) จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.2 การตรวจสอบความงอกในสภาพเรือนทดลอง สุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกในถาดหลุม ซึ่งใช้พีทมอส (peat moss) เป็นวัสดุเพาะเมล็ด ตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 4 และวันที่ 7 โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ในทุกกรรมวิธี ในสภาพเรือนทดลอง (ISTA, 2018) จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.3 การตรวจสอบความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง ดำเนินการตรวจนับจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในทุกๆ วัน ตั้งแต่เริ่มเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน จนถึงวันที่ 7 หลังเพาะ จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.4 การตรวจสอบความยาวต้นและความยาวรากในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยสุ่มต้นกล้าปกติที่อายุ 7 วันหลังเพาะ ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น การตรวจวัดความยาวต้น โดยวัดตั้งแต่ส่วนรอยต่อของต้นกับรากไปจนถึงปลายสุดใบจริง (foliage leaf) ส่วนความยาวราก วัดจากบริเวณปลายรากจนถึงบริเวณข้อต่อระหว่างส่วนรากและลำต้นของต้นกล้า (Baki and Anderson, 1973) และการประเมินความยาวต้นกล้าทั้งหมด ตรวจวัดตั้งแต่ปลายรากไปจนจนถึงปลายสุดใบจริง ส่วนการตรวจสอบความยาวต้นในสภาพเรือนทดลอง วัดจากบริเวณข้อต่อต้นและรากไปจนถึงปลายสุดใบจริง (foliage leaf) ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร

3.5 การตรวจสอบน้ำหนักสดต้นกล้าและน้ำหนักสดลำต้น การตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ นำต้นกล้าที่มีส่วนของลำต้นและรากมาชั่งน้ำหนักสดเป็นน้ำหนักสดของต้นกล้า ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง นำส่วนของลำต้นของต้นกล้ามาทำการตรวจสอบน้ำหนักสด ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยใช้หน่วยเป็นมิลลิกรัม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังผ่านการเก็บรักษาตามลักษณะต่างๆ ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแปลงข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้วิธี Arcsine transformation และเปอร์เซ็นต์เมื่อข้อมูลมีค่าเป็น 0 มีการแปลงค่าโดยวิธี square และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

หลังจากการเคลือบเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 4 เดือน จากนั้นสุ่มนำมาตรวจสอบคุณภาพ

เมล็ดพันธุ์ทุกๆ 1 เดือน ผลการทดลองเมื่อตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดที่ผ่านการทำไพรม์มิ่งทุกวิธีการไม่มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 3 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการยังคงมีความงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการเก็บรักษาในเดือนที่ 4 พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว ทำให้เมล็ดมีความงอกดีที่สุดและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ (Table 2) จากนั้นตรวจสอบความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการยังคงพบว่า เมล็ดไม่เคลือบและการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติของความเร็วในการงอกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน ส่วนการประเมินความเร็วในการงอกหลังการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 3 เดือน ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติของความเร็วในการงอก แต่เมื่อตรวจสอบในเดือนที่ 4 พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว และการเคลือบเมล็ดด้วย Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกดีกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ผ่านการเคลือบร่วมกับ Captan อัตรา 0.5 g.ai. แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Table 3)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับ Captan และ Metalaxyl ไม่ทำให้คุณภาพความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาพห้องปฏิบัติการนาน 4 เดือน เช่นเดียวกันกับการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองตลอดระยะเวลา 3 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติของความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่การเคลือบเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อราทั้ง 2 ชนิด เริ่มมีแนวโน้มทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลงหลังผ่านการเก็บรักษานาน 4 เดือน ทั้งนี้เนื่องจาก Captan เป็นกลุ่มสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ประเภทสัมผัส โดยออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตและการสร้างสปอร์ของเชื้อราโดยตรง (พิสุทธิ์, 2550) จากการใช้ Captan เคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์โดยตรงอาจส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งหลังการเคลือบและการเก็บรักษาโดยเฉพาะการใช้ Captan ในปริมาณความเข้มข้นสูง ยิ่งจะส่งผลต่อคุณภาพความงอกของเมล็ดพันธุ์มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้ Captan สำหรับเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอัตรา 0.5 g.ai. จะไม่มีผลเสียหายต่อคุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบและหลังการเก็บรักษานาน 4 เดือนเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและนาน 2 เดือนเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง อีกทั้ง Captan เป็นสารออกฤทธิ์ประเภทสัมผัสเมื่อใช้ในอัตราที่ไม่เหมาะสมจะมีผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต (Petit *et al*., 2012) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์

ส่วนการเคลือบเมล็ดด้วยพันธุ์ Metalaxyl แสดงให้เห็นว่าเมื่อเมล็ดถูกเก็บรักษาเป็นเวลานานอาจมีผลทำให้เมล็ดดูดซึม Metalaxyl เข้าไปภายในเมล็ดผ่านความชื้น จึงทำให้เมล็ดมีความเสียหายจากสารเคมีได้เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลานาน

จึงทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ โดยจะไปมีผลต่อการสังเคราะห์ปริมาณโปรตีนภายในเมล็ดลดลงในกระบวนการงอก เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acids) มีส่วนในการทำลายผนังเมมเบรน เช่น กระบวนการ peroxidation และกรดไขมันอิสระยังทำให้โครงสร้างของไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ผิดปกติ แล้วยังกระทบกระเทือนต่อกระบวนการหายใจของเซลล์ด้วย (Priestley, 1986) นอกจากนี้พบรายงานการใช้ Metalaxyl ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่น ยกตัวอย่างการรายงานของ Keawkham *et al*. (2014) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาด้วย Metalaxyl อัตรา 1 และ 2 เท่า มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาลดลงจากเดิม 4% ทั้ง 2 อัตรา ส่วน วรรณวิไล และคณะ (2544) พบว่าการคลุกเมล็ดด้วย Metalaxyl อัตรา 0.1% โดยน้ำหนัก สามารถควบคุมโรคเน่าระดับดินสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ได้โดยไม่มีผลต่อคุณภาพการงอกของเมล็ด ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดร่วมกับ Metalaxyl ยังคงมีความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดีมากกว่าการเคลือบเมล็ดด้วย Captan

Table 2 Germination percentage (%) of coated field corn seeds in laboratory and greenhouse conditions tests following storage under controlled condition.

Treatment[1]	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Storage period (months)							
	1	2	3	4	1	2	3	4
T1	99[2]	99	99	97	99	99	96	94 bc[3]
T2	98	99	98	97	99	99	99	97 a
T3	99	99	98	98	99	99	79	93 c
T4	98	99	99	97	97	97	96	95 b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV.(%)	6.92	5.50	5.99	8.09	6.27	5.49	16.76	2.06

ns, **: Not significantly difference, significantly different at P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Untreated, T2 = coating with CMC, T3 = coating with captan 0.5 g.ai., T4 = coating with metalaxyl 0.5 g.ai.,

[2] Data are transformed by the arcsine before statistical analysis and back transformed data are presented.

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

Table 3 Speed of germination (plant/day) of coated field corn seeds in laboratory and greenhouse conditions tests following storage under controlled condition.

Treatment[1]	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Storage period (months)							
	1	2	3	4	1	2	3	4
T1	24.67	24.83	24.67	24.27	24.51	24.51	22.42	23.30 ab[2]
T2	24.44	24.61	24.50	24.33	24.80	24.80	23.64	23.86 a
T3	24.67	24.61	24.50	24.50	24.77	24.77	19.18	22.63 b
T4	24.50	24.63	24.60	24.26	24.30	24.30	23.17	23.53 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV.(%)	2.04	1.18	1.59	2.98	2.0	3.23	18.87	1.77

ns, **: Not significantly difference, significantly different at P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Untreated, T2 = coating with CMC, T3 = coating with captan 0.5 g.ai., T4 = coating with metalaxyl 0.5 g.ai.,

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

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า หลังผ่านการเก็บรักษานาน 2 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ความยาวของต้นกล้ามีความแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 3 และ 4 เดือนพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดเพียงอย่างเดียวและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ส่วนการตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การตรวจสอบความยาวของลำต้นต้นกล้าตลอดการเก็บรักษานาน 4 เดือนมีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. มีความยาวของลำต้นต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือนในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม (Table 4)

จากการพิจารณาตรวจสอบความยาวรากของต้นกล้า เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าการเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ต้นกล้ามีความยาวของรากแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และเมื่อพิจารณาความยาวของต้นกล้าหลังผ่านการเก็บรักษานาน 2 เดือนไม่พบความแตกต่างกัน

ในทางสถิติ แต่เมื่อตรวจสอบความยาวต้นกล้าหลังผ่านการเก็บรักษานาน 3 เดือนพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวของต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และเมื่อพิจารณาตรวจสอบความยาวของต้นกล้าพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (Table 5)

เมื่อพิจารณาตรวจสอบน้ำหนักสดของต้นกล้าหลังตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าเมล็ดที่ถูกเคลือบด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ทำให้น้ำหนักสดของต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติกับวิธีการอื่นๆ แต่ไม่พบความแตกต่างในทางสถิติของน้ำหนักสดต้นกล้า เมื่อผ่านการเก็บรักษานาน 2 เดือน และเมื่อสุ่มตรวจสอบในเดือนที่ 3 พบว่าการเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. ทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดต้นกล้าดีที่สุด คือ 8,560 มิลลิกรัม และแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ แต่เมื่อสุ่มตรวจสอบในเดือนที่ 4 พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ยังคงมีน้ำหนักสดต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมล็ด จากนั้นพิจารณาตรวจสอบน้ำหนักสดลำต้นต้นกล้าพบว่า หลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 2 เดือน การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้ลำต้นต้นกล้ามีน้ำหนักสดที่แตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และเมื่อสุ่มตรวจสอบในเดือนที่ 3 และ 4 พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 0.5 g.ai. และ Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ยังคงมีน้ำหนักสดของลำต้นต้นกล้าดีมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ (Table 6)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นชัดเจนว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 3 และ 4 เดือน การเคลือบเมล็ดร่วมกับ Captan และ Metalxyl ยังคงมีความยาวของลำต้นต้นกล้าดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง แต่การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้การเปลี่ยนแปลงของรากต้นกล้าแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 เดือน แต่จะพบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนหลังผ่านการเก็บรักษานาน 4 เดือนของน้ำหนักสดต้นกล้า เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและน้ำหนักสดลำต้นของต้นกล้าเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง ซึ่งการเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalxyl ยังคงทำให้การเปลี่ยนของน้ำหนักสดดีมากกว่าเมล็ดไม่เคลือบอย่างชัดเจน ทั้งนี้ Captan และ Metalxyl เป็นสารเคมีออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดเชื้อราที่สามารถส่งผลกระทบต่อการยืดขยายของเซลล์ต้นกล้าได้ ซึ่งเมื่อเมล็ดดูดซึมสารเคมีเข้าไปภายในเมล็ดจะทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยการเสื่อมคุณภาพดังกล่าวจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและการทำงานของเอนไซม์ภายในเมล็ดลดลง ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase และการเพิ่มขึ้นของ lipid peroxidation จึงส่งผลให้เอนไซม์ถูกยับยั้งโดยการย่อยสลายโปรตีน ทำให้เกิดการหยุดชะงักของเยื่อหุ้มเซลล์และกระบวนการต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อเมล็ดพันธุ์ (McDonald, 1999; McCord, 2000; Thobunluepop *et al*., 2009) ตลอดจนการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์หรือ

เกิดความผิดปกติกับต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองยังคงแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นเวลา 4 เดือน ยังไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของลำต้น ราก และน้ำหนักสดต้นกล้าของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นอกจากนี้ยังพบการรายงานการใช้ Captan และ Metalaxyl ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่นๆ ยกตัวอย่างการรายงานของ Kavitha *et al*. (2009) พบว่า การพอกเมล็ดพริกด้วย Captan (3 g/kg) + imidachloprid (2 g/kg) พบว่า ทำให้ต้นกล้ามีความยาวราก ความยาวต้น ดัชนีความแข็งแรง และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดีมากกว่าเมล็ดไม่พอก และจักรพงษ์ และบุญมี (2557) รายงานถึงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ยาสูบหลังการพอกเมล็ดร่วมกับสารป้องกันเชื้อราพบว่า เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพอกนาน 4 เดือน มีความงอกลดลงจากเดิม 30-50% และคุณภาพหลังการพอกเมล็ดร่วมกับ Metalaxyl, Captan และ Pylaclostrobin สามารถเก็บรักษาให้มีคุณภาพความงอกและความแข็งแรงได้นานประมาณ 2-3 เดือน ต่อมา จักรพงษ์ และคณะ (2563) พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 2 g.ai. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบ และการเคลือบเมล็ดด้วย Captan อัตรา 4 และ 6 g.ai. มีความยาวผลรวมของต้นกล้าถั่วเหลืองดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่เคลือบ

Table 4 Shoot length (cm) of coated field corn seeds in laboratory and greenhouse conditions tests following storage under controlled condition.

