รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

Research and Development of Seed Potato Production System

หัวหน้าโครงการวิจัย

อรทัย วงค์เมธา

Orathai Wongmetha

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2563

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

Research and Development of Seed Potato Production System

หัวหน้าโครงการวิจัย

อรทัย วงค์เมธา

Orathai Wongmetha

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2563

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

โครงการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ อิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค และศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 โดยการหาระยะปลูกที่เหมาะสมในระบบแอโรโปนิค ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตร้อยละ 25 และลดต้นทุนการผลิตลงร้อยละ 20 และเพื่อให้ได้เทคโนโลยีการเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค และ G1 ในแปลงปลูก ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตร้อยละ 25 และลดต้นทุนการผลิตลงร้อยละ 20 และนำเทคโนโลยีที่ได้ถ่ายทอดสู่เกษตรกร สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง บริษัทผู้ประกอบการแปรรูปมันฝรั่ง นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง และยังเป็นการพัฒนาด้านการเกษตร ช่วยส่งเสริมการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อลดการนำเข้า อันจะก่อให้เกิดความยั่งยืนในระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อการแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2564

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ได้แก่ การทดลองอิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค และการศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของฝ่ายบริหาร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งทีมงานวิจัยมันฝรั่ง และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวจนสำเร็จลงได้ด้วยดี รวมถึงคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นในการประชุมติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงานโครงการวิจัย

นางสาวอรทัย วงค์เมธา

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	4
ผู้วิจัย	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
บทนำ	8
บทคัดย่อ	10
1. การทดลองที่ 1 อิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค	14
2. การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค	44
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	76

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

อรทัย วงค์เมธา[1]
อนุภพ เผือกผ่อง[1]
ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์[2]
อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1]
กิตติชัย แซ่ย่าง[1]
สาคร ยังผ่อง[1]
ทิพยาภรณ์ พุทธรักษา[1]
วีระพรรณ ตันเส้า[1]
ศิรินันท์ญา จรินทร[1]
สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1]
สุพัฒน์ ประขัน[2]
เสกสรรณ์ ย่างกุลไพโรจน์[1]

Orathai Wongmetha[1]
Anupop Puekpong[1]
Siriluck Inthawong[2]
Onanong Sawangsuriyawong[1]
Kittichai Saeyang[1]
Sakorn Youngphong[1]
Thippayaporn Puttaraksa[1]
Weeraphan Tansao[1]
Sirinya Jarinthon[1]
Surasawadee Panyaperm[1]
Supat Prakan[2]
Seksorn Yangkunphairotn[1]

กรมวิชาการเกษตร

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตู้ปณ.15 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

α	แอลฟา
°C	องศาเซลเซียส
%	เปอร์เซ็นต์ (percentage)
Ø	เส้นผ่านศูนย์กลาง
ug	ไมโครกรัม
cm	เซนติเมตร
G0	หัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นพันธุ์หลัก (pre-basic seed)
G1	หัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นพันธุ์ขยาย (basic seed)
g	กรัม
kg	กิโลกรัม
kW	กิโลวัตต์
m^2	ตารางเมตร
m	เมตร
mg	มิลลิกรัม
NAA	Naphthalene acetic acid
TSS	Total soluble solids
greening	การผึ่งหัวพันธุ์ภายใต้แสงสว่างจนทำให้หัวพันธุ์มีสีเขียว

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000–25,000 บาท จังหวัดที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2560 มีพื้นที่ 37,858 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 35,482 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 2,376 ไร่ ผลผลิตรวม 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน การปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศโดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chip) ซึ่งนอกจากผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ และบางส่วนยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (สนองและคณะ, 2551; อรทัย, 2557)

การปลูกมันฝรั่งเพื่อการแปรรูปในประเทศไทยอยู่ภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลงการผลิตประมาณร้อยละ 90 จึงมีการประกันราคารับซื้อที่แน่นอน (contract farming) ทำให้ระบบการผลิตมีความมั่นคงทั้งในส่วนของเกษตรกรผู้ปลูกและภาคเอกชน เพื่อขจัดปัญหาความไม่แน่นอนของรายได้ของเกษตรกรและปริมาณของสินค้าล้นตลาด ธุรกิจการค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์มันฝรั่งแปรรูปของประเทศ มีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาทต่อปี และธุรกิจมันฝรั่งแปรรูปได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากมูลค่า 200 ล้านบาท เพิ่มขึ้นเป็น 9,000 ล้าน ในระยะเวลา 15 ปี ที่ผ่านมา โดยการส่งเสริมและลงทุนจากภาคเอกชน ซึ่งมี 3 บริษัท ได้แก่ บริษัท เป๊ปซี่โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัทเบอร์ลี่ยุคเกอร์ฟู้ด จำกัด และบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด (สมบัติ, 2556)

ปัจจุบันผู้ประกอบการมีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่งสดเพื่อใช้ผลิตเป็นวัตถุดิบส่งป้อนโรงงานแปรรูป แต่อย่างไรก็ตามหัวพันธุ์มีไม่เพียงพอ ถึงแม้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า โดยดำเนินการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นพันธุ์หลัก (pre-basic seed production หรือ G0) ปีละ 500,000 หัว เพื่อนำไปปลูกขยายพันธุ์เป็นหัวพันธุ์ขยาย (basic seed production หรือ G1) ได้ปีละ 50 ตัน สำหรับจำหน่ายให้เกษตรกรนำไปผลิตเป็นหัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) ต่อไป (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถรองรับความต้องการของเกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (potato chip) ปีละประมาณ 170,000 ตัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้บริษัทผู้ประกอบการได้ขอนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศเป็นหลัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555) โดยนำเข้ามันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศปีละ 34,000-35,000 ตัน/ปี และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปีละ 15,000-18,000 ตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) จากปัญหาต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งสูง เนื่องจากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรค (อรทัย, 2562) ประกอบกับมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่เกษตรกรปลูกในประเทศไทย มีข้อจำกัดในด้านความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา และโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (สุรชาติ และคณะ, 2540) ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร จึงมีการร้องขอจากเกษตรกร สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง และบริษัทให้เพิ่ม

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณการผลิตหัวพันธุ์หลัก (G0) และ หัวพันธุ์ขยาย (G1) ให้เพียงพอกับความต้องการ และเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ (อรทัย, 2562)

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการวิจัยพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ใช้ดิน โดยการใช้ฮอร์โมนเร่งการเกิดราก ร่วมกับการหาระยะปลูกที่เหมาะสม และการผึ่งหัวพันธุ์ (greening) ภายใต้แสงสว่าง ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรง ผลผลิตสูง และลดปัญหาการติดโรคมากับหัวพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรทั่วไปได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก มีความทนทานต่อโรค และมีสุขภาพที่ดี และเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตหัวมันสด เพื่อการแปรรูปให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว ซึ่งจะเป็นแนวทางปฏิบัติในการผลิตมันฝรั่งเพื่อการแปรรูปให้ประสบผลสำเร็จ และเพื่อที่ประเทศไทยจะได้มีศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบขายแข่งในตลาดโลกได้ ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าการส่งออกนำรายได้เข้าประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557) ทั้งยังเป็นการสนองนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่จะให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในการรวมกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community; AEC) (นาวิน, 2553)

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

เนื่องจากการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการเกษตรกร และหัวพันธุ์ที่เกษตรกรเก็บไว้เองไม่มีคุณภาพ จึงต้องดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนลดลง และ รายได้เพิ่มขึ้น ประกอบไปด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ **1) การทดสอบอิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค** ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ปี 2560-2562 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือการจุ่มฮอร์โมนเร่งการเกิดราก Naphthalene acetic acid (NAA) ได้แก่ ไม่จุ่มฮอร์โมน และ จุ่มฮอร์โมน NAA ที่ความเข้มข้น 1 mg l^{-1} นาน 15 นาที ปัจจัยรอง คือ ระยะปลูก 3 แบบ (ต้นxแถว) ได้แก่ 10x10 เซนติเมตร 10x20 เซนติเมตร และ 10x30 เซนติเมตร พบว่าในฤดูหนาวยอดตัดชำมันฝรั่งที่จุ่มฮอร์โมน NAA นาน 15 นาที ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. จะทำให้มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 400 ตารางเมตร มากที่สุด โดยในพื้นที่ปลูก ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ย 45,456 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ส่วน ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ย 41,817 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ และในฤดูฝน การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 32,685 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น คุณภาพผลผลิตในการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยมากที่สุด 17.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลของหัวมันฝรั่งภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงฤดูฝน ของการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) น้ำตาล glucose น้ำตาล fructose เฉลี่ยน้อยที่สุด 6.03 6.00 และ 5.98 % ตามลำดับ ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในฤดูหนาว และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. คิดเป็น 7 บาท และ 9 บาทต่อหัวตามลำดับ ต้นทุนการผลิตในฤดูหนาวต่ำกว่า ศวพ.ชม. ร้อยละ 36 ต่อหัว ดังนั้นการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในระบบแอโรโปนิคทำให้ได้ผลผลิตมากที่สุด และการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร จะให้ได้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนมากที่สุด และมีคุณภาพดี **2) การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0; pre-basic seed) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค** ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ปี 2560-2563 โดยวางแผนการทดลอง Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง (Control) การ greening หัว