Treatment[1]	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Storage period (months)							
	1	2	3	4	1	2	3	4
T1	13.37	11.39	11.37 b[2]	10.75 b	13.65 b	7.33 b	8.17 b	7.65 c
T2	12.94	12.10	12.08 b	11.39 b	14.68 ab	7.91 b	9.39 a	9.10 b
T3	12.94	12.02	13.12 a	12.30 a	15.18 a	8.53 a	10.06 a	9.42 a
T4	13.74	13.67	13.20 a	12.43 a	15.35 a	8.45 a	10.19 a	9.33 a
F-test	ns	ns	**	**	*	**	**	**
CV.(%)	6.83	4.50	3.44	4.56	4.19	4.62	5.40	3.35

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

[1] T1 = Untreated, T2 = coating with CMC, T3 = coating with captan 0.5 g.ai., T4 = coating with metalaxyl 0.5 g.ai.,

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

Table 5 Root length and seedling length of coated field corn seeds in laboratory condition tests following storage under controlled condition.

Treatment[1]	Laboratory condition							
	Root length (cm)				Seedling length (cm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
T1	19.12	18.61	19.99	19.29	32.49	36.00	31.36 c[2]	30.03
T2	20.38	18.84	19.81	19.82	33.32	30.94	31.89 b	31.21
T3	20.94	19.83	19.58	20.12	33.88	31.85	32.69 a	32.43
T4	20.14	17.70	20.03	20.23	33.89	30.89	33.23 a	32.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
CV.(%)	4.63	7.02	3.22	5.24	3.15	19.12	1.60	4.47

ns, **: Not significantly difference, significantly different at P≤0.01 respectively.

[1] T1 = Untreated, T2 = coating with CMC, T3 = coating with captan 0.5 g.ai., T4 = coating with metalaxyl 0.5 g.ai.,

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

Table 6 Seedling fresh weight and Shoot fresh weight of coated field corn seeds in laboratory and greenhouse conditions tests following storage under controlled condition.

Treatment[1]	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Seedling fresh weight (mg)				Shoot fresh weight (mg)			
	Storage period (months)							
	1	2	3	4	1	2	3	4
T1	7,106 b[2]	6,660	6,640 c	6,146 b	4,796	2,583	3,086 b	2,820 c
T2	7,003 b	7,533	7,313 b	6,320 ab	5,266	2,916	3,293 b	3,573 bc
T3	8,430 a	7,423	8,560 a	6,916 a	5,346	3,033	3,780 a	3,780 a
T4	8,226 a	7,226	7,716 b	6,870 a	5,083	2,830	3,983 a	3,680 a
F-test	**	ns	**	*	ns	ns	**	**
CV.(%)	5.82	5.22	4.48	4.29	7.77	7.34	5.87	5.97

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

[1] T1 = Untreated, T2 = coating with CMC, T3 = coating with captan 0.5 g.ai., T4 = coating with metalaxyl 0.5 g.ai.,

[2] Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT05.

สรุปผลการวิจัย

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการเคลือบด้วย Captan และ Metalaxyl ที่อัตรา 0.5 g.ai. ไม่ทำให้คุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงตลอดการเก็บรักษานาน 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Metalaxyl อัตรา 0.5 g.ai. ยังคงมีความงอกและความเร็วในการงอกดีกว่าการเคลือบเมล็ดด้วย Captan แต่เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนการเจริญเติบโตของต้นกล้าพบว่า หลังผ่านการเก็บรักษาไปแล้วนาน 4 เดือน การเคลือบเมล็ดด้วย Captan และ Metalaxyl ที่อัตรา 0.5 g.ai. ยังคงมีความยาวต้นและน้ำหนักสดลำต้นดีกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2557. อิทธิของการพอกเมล็ดร่วมกับสารป้องกันเชื้อราต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. วารสารแก่นเกษตร 42(ฉบับพิเศษ 1): 110-116.

จักรพงษ์ กางโสภา ธิดารัตน์ ศิริบูรณ์ และเพชรรัตน์ จี้เพชร. 2563. อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วย Captan ต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง. วารสารแก่นเกษตร 48(ฉบับพิเศษ 1): 445-452.

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. วารสารเกษตรพระวรุณ 15(1): 17-30.

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

พิสุทธิ์ เอกอำนวย. 2550. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. สายธุรกิจโรงพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ภาณี ทองพำนัก วุฒิชัย ทองดอนแอ ประภาส ประสิทธิ์สูงเนิน กณิษฐา สังคะหะ ญาณี มั่นอ้น นันทนา ชื่นอิ่ม และบุญฤทธิ์ สายัมพล. 2541. การเคลือบเมล็ดพันธุ์พืช. *ใน*: การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณวิไล อินทนู จิระเดช แจ่มสว่าง ภาณี ทองพำนัก และวุฒิชัย ทองดอนแอ. 2544. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Gliocladium virens* ที่เคลือบเมล็ดผักคะน้าในการป้องกันโรคเน่าระดับดินของต้นกล้า. *ใน*: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 ครั้งที่ 39 สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2561. ประชากรสัตว์ความต้องการใช้อาหารสัตว์. แหล่งข้อมูล https://bit.ly/2UG88cr (20 กุมภาพันธ์ 2563).

อรนุช เดียมขุนทด. 2556. ผลของวิธีการให้ความชื้นและการให้สารเคมีชนิดต่างๆ ในการทำ seed priming ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร

มหาบัณฑิตสาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Baki, A. and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. pp. 351-396. *In*: Kigel, J., and G. Galili (eds.). Seed development and germination. Marcel Dekker, Inc., New York.

Dutta, P. 2018. Seed Priming: New Vistas and Contemporary Perspectives. pp. 3-22. *In*: Rakshit A., H. Singh (eds). Advances in Seed Priming. Springer, Singapore.

International Seed Testing Association (ISTA). 2018. International rules for seed testing, Edition 2018. International Seed Testing Association, Bassersdorf.

Jacob, S.R., M.B.A. Kumar, M. Gopal, C. Srivastava, and S.N. Sinha. 2009. An analysis of the persistence and potency of film coated seed protectant as influenced byvarious storage parameters. Pest Manag. Sci. 65(7): 817-822.

Kavitha, M., V.K. Deshpande, B.S. Vyakaranahal, S. Awakkanavarj, Y. Hegde, and J.C. Mathad. 2009. Seed pelleting with organic and inorganic inputs for vigour and viability in chilli seeds. Karnataka J. Agric. Sci. 22(2): 296-300.

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.

McCord, J.M. 2000. The evolution of free radicals and oxidative stress. Am. J. Med. 108(8): 652-659.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. Seed Sci. & Technol. 27: 177-237.

Mcdonald, M.B. 2000. Seed priming. pp. 287-326. *In*: Seed technology and its biology basis. Black, M., and J.D. Bewley (eds.). Sheffield Academic Press, Sheffield, England.

Narvaey-Vasquez, J., J. Florin-Christensen, and C.A. Ryan. 1999. Positional specificity of a phospholipase an activity induced by wounding systemic and oligosaccharide elicitors in tomato leaves. Plant Cell. 11: 2249-2260.

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

Petit, A., F. Fontaine, P. Vatsa, C. Clément, and N. Vaillant-Gaveau. 2012. Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. Photosynth. Res. 111: 315-326.

Priestley, D.A. 1986. Seed aging: Implications of seed storage and persistence in the

soil. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Rosslenbroich, H.J., and D. Stuebler. 2000. *Botrytis cinerea*-history of chemical control and novel fungicides for its management. Crop Prot. 19(8): 557-561.

Thobunluepop, P., C. Jatisatienr, E. Pawelzik, and S. Vearasilp. 2009. In vitro screening of the antifungal activity of plant extracts as fungicides against rice seed borne fungi. Acta Hort. 837: 223-228.

Van Iersel, M.W., and B. Bugbee. 1996. Phytotoxic effects of fungicides on bedding plants. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121: 1095-1102.

Waqas, M., N.E. Korres, M.D. Khan, A.S. Nizami, F.D., I. Ali, and H. Hussain. 2019. Advances in the Concept and Methods of Seed Priming. pp. 11-41. *In*: Hasanuzzaman M., and V. Fotopoulos (eds). Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings. Springer, Singapore.

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ว. ผลิตกรรมการเกษตร 2(2):65-73
J. Agri. Prod.

อิทธิพลของ BAP ต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค

Influence of BAP on the growth of potato mother plants production in hydroponic system

อรทัย วงค์เมธา* อนุภพ เผือกผ่อง กิตติชัย แซ่ย่าง และ อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์

Orathai Wongmetha* Anupop Puekpong Kittichai Saeyang and Onanong Sawangsuriyawong

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Department of Agriculture, Nongkhwai, Chiang Mai 50230

* Corresponding author: agriculture_24@hotmail.com

Abstract

Nowadays, there is demand of potato mother plant for pre-basic seed (G0) production. Therefore, we aim to study of influence of BAP on the growth of potato mother plant production in hydroponic system. This study was conducted in research center at the KhunWang Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Maewin, Maewang, Chiang Mai in cool seasons during 2017-2018. The experiment was designed using randomized complete block design (RCBD) with five treatments and three replications of differ 6-benzylaminopurine (BAP) concentrations; 0, 50, 100, 150 and 200 mg l^{-1} production of mother plants hydroponic system. The box tray size in hydroponic system was 1 × 2.4 m for each treatment. The plantation space was 10 x 10 cm. The growth of mother plants in hydroponic system that treated with 50 mg l^{-1} BAP after cutting 30 days was showed significant higher (27.7 cm) than other concentration. The growth rate of mother plant after planting 30 days was higher (0.57 cm d^{-1}) than BAP concentrations but did not significantly different with control. Moreover, the number of stem nodes (4 nodes) was different from other treatments. The stem cutting in 50 mg l^{-1} BAP (264 shoots) in 2.4 m^2 area did not statistically significant in 200 mg l^{-1} BAP, 100 mg l^{-1} BAP, 150 mg l^{-1} BAP and

untreated. Therefore, 50 mg l^{-1} BAP spray in potato foliar was appropriate hormone to increase the growth rate, number of shoot cutting and number of node in stem cutting of mother plant production in hydroponic system.