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน 6 วัน และ 9 วัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C เป็นเวลา 7 เดือน (28 สัปดาห์) โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต จำนวนตา การงอกของตา และคุณภาพของผลผลิต พบว่าหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening เป็นเวลา 9 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 11% และมีจำนวนตาที่งอกน้อยที่สุด 13.8 ตา ภายหลังจากเก็บรักษา 7 เดือน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening เป็นเวลา 3 วัน และ ไม่มีการ greening ภายหลังการเก็บรักษา 6-6.5 เดือน จะมีขนาดความกว้างของตาอยู่ระหว่าง 2.5-2.6 มิลลิเมตร มีขนาดความยาวของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.6 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส อยู่ระหว่าง 7.9–8.2, 8.1–8.3 และ 8.3–8.4% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน และมีอายุการเก็บรักษานาน 4-4.5 เดือน ส่วนมันฝรั่งที่ผ่านการ greening 6 วัน จะทำให้มีปริมาณสาร solanine สูงที่สุด 34.26 μg g^{-1} และ การ greening 9 วัน จะทำให้มีปริมาณสาร chaconine สูงที่สุด 70.14 μg g^{-1} จากนั้นนำหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกันมาปลูกทดสอบในสภาพแปลง (G1; basic seed) เพื่อ**ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิคในสภาพแปลง (G1)** ปี 2561–2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ไม่มีการ greening (Control) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน 6 วัน และ 9 วัน พบว่า การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน จะทำให้ได้ผลผลิต G1 ที่มีน้ำหนักต่อหลุมมากที่สุด 472.5 กรัม น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร 30.9 กิโลกรัม น้ำหนักผลผลิตเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) 539 กิโลกรัม และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด 2,465 กิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 16.7% และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณน้ำตาลกลูโคสในหัวพันธุ์มันฝรั่งน้อยที่สุด 5.7% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงร้อยละ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ greening นอกจากนี้การ greening 9 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงน้อยที่สุด 4.2% หรือลดการเกิดโรคลงร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ greening ดังนั้นการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน เหมาะสำหรับการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อุณหภูมิ 5±1 °C ได้นาน 7 เดือน ในขณะที่การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และ 3 วัน เมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงสามารถให้ผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นรับรอง (G1) ได้มากที่สุด และช่วยลดการเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงได้

คำสำคัญ: Naphthalene acetic acid (NAA), ระยะปลูก, ระบบแอโรโปนิค, การ greening, การผลิตหัวพันธุ์

ABSTRACT

The high cost of seed potato are expensive imported high-quality seed, limit seed production and low quality of farmer seed. The objective of research and development of seed potato production system is to find the new technology for increase seed potato

production, disease-free, high processing quality in northern and northeastern parts of Thailand. This study consisted of two experiments, **1) Influence of naphthyl acetic acid (NAA) and suitable plant spacing for pre-basic seed (G0) potato production in aeroponic system** was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Khunwang, Maewang, Chiangmai and Chiang Mai Agricultural Research and Development Center (CMARDC), Pongnumron, Fang, Chiangmai in cold and rainy season during 2017-2018. The experiment design was laid out in split plot in RCBD with four blocks of two main plots, each split t into three sub plots. The hormone was applied to the main plots (not dip NAA or control and dip NAA at 1 mg l^{-1} concentration for 15 minutes) and plant spacing to the sub plots (10x10 cm, 10x20 cm, 10x30 cm). The tubers number of shoots cutting in mother plantlet in cool season that treated with NAA dip for 15 minutes and 10x10 cm plant spacing in CMRARC and CMARDC (45,456 and 41,817 tubers/400 m^2, respectively) was higher than other treatments but did not significant with control and 10x10 cm plant spacing. In rainy season, the control and 10x10 cm plant spacing in CMRARC had the highest number of tubers (32,685 tubers/400 m^2) when compared to NAA dip and other plant spacing. The quality production of shoot cutting in control, and 10x20 and 10x30 cm were showed the highest percentage of total solid (17.7%). The sugar content of seed tuber after harvesting in rainy season of NAA dip and 10x10 cm plant spacing was represented lower TSS (6.03 %), glucose (6 %) and fructose (5.98 %) than another one. Seed potato production in cool and rainy season at CMRARC was lower unit cost (7 and 9 baht/ tuber, respectively) than CMARDC or approximately 36% cost reduced per tuber in cool season. Therefore, planting with NAA dip for 15 minutes and 10x10 cm plant spacing was the most suitable treatment for increase number of seed in cool season and planting with control and 10x10 cm plant spacing in rainy season. **2) The study of greening on growing in G0 (pre-basic seed) seed potato under aeroponic system** was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai in Meahea and Khunwang sub stations during 2017–2020. The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with four treatments of non-greening (control), 3, 6, and 9 days greening, and four replications after that storage at 5±1 °C in 7 months (28 weeks). The weight loss, sprout number, sprout germination and quality attributes after storage were evaluated. Seed potato that treated with 9 days greening after storage 7 weeks were

กรมวิชาการเกษตร

delayed weight loss (11%), sprout germination (13.8 sprouts) after storage 7 months. After storage finishing, the sprout length of seed that treated with 3 days greening and untreated (3.6 mm both) was less than other greening. These greening were in the 2.5–2.6 mm sprout width, 7.9–8.2% sucrose, 8.1–8.3% glucose and 8.3–8.4% fructose and the storage life showed 6-6.5 months which significantly different in 9 days greening. The highest solanine content (34.26 µg g^{-1}) was found in seed that treated with 6 days greening while chaconine content (70.14 µg g^{-1}) was found in 9 days greening. After that, G0 potato seed that treated with all treatments (greening) were conducted a cultivation test in research field for study of G1 (basic seed) growth that planted from G0 greening under aeroponic system in 2018-2020. The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with four treatments of G0 seed from non-greening (control), G0 seed from 3, 6 and 9 days greening, and five replications. The G1 production from 6 days G0 greening was higher weight per plant (472.5 g), weight per 20 m^2 (30.9 kg), weight of grade 3 (Ø4.5–5.5 cm) (539 kg) and yield production (2,465 kg/rai) however did not significantly different than other treatment. In addition, G1 from 6 days greening showed the highest of starch (16.7%), the lowest of glucose (5.7%) but did not significantly different and reduced late blight incidence (24%) in the field when compared with ungreening. However, the percentage of late blight incidence in the field (4.2% or 40% decrease diseases incidence) of G1 from 9 days greening was less than ungreening. In summary, G0 potato that treated with 3 days greening was appropriate technique for prolong the storage life at 5±1 °C in 6-6.5 months. Whereas, the G1 production from 6 and 3 days G0 greening were represented high yield and reduced late blight incident in the field.

Keywords: Naphthalene acetic acid (NAA), Plant spacing, aeroponic system, greening, seed production

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1

อิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค

Influence of naphthyl acetic acid (NAA) and suitable plant spacing for pre-basic seed (G0) potato production in aeroponic system

ชื่อผู้วิจัย

อรทัย วงค์เมธา[1] ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์[2] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1] สาคร ยังผ่อง[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1] สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1] สุพัฒน์ ประขัน[2]

Orathai Wongmetha[1] Siriluck Inthawong[2] Kittichai Saeyang[1] Onanong Sawangsuriyawong[1] Sakorn Youngphong[1] Weeraphan Tansao[1] Sirinya Jarinthon[1] Surasawadee Panyaperm[1] Supat Prakan[2]

คำสำคัญ (Keywords)

Naphthalene acetic acid (NAA) ระยะปลูก (Plant spacing) ระบบแอโรโปนิค (aeroponic system) และมันฝรั่ง (potato)