Keywords: Mother plant, 6-benzylaminopurine (BAP), hydroponic, potato

บทคัดย่อ

เนื่องจากมีความต้องการต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ในการผลิตเป็นหัวพันธุ์ชั้นหลัก (pre-basic seed: G0) จึงจำเป็นต้องทดสอบอิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2560-2561 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ไม่พ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (control) พ่น 6-benzylaminopurine (BAP) อัตรา 50 100 150 และ 200 mg l^{-1} โดยเตรียมกระบะปลูกไฮโดรโพนิค ขนาด 1 × 2.4 เมตร ที่ใช้ระยะปลูก 10 × 10 เซนติเมตร พบว่าการพ่นสารเร่งการเจริญเติบโต BAP อัตรา 50 mg l^{-1} ทำให้ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 30 วัน มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 27.7 เซนติเมตร มีอัตราการเพิ่มของความสูงมากที่สุด 0.57 cm d^{-1} แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นด้วย BAP ในอัตราที่สูง แต่ไม่แตกต่างกับการพ่นด้วยน้ำเปล่า จำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นน้ำเปล่า และ BAP และมีจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร มากที่สุด 264 ยอด แต่อย่างไรก็ตามจำนวนยอดตัดปักชำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น BAP อัตรา 200 mg l^{-1} 100 mg l^{-1} ไม่มีการพ่นฮอร์โมน และ BAP อัตรา 150 mg l^{-1} ดังนั้นการพ่น BAP ในอัตราที่เหมาะสมที่ความเข้มข้น 50 mg l^{-1} ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนยอดในการตัดปักชำของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: ต้นแม่พันธุ์ 6-benzylaminopurine (BAP) ไฮโดรโพนิค มันฝรั่ง

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้ในเขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลก รองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท ทำรายได้สูงเฉลี่ย 15,000-25,000 บาท/ไร่ ให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุดคือ จังหวัดเชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จังหวัดตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดหนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี พ.ศ. 2562 มีพื้นที่ 45,689 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 42,928 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 2,761 ไร่ ผลผลิตรวม 127,935 ตัน เป็นพันธุ์

โรงงาน 119,519 ตัน พันธุ์บริโภคสด 8,416 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ซึ่งในปัจจุบันโรงงานแปรรูปมันฝรั่ง มีความต้องการผลผลิตสูงถึง 150,000 ตัน/ปี (ชวาลา, 2559) ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี หรือเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาคิดเป็นร้อยละ 2 จึงทำให้มีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่งเพิ่มขึ้น ทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สกอตแลนด์ แคนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ทำให้มีการสูญเสียงบประมาณจากการนำเข้าคิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท ประกอบกับเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งบางรายเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กที่ไม่สามารถขายเข้าโรงงานแปรรูปได้ไว้เป็นหัวพันธุ์สำหรับปลูกในฤดูต่อไป ประมาณการปีละ 1,000 ตัน ทำให้ได้หัวพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ มีการปนเปื้อนโรคไวรัส โรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียว เมื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไปทำให้ได้ผลผลิตต่ำ (อรทัย, 2562)

ในปัจจุบันการผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งเป็นการนำต้นแม่พันธุ์ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปลอดเชื้อ มาปลูกในดินปลูกที่ผ่านการอบด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ℃ นาน 1 ชั่วโมง จึงทำให้ได้กิ่งปักชำที่มีคุณภาพ และทำให้ได้หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพดี ปลอดโรค (อรทัย, 2561) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้มีข้อเสียคือใช้เวลานานในการอบดินปลูก และมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก อีกทั้งหากอบดินปลูกไม่ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมอาจทำให้เชื้อโรคยังมีชีวิตรอดอยู่ในดิน และทำความเสียหายให้กับต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ ระบบไฮโดรโพนิค (hydroponic) เป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ใช้พื้นที่เพาะปลูกน้อย ให้ผลิตสูง ปลูกได้หลายรอบต่อปี ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช มีความสะอาด และปลอดภัยจากสารเคมี (พีระศักดิ์, 2553) เช่น ระบบ Deep Flow Technique (DFT) โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชและอากาศไหลวนผ่านรากพืชในระดับน้ำลึกตั้งแต่ 10 เซนติเมตร อย่างต่อเนื่องในถาดปลูก โดยแผ่นปลูกทำด้วยโฟมเจาะรูปลูกพืช ส่วนถาดปลูกมีอุปกรณ์สำหรับปรับระดับน้ำ พืชได้รับทั้งสารละลายธาตุอาหารและอากาศที่มีการหมุนเวียนที่รากพืชอย่างต่อเนื่อง (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2560) การทดสอบการใช้ระบบไฮโดรโพนิคร่วมกับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกับพืช อาจทำให้การเจริญเติบโตของพืชและผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ (ลิลลี่, 2556) ดังเห็นได้จากการใช้ BAP (6-benzylaminopurine) ซึ่งมีหน้าที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์เพื่อกระตุ้นเนื้อเยื่อพืชให้แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า callus และ callus เจริญพัฒนาไปจนได้ต้นอ่อนที่ประกอบด้วยต้น ใบ และราก ซึ่งสามารถเจริญต่อไปจนกระทั่งได้ต้นที่สมบูรณ์ให้ดอกและเมล็ดได้ (เทิดศักดิ์, 2555) นอกจากนี้การใช้สารเร่งการเจริญเติบโต BAP 50 mg l^{-1} พ่นต้นมันฝรั่งในระยะเกิดหัว ทำให้จำนวนหัวต่อต้นและปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น (Caldiz, 1996) การพ่น BAP ที่ความเข้มข้น 20 ppm ช่วยส่งเสริมการพัฒนาหน่ออาร์ติโชค (artichoke) จากต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบไฮโดรโพนิค (Temperini *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตามยังมีข้อมูลน้อยในการใช้ BAP ฉีดพ่นใบของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหลังย้ายปลูก

จากปัญหาดังกล่าวเป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อให้เกษตรกรปลูกเป็นวัตถุดิบส่งอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมของ BAP ที่ทำให้ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง

ในระบบไฮโดรโพนิคมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ทำให้ได้ยอดปักชำปริมาณที่มากในเวลารวดเร็ว ปลอดจากเชื้อโรค ซึ่งการผลิตต้นแม่พันธุ์เป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตหัวพันธุ์ให้ได้คุณภาพ ที่เป็นแนวทางช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองโดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อมันฝรั่ง พันธุ์เชียงใหม่ 1 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาปลูกในระบบไฮโดรโพนิคโดยย้ายต้นอ่อนปลูกในฟองน้ำ แล้วนำไปใส่ในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นอ่อน ขนาด 60x120 เซนติเมตร ที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ใช้ระยะปลูก 10 × 10 เซนติเมตร พื้นที่ 2.4 ตารางเมตร (144 ต้น) วางลงในกระบะปลูกในระบบไฮโดรโพนิคแบบ DFT ขนาด 0.61 × 18 × 0.25 เมตร ติดตั้งปั๊มน้ำ และตัวควบคุมเวลาการไหลเวียนสารละลาย นำน้ำผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องโอโซนก่อนนำมาผสมสารละลายปุ๋ยในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้เฉพาะน้ำเปล่า หลังจากนั้นจึงให้สารละลายปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C ซึ่งการเตรียมสต๊อกสารละลายปุ๋ยสูตร A ได้แก่ แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$) (15-0-0) อัตรา 47.5 kg เหล็กคีเลท (Fe EDTA) อัตรา 1.1 kg ต่อน้ำ 200 L ปุ๋ยสูตร B ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) (13-0-46) อัตรา 40.5 kg โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ($NH_4H_2PO_4$) (12-60-0) อัตรา 7.75 kg แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (0-0-0+16) อัตรา 25 kg ต่อน้ำ 200 L และปุ๋ยสูตร C ได้แก่ บอริกแอซิด (H_3BO_3) อัตรา 140 g $ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต) อัตรา 10 g แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) อัตรา 100 g คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อัตรา 4 g และ แอมโมเนียมโมลิปเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}$) อัตรา 1 g ต่อน้ำ 200 L (ดัดแปลงจาก Kim, 2014) ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2-1.70 ms cm^{-1} (ช่วงเริ่มปลูก-1.5 เดือน) อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:3:1 (เร่งต้น) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต โดยให้รากมันฝรั่งแช่อยู่ใต้แผ่นโฟม และมีการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลา เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 2 สัปดาห์หลังปลูกจึงทำการฉีดพ่น BAP ในระดับที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ดังนี้ไม่ฉีดพ่น BAP เร่งการเจริญเติบโต (control) ฉีดพ่น BAP อัตรา 50 100 150 และ 200 mg l^{-1} โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยผสม BAP ตามแต่ละอัตราเข้มข้นกับน้ำเปล่า ปริมาณ 1 L ใส่ในถังพ่นยาขนาด 2 ลิตร แบบปั๊มมือ พ่นต้นมันฝรั่งหลังปลูก 14 วัน อัตราต้นละ 5 ml ทำการบันทึกผลการทดลองในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนยอดตัดปักชำต่อพื้นที่ 2.4 ตารางเมตร จำนวนข้อต่อต้น จำนวนครั้งในการตัดปักชำ ช่วงอายุที่ตัดปักชำหลังย้ายปลูกครั้งแรก 45 วัน ปล่อยให้ต้นเจริญเติบโตและตัดปักชำครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 53 วันหลังย้ายปลูกครั้งแรก และตัดปักชำครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 62 วันหลังย้ายปลูกครั้งแรก เปอร์เซ็นต์การรอดตาย และอัตราการเพิ่มความสูง คำนวณได้จากวิธีการของ สุกัญญา และคณะ (2554) หน่วยคือ เซนติเมตรต่อวัน (cm d^{-1}) ดังนี้

$$\text{อัตราการเพิ่มความสูง} = \frac{(\text{ความสูงหลังการทดลอง} - \text{ความสูงก่อนการทดลอง})}{\text{จำนวนวันหลังปลูก}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้การทดสอบ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SAS (Statistical Analysis System)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การเจริญเติบโต

ความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งระหว่างสิ่งทดลองควบคุม (ไม่พ่น BAP) และพ่น BAP ทุกระดับความเข้มข้นในระบบไฮโดรโพนิค ที่อายุ 15 วันหลังปลูก พบว่ามีการเจริญด้านความสูงไม่แตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 11-13.9 เซนติเมตร ส่วนต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วันหลังปลูก ที่พ่น BAP อัตรา 50 mg l^{-1} ทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดคือ 27.7 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่พ่น BAP และการพ่น BAP อัตรา 150 mg l^{-1} มีความสูงเฉลี่ย 27.0 และ 24.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการพ่น BAP อัตรา 200 mg l^{-1} และ 100 mg l^{-1} ที่มีความสูงลำต้นเฉลี่ย 24.2 และ 23.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Liu *et al*. (2000) พบว่าการพ่น BAP ที่ระดับความเข้มข้น 100 µM กับต้นข้าวในระบบไฮโดรโพนิค ทำให้ยับยั้งพัฒนาการและการเจริญเติบโตด้านอายุของต้น ความสูงลำต้น ความยาวของใบและรากภายหลังการพ่นสารบริเวณยอดข้าวทุกๆ 2 วัน จำนวน 5 ครั้ง นอกจากนี้ จิระศักดิ์ และคณะ (2560) รายงานว่าการเติม BAP ที่ระดับ 2-6 mg l^{-1} ทำให้ความสูงของหน่อกล้วยหอมทองที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญลดลง เนื่องจากเป็นระดับความเข้มข้นสูงเกินไป จึงทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เพราะไซโทไคนินมีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์นิวคลีเอส (มานี, 2542) และอัตราการเพิ่มความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งหลังปลูก 30 วันที่พ่น BAP 50 mg l^{-1} มีอัตราการเพิ่มสูงที่สุด 0.57 cm d^{-1} ไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยน้ำเปล่า 0.50 cm d^{-1} แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการพ่น BAP ที่อัตราความเข้มข้นสูง (Table 1)

เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคที่อายุ 15 วันหลังปลูก หรือหลังจากพ่น BAP 1 วัน มีขนาดอยู่ระหว่าง 3.26-3.76 มิลลิเมตร เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วันหลังปลูก หรือหลังจากพ่น BAP 16 วัน มีขนาดอยู่ระหว่าง 5.20-5.77 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม การพ่น BAP อัตรา 50 mg l^{-1} มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด 3.76 และ 5.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 1) และอัตราการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งหลังปลูก 30 วันที่พ่น BAP ทุกความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างจากการพ่นด้วยน้ำเปล่า (Table 1)

จำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร โดยตัดปักชำ 3 ครั้งหลังจากย้ายปลูก 45 วัน 53 วัน และ 62 วัน ต้นแม่พันธุ์ที่พ่น BAP อัตรา 50 mg l^{-1} มีจำนวนยอดรวมที่ได้จากการตัดปักชำ 3 ครั้ง เฉลี่ยสูงที่สุด 264 ยอด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากการพ่นด้วย BAP อัตรา 200 mg l^{-1} 100 mg l^{-1} พ่นน้ำเปล่า และ BAP อัตรา 150 mg l^{-1} มีจำนวนยอดรวมเฉลี่ย 237 234 231 และ 204 ยอด ตามลำดับ (Table 2) ดังนั้นการใช้ BAP ที่ความเข้มข้นต่ำทำให้ได้จำนวนยอดที่สามารถตัดปักชำได้มากที่สุด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดลองของ Eihory *et al*. (2009)

รายงานว่าการเพิ่มระดับ BAP เป็น 5.0 µM ทำให้ความยาวยอดลดลง และถ้าเพิ่ม BAP สูงเกินไปทำให้เกิดการแคระแกร็น และทำให้ยอดลดการเจริญเติบโตได้ (Azam *et al.*, 2010)

จำนวนข้อของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่พ่น BAP อัตรา 50 mg l^{-1} ทำให้มีจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ/ต้น ไม่มีความแตกต่างกับการพ่น BAP ที่อัตรา 200 mg l^{-1} ซึ่งมีจำนวนข้อเฉลี่ย 3.6 ข้อ/ต้น แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น BAP อัตรา 100 mg l^{-1} 150 mg l^{-1} และไม่มีการพ่น BAP ซึ่งมีจำนวนข้อเฉลี่ย 3.5 3.5 และ 3.4 ข้อต่อต้น ตามลำดับ (Table 2)

เปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นมันฝรั่งหลังจากพ่นน้ำเปล่า และพ่น BAP ทุกความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 96-97 % และไม่มีความแตกต่างกัน (Table 2)

Table 1 The average plant growth and growth rate of potato mother plant that sprayed with different BAP concentration in the foliar at CMRARC, Thailand in 2017-2018.

Concentration of BAP	Plant height/ plant (cm)[1/]			Plant diameter/ plant (mm)[1/]		
	15 days	30 days	Growth rate 30 days	15 days	30 days	Growth rate 30 days
Water (control)	11.8	27 ab	0.50 ab	3.72	5.58	0.10
BAP 50 mg l^{-1}	11.0	27.7 a	0.57 a	3.76	5.77	0.10
BAP 100 mg l^{-1}	12.3	23.7 c	0.37 b	3.56	5.44	0.10
BAP 150 mg l^{-1}	13.9	24.8 abc	0.37 b	3.26	5.27	0.10
BAP 200 mg l^{-1}	12.2	24.2 bc	0.4 b	3.72	5.20	0.07
F-test	ns	*	*	ns	ns	ns
%CV	13.9	6.3	16.1	7.8	6.3	27.7

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

Table 2 The average number of shoot cutting, node per plant, time per cutting, day of cutting and survival percentage of potato mother plant that sprayed with different BAP concentration in the foliar at CMRARC, Thailand in 2017-2018.

Concentration of BAP	Number of			Day of cutting	Percentage of survival
	Shoot cutting/2.4 m^2	Node/ plant	Time/ cutting		
Water (control)	231	3.4 b	3	45, 53, 62	96.5
BAP 50 mg l^{-1}	264	4 a	3	45, 53, 62	96.5
BAP 100 mg l^{-1}	234	3.5 b	3	45, 53, 62	96.0
BAP 150 mg l^{-1}	204	3.5 b	3	45, 53, 62	97.0
BAP 200 mg l^{-1}	237	3.6 ab	3	45, 53, 62	96.7
F-test	ns	*	ns	ns	ns
%CV	14.1	6.3	0	0	1.7

$^{1/}$ = Means within a column followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05 by the DMRT.

สรุปผลการวิจัย

การพ่น BAP ในอัตราที่เหมาะสมคือ 50 mg l^{-1} ส่งผลให้ต้นมันฝรั่งมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน ดีที่สุด (27.2 เซนติเมตร) ทำให้มีอัตราการเจริญด้านความสูงมากที่สุด (0.57 cm d^{-1}) เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยใหญ่ที่สุด (5.77 มิลลิเมตร) และมีจำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร มากที่สุดคือ 264 ยอด นอกจากนี้ยังช่วยชักนำให้มีจำนวนข้อมากที่สุดคือ 4 ข้อต่อยอด ดังนั้นการใช้ BAP ที่ความเข้มข้น 50 mg l^{-1} จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนยอดในการตัดปักชำของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่นๆ ที่ทำการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยอิทธิพลของ BAP ต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของฝ่ายบริหาร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งทีมงานวิจัยมันฝรั่ง และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จิระศักดิ์ วิชาสวัสดิ์ ประสาพร กออวยชัย และปิยนุช จันทรัมพร. 2560. ผลของ BAP และ IAA ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมทอง. มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร.

ชวาลา วงศ์ใหญ่. 2559. อุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ และโอกาสการขยายการตลาดมันฝรั่งแปรรูปสู่ภูมิภาคอาเซียน. หน้า 25-40. *ใน*: กลุ่มงานพืชผัก สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร (บ.ก.). เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งโรงงานคุณภาพ. การันตีการพิมพ์, นนทบุรี.

เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์. 2555. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเสี้ยวดอกขาว (*Bauhinia variegata* L.). รายงานวิจัยสาขาวิชาเทคโนโลยีและพัฒนาการเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2553. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics). ภารกิจโครงการและประสานงานวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

มานี เตื้อสกุล. 2542. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช: ไซโตไคนิน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏสงขลา.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2556. บทที่ 15 ฮอร์โมนพืช. หน้า 205-233. *ใน*: ลิลลี่ กาวีต๊ะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ สุรียา ตันติวิวัฒน์ ณรงค์ วงศ์กันทรากร (บ.ก.). สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2560. นวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านพืชสวน. เอกสารประกอบการประชุม Horti Asia 2017. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 15-17 มีนาคม 2560. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนา. กรุงเทพฯ. หน้า 15-17.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2562. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaid5ata/files/1_potato%2062.pdf (11 กุมภาพันธ์ 2563).

สุกัญญา แช่มประเสริฐ สุทธาธร ไชยเรืองศรี และอรุโณทัย จำปีทอง. 2554. ผลของแคดเมียมจากน้ำเสียสังเคราะห์ ต่อการเติบโตของสาหร่ายเดนซ่า (*Egeria densa* Planch.) และบัวสาหร่าย (*Cabomba caroliniana* A. Gray). วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 3(1): 45-52.

อรทัย วงค์เมธา. 2561. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อัญชลี ตาคำ และเกวลิน คุณาศักดากุล. 2555. การผลิตกล้าพริกพิโรธปลอดโรคไวรัสโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารเกษตร 28: 61-74.

Azam, F.M.S., S. Islam, M. Rahmatullah and A. Zaman. 2010. Clonal Propagation of Banana (*Musa spp.*) Cultiva "BARI-1"(AAA Genome, *Sapientum* Subgrop). Acta Hortic. 879: 537-544.

Caldiz, D. O. 1996. Seed potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and tuber number increase after foliar applications of cytokinins and gibberellic acid under field and glasshouse conditions. Plant Growth Regulation 20(3): 185-188.

Eihory, S.M.A., M.A. Aziz, A.A. Rashid and A.G. Yunus. 2009. Prolific plant regeneration though organogenesis from scalps of *Musa* sp. Cv. Tanduk. Afr. J. Biotecnol. 8(22): 6208-6213.

Kim, T.G. 2014. Effect of stem cutting type and transplanting time on plant growth and minituber formation in potato hydroponics. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture, Graduate School, JeJu National University.

Liu Z., Y. Goto and I. Nishiyama. 2000. Effects of benzylaminopurine on shoot and root development and growth of rice (cv. North Rose) grown hydroponically with different nitrogen forms. Plant Prod. Sci. 3(4): 349-353.

Temperini, O., G. Colla and F. Saccardo. 2005. Artichoke: A new in vivo agamic propagation technique. Acta Hortic. 681: 391-396.

ผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของต้นว่านพญากาสัก (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.)

Effects of cow manure ratios on growth and flavonoids content of Waan pha-ya-gasak (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.)

ตันหยง เอมอยู่* และ วินัย แสงแก้ว

Tanyong Emyoo* and Winai Sangkeaw

สาขาวิทยาการสมุนไพร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

* Corresponding author: Tanyong2306@gmail.com

Abstract

Study on the effect of cow manure ratios on growth and yield of the Waan pha-ya-gasak (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) The completely randomized designed (CRD) was used in this study consisting of 5 treatments of cow manure ratios (0, 200, 400 and 600 g/plant). The results showed that plant height was significantly different ($p<0.05$) in accordance to the cow manure for each treatment after transplanted for 3-7 months. Plants receiving cow manure of 600, 400 g/plant had the highest hight at 7 months. The leaf number per plant was significantly different ($p<0.05$) at the age of 2-5 months and given the maximum number at 5 months when receiving cow manure at 600 g/plant. The leaves size, both width and length, increased more than 2 times at 3 months for all treatments and reached the maximum size at the age of 5 months. After transplanting for 7 months, plants receiving cow manure of 400 and 600 g/plant showed highest fresh tuber weight, whereas plants receiving 200, 400 and 600 g/plant showed maximum dry tuber weight. However, the flavonoid content of leaf were found significantly different ($P <0.05$) while the tuber flavonoid content of all cow manure ratios were not difference.