บทคัดย่อ

การทดสอบอิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ปี 2560-2562 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือการจุ่มฮอร์โมนเร่งการเกิดราก Naphthalene acetic acid (NAA) ได้แก่ ไม่จุ่มฮอร์โมน และ จุ่มฮอร์โมน NAA ที่ความเข้มข้น 1 mg l^{-1} นาน 15 นาที ปัจจัยรอง คือระยะปลูก 3 แบบ (ต้นxแถว) ได้แก่ 10x10 เซนติเมตร 10x20 เซนติเมตร และ 10x30 เซนติเมตร โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 0.6x3.6 เมตร ในแต่ละกรรมวิธี และบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพผลผลิต และต้นทุนการผลิต จากการทดสอบพบว่าในฤดูหนาวยอดตัดชำมันฝรั่งที่จุ่มฮอร์โมน NAA นาน 15 นาที ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. จะทำให้มีจำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 400 ตารางเมตร มากที่สุด โดยในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ย 45,456 หัว นอกจากนี้ทำให้ได้ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร) และหัวพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์จำหน่าย ได้แก่ เกรด 2 (2.5-3.5 เซนติเมตร) เกรด 3 (3.5-4.5 เซนติเมตร) และ เกรด 4 (มากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร) จำนวน 24,682 10,550

กรมวิชาการเกษตร

9,427 และ 25,087 หัว ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ส่วน ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ย 41,817 หัว ซึ่งมีหัวขนาดเกรด 3 (3.5-4.5เซนติเมตร) จำนวน 12,217 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

---

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตู้ปณ.15 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110

สถิติกับการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ และในฤดูฝนพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 32,685 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น มีขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร) และหัวพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์จำหน่าย ได้แก่ เกรด 2 (2.5-3.5 เซนติเมตร) เกรด 3 (3.5-4.5 เซนติเมตร) และ เกรด 4 (มากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร) จำนวน 12,176 11,887 5,463 และ 3,160 หัว ตามลำดับ ส่วนคุณภาพผลผลิตในการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยมากที่สุด 17.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลของหัวมันฝรั่งภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงฤดูฝน ของการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) น้ำตาล glucose น้ำตาล Fructose เฉลี่ยน้อยที่สุด 6.03 6.00 และ 5.98 % ตามลำดับ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งฤดูหนาว และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มี คิดเป็น 7 บาท และ 9 บาทต่อหัวตามลำดับ ต้นทุนการผลิตในฤดูหนาวต่ำกว่า ศวพ.ชม. ร้อยละ 36 ต่อหัว ดังนั้นการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในระบบแอโรโปนิคทำให้ได้ผลผลิตมากที่สุด และการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนมากที่สุด

Abstract

Influence of naphthyl acetic acid (NAA) and suitable plant spacing for pre-basic seed (G0) potato production in aeroponic system was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Khunwang, Maewang, Chiangmai and Chiang Mai Agricultural Research and Development Center (CMARDC), Pongnumron, Fang, Chiangmai in cold and rainy season during 2017-2018. The experiment design was laid out in split plot in RCBD with four blocks of two main plots, each split t into three sub plots. The hormone was applied to the main plots (not dip NAA or control and dip NAA at 1 mg l^{-1} concentration for 15 minutes) and plant spacing to the sub plots (10x10 cm, 10x20 cm, 10x30 cm). The area size was kept 0.6 m × 3.6 m for each treatment, and the growth, yield components, quality and cost production were evaluated. The tubers number of shoot cutting in mother plantlet in cool season that treated with NAA dip for 15 minutes and 10x10 cm plant spacing in CMRARC

กรมวิชาการเกษตร

and CMARDC (45,456 and 41,817 tubers/400 m^2, respectively) was higher than other treatments but did not significant with control and 10x10 cm plant spacing. Moreover, number of tuber size of grade 1 (least than 2.5 cm), tuber size for commercial seed in marketing such as grade 2 (2.5-3.5 cm), grade 3 (3.5-4.5 cm) and grade 4 (more than 4.5-6.5 cm) sizes in CMRARC was showed 24,682, 10,550, 9,427 and 25,087 tubers, respectively. In rainy season, the control and 10x10 cm plant spacing in CMRARC had the highest number of tubers (32,685 tubers/400 m^2) and number of tuber size of grade 1 (least than 2.5 cm), tuber size for commercial seed in marketing such as grade 2 (2.5-3.5 cm), grade 3 (3.5-4.5 cm) and grade 4 (more than 4.5-6.5 cm) sizes was represented 12,176 11,887 5,463 and 3,160 tubers, respectively when compared to NAA dip and other plant spacing. The quality production of shoot cutting in control, and 10x20 and 10x30 cm were showed the highest percentage of total solid (17.7%). The sugar content of seed tuber after harvesting in rainy season of NAA dip and 10x10 cm plant spacing was represented lower TSS (6.03 %), glucose (6 %) and fructose (5.98 %) than another one. Seed potato production in cool and rainy season at CMRARC was lower unit cost (7 and 9 baht/ tuber, respectively) than CMARDC or approximately 36% cost reduced per tuber in cool season. Therefore, planting with NAA dip for 15 minutes and 10x10 cm plant spacing was the most suitable treatment for increase number of seed in cool season and planting with control and 10x10 cm plant spacing in rainy season.

บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) อยู่ในวงศ์ *Solanaceae* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การผลิตมันฝรั่งส่วนใหญ่เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปส่งโรงงาน จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี 2560 มีพื้นที่ 37,858 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 35,482 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 2,376 ไร่ ผลผลิตรวม 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน การปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอในการบริโภคภายในประเทศ จึงมีการนำเข้ามันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบใช้ในการแปรรูป ปีละ 46,355 ตันต่อปี และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปีละ 5,623 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) จึงทำให้เกษตรกรต่อบริษัทผู้ผลิตมันฝรั่งแปรรูป มีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อนำไปผลิตเป็นผลผลิตส่งเข้าโรงงานแปรรูป ถึงแม้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถรองรับความต้องการของเกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปได้ ประกอบกับหัวพันธุ์ที่มีคุณภาพมีไม่เพียงพอต่อการขยายพื้นที่ปลูก ต้นทุนการผลิตสูง (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559) จึงมีการร้องขอจากเกษตรกร สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง และบริษัท ให้เพิ่มปริมาณการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

หัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก (pre-basic seed หรือ G0) ให้เพียงพอกับความต้องการ และเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

ปัจจุบันการใช้ฮอร์โมน NAA ซึ่งมีออกซินสูง เคลื่อนย้ายภายในกิ่งพืชได้ดี และสลายตัวได้ช้าจะกระตุ้นให้กิ่งปักชำเกิดจุดกำเนิดรากได้ดี (ธีรพงศ์, 2538) จึงนิยมใช้ในการกระตุ้นการเกิดราก ทำให้ระบบรากเจริญดี (ภูวนาถ, 2532) นอกจากนี้การใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและจำนวนผลผลิตในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งหลัก ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (2557) ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค โดยใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ทำให้ได้ผลผลิตสูง และปลอดโรค นอจากนี้การใช้ระยะปลูก 30x20 เซนติเมตร จะทำให้สร้างไหลได้ดี และได้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น 13.4 หัว (Farran and Mingo-Castel, 2006) รวมถึงระยะปลูก 70x20 และ 85x20 เซนติเมตร จะทำให้มีความสูงและจำนวนข้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระบบแอโรโปนิค (Masenggesho et al., 2012)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการวิจัยพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์ โดยใช้ฮอร์โมน NAA ช่วยกระตุ้นการเกิดราก ทำให้ระบบรากเจริญดี ร่วมกับการใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมในระบบแอโรโปนิค เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ราคาถูก และปลอดโรค สามารถลดการนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อการแปรรูปให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2560)

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4 ฝา กระบะปลูก ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย ตัวควบคุมตั้งเวลา แผ่นโฟม ใบมีด น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี ถุงดำ สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C สารเร่งการเกิดราก Naphthalene acetic acid (NAA) ชุดตรวจสอบไวรัส ชุดตรวจสอบแบคทีเรีย
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (main plot) = A คือ การปลูกแบบไม่มีราก 2 แบบ ได้แก่