Keywords: *Leea macrophilla*, flavonoids, cow manure

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นว่าน พญากาสัก (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem) ณ สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาการสมุนไพร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง คือปริมาณปุ๋ยมูลวัว 0, 200, 400 และ 600 กรัมต่อต้น ผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโตพบว่า ต้นว่านพญากาสักมีอัตราความสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตามปริมาณปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นแต่ละสิ่งทดลองระหว่างช่วงอายุ 3-7 เดือน โดยต้นที่ได้รับปุ๋ยมูลวัวที่ 600, 400 กรัมต่อต้น มีความสูงมากที่สุดที่อายุ 7 เดือน สำหรับจำนวนใบต่อต้นนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เช่นกัน ที่อายุ 2-5 เดือน และมีจำนวนใบสูงสุดต่อต้นสูงสุดที่อายุ 5 เดือน เมื่อได้รับปุ๋ยมูลวัว 600 กรัมต่อต้น ส่วนขนาดความกว้างและความยาวของใบนั้นจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่า ที่อายุ 3 เดือน ในทุกอัตราปุ๋ย และใบจะมีขนาดใหญ่ที่สุดที่อายุ 5 เดือน สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่อายุ 7 เดือนนั้น พบว่ามีน้ำหนักหัวสดมีค่าสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยมูลวัว 400 และ 600 กรัมต่อต้น และพบว่ามีน้ำหนักแห้งของหัวสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 200, 400 และ 600 ต่อต้น จากการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยวิธีสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าส่วนของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยต้นที่ไม่ได้ให้ปุ๋ยจะมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงสุด คือ 15.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงคือ ที่ได้รับปุ๋ยปริมาณ 200, 600 และ 400 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่ส่วนของหัวใต้ดินมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: ว่านพญากาสัก สารฟลาโวนอยด์ ปุ๋ยมูลวัว

คำนำ

ว่านพญากาสัก (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) จัดอยู่ในวงศ์ LEEACEAE (The plant list, 2017) เป็นพืชที่ขึ้นในแถบเอเชียใต้ในตอนเหนือและตะวันตกของอินเดีย เนปาล กัมพูชา ลาว พม่า และไทย ซึ่งพบในพื้นที่ป่าเบญจพรรณในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ความสูง 100-600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (สุธรรมและคณะ, 2551) ว่านพญากาสักมีชื่อเรียกอื่นว่า กาสัก เขืองหูช้าง เขืองหูม้า ตองต๊วบ ตองสาก ตาลปัตรฤาษี เสือนั่งร่ม และพญารากหล่อ เป็นต้น (เต็ม, 2544) เป็นพืชล้มลุกหลายปี ยุบตัวลงในหน้าแล้ง ลำต้นเป็นพุ่มสูง 2-4 เมตร ลำต้นสีเขียว มีข้อชัดเจน ใบเป็นใบเดี่ยวขนานใหญ่ เรียงสลับ รูปไข่ กว้าง 25-30 เซนติเมตร ยาว 30-50 เซนติเมตร ผิวใบเป็นเคลื่อนเล็กน้อย มีหูใบเห็นได้ชัด ผลสีเขียว ทรงกลมแป้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-15 มิลลิเมตร หนึ่งผลมี 6 เมล็ด เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีดำ (ฐานข้อมูลพรรณไม้องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2562) พญากาสักเป็นพืชผักที่อุดมไปด้วยสารอาหารวิตามิน B1, B2, B12 และ C (Ken, 2014) ว่านพญากาสักมีสารสำคัญคือ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล แทนนิน และกรดคลอโรจินิก ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และรักษาโรคไต รักษาแผลในช่องปาก ส่วนของรากใช้ผสมสมุนไพรชนิดอื่นใช้รักษาฝี แผล หนองใน และกามโรค (คมชัดลึก, 2560) นอกจากนั้นรากยังนิยมใช้ย้อมผ้าให้สีแดง

ใช้รากเป็นส่วนผสมของพระเครื่อง และผู้นิยมสักอักขระยันต์โดยใช้ผสมกับน้ำมันว่านเป็นน้ำหมึกสัก ด้านความเชื่ออื่นนั้นการกินรากว่านพญากาสักถือเป็นเคล็ดกันว่าจะสามารถปลุกพระคาถาที่อยู่ตามตัวนั้นให้มีความขลังและคงทนยิ่งขึ้น จากการที่เป็นส่วนผสมในน้ำหมึกที่ใช้สักยันต์ จึงเป็นที่มาของชื่อ “ว่านกาสัก” นอกจากนั้นคนโบราณจะใช้ใบว่านพญากาสักรองรับเด็กเพศชายแรกเกิดและใช้ใบปูรองให้เด็กนอนตลอดจนกว่าจะโตเริ่มทานอาหารได้จึงนำใบนั้นมาป่นให้ละเอียดผสมอาหารให้เด็กกินจนหมด จะช่วยให้อยู่ยงคงกระพัน ว่านพญากาสักขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด และใช้เหง้าปลูกในดินร่วนปนทราย (ไทยเกษตรศาสตร์, 2012) จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ว่านพญากาสักเป็นพืชท้องถิ่นที่มีศักยภาพสูงชนิดหนึ่งมีบริบทการใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านอาหาร และยาสมุนไพรใช้รักษาโรคหลายชนิด ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการเพาะขยายพันธุ์ การใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และสารสำคัญในต้นว่านพญากาสัก

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมต้นกล้าพญากาสักที่ได้จากการเพาะเมล็ด โดยคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ เมื่อต้นกล้าอายุ 2 เดือนจึงย้ายลงปลูกในกระถางทดลองขนาด 10 นิ้ว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ โดยสิ่งทดลองเป็นวัสดุปลูก (ดิน:แกลบ ในสัดส่วน 1:1) และให้ปุ๋ยเพิ่มในแต่ละสิ่งทดลอง ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัว สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยมูลวัว 200 กรัมต่อต้น สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยมูลวัว 400 กรัมต่อต้น และสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลวัว 600 กรัมต่อต้น ทำการทดลอง ณ สำนักฟาร์ม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาการสมุนไพร

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยการทำการวัดขนาดความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างของใบ และความยาวใบ ในช่วงระยะเวลา 7 เดือน (กรกฎาคม 2561 ถึง มกราคม 2562) เมื่อครบ 7 เดือน ทำการวัดน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น นำมาสกัดสารฟลาโวนอยด์ในส่วนของรากและใบที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างโดยการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใบใช้เวลาอบ 12 ชั่วโมง และรากใช้เวลาอบ 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยเทคนิคสเปคโตรไฟโตมิเตอร์ ด้วยเครื่อง UV-visible Spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร นำผลที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นปริมาณฟลาโวนอยด์เทียบกับกราฟมาตรฐานเคอร์ซิติน (Quercetin) โดยใช้สูตร

$$y = mx \pm b$$

การนำค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ในตัวอย่างพืชแห้ง ดังสูตร

$$\text{ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)} = \frac{\text{ความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน (ppm)} \times v1 \times v3}{1000 \times w(g) \times v2}$$

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างของใบ น้ำหนักรากและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ของว่านพญากาสัก โดยการให้ปุ๋ยมูลวัวแตกต่างกัน 4 อัตรา คือ 0, 200, 400 และ 600 กรัมต่อต้น พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของลำต้นในเดือนแรกและเดือนที่ 3-7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นเดือนที่ 2 มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในเดือนที่ 7 สิ่งทดลองที่มีความสูงมากที่สุดคืออัตราปุ๋ย 600, 400 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งการที่พืชได้รับอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตนั้นเป็นเพราะพืชตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่พืชในสิ่งทดลอง เนื่องจากมีรายงานว่า ในปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน (1.9%) ฟอสฟอรัส (0.7%) โพแทสเซียม (2.0%) และธาตุรองอื่นๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะธาตุเหล็กที่มีมากถึง 5,000 mg/kg (ยงยุทธ และคณะ, 2556)

จำนวนใบต่อต้นในเดือนที่ 7 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 2, 3, 4 และ 5 เดือน ส่วนเดือนที่ 1, 6 และ 7 มีจำนวนใบต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการที่มีจำนวนใบต่อต้นลดลงหลังช่วงเดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 7 เนื่องจากใบด้านล่างร่วงหล่นทำให้มีจำนวนใบสะสมต่อต้นลดลง สำหรับเดือนที่ 5 ซึ่งมีจำนวนใบต่อต้นสูงสุดนั้นพบว่า ที่อัตราปุ๋ย 600 กรัมต่อต้น มีจำนวนใบสูงสุด 9.88 ต่อต้น และเป็นอัตราปุ๋ยที่ให้จำนวนใบต่อต้นสูงสุดในทุกช่วงอายุ (Table 2)

การเจริญเติบโตด้านความยาวใบพบว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P<0.05$) ในทุกอัตราปุ๋ย และใบมีความยาวสูงสุดในช่วงเดือนที่ 5 หลังจากนั้นใบเริ่มเหี่ยวแห้งหดตัวในส่วนของขอบใบทำให้มีความยาวใบลดลง ในทุกช่วงอายุของทุกสิ่งทดลอง โดยเริ่มลดลงในเดือนที่ 6 และ 7 (Table 3)

การเจริญเติบโตด้านความกว้างของใบในเดือนแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนช่วงเดือนที่ 2-7 ใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ใบจะมีความกว้างมากยิ่งขึ้นในแต่ละช่วงอายุ แต่มีความกว้างมากสุดที่อัตรา 600 กรัมต่อต้น รองลงมาคืออัตราปุ๋ย 400, 200 และ 0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 4)

จากการศึกษาเกี่ยวกับน้ำหนักสดและน้ำหนักรากสะสมอาหาร พบว่าทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอัตราปุ๋ย 400 กรัมต่อต้นจะให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 120.00 และ 54.23 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนอัตราปุ๋ย 0, 200 และ 600 กรัมต่อต้นให้น้ำหนักสด 17.50, 69.13 และ 119.75 กรัม ตามลำดับ และให้น้ำหนักแห้ง 4.28, 31.03 และ 45.41 กรัม (Table 5)

ผลการสกัดฟลาโวนอยด์จากส่วนใบ และหัวของต้นว่านพญากาสัก พบว่าส่วนใบมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าในรากสะสมอาหาร เมื่อพิจารณาปริมาณสารฟลาโวนอยด์จากส่วนใบพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่สิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณสารมากที่สุดคือ 15.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่อัตราปุ๋ย 200, 400 และ 600 กรัมต่อต้น มีปริมาณ 9.82, 6.86 และ

7.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงอัตราปุ๋ยมูลวัวที่ให้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นต่อต้นไม่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณสารฟลาโวนอย์ในส่วนของใบ สำหรับส่วนของรากสะสมอาหารนั้นในทุกอัตราปุ๋ยมูลวัวให้ปริมาณฟลาโวนอย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่สิ่งทดลองไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์น้อยสุดคือ 3.82 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 600 กรัมต่อต้นให้ปริมาณสารมากที่สุดคือ 4.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Table 6) ผลจากการที่สิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากกว่าสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยนั้นอาจเป็นเพราะพืชอยู่ในสภาพที่ได้รับผลปุ๋ยน้อยส่งผลให้พืชเข้าสู่สภาวะเครียดจะไปชักนำให้เกิดการสร้างสารทุติยภูมิในกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenol) ขึ้นมา ซึ่งสารฟลาโวนอยด์นั้นจัดเป็นสารในกลุ่มโพลีฟีนอลเช่นกัน และส่วนของใบจะมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากกว่าส่วนของรากนั้นเนื่องจากพืชจะสร้างสารฟลาโวนอยด์ในส่วนของพืชที่มีสีรงควัตถุ (pigments) ได้มากกว่าส่วนที่ไม่มีสี ซึ่งส่วนที่มีสีของพืช เช่น ใบไม้เขียว ผลไม้มีสีแดง ส้ม เหลือง ม่วง และผลไม้สุกที่ให้สีสันจะมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่มากกว่าส่วนของพืชที่ไม่มีรงควัตถุ

Table 1 Effect of cow manure ratios on height of Waan pha-ya-gasak (*Leea macrophylla* Robx. Ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g./plot)	Plant Height (cm)						
Months	1	2	3	4	5	6	7
control	3.66±0.74^{a}	3.96±0.30	4.39±0.32^{b}	4.38±0.31^{b}	3.60±0.36^{c}	3.44±0.53^{c}	3.68±0.37^{c}
200	2.76±0.25^{b}	3.90±0.53	5.48±0.54^{ab}	7.21±0.79^{a}	7.48±1.50^{b}	7.94±1.72^{b}	9.10±1.65^{b}
400	3.14±0.47^{ab}	4.45±0.71	6.21±1.42^{a}	8.59±1.58^{a}	7.48±1.50^{b}	10.74±1.71^{a}	11.28±1.05^{a}
600	3.24±0.27^{ab}	4.66±0.43	6.81±0.71^{a}	7.96±1.39^{a}	10.03±1.11^{a}	9.89±0.67^{ab}	11.58±0.83^{a}
F-test 0.50	*	ns	*	*	*	*	*
C.V.%	13.52	11.61	13.06	14.46	15.63	14.46	10.94

ns = Not significant difference

* = significant difference at P<0.05 by DMRT

Table 2 Effect of cow manure ratios on Leaf number of Waan pha-ya-gasak (*leea mecrophylla* Roxb. ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g/plot)	Leaf number						
Months	1	2	3	4	5	6	7
control	2.75±0.29	4.13±0.63^{b}	6.00±0.41^{b}	7.00±0.00^{b}	5.75±0.96^{b}	6.13±0.75	4.88±1.75
200	2.75±0.50	4.88±0.25^{a}	8.25±1.04^{ab}	8.00±1.47^{ab}	7.63±1.85^{ab}	6.63±0.63	5.13±0.63
400	3.00±0.00	5.38±0.48^{a}	9.13±3.20^{a}	8.50±1.94^{ab}	7.75±2.39^{ab}	6.75±1.65	5.63±0.85
600	2.88±0.00	5.94±0.48^{a}	9.25 ±0.96^{a}	9.75±1.00^{a}	9.88 ±1.03^{a}	7.63±0.50	6.13±1.25
F-test 0.05	ns	*	*	*	*	ns	ns
C.V.%	6.95	9.05	17.19	13.26	20.09	13.01	20.58

ns = Not significant difference

* = significant difference at P<0.05 by DMRT

Table 3 Effect of cow manure ratios on leaf leangth of Wann pha-ya-gasak (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g/plot)	Leaf Length (cm)						
Months	1	2	3	4	5	6	7
control	2.75±0.29	4.13±0.63^{b}	6.00±0.41^{b}	7.00±0.00^{b}	5.75±0.96^{b}	6.13±0.75	4.88±1.75
200	2.75±0.50	4.88±0.25^{a}	8.25±1.04^{ab}	8.00±1.47^{ab}	7.63±1.85^{ab}	6.63±0.63	5.13±0.63
400	3.00±0.00	5.38±0.48^{a}	9.13±3.20^{a}	8.50±1.94^{ab}	7.75±2.39^{ab}	6.75±1.65	5.63±0.85
600	2.88±0.00	5.94±0.48^{a}	9.25 ±0.96^{a}	9.75±1.00^{a}	9.88 ±1.03^{a}	7.63±0.50	6.13±1.25
F-test 0.05	ns	*	*	*	*	ns	ns
C.V.%	6.95	9.05	17.19	13.26	20.09	13.01	20.58

* = significant difference at P<0.05 by DMRT

Table 4 Effect of cow manure ratios on leaf width of Wann pha-ya-gasak (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g/plot)	Leaf Length (cm)						
Months	1	2	3	4	5	6	7
control	3.28± 0.39	3.20 ±0.11^{c}	4.71 ±1.01^{c}	5.80± 1.25^{c}	6.48 ±0.39^{d}	6.85± 1.03^{c}	6.91 ±0.99^{c}
200	2.81 ±0.18	4.75±0.94^{bc}	11.61 ±2.19^{b}	17.63± 1.39^{b}	18.86± 2.01^{c}	19.01 ±2.31^{b}	19.16 ±2.50^{b}
400	2.89 ±0.33	5.16±1.03^{b}	13.28±2.71^{ab}	21.04±2.38^{ab}	22.00± 1.05^{b}	22.03 ±1.30^{b}	21.79 ±1.57^{b}
600	2.75 ±0.34	6.81± 1.61^{a}	16.54 ±3.58^{a}	23.06± 3.71^{a}	25.64± 2.19^{a}	25.20 ±2.73^{a}	24.93± 2.33^{a}
F-test 0.50	ns	*	*	*	*	*	*
c.v.%	10.57	18.58	30.48	12.13	7.73	10.08	10.15

ns = Not significant difference,

* = significant difference at 0.05 by DMRT

Table 5 Effect of cow manure ratios on tuber weight of Wann pha-ya-gasak *(Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g/plot)	Tuber Weight (g)	
	Fresh Weight	Dry Weight
Control	17.50±17.01^{c}	4.28±0.65^{b}
200	69.13±12.98^{b}	31.03±8.50^{a}
400	120.00±14.07^{a}	54.23±7.02^{a}
600	119.75±33.77^{a}	45.41±26.85^{a}
F-test 0.05	*	*
C.V.%	23.85	31.88

* = significant difference at 0.05 by DMRT

Table 6 Effect of cow manure ratios on total flavonoids of Wann pha-ya-gasak *(Leea macrophylla* Roxb. Ex Hornem.) after planting at 7 months.

Cow manure (g/plot)	Total Flavonoid (mg/Dry weight)	
	Leaf	Tuber
control	15.25±2.44[a]	3.82±0.35
200	9.82±1.12[b]	4.05±0.25
400	6.86±1.28[c]	4.02±0.26
600	7.01±1.58[c]	4.10±0.45
F-test	*	ns
C.V.%	16.49	8.19

ns = Not significant difference

* = significant difference at 0.05 by DMRT

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของต้นว่านพญากาสัก พบว่าอัตราปุ๋ยมูลวัวมีผลต่อการเจริญเติบโต ทั้งความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น ความยาวใบ และความกว้างใบ โดยที่ปริมาณปุ๋ย 600 กรัมต่อต้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นว่านพญากาสักมากที่สุด รองลงมาคือปริมาณปุ๋ย 400, 200 และ 0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และจากการศึกษาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากสะสมอาหารนั้น พบว่าผลของอัตราปุ๋ยมูลวัวมีผลต่อการให้น้ำหนักหัวสดและแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าที่ปริมาณปุ๋ย 400 และ 600 กรัมต่อต้น ให้น้ำหนักมากที่สุด รองลงมาเป็นอัตราปุ๋ยที่ 200 และ 0 กรัมต่อต้น ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ พบว่าส่วนของใบมีปริมาณสารสูงกว่าส่วนของรากสะสมอาหาร และสิ่งทดลองควบคุมที่ไม่ได้ให้ปุ๋ยจะมีปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์สูงสุด มีค่าเท่ากับ 15.25 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ให้ปุ๋ยที่ปริมาณปุ๋ย 200 600 และ 400 กรัมต่อต้น มีค่าเท่ากับ 9.82 7.01 และ 6.86 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่พบในรากสะสมอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกอัตราปุ๋ย

เอกสารอ้างอิง

คมชัดลึก. 2560. ว่านพญากาสักรักษากามโรค. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.komchadluek.net/news/agricultural/252163 (23 มีนาคม 2562).

ฐานข้อมูลพรรณไม้องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2562. พญากาสัก (*Leea macrophylla* Roxb. ex Hornem.) [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=921.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ไทยเกษตรศาสตร์. 2012. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaikasetsart.com (17 ตุลาคม 2555).

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงมณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธรรม อารีกุล จำรัส อินทร สุวรรณ ทาเขียว และอ่องเต็ง นันทแก้ว. 2551. องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม 2. มูลนิธิโครงการหลวง บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ.

Anonymous. 2017. *Leea macrophylla*. [online]. Available: http://www.theplantlist.org/tpl/record/tro-34002021 (23 March 2019).

Fern, K. 2014. Useful Tropical plants Database. [Online]. Available: http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=leea+macrophylla (23 March 2019).

วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

ส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

Market Mix in the Decision-Making to Purchasing Agro-chemicals of Farmers Growing Strawberry in Bo-Kaew Subdistrict, Samoeng District, Chiang Mai Province

ไชยสิทธิ์ พึ่งแสงจันทร์ พหล ศักดิ์คะทัศน์* บุญชู ดำรงศักดิ์คีรี พุฒิสรรค์ เครือคำ สายสกุล ฟองมูล และ ปภพ จี้รัตน์

Chaisith Phuengsangjan Phahol Sakkatat* Boonchu Damrongkiri Phutthisun Kruekum, Saisakul Fongmul and Papob Jeerat

สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Department of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290
* Corresponding author: phahol@mju.ac.th

Abstract

This study was conducted to investigate: 1) socio-economic attributes of farmers growing strawberry, Chiang Mai province; 2) market mix in the decision-making to purchase agro-chemicals of the farmers; and 3) guidelines for purchasing and correctly using agro-chemicals in accordance with standards of farmers. A set of questionnaires was used for data collection administered with 166 farmers growing strawberry in Bo-Kaew sub-district, Samoeng district, Chiang Mai province. Obtained data were anslyzed by using descriptive statistics and type sorting/grouping.

Results of the study revealed that most of the respondents were male, 36-45 years old, married and they did not attend formal education. The respondents had a strawberry cultivation area for 1.00-2.50 rai and earned an income for 100,000-150,000 bath per year. They had 5-10 years of experience in strawberry growing. Most of the respondents

perceived data/information about strawberry growing through neighbors, agricultural extension officers and middlemen. The respondents put the importance on market mix for the purchase of agro-chemicals at a high level (=4.43). That was, the put the importance on product most and followed by price, distribution channel and market promotion was found least.

The following were guidelines for purchasing and using agro-chemicals correctly under the following: 1) enhancement awareness towards negative impacts of chemicals using without control or using chemicals which had not been recognized in terms of human health and environment, 2) promotion on body of knowledge transfer about the correct selection of agro-chemicals for strawberry growing under good agricultural practice; and 3) participation in monitoring and control of agro-chemicals using to be in accordance with good agricultural practice. This must be done with the coordination in standard agro-chemicals selling (agro-chemicals selling shops and the public sector).

Keywords: market mix, purchase of agro-chemicals, strawberry farmers, good agricultural practice

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี 2) ศึกษาส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี และ 3) ศึกษาแนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 166 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการจัดประเภทและจัดกลุ่ม

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 36-45 ปี มีสถานภาพสมรส ไม่ได้เข้ารับการศึกษา มีรายได้จากการปลูกสตรอว์เบอร์รีอยู่ระหว่าง 100,000-150,000 บาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับการปลูกสตรอว์เบอร์รีอยู่ระหว่าง 1.00-2.5 ไร่ มีประสบการณ์ในการปลูกสตรอว์เบอร์รีมาแล้ว 5-10 ปี และส่วนมากได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกสตรอว์เบอร์รีจากเพื่อนบ้าน เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และพ่อค้าคนกลาง เกษตรกรให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดสำหรับการเลือกซื้อสารเคมีทางเกษตรอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43) โดยให้ความสำคัญในด้านผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และน้อยสุดในด้านการส่งเสริมการตลาด

แนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน 3 ส. คือ 1) เสริมสร้าง: การเสริมสร้างความตระหนักต่อผลกระทบด้านลบจากการใช้สารเคมีโดยขาดการควบคุม หรือสารเคมีที่ไม่ได้รับรองคุณภาพที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ 2) ส่งเสริม: การส่งเสริมโดยมุ่งเน้นการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการเลือกใช้สารเคมีอย่างถูกต้องในกระบวนการปลูกสตรอว์เบอร์รีทุกขั้นตอน โดยยึดหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) และ 3) ส่วนร่วม: การสร้างการมีส่วนร่วมในการควบคุมและตรวจสอบการใช้สารเคมีให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP ระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่กำกับดูแล รวมถึงการสร้างการมีส่วนร่วมให้มีการจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับรองมาตรฐานและเป็นไปตามข้อกำหนดกำหนดของ GAP ระหว่างสถานจำหน่ายเคมีเกษตรกับหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ควบคุม

คำสำคัญ: ส่วนประสมทางการตลาด การซื้อสารเคมีทางการเกษตร เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

คำนำ

สตรอว์เบอร์รีเป็นไม้ผลขนาดเล็ก มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตอบอุ่นจึงจำเป็นที่ต้องการอากาศที่หนาวเย็นในช่วงของการเจริญเติบโตและช่วงของการติดดอกออกผล สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการส่งเสริมการปลูกสตรอว์เบอร์รีให้เป็นอาชีพหลังจากมูลนิธิโครงการหลวงประสบความสำเร็จในการวิจัยให้สตรอว์เบอร์รีสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เป็นอย่างดีในสภาพภูมิอากาศแบบพื้นที่สูงของไทย และได้พัฒนาปรับปรุงวิธีการผลิตให้มีความเหมาะสมเรื่อยมาจนปัจจุบันสตรอว์เบอร์รีเป็นหนึ่งในไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของพื้นที่สูง ผลผลิตที่ได้เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคและสร้างผลกำไรให้แก่เกษตรกรจากการจำหน่ายที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับไม้ผลชนิดอื่นๆ บนพื้นที่สูง (วิรัตน์และคณะ, 2556)