A1 = ไม่จุ่มฮอร์โมน

A2 = จุ่มฮอร์โมน NAA 15 นาที

ปัจจัยรอง (sub plot) = B คือ ระยะปลูก 3 แบบ (ต้นxแถว) ได้แก่

B1 = 10x10 เซนติเมตร

B2 = 10x20 เซนติเมตร

B3 = 10x30 เซนติเมตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด (กว้างxยาวx สูง) 60x120x80 เซนติเมตร และใช้ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย (1 หัวพ่นให้น้ำปริมาณ 7.5 ลิตรต่อชั่วโมง) และตัวควบคุมตั้งเวลาการพ่นสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมขนาด 60x60 เซนติเมตร จำนวน 6 แผ่น หรือ 2.16 ตารางเมตร ที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นปักชำมันฝรั่งตามกรรมวิธีในปัจจัยรอง (B) ได้แก่ แผ่นโฟมเจาะรูระยะ 10x10 เซนติเมตร (324 ยอดต่อปัจจัย) ระยะ 10x20 เซนติเมตร (180 ยอดต่อปัจจัย) และ ระยะ 10x30 เซนติเมตร (108 ยอดต่อปัจจัย) (ภาพผนวกที่ 1)
2. เตรียมต้นกล้ามันฝรั่ง โดยตัดชำต้นมันฝรั่งภายหลังปลูกต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ได้จากโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ 40-45 วัน นำยอดของต้นแม่พันธุ์ที่มีใบติดอยู่ 3 ใบ จากนั้นดำเนินการตามกรรมปัจจัยหลัก (A) ได้แก่ ไม่จุ่มฮอร์โมน และจุ่มฮอร์โมน NAA อัตรา 1 mg l^{-1} นาน 15 นาที แล้วนำไปปักชำลงในแผ่นโฟมตามกรรมปัจจัยรอง (B) ซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยให้ข้ออยู่เหนือแผ่นโฟม 1-2 ข้อ ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องผ่านการฆ่าเชื้อเครื่องโอโซน ก่อนนำไปใช้ (ภาพผนวกที่ 2)
3. ในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 3 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 1 เดือน ใช้เวลาพ่นสารละลาย 1.30 นาที หยุด 40 นาที ต่อเนื่องกันตลอดเวลาขึ้นอยู่กับฤดูปลูก

ลิขสิทธิ์การเกษตร

4. เตรียมสารละลายปุ๋ยสูตร A ได้แก่ แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$) (15-0-0) อัตรา 2.36 กิโลกรัม เหล็กคีเลท (Fe EDTA) อัตรา 234 กรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร ปุ๋ยสูตร B ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) (13-0-46) อัตรา 5 กิโลกรัม โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) (0-52-34) อัตรา 7.75 กิโลกรัม แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (0-0-0+16) อัตรา 5 กิโลกรัม ยูเรีย (46-0-0) อัตรา 780 กรัม โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) (0-0-50) อัตรา 1.720 กิโลกรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร และ ปุ๋ยสูตร C ได้แก่ H_3BO_3 (บอริกแอซิด) อัตรา 140 กรัม ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) อัตรา 10 กรัม $MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต) อัตรา 100 กรัม $CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต) อัตรา 4 กรัม และ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต) อัตรา 1 กรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010; Kim, 2014 และสนอง, 2557) (ตารางผนวกที่ 1, 2 และ 3)
5. ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2-1.72 ms/cm (ช่วงเริ่มปลูก-ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต (ตารางผนวกที่ 3)
6. พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และตรวจสอบโรคแบคทีเรีย ภายหลังเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยชุดทดสอบแบคทีเรีย (Glift kit-bacteria wilt) และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง
7. เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งเมื่ออายุ 90 วัน หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและเอนล้มไปกับพื้นดิน และบันทึกข้อมูล (ภาพผนวกที่ 3 และ 4)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันที่ปลูก ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) ที่อายุ 60 วัน
3. ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวต่อต้น ผลผลิตต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร และ 400 ตารางเมตร จำนวนหัวของขนาดหัวพันธุ์ต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร และ 400 ตารางเมตร แบ่งเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร 2.5-3.5 เซนติเมตร 3.5-4.5 เซนติเมตร และมากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร
4. คุณภาพของผลผลิต ได้แก่ ความแน่นเนื้อ กรดมาลิก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส เปอร์เซ็นต์แป้งในหัว เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค
5. ต้นทุนการผลิตในแต่ละกรรมวิธี

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง : ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

ผลและอภิปรายผลการทดลอง (Results and discussion)

1. การเจริญเติบโตด้านความสูงอายุ 60 วัน

การปลูกมันฝรั่งในฤดูหนาวแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน NAA ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.2-17.3 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนพื้นที่ ศวพ.ชม. การปลูกมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุด 50.6 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 47.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) และในฤดูฝนการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน NAA ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต 49.1-53.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Thornton และคณะ (2013) พบว่าการพ่น NAA อัตรา ที่อายุ 39 49 59 70 วัน กับต้นมันฝรั่งในแปลงปลูก ไม่ส่งผลในด้านการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ผลผลิตรวม และ ขนาดของหัวที่ได้เกรดเพื่อการจำหน่าย (น้ำหนัก 57-284 กรัมต่อหัว) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การปลูกต้นปักชำมันฝรั่งช่วงฤดูหนาวร่วมกับการใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากที่สุด 19.1 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 16.6 และ 16.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตางรางที่ 2) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 52.5 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 48.4 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 46.1 เซนติเมตร (ตางรางที่ 2) ส่วนฤดูฝนการใช้ระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 51.3 เซนติเมตร เท่ากัน รองลงมาการใช้ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 50.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ฤดูหนาวการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะ 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 19.2 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 17 16.8 และ 16.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แต่แตกต่างทางสถิติกับการจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 15.6 เซนติเมตร ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 55.8 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3) และในช่วงฤดูฝนการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 53.6 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตมากกว่าฤดูฝน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 45.4-55.8 เซนติเมตร โดยการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 55.8 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของพีรเดช (2529) และ ภูวนาถ (2532) รายงานว่า NAA เป็นสาร

กรมวิชาการเกษตร

ช่วยกระตุ้นให้ระบบรากเจริญเติบโตได้ดี นิยมใช้ในการกระตุ้นการเกิดราก และกระตุ้นให้ระบบรากเจริญดี นอกจากนี้ Kumlay (2014) รายงานว่าการใช้ NAA เพียงอย่างเดียวช่วยในการเพิ่มความสูงของต้นกล้ามันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบจากการใช้ GA3, IAA และ IBA เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง และความสูงของต้นเพิ่มขึ้นสูงที่สุดกว่าทุกการทดลองเมื่อมีการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ร่วมกับการใช้ GA3 ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ย 45.4-53.8 เซนติเมตร ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) ส่วนฤดูหนาว ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ย 15.6-19 เซนติเมตร โดยปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 19.2 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 15.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) ซึ่งระยะการปลูกพืชที่แบบชิดสามารถเพิ่มความสูงแก่พืชในพื้นที่เขตอบอุ่น (Vander, Demagante and Ewing, 1990)

2. เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอายุ 60 วัน

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 3.9 มิลลิเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.8 มิลลิเมตร (ตางรางที่ 1) ส่วนที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำตันมันฝรั่ง 3.6 มิลลิเมตร เท่ากัน (ตางรางที่ 1) และฤดูฝนการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำตันมากที่สุด 4.5 มิลลิเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.3 มิลลิเมตร (ตางรางที่ 1)

การปลูกมันฝรั่งในช่วงฤดูหนาวร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 4 มิลลิเมตร รองลงมาระยะปลูก 10x30 และ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 3.9 และ 3.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 10x20 และระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 3.6 มิลลิเมตร เท่ากัน (ตารางที่ 2) และในฤดูฝน การปลูกมันฝรั่งร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 4.6 มิลลิเมตร รองลงมาระยะปลูก 10x30 และ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 4.4 และ 4.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน NAA นาน 15 นาที ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 4 มิลลิเมตร เท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) ส่วน ศวพ.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 3.7 มิลลิเมตร เท่ากัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) และในช่วงฤดูฝนการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะ 10x20 เซนติเมตร และจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด 4.6 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมันฝรั่งฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4.1-4.6 มิลลิเมตร ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. โดยในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ระหว่าง 3.5-4 และ 3.6-3.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ

3. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

1) จำนวนหัวต่อต้น

ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมนช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้น 6 หัว เท่ากัน (ตางรางที่ 1) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว 3 หัวต่อต้น เท่ากัน (ตางรางที่ 1) และช่วงฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวมากที่สุด 6 หัว รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 5 หัวต่อต้น (ตางรางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลูกมันฝรั่งร่วมกับระยะปลูกช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 7- หัว รองลงมาระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6 หัวต่อต้น เท่ากัน (ตารางที่ 2) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ทุกระยะการทดลองมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว 3 หัวต่อต้น เท่ากัน (ตารางที่ 2) ส่วนในช่วงฤดูฝนระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด 6 หัว แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5 หัวต่อต้น (ตารางที่ 2)

ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด 7 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ไม่จุ่มออร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 10x30 เซนติเมตร และจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้น 6 หัว เท่ากัน (ตารางที่ 3) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5 หัวต่อต้น (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการปลูกยอดปักชำมันฝรั่งช่วงฤดูหนาวและฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าพื้นที่ ศวพ.ชม. ซึ่งฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ย 5-7 หัวต่อต้น โดยการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 7 หัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) และฤดูฝน มีค่าเฉลี่ย 4-7 หัวต่อต้น ซึ่งปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 7 หัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 4 หัวต่อต้น (ตารางที่ 3) ส่วนพื้นที่ ศวพ.ชม. มีค่าเฉลี่ย 3-4 หัวต่อต้น โดยการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 4 หัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร และปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 3 หัวต่อต้น เท่ากัน (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