จังหวัดเชียงใหม่ถือเป็นจังหวัดในเขตภาคเหนือที่มีสตรอว์เบอร์รีเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ในระดับสูง โดยมีพื้นที่ปลูกที่สำคัญคือ อำเภอฝาง อำเภอแม่ริม อำเภอจอมทอง (บนดอยอินทนนท์) อำเภอสะเมิง และพื้นที่รอบๆ ตัวเมือง ซึ่งผลผลิตสตรอว์เบอร์รีสามารถนำมาจำหน่ายได้โดยตรงจากพื้นที่ปลูก เป็นผลรับประทานสดแก่นักท่องเที่ยว ตลอดจนมีการส่งไปจำหน่ายยังตลาดที่มีพื้นที่ห่างไกล เช่น กรุงเทพมหานคร เป็นต้น ทั้งนี้ผลผลิตยังสามารถส่งจำหน่ายให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการแปรรูปได้ (ณรงค์ชัย, 2554) โดยหนึ่งในพื้นที่ที่มีความโดดเด่นในการปลูกสตรอว์เบอร์รีคือ ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งองค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้วได้สนับสนุนการจัดงานสตรอว์เบอร์รีให้เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านเศรษฐกิจการผลิต และการมีงานทำ จากการที่สตรอว์เบอร์รีเป็นพืชหลักของตำบลที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกที่จะทำการผลิตและสามารถสร้างรายได้จำนวนมากให้แก่เกษตรกร ดังเป็นที่มาของคำขวัญตำบลบ่อแก้ว คือ *“น้ำตกตีนตาด ธรรมชาติงามล้ำ วัฒนธรรมชนเผ่า ขุนเขาม่อนกู่ ชวนดูช้างขุนโต* สตรอว์เบอร์รีลูกโตหวานอร่อย”* (องค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้ว, 2557)

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการปลูกสตรอว์เบอร์รีของเกษตรกรในเขตตำบลบ่อแก้วได้ประสบกับปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทำให้ผลผลิตสตรอว์เบอร์รีในรอบปีได้รับความเสียหายโดยเฉพาะการได้ปริมาณที่ลดลงและขาดคุณภาพ จึงเป็นเหตุให้เกษตรกรมีการเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมี ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมถึงเป็นการสร้างมลพิษต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติ ในอีกทางหนึ่ง จึงทำให้มีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนนักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษาได้ทำการศึกษาวิจัยผลกระทบที่เกิดจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างกว้างขวาง โดยมีจำนวนไม่น้อยที่ใช้การปลูกสตรอว์เบอร์รีเป็นกรณีศึกษา อนึ่งการศึกษาผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรถือเป็นการศึกษาในมิติของการนำไปใช้ ซึ่งเป็นส่วนท้ายสุดของเส้นทางการใช้สารเคมีของเกษตรกร แต่ถ้าหากมีการศึกษาจุดเริ่มต้นของการได้มาซึ่งสารเคมีในการทำเกษตรแล้วนั้นจะสามารถเติมเต็มสำหรับการกำหนดแนวทางการลดการใช้สารเคมี ตลอดจนเป็นการหนุนเสริมให้เกษตรกรเข้าสู่ระบบการผลิตภายใต้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ได้มากขึ้น ทำให้ผลผลิตสตรอว์เบอร์รีได้มาตรฐานและได้รับความเชื่อมั่นจากผู้บริโภค ทั้งหมดนี้จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญให้มีการศึกษาส่วนประสมทางการตลาด ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำหรับการหาทางตอบสนองความต้องการการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้คำถามการวิจัย คือ ส่วนประสมทางการตลาดมีความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีหรือไม่และมีอยู่ในระดับใด ตลอดจนศึกษาข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม และแนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี เพื่อให้การใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ให้มีคุณภาพและเป็นไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ตลอดจนตลาดผู้รับซื้อผลผลิตทั้งในและนอกประเทศอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยคือ เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 286 คน และทำการกำหนดขนาดตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 โดยยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีจำนวน 166 คน จากนั้นทำการเทียบสัดส่วนขนาดตัวอย่างทั้งหมดกับจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อหาขนาดตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีรายหมู่บ้าน และทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยตารางเลขสุ่มจากการเรียงตามลำดับรายชื่อของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ในปีการเพาะปลูก 2558/2559 ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยมีแหล่งที่มาของข้อมูลซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรเป็นรายบุคคล จำนวน 166 ชุด 2) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากการค้นคว้าจากเอกสารในรูปแบบของบทความวิจัย บทความวิชาการ ตำรา รายงานการวิจัย ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลที่อยู่ในระบบออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้จำแนกการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์สภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี ซึ่งได้มีการใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ช่วยในการบันทึกจัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการจัดประเภทและจัดกลุ่ม (Categorize and Sort) (ภัทราพร, 2559) สำหรับการวิเคราะห์แนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุอยู่ระหว่าง 36-45 ปี มีสถานภาพสมรส ไม่ได้เข้ารับการศึกษา มีรายได้จากการปลูกสตรอว์เบอร์รีอยู่ระหว่าง 100,000-150,000 บาทต่อปี มีพื้นที่สำหรับการปลูกสตรอว์เบอร์รีอยู่ระหว่าง 1.00-2.5 ไร่ มีประสบการณ์ในการปลูกสตรอว์เบอร์รีมาแล้ว 5-10 ปี และส่วนมากได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกสตรอว์เบอร์รีจากเพื่อนบ้าน เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และพ่อค้าคนกลาง

ส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญกับส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.43 โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านผลิตภัณฑ์ รองลงมาได้แก่ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และให้ความสำคัญน้อยสุดในด้านการส่งเสริมการตลาด ดังรายละเอียดค่าสถิติใน Table 1 ซึ่งจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ของสารเคมีทางการเกษตรเป็นลำดับแรก ถัดมาจึงพิจารณาถึงราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และสุดท้ายจึงจะพิจารณาเกี่ยวกับการส่งเสริมการตลาด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสาริศา และจันทนา (2558) ที่พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด

ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี แต่ในด้านการส่งเสริมการตลาดกลับไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรในพื้นที่ดังกล่าว

ทั้งนี้เมื่อศึกษารายละเอียดในด้านต่างๆ ของส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญเกี่ยวกับเครื่องหมายทางการค้าของผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าเชื่อถือหรือได้รับความนิยมมากสุด รองลงมาคือ ประเภทหรือรูปแบบผลิตภัณฑ์ของสารเคมีทางการเกษตร ความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกระบวนการผลิต ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ปริมาณของสินค้าเมื่อเทียบกับราคา และให้ความสนใจน้อยสุดเกี่ยวกับสีสันหรือความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสนับสนุนได้จากผลการศึกษาของกรุณาพร และคณะ (2559) ที่พบว่า เกษตรกรตำบลพะวอ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก จะมีพฤติกรรมเลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยพิจารณาจากเครื่องหมายทางราชการทุกครั้ง

2. ด้านราคา พบว่า เกษตรกรให้ความสนใจมากสุดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่มีราคาให้เลือกหลายแบบ รองลงมาได้แก่ การจำหน่ายในรูปแบบของเงินสด การสามารถซื้อสินค้าโดยชำระเงินในแบบเงินเชื่อ การมีราคาสินค้าที่ย่อมเยาเมื่อเทียบกับร้านเคมีภัณฑ์อื่นๆ และให้ความสำคัญน้อยสุดในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการที่สามารถผ่อนชำระเงินในการซื้อสารเคมีได้ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการชำระหนี้ จากผลการศึกษาในประเด็นย่อยพบว่า การที่สามารถซื้อสินค้าโดยชำระเงินในแบบเงินเชื่อ และการมีราคาสินค้าที่ย่อมเยาเมื่อเทียบกับร้านเคมีภัณฑ์อื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาของศิริพงษ์ และนิรินธนา (2562) ที่พบว่าปัจจัยทางการตลาดด้านราคาสินค้าที่มีผลต่อการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมากสุดคือ การมีราคาถูกกว่าสินค้ายี่ห้ออื่น รองลงมาได้แก่ การมีราคาเท่ากับสินค้ายี่ห้ออื่น และการสามารถชำระผ่านบัตรเครดิต ตามลำดับ

3. ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสะดวกในการเดินทางไปยังร้านเคมีภัณฑ์เพื่อซื้อสินค้ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ ที่ตั้งของร้านเคมีเกษตรต้องมีระยะทางที่ไม่ไกลจากพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร การให้บริการหรือคำแนะนำจากพนักงานของร้านเคมีภัณฑ์ และเกษตรกรให้ความสำคัญน้อยที่สุดกับการมีร้านค้าที่มีจำนวนมากให้เลือกซื้อ ซึ่งกล่าวได้ว่า การเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีจะให้ความสำคัญกับความสะดวกในการเดินทางไปซื้อสินค้าและสถานที่ตั้งของร้านเคมีเกษตรที่ไม่ไกลจากพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รีเป็นหลัก โดยอาจเทียบเคียงกับการศึกษาของศิวฤทธิ์ และสุรัตน์ (2556) ที่พบว่าส่วนใหญ่การตัดสินใจซื้อปุ๋ยเคมีของผู้บริโภคในประเทศเวียดนาม จะสะดวกเดินทางไปซื้อที่ระยะทางไม่เกิน 5 กิโลเมตร และมีส่วนน้อยที่จะเดินทางไปซื้อปุ๋ยเคมีที่ระยะทาง 6-10 กิโลเมตร

4. ด้านการส่งเสริมการตลาด พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญมากสุดเกี่ยวกับการที่ผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตรที่มีป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์ รองลงมาได้แก่ ความน่าเชื่อถือในการแนะนำสินค้าจากพนักงานร้านเคมีภัณฑ์ การโฆษณาผลิตภัณฑ์ทางโทรทัศน์ ความสุภาพและ

เต็มใจบริการจากร้านเคมีเกษตร การจัดกิจกรรมสมนาคุณลูกค้า (ลด แลก แจก แถม) จากร้านเคมีเกษตร แต่เกษตรกรไม่ให้ความสำคัญกับการโฆษณาในรูปแบบของเอกสารสิ่งพิมพ์ จากผลการศึกษากล่าวได้ว่า การมีป้ายโฆษณาประชาสัมพันธ์ การที่ร้านเคมีเกษตรมีพนักงานที่ความน่าเชื่อถือในการแนะนำสินค้า ตลอดจนการมีพนักงานของร้านเคมีเกษตรที่เต็มใจบริการ และการมีกิจกรรมตอบแทนลูกค้า ถือเป็นเหตุผลหลักที่ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีพิจารณาเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรกลับไปใช้ ซึ่งเป็นไปตามผลการศึกษาของสนธยา (2562) ที่พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในด้านส่งเสริมการขายที่มีผลต่อการซื้อสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของครัวเรือนชาวนาในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย ประกอบไปด้วย การมีของแถม การโฆษณา การให้คำแนะนำที่ดีจากผู้ขาย และการส่งของให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

Table 1 Market Mix in the Decision-Making to Purchasing Agro-chemicals of Farmers Growing Strawberry in Bo-Kaew Subdistrict, Samoeng District, Chiang Mai Province

(n=166)

Marketing Mix in Decisioning Making on Purchasing the Agrochemicals of Strawberry's Farmers	$\bar{\chi}$	SD.	Interpretation
Product	4.93	.693	Very high
Price	4.36	.707	High
Distribution channels	4.24	.631	High
Promote marketing	4.18	.720	High
Total	**4.43**	**.688**	**High**

Remarks: Very high =4.51-5.00 High =3.51-4.50 Moderate = 2.51-3.50 Low =1.51-2.50 Very low =1.00-1.50

แนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

จากผลการศึกษาส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีทำให้ทราบถึงการให้ความสำคัญของเกษตรกรในการเลือกซื้อสารเคมีจากร้านเคมีเกษตรหรือจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่จะกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสุขภาพของ เกษตรกรผู้บริโภค รวมถึงสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพาะปลูก จึงมีการเสนอแนวทางในการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี 3 ส. ดังต่อไปนี้

1) เสริมสร้าง: โดยให้มีการเสริมสร้างความตระหนักรู้ต่อผลกระทบด้านลบ โดยเฉพาะปัญหาทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ส่งผลต่อระบบสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์จากการใช้สารเคมีที่ขาดการควบคุมในเชิงปริมาณและในเชิงคุณภาพ โดยเน้นย้ำถึงผลกระทบดังกล่าวจะสร้างความเสียหายต่อการดำเนินวิถีชีวิตและคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในระยะยาวได้

2) ส่งเสริม: การส่งเสริมโดยใช้รูปแบบถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงหรือรับรู้ได้ง่ายและไม่ซับซ้อนที่เป็นการมุ่งเน้นการเลือกใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องในการปลูกตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงสุดท้ายของการผลิตสตรอว์เบอร์รีโดยยึดหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ซึ่งถือเป็นวิธีการหนึ่งเพื่อเตรียมความพร้อมในการขอรับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) จากกรมวิชาการเกษตร และลดความเสี่ยงด้านสุขภาพของเกษตรกรผู้บริโภค และช่วยบรรเทาการสร้างความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมได้ในอีกทาง

3) ส่วนร่วม: การสร้างการมีส่วนร่วมในการควบคุมและตรวจสอบการใช้สารเคมีให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP ระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่มีหน้าที่กำกับดูแล ตลอดจนการสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตรกับสถานจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรเพื่อให้มีการจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับรองมาตรฐานและเป็นไปตามข้อกำหนดกำหนดของ GAP หรือมาตรฐานทางสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสำคัญอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.43) โดยพบว่า ส่วนประสมทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์มีความสำคัญมากที่สุดต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสารเคมีทางการเกษตร รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และด้านการส่งเสริมการตลาด ตามลำดับ โดยแนวทางที่สำคัญเพื่อช่วยให้เกษตรกรมีการเลือกซื้อและใช้สารเคมีทางการเกษตรเป็นไปอย่างถูกต้องตามมาตรฐานสามารถดำเนินการโดยใช้แนวทาง 3 ส. ได้แก่ 1) เสริมสร้าง: เสริมสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับผลเสียที่มีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์จากการใช้สารเคมีในการผลิตสตรอว์เบอร์รีที่ขาดการควบคุม 2) ส่งเสริม: ส่งเสริมและถ่ายทอดองค์ความรู้ในการเลือกใช้สารเคมีอย่างถูกต้องในกระบวนการปลูกสตรอว์เบอร์รีโดยยึดหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) 3) ส่วนร่วม: สร้างการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการควบคุมและการตรวจสอบการใช้สารเคมีให้เป็นไปมาตรฐาน GAP ตลอดจนการสร้างการมีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตรกับสถานที่จำหน่ายเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อให้มีการจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรที่ได้รับรองมาตรฐานและไม่ละเมิดข้อกำหนดมาตรฐาน GAP

ข้อเสนอแนะ

1. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจากสำนักงานเกษตรกรอำเภอสะเมิง หน่วยงานพัฒนาพื้นที่สูง เช่น มูลนิธิโครงการหลวง สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ (เกษตรที่สูง) ควรเข้ามาสนับสนุนองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมี

ทางการเกษตรอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะการป้องกันตัวเองจากการใช้สารเคมีให้มีความปลอดภัยที่สุด

2. องค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้วและสำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง ควรผลักดันให้เกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรตามมาตรฐานหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) โดยอาจกำหนดให้เป็นโครงการส่งเสริมการปลูกสตรอว์เบอร์รีในระบบเกษตรที่ดี หรือโครงการจัดตั้งชุมชนผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เพื่อเป็นการง่ายต่อการติดตามและประเมินผล รวมถึงสามารถยกระดับให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรปลอดภัยได้ในอนาคต

3. หน่วยงานทั้งในภาคราชการและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร เช่น มูลนิธิโครงการหลวง สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือบริษัทชั้นนำในการผลิตปุ๋ยบำรุงดินและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมนุษย์สำหรับการปฏิบัติดูแลรักษาทุกขั้นตอนของการปลูกสตรอว์เบอร์รี ตลอดจนควรมีการจัดทำแปลงทดสอบสาธิตการใช้ผลิตภัณฑ์โดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมเพื่อสร้างความเชื่อมั่นสำหรับการนำไปใช้จริงของเกษตรกร

4. ร้านค้าและผู้จำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรควรมีการกำหนดราคาจำหน่ายสารเคมีที่มีความเหมาะสม และควรมีการแนะนำสินค้าแก่เกษตรกรผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะรูปแบบและวิธีการใช้สารเคมีที่ถูกวิธีเพื่อความปลอดภัยแก่เกษตรกรผู้นำไปใช้และสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ และบุคลากรสาขาการพัฒนาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร และสาขาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัย การติดต่อประสานงานในการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณผู้นำชุมชนที่ให้ความช่วยเหลือคณะผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในพื้นที่ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้สละเวลาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรุณาพร ปุกหลิก พีรญา อึ้งอุดรภักดี กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์ ปาจรีย์ ทองสนิท และพันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร. 2559. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความเชื่อด้านสุขภาพต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อสารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร. วารสารควบคุมโรค 42(4): 348-359.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2554. การปลูกสตรอว์เบอร์รี. แหล่งข้อมูล https://www.ku.ac.th/e-magazine/january44/agri/strawberry/ (2 พฤษภาคม 2563).

ภัทราพร เกษสังข์. 2559. การวิจัยปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรัตน์ ปราบทุกข์ บรรจง ปานดี พิมุกต์ พันธรักษ์เดชา กนกธร วงศ์กิติ อาคม พรหมเสน สุธาศินี

นนทะจักร เผ่าไท ถายะพิงค์ ศิวาภรณ์ หยองเอ่น และวรวัฒน์ วันติกิจเจริญกูล. 2556. การปลูกสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

ศิริพงษ์ ฐานมั่น และนิรินธนา บุษปฤกษ. 2562. การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและพฤติกรรมผู้บริโภคโดยกระบวนการวิจัยแบบผสมผสาน. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ 14(1): 111-124.

ศิวฤทธิ์ พงศกรรังศิลป์ และสุรัตน์ ฐานะกาญจน. 2556. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อปุ๋ยเคมีของผู้บริโภคในประเทศเวียดนาม. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 6(3): 305-320.

สนธยา สำเภาทอง. 2562. การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีและปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อการซื้อสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของครัวเรือนชาวนา ในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย. แก่นเกษตร 47(2): 307-316.

สาริศา ทิตยวงษ์ และจันทนา แสนสุข. 2558. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรจากร้านค้าเคมีภัณฑ์ทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุร. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้ 8(2): 63-70.

องค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้ว. 2557. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนา (พ.ศ. 2558-2562). แหล่งข้อมูล www.borkaew.go.th/แผนยุทธศาสตร์การพัฒนา-อ/ (2 พฤษภาคม 2563).

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

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

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

3. กิตติกรรมประกาศ

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย เช่น แหล่งทุน แต่ไม่ได้มีชื่อร่วมวิจัย

4. เอกสารอ้างอิง

4.1 ในเนื้อหา ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อและปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทยใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น

4.1.1 คนเดียว ใช้รูปแบบ พาวิน (2556) รายงานว่า..... หรือ ..... (พาวิน, 2556) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Yong (1996) หรือ ..... (Yong, 1996)

4.1.2 สองคน ใช้คำเชื่อมและ เช่น พาวิน และสมชาย (2557) หรือ ..... (พาวิน และสมชาย, 2557) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Young and Smith (2000) หรือ ..... (Young and Smith, 2000)

4.1.3 มากกว่า 2 คนขึ้นไป ใช้ชื่อคนแรกตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น พาวิน และคณะ (2560) รายงานว่า..... หรือ ..... (พาวิน และคณะ, 2560) ในบทความภาษาอังกฤษใช้ Young *et al.* (2005) หรือ ..... (Young *et al*., 2005) แต่ในส่วนบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายบทความให้ใช้ชื่อผู้เขียนเต็มทุกคน

4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงลำดับชื่อตามตัวอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนดังนี้

4.2.1 วารสาร (Standard Journal) ถ้าวารสารมีชื่อย่อให้ใช้ชื่อย่อ

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

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

4.2.2 หนังสือ หรือตำรา (Books/ Textbook) ไม่ต้องระบุจำนวนหน้า

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

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

4.2.3 เรื่องย่อยในหนังสือหรือตำราที่มีผู้เขียนแยกบทและมีบรรณาธิการ (Section in Books with Editors)

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

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

4.2.4 วิทยานิพนธ์ (Thesis)

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

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

4.2.5 ประชุมวิชาการ (Proceeding/ Conference)

ณวรรณพร จิรารัตน์ สมกิจ อนะวัชกุล ปิยศักดิ์ คงวิริยะกุล และสมบัติ พนเจริญสวัสดิ์. 2550. ผลของการเสริมดอกปีบในอาหารสุกรขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก. รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 308-314.

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. Precedding of the 2nd Internationl Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science. Kyoto, Japan. pp. 17-22.

4.2.6 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet)

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกซ์). แหล่งข้อมูล http://www.servicelink.doae.go.th/corner%20book/ book%2005/ Hydropronic.pdf (25 กรกฎาคม 2561).

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: http://www.schunder.com/strawberries.html (April 21, 2005.)

5. ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำที่เป็นภาษาอังกฤษ

ตัวอย่างรูปแบบและคำแนะนำศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ เว็บไซต์ http://jap.mju.ac.th

การส่งบทความ สามารถเลือกช่องทางที่สะดวก จากรูปแบบต่างๆ ดังนี้

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

การตรวจแก้ไขและการยอมรับการตีพิมพ์

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

Guide for Authors

Manuscripts submitted for publication should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Production. Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be peer-reviewed by at least 2 independent referees.

Submission checklist

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

Preparation of the manuscript

All manuscripts submission for publication in the journal should followed the following guidelines:

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proof-read by a language specialist before submission.
2. The manuscript text, tables and figures should be created using Microsoft Word.
3. If possible, all text throughout the manuscript should be used 15 pt ~TH SarabunPSK except the title topic using 16-pt, otherwise, Browallia new would be replaced.
4. Manuscript texts should be prepared as single column, with sufficient margin (2.5 centimeters for each side).
5. Abstract should not exceed than 300 words and provide only 4 key-words for each manuscript.

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

Standard journal:

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

Books/ Textbook:

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

Section in Books with Editors:

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

Thesis:

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

Proceeding/ Conference:

Yamagishi, Y., H. Mitamura, N. Arai, Y. Mitsunaga, Y. Kawabata, M. Khachapicha, and T. Viputhamumas. 2005. Feeding habits of hatchery-reared young Mekong giant catfish in fish pond and Mae Peum reservoir. Precedding of the 2nd Internationl Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-Logging Science. Kyoto, Japan. pp. 17-22.

Internet:

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponics culture of strawberries in Perlite. Available: http://www.schunder.com/strawberries.html (April 21, 2005.)

Submission

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

MJU
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

MJU JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

อีเมล japmju@gmail.com

เว็บไซต์ http://jap.mju.ac.th

โทรศัพท์ +66 5387 3618

โทรสาร +66 5387 3628