2) น้ำหนักหัวต่อต้น

ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 65.7 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับจุ่มฮอร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 56.3 กรัม (ตารางที่ 1) ในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อต้นมากที่สุด 25.4 กรัม รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA มีค่าเฉลี่ย 21.3 กรัม (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในช่วงฤดูฝนปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 207.6 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มออร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 143.4 กรัม (ตารางที่ 1)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มากที่สุด 61.9 กรัม รองลงมา ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 61.8 และ 59.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในพื้นที่ ศวพ.ชม. การใช้ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 25.1 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 23.2 และ 21.8 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ในช่วงฤดูหนาวการปลูกมันฝรั่งแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อต้นมากที่สุด 68.5 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 28.5 กรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 25.6 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อต้นในช่วงฤดูฝนมากที่สุด 233.9 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 231.7 กรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3)

ดังนั้นในฤดูฝนการปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ ศกล.ชม. มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าฤดูหนาว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 135.9-233.9 กรัม โดยการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 233.9 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 231.7 กรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) ส่วนฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อต้น 50.2-68.5 กรัม ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น 21.4-28.5 กรัม โดยปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 28.5 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 25.6 กรัม แต่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3)

3) จำนวนหัวต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนในช่วงฤดูหนาว ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 2.16 มากที่สุด 202 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ จุ่มออร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 201 หัว (ตารางที่ 1) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูก

กรมวิชาการเกษตร

แบบจุ่มฮอร์โมนมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 209 หัว รองลงมาปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 197 หัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ อ.แม่วาง ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 139 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 120 หัว (ตารางที่ 1)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ อ. แม่วาง ช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 266 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 196 และ 143 หัว (ตารางที่ 2) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 213 หัว รองลงมา ระยะปลูก 10x10 และ10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 202 และ 193 หัว และในช่วงฤดูฝนที่ อ. แม่วาง ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 147 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 131 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร 110 หัว (ตารางที่ 2)

การปลูกมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวใน ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 270 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 262 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 226 หัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 3) และในช่วงฤดูฝน ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 177 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการปลูกมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากกว่าจำนวนหัวที่ปลูกในพื้นที่ ศวพ.ชม. และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. โดยมีค่าเฉลี่ย 270 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 262 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (2557) ที่รายงานว่า การใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร เป็นระยะที่เหมาะสมในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง pre-basic seed (G0) จะทำให้ได้ผลผลิตสูง ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อ 2.16 ตารางเมตร อยู่ระหว่าง 179-226 หัว ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร อยู่ระหว่าง 105-177 หัว ซึ่งการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 177 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

4) น้ำหนักหัวต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 2.79 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 2.26 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 3.51 กิโลกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจุ่มฮอร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.76 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1) และช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 2.29 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.04 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 3.1 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2.7 กิโลกรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อ 2.16 ตารางเมตร 1.8 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 3.2 กิโลกรัม รองลงมาระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 3.1 และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และช่วงฤดูฝนระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 2.24 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.15 และ 2.11 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ปลูกมันฝรั่งแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 3.42 กิโลกรัม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 3 2.83 และ 2.42 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 3.63 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.55 กิโลกรัม (ตารางที่ 3) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อ 2.16 ตารางเมตร มากที่สุด 2.38 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการปลูกมันฝรั่งแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร มากกว่าในพื้นที่ ศกล.ชม. ในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ย 3.63 กิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2.55 กิโลกรัม (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Vander, Demagante and Ewing (1990) ที่รายงานว่าน้ำหนักรวมของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะปลูกห่างกว่าและอยู่ภายใต้สภาพอากาศที่เย็น ส่วนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 2.16 ตารางเมตร อยู่ระหว่าง 1.6-3.42 กิโลกรัม โดยการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3.42 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่

กรมวิชาการเกษตร

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร และจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2 และ 1.6 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 1.85-2.4 กิโลกรัม ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3)

5) จำนวนหัวต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนในช่วงฤดูหนาว ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 มากที่สุด 33,719 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ จุ่มออร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 33,572 หัว (ตางรางที่ 1) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 38,665 หัว รองลงมาปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 36,409 หัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตางรางที่ 1) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ อ .แม่วาง ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 25,656 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 22,087 หัว (ตางรางที่ 1)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ อ. แม่วาง ช่วงฤดูหนาว มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 45,175 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 32,578 และ 23,184 หัว (ตารางที่ 2) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 39,416 หัว รองลงมา ระยะปลูก 10x10 และ10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 37,493 และ 35,702 หัว (ตารางที่ 2) และในช่วงฤดูฝนที่ อ. แม่วาง ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 27,147 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 24,190 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร 20,278 หัว (ตารางที่ 2) จากการทดลองของ Waterer (1996) ศึกษาผลของระยะปลูกของต้นมันฝรั่ง ได้แก่ ระยะปลูกระหว่างแถว 90 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างต้น 15 23 และ 30 เซนติเมตร พบว่าระยะปลูกไม่ส่งผลต่อผลิตในสายพันธุ์ Norland และ Russet Burbank แต่ส่งผลต่อสายพันธุ์ Shepody โดยปีที่ 2 ของการปลูกในแปลงระยะปลูกที่ 23 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ในการปลูกปีที่ 3 ระยะห่างที่ 15 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด และ Masarirambi และคณะ (2012) ปลูกมันฝรั่งในแปลงขนาด 3.6X3.6 เมตร โดยระยะปลูกระหว่างแถว 90 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างต้น 15 30 และ 45 เซนติเมตร พบว่าระยะปลูก 30 เซนติเมตร จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด ตามด้วยระยะปลูก 45 และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ

การปลูกมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวใน ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 45,456 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 44,894 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 41,817 หัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3) และในช่วงฤดูฝน ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10

กรมวิชาการเกษตร

เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 32,685 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3)

ดังนั้นการปลูกมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากกว่าจำนวนหัวที่ปลูกในพื้นที่ ศวพ.ชม. และปลูกช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. โดยมีค่าเฉลี่ย 45,456 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 44,894 หัว แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีค่าเฉลี่ย 33,170-41,817 หัว ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3) และ ศกล.ชม. ที่ปลูกในช่วงฤดูฝน มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง และ 19,317-32,685 หัว โดยการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 32,685 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

6) น้ำหนักหัวต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 483 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับจุ่มฮอร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 394 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 650 กิโลกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจุ่มฮอร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 394 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1) และช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 421 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 377 กิโลกรัม (ตางรางที่ 1)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 542 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 472 กิโลกรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 400 ตารางเมตร 302 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 601 กิโลกรัม รองลงมาระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 577 และ 563 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และช่วงฤดูฝนระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 410 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 397 และ 390 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 591 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 521 492 และ 423 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 675 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 471 กิโลกรัม (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อ 400 ตารางเมตร มากที่สุด 438 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 3)

ดังนั้นปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร มากกว่าน้ำหนักหัวในพื้นที่ ศวพ.ชม. ช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ย 675 กิโลกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 471 กิโลกรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3) ส่วนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวต่อ 400 ตารางเมตร อยู่ระหว่าง 267-591 กิโลกรัม โดยการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 591 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร และจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 338 และ 267 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 342-438 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล. ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	การเจริญเติบโต (เซนติเมตร) 60 วัน			เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) 60 วัน			จน.หัว/ต้น (หัว)			นน./ต้น (กรัม)			จน.หัว/2.16 ตารางเมตร (หัว)			นน./2.16 ตารางเมตร (กก.)			จน.หัว/400 ตารางเมตร (หัว)			นน./400 ตารางเมตร (กก.)		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	17.3	47.5 b	49.1	3.8	3.6	4.3	6	3	6	65.7	25.4	143.4 b	202	197	139	2.79	3.51 a	2.04	33,719	36,409	25,656	483	650 a	377
จุ่ม NAA	17.2	50.6 a	53.2	3.9	3.6	4.5	6	3	5	56.3	21.3	207.6 a	201	209	120	2.26	2.76 b	2.29	33,572	38,665	22,087	394	510 b	421
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
%cv	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ระยะปลูก	การเจริญเติบโต (เซนติเมตร) 60 วัน			เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) 60 วัน			จน.หัว/ต้น (หัว)			นน./ต้น (กรัม)			จน.หัว/2.16 ตารางเมตร (หัว)			นน./2.16 ตารางเมตร (กก.)			จน.หัว/400 ตารางเมตร (หัว)			นน./400 ตารางเมตร (กก.)		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
10x10 cm	19.1 a	52.5 a	51.3	3.7	3.6	4.3	6	3	6 a	61.9	21.8	152.8	266 a	202	147 a	3.1 a	3.1	2.15	45,175 a	37,493	27,147 a	542 a	577	397
10x20 cm	16.6 b	48.4 ab	51.3	4.0	3.6	4.6	7	3	5 b	61.8	23.2	183.8	196 b	193	131 a	2.7 a	3.0	2.24	32,578 b	35,702	24,190 a	472 a	563	410
10x30 cm	16.2 b	46.1 b	50.8	3.9	3.6	4.4	6	3	5 b	59.4	25.1	189.9	143 c	213	110 b	1.8 b	3.2	2.11	23,184 c	39,416	20,278 b	302 b	601	390
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns
%cv	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

7) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวมากที่สุด 91 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 90 หัว (ตารางที่ 4) ส่วนพื้นที่ ศวพ.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มมีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 40 หัว รองลงมา ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 39 หัว (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างทางสถิติ และในฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวเกรด 1 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร) 43 หัว เท่ากัน (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างทางสถิติ

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวพันมันฝรั่งเกรด 1 เฉลี่ยมากที่สุด 128 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 83 และ 60 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเกรด 1 เฉลี่ยมากที่สุด 41 หัว รองลงมา ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร และระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ย 40 และ 38 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 เฉลี่ยมากที่สุด 57 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 40 และ 32 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 เฉลี่ยมากที่สุด 134 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว 123 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 43 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6) ส่วนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเกรด 1 เฉลี่ยมากที่สุด 66 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 48 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 6)

8) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 มากที่สุด 71 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 68 หัว (ตารางที่ 4) ส่วนพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มมีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 51 หัว รองลงมา ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 47 หัว(ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างทางสถิติ และในฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 เฉลี่ยมากที่สุด 50 หัว แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 28 หัว (ตารางที่ 4)

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันมันฝรั่งเกรด 2 เฉลี่ยมากที่สุด 70 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

มีค่าเฉลี่ย 72 และ 66 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเกรด 2 เฉลี่ยมากที่สุด 64 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 48 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ย 36 หัว (ตารางที่ 5) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 เฉลี่ยมากที่สุด 45 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 40 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 32 หัว (ตารางที่ 5)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ ศกล.ชม. ทั้งในฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีจำนวนหัวเฉลี่ย 77 หัว (ตารางที่ 6) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และในฤดูหนาวที่ ศกล.ชม. ปลูกไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 66 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 48 หัว (ตารางที่ 6) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 เฉลี่ยมากที่สุด 64 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 48 หัว (ตารางที่ 6) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ

9) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5-4.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 มากที่สุด 58 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 53 หัว (ตารางที่ 4) ส่วนพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบจุ่มมีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 39 หัว รองลงมา ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 33 หัว (ตารางที่ 4) ไม่แตกต่างทางสถิติ และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 เฉลี่ยมากที่สุด 31 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 27 หัว (ตารางที่ 4)

ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันมันฝรั่งเกรด 3 เฉลี่ยมากที่สุด 58 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 56 และ 53 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเกรด 3 เฉลี่ยมากที่สุด 47 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 35 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ย 32 หัว (ตารางที่ 5) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 เฉลี่ยมากที่สุด 33 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 27 หัว เท่ากัน (ตารางที่ 5)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ ศกล.ชม. ทั้งในฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

2.16 ตารางเมตร 66 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ย 46 หัว (ตารางที่ 6) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และในฤดูหนาวที่ ศกล.ชม. ปลูกจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 51 หัว แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร และจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 34 และ 28 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 6) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 เฉลี่ยมากที่สุด 36 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6)

10) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 มากที่สุด 41 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 36 หัว (ตารางที่ 4) ส่วนพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มออร์โมนมีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 28 หัว รองลงมา ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 25 หัว (ตารางที่ 4) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนมีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 เฉลี่ยมากที่สุด 22 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 16 หัว (ตารางที่ 4)

ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันมันฝรั่งเกรด 4 เฉลี่ยมากที่สุด 43 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 36 หัว เท่ากัน (ตารางที่ 5) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเกรด 4 เฉลี่ยมากที่สุด 29 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 และระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ย 27 และ 24 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 เฉลี่ยมากที่สุด 19 หัว เท่ากัน รองลงมาการปลูกแบบใช้ระยะปลูก ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 18 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ ศกล.ชม. ทั้งในฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ 2.16 ตารางเมตร 46 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6) และในฤดูหนาวที่ ศกล.ชม. ปลูกไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 36 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6) ส่วนฤดูฝนพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 เฉลี่ยมากที่สุด 23 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ

11) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

กรมวิชาการเกษตร

การจุ่มและไม่จุ่ม NAA ในฤดูแล้งและฤดูฝนทั้งในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ให้ผลไม่แตกต่างกัน และการทดลองในหน้าฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ก็ให้ผลไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน

การทดสอบระยะการปลูก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูแล้งในพื้นที่ ศกล.ชม. คือที่ระยะ 10 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด ตามด้วยระยะห่างที่ 20 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่กลับไม่พบความแตกต่างในพื้นที่ ศวพ.ชม. ส่วนฤดูฝนแปลงในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกที่ระยะ 10 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากระยะห่าง 20 และ 30 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาการใช้ NAA และระยะปลูกร่วมกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในพื้นที่ ศกล.ชม. ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยในฤดูแล้งการปลูกที่ระยะ 10 เซนติเมตร รวมกับการจุ่มหรือไม่จุ่ม NAAต่างให้ผลผลิตสูงมากกว่าทุกชุดการทดลอง และในฤดูฝนพบความแตกต่างเฉพาะระยะการปลูกที่ 10 เซนติเมตรร่วมกับการไม่จุ่ม NAA สำหรับฤดูแล้งในพื้นที่ ศวพ.ชม. แต่ละชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

12) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

การจุ่มและไม่จุ่ม NAA ในฤดูแล้งและฤดูฝนทั้งในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การทดลองในฤดูฝนของพื้นที่ ศกล.ชม. พบว่าการไม่จุ่ม NAA ให้ผลผลิตมากกว่าการจุ่ม NAA อย่างมีนัยสำคัญ

การทดสอบระยะการปลูก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูแล้งของพื้นที่ ศกล.ชม. คือที่ระยะ 10 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด ตามด้วยระยะห่างที่ 20 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่กลับไม่พบความแตกต่างในพื้นที่ ศวพ.ชม. ส่วนฤดูฝนแปลงในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกที่ระยะ 10 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากระยะห่าง 20 และ 30 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาการใช้ NAA และระยะปลูกร่วมกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในพื้นที่ ศกล.ชม. ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนการปลูกที่ระยะ 10 เซนติเมตร รวมกับการไม่จุ่ม NAA ให้ผลผลิตสูงมากกว่าทุกชุดการทดลอง สำหรับฤดูแล้งในพื้นที่ ศวพ.ชม. แต่ละชุดการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6)

13) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5-4.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

การจุ่มและไม่จุ่ม NAA ในฤดูแล้งและฤดูฝนทั้งในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ให้ผลไม่แตกต่างกัน และการทดลองในหน้าฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ก็ให้ผลไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน

การทดสอบระยะการปลูก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูแล้งในพื้นที่ ศกล.ชม. คือที่ระยะ 10 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงที่สุด ตามด้วยระยะห่างที่ 20 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่พื้นที่ ศวพ.ชม. ในช่วงฤดูแล้ง และพื้นที่ ศกล.ชม. ในช่วงฤดูฝน กลับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกชุดการทดลอง

เมื่อพิจารณาการใช้ NAA และระยะปลูกร่วมกัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูแล้งทั้งในแปลง ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. โดยทั้งสองแปลงให้ผลผลิตสูงสุดเหมือนกันคือ ในชุดการทดลองที่มีการจุ่ม NAA ร่วมกับการปลูกที่ระยะห่าง 10 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6)

14) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 4 (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 มิลลิเมตร) ต่อพื้นที่ 400 ตารางเมตร

การจุ่มและไม่จุ่ม NAA ในฤดูแล้งและฤดูฝนทั้งในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ให้ผลไม่แตกต่างกัน และการทดลองในหน้าฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ก็ให้ผลไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน

การทดสอบระยะการปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูแล้งทั้งในแปลง ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. หรือในฤดูฝนภายในแปลง ศกล.ชม.

เมื่อพิจารณาการใช้ NAA และระยะปลูกร่วมกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูแล้งทั้งในแปลง ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. หรือในฤดูฝนภายในแปลง ศกล.ชม. (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับการใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน ในระบบแอโรโปนิคใน ฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	ระยะปลูก	การเจริญเติบโต (เซนติเมตร) 60 วัน			เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) 60 วัน			จน.หัว/ต้น (หัว)			นน./ต้น (กรัม)			จน.หัว/2.16 ตารางเมตร (หัว)			นน./2.16 ตารางเมตร (กก.)			จน.หัว/400 ตารางเมตร (หัว)			นน./400 ตารางเมตร (กก.)		
		ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
		ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	10x10 cm	19 a	49.4 b	49.7	3.5	3.6	4.1	5 b	3 b	7 a	64.1	22.2 b	148.4 b	262 a	179	177 a	3.42 a	3.38 a	2.15	44,894 a	33,170	32,685 a	591 a	620 a	398
	10x20 cm	16.2 ab	47.6 b	49.0	4.0	3.6	4.6	6 ab	3.5 ab	5 ab	64.5	25.6 ab	135.9 b	197 b	190	135 b	3 ab	3.52 a	2.13	32,578 b	35,229	24,965 b	521 ab	654 a	390
	10x30 cm	16.8 ab	45.4 b	48.5	3.9	3.6	4.2	6 ab	4 a	5 ab	68.5	28.5 a	145.9 b	146 b	220	105 b	2 bc	3.63 a	1.85	23,686 b	40,827	19,317 b	338 bc	675 a	342
จุ่ม	10x10 cm	19.2 a	55.8 a	52.9	3.9	3.6	4.5	6 ab	3.3 ab	6 ab	59.6	21.4 b	157.2 b	270 a	226	117 b	2.83 ab	2.88 ab	2.15	45,456 a	41,817	21,609 b	492 ab	533 ab	396
NAA	10x20 cm	17 ab	49.2 b	53.6	4.0	3.7	4.5	7 a	3.2 ab	5 ab	59.1	20.8 b	231.7 a	194 b	195	127 b	2.42 abc	2.55 b	2.35	32,579 b	36,174	23,415 b	423 abc	471 b	431
	10x30 cm	15.6 b	46.8 b	53.1	3.8	3.7	4.6	6 ab	3 b	4 b	50.2	21.6 b	233.9 a	140 b	205	115 b	1.6 c	2.83 ab	2.38	22,682 b	38,004	21,238 b	267 c	526 ab	438
F-test		*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*	*	ns	*	ns	*	*	*	ns
%cv		9.1	8.3	5.7	9.2	5.1	14.0	18.2	18.6	21.1	16.2	15.9	22.7	16.1	20.6	11.5	25.0	17.5	12.9	17.9	20.5	11.6	26.3	17.5	13.8

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละเกรด ของผลผลิตมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 2.16 ตารางเมตร (จำนวนหัว)												ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 400 ตารางเมตร (จำนวนหัว)											
	เกรด 1			เกรด 2			เกรด 3			เกรด 4			เกรด 1			เกรด 2			เกรด 3			เกรด 4		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	90	40	43	51	68	50 a	33	53	31	28	36	16	16,726	7,431	7,901	9,369	12529	9163 a	6,019	9,871	5,694	5,176	6,595	2,897
จุ่ม NAA	91	39	43	47	71	28 b	39	58	27	25	41	22	16,748	7,275	7,974	8,759	13,159	5174 b	7,122	10,732	4,977	4,583	7,509	3,962
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%cv	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

- ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร) และหัวพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์จำหน่าย ได้แก่ เกรด 2 (2.5-3.5 เซนติเมตร) เกรด 3 (3.5-4.5 เซนติเมตร) และ เกรด 4 (มากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละเกรด ของผลผลิตมันฝรั่งที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ระยะปลูก	ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 2.16 ตารางเมตร (จำนวนหัว)												ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 400 ตารางเมตร (จำนวนหัว)											
	เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
10x10 cm	128 a	41	57 a	64 a	70	45 a	47 a	56	27	27	36	18	2374 a	7647	10,498 a	11,777 a	12,886	8,322 a	8,646 a	10371	4965	4968	6592	3362
10x20 cm	83 b	38	40 b	48 ab	66	40 ab	35 ab	53	33	29	36	19	15,411 b	7042	7,390 b	8,872 ab	12,281	7,338 ab	6,531 ab	9745	6082	5318	6651	3380
10x30 cm	60 c	40	32 b	36 b	72	32 b	25 b	58	27	24	43	19	11,056 c	7371	5,926 b	6,545 b	13,364	5,845 b	4,534 b	10790	4960	4352	7912	3548
F-test	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
%cv	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

- ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร) และหัวพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์จำหน่าย ได้แก่ เกรด 2 (2.5-3.5 เซนติเมตร) เกรด 3 (3.5-4.5 เซนติเมตร) และ เกรด 4 (มากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งในแต่ละเกรด ของผลผลิตมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับการใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน ในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	ระยะปลูก	ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 2.16 ตารางเมตร (จำนวนหัว)												ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่ง/ พื้นที่ 400 ตารางเมตร (จำนวนหัว)											
		เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2			เกรด 1			เกรด 2		
		ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
		ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	10x10 cm	123 a	40	66 a	70 a	62	64 a	43 ab	46 b	30	26	31	17	22,807 a	7454	12,176 a	13,004 a	11492	11,887 a	7,8645 ab	8,524 b	5463	4827	5710	3160
	10x20 cm	88 b	38	36 b	44 ab	66	48 ab	34 ab	50 ab	36	31	37	15	16,192 b	6929	6,678 b	8,201 ab	12263	8,935 ab	6,192 ab	9326 ab	6620	5799	6733	2731
	10x30 cm	60 b	43	26 b	38 b	75	36 bc	22 b	64 ab	27	27	40	15	11,181 b	7912	4,849 b	6,904 b	13832	6,667 bc	3,999 b	11,765 ab	5000	4902	7341	2801
จุ่ม	10x10 cm	134 a	42	48 ab	57 ab	77	26 c	51 a	66 a	24	28	40	20	24,682 a	7840	8,820 ab	10,550 ab	14280	4,757 c	9,427 a	12,217 a	4468	5110	7474	3565
NAA	10x20 cm	79 b	39	44 b	52 ab	66	31 c	37 ab	55 ab	30	26	36	22	14,630 b	7155	8,102 b	9 ,543 ab	12300	5,741 c	6,869 ab	10,166 ab	5544	4838	6569	4028
	10x30 cm	59 b	37	38 b	34 b	70	27 c	28 b	53 ab	27	21	46	23	10,932 b	6831	7,002 b	6,186 b	12896	5,023 c	,5070 b	9,815 ab	4919	3802	8483	4294
F-test		*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns
%cv		18.8	29.1	23.7	33.5	21.0	25.1	34.0	23.6	30.4	25.0	33.2	20.5	18.9	29.3	23.7	33.9	21.3	25.2	34.0	23.7	32.0	25.1	33.4	21.3

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

- ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร) และหัวพันธุ์ที่ผ่านเกณฑ์จำหน่าย ได้แก่ เกรด 2 (2.5-3.5 เซนติเมตร) เกรด 3 (3.5-4.5 เซนติเมตร) และ เกรด 4 (มากกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

กรมวิชาการเกษตร

4. คุณภาพผลผลิต

1) เปอร์เซ็นต์แป้ง

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด 17.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 17.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 7) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกไม่จุ่มและจุ่มฮอร์โมน NAA มีค่าเฉลี่ย 14 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน (ตารางที่ 7) ส่วนในฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มออร์โมน มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด 14.4 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 14.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีเปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด 17.6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 17.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด 14.7 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร (ตารางที่ 8) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูฝนทุกระยะปลูกมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง 14.3 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน (ตารางที่ 8)

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) ในพื้นที่ ศกล.ชม. ฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด 17.4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 14.8 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน (ตารางที่ 9) ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ และ ศกล.ชม. ในฤดูฝน ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง 14.4 เปอร์เซ็นต์แป้ง เท่ากัน (ตารางที่ 9) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ กรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 9)

ดังนั้นการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งมากกว่าพื้นที่ ศวพ.ชม. และ ศกล.ชม. ที่ปลูกในฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง 17.7 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 14.2-14.8 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) และ ศกล.ชม. ที่ปลูกในฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 14.1-14.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9)

2) ความแน่นเนื้อ

การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของหัวมันฝรั่งมากที่สุด 51 นิวตัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 49.5 นิวตัน (ตารางที่ 7) ส่วน ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน NAA มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อ 51 นิวตัน เท่ากัน (ตารางที่ 7) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 39.8 นิวตัน รองลงมาปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 39.7 นิวตัน (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 51 นิวตัน รองลงมาระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 50.3 และ 49.4 นิวตัน (ตารางที่ 8) ซึ่งไม่มี

กรมวิชาการเกษตร

ความแตกต่างทางสถิติ และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 53.5 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 50.2 และ 49.4 นิวตัน (ตารางที่ 8) ส่วนในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูฝนระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด 42.1 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 39 และ 38.2 นิวตัน (ตารางที่ 8)

ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 52.3 นิวตัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 9) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด 54 นิวตัน ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 43 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 9)

ดังนั้นการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งมากกว่าในพื้นที่ ศกล.ชม. ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 54 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 48.3-52.3 นิวตัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ส่วนฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 37.4-43 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 9) โดยความแน่นเนื้อจะสัมพันธ์กับ protopectin มากกว่าปริมาณแป้ง (Pattee, 1985) ถ้าความแน่นเนื้อมาก

3) กรดมาลิก

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA นาน 15 นาที ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 2.01 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ย 1.98 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีกรดมาลิกมากที่สุด 1.23 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากที่สุด 1.4 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 1.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. การใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากที่สุด 2.14 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.98 และ 1.88 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วน ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากที่สุด 1.16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาระยะปลูก 10x30 และ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.13 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) และฤดูฝนใน ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากที่สุด 1.38 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.35 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน (ตารางที่ 8)

สำนักวิชาการเกษตร

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีกรดมาลิกเฉลี่ยมากที่สุด 2.15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากที่สุด 1.23 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 1.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 6)

ดังนั้นการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยกรดมาลิกมากกว่า ในพื้นที่ ศวพ.ชม. และช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. โดยมีค่าเฉลี่ย 1.8-2.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. และฤดูฝน ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1-1.23 และ 1.25-1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 7.61 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 7.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 6.8 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) และในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูฝน ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 6.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 6.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. การใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 7.63 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 7.45 และ 7.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วน ศวพ.ชม. การใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยมากที่สุด 6.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.7 และ 6.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด 6.33 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.23 และ 6.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยมากที่สุด 7.83 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยมากที่สุด 6.45 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9)

ดังนั้นการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวมีปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าในพื้นที่ ศวพ.ชม. และ ศกล.ชม. ที่ปลูกในฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยของแข็ง

กรมวิชาการเกษตร

ที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 7.35-7.83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ ศวพ.ชม. และฤดูฝน ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 6.62-7 และ 6.03-6.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

5) น้ำตาล Sucrose

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยน้ำตาล sucrose มากที่สุด 6.9 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.32 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 6.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA มีค่าเฉลี่ย 6.82 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 6.28 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 6.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวใช้ระยะปลูก 10x10 และ 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล sucrose มากที่สุด 6.68 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.48 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 7.03 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.85 และ 6.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) และฤดูฝน ในพื้นที่ ศกล.ชม. การใช้ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 6.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาระยะปลูก 10x20 และ 10x10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.18 และ 6.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล sucrose มากที่สุด 6.9 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 7.17 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากที่สุด 6.38 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9)

ดังนั้นช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยมากกว่า พื้นที่ ศกล.ชม. ในฤดูหนาวและฤดูฝน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.17-6.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในพื้นที่ ศกล.ชม. ในฤดูหนาวและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยน้ำตาล sucrose อยู่ระหว่าง 6.05-6.9 เปอร์เซ็นต์ และ 5.95-6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

6) น้ำตาล Glucose

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล glucose มากที่สุด 7.55 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากที่สุด 7.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลูกจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 6.63 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนฤดูฝนใน

กรมวิชาการเกษตร

พื้นที่ ศกล.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากที่สุด 6.23 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7)

พื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวการใช้ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากที่สุด 7.36 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.35 และ 7.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากที่สุด 7.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.87 และ 6.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การปลูกยอดปักชำมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากที่สุด 7.65 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบไม่จุ่มออร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ย 7.2 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การปลูกแบบจุ่มออร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล glucose มากที่สุด 6.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9)

ดังนั้นการปลูกยอดปักชำมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ ศวพ.ชม. และฤดูฝน ศกล.ชม. โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.9-7.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9) ส่วนพื้นที่ ศวพ.ชม. มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.5-7.2 เปอร์เซ็นต์ โดยการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล glucose เฉลี่ย 7.2 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การปลูกแบบจุ่มออร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 6.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) และฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6-6.33 เปอร์เซ็นต์ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9)

7) น้ำตาล Fructose

การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล fructose มากที่สุด 7.33 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.93 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ส่วนในพื้นที่ ศวพ.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากที่สุด 7.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 7.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) และช่วงฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากที่สุด 6.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน มีค่าเฉลี่ย 6.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

ในพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวการใช้ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล fructose มากที่สุด 7.2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x10 และ 10x30 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.18 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากที่สุด 7.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาระยะปลูก 10x20 และ 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 7.13 และ 7.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. ระยะลปูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล fructose มากที่สุด 6.38 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ระยะปลูก 10x20 และ 10x10 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.31 และ 6.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การปลูกยอดปักชำมันฝรั่งฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. แบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากที่สุด 7.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) และในพื้นที่ ศวพ.ชม. ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากที่สุด 7.47 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9) ส่วนฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล fructose มากที่สุด 6.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 9)

ดังนั้นการปลูกยอดปักชำมันฝรั่งแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศวพ.ชม. มีปริมาณน้ำตาล fructose เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ ศกล.ชม. ในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.47-6.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9) และพื้นที่ ศกล.ชม. ช่วงฤดูหนาวและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาล fructose อยู่ระหว่าง 6.63-7.38 และ 6.25-6.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

8) ต้นทุนการผลิต

การปลูกยอดปักชำมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคแบบไม่จุ่มฮอร์โมน มีต้นทุนการผลิตถูกกว่าการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA 1 บาทต่อโรงเรือน (พื้นที่ 320 ตารางเมตร) เนื่องจากการตัดชำยอดมันฝรั่งจำนวน 2,450 ยอด ใช้สาร NAA 20 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นเงิน 1 บาท (NAA 20 กรัม 840 บาท) ทั้งนี้ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่ม NAA ช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ ศกล.ชม. มีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง คิดเป็น 7 บาทต่อหัว ถูกกว่าการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในพื้นที่ ศวพ.ชม. ซึ่งมีต้นทุการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง 11 บาทต่อหัว ซึ่งถูกกว่าร้อยละ 36 ส่วนในฤดูฝนในพื้นที่ ศกล.ชม. มีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 บาทต่อหัว (ตารางที่ 10) ซึ่งสาเหตุที่ต้นทุนการผลิตสูงส่วนใหญ่จะเป็นค่าวัสดุปลูก และค่าแรงงานในการจัดการ (มาโนช, 2545)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยคุณภาพผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	%แป้ง (%)			ความแน่นเนื้อ (N)			กรดมาลิก (%)			TSS (%)			Sucrose (%)			Glucose (%)			Fructose (%)		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	17.6	14.6	14.4	51.0	51.0	39.7	1.98	1.23 a	1.40	7.38	6.69	6.35	6.32	6.91	6.28	7.11	7.19 a	6.23	6.93	7.25	6.38
จุ่ม NAA	17.5	14.6	14.2	49.5	51.0	39.8	2.01	1.14 b	1.32	7.61	6.80	6.13	6.90	6.82	6.15	7.55	6.63 b	6.03	7.33	7.11	6.17
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
%cv	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5	4.5	3.6	4.5

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกโดยใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกันในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ระยะปลูก (cm)	%แป้ง (%)			ความแน่นเนื้อ (N)			กรดมาลิก (%)			TSS (%)			Sucrose (%)			Glucose (%)			Fructose (%)		
	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
10x10	17.5	14.7	14.3	51.0	53.5	42.1	2.14	1.10	1.35	7.63	6.92	6.16	6.68	7.03	6.14	7.35	7.01	6.09	7.18	7.38	6.14
10x20	17.5	14.7	14.3	50.3	49.4	38.2	1.98	1.16	1.35	7.45	6.70	6.23	6.68	6.85	6.18	7.36	6.87	6.11	7.20	7.13	6.31
10x30	17.6	14.4	14.3	49.4	50.2	39.0	1.88	1.13	1.38	7.41	6.62	6.33	6.48	6.73	6.33	7.28	6.85	6.19	7.00	7.03	6.38
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%cv	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8	3.8	3.6	3.8

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยคุณภาพผลผลิต ของยอดมันฝรั่งที่ปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับการใช้ระยะปลูกที่แตกต่างกัน ในระบบแอโรโปนิค ในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

ฮอร์โมน	ระยะปลูก	%แป้ง (%)			ความแน่นเนื้อ (N)			กรดมาลิก (%)			TSS (%)			sucrose (%)			glucose (%)			Fructose (%)		
		ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน	ฤดูหนาว		ฤดูฝน
		ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.	ศกล.ชม.	ศวพ.ชม.	ศกล.ชม.
ไม่จุ่ม	10x10 cm	17.4	14.7	14.3	51.8	54.0	43.0	2.13	1.20	1.38	7.43	6.83	6.30	6.45	6.88	6.33	7.25	7.2 a	6.18	7.05	7.30	6.30
	10x20 cm	17.7	14.7	14.4	52.3	49.0	37.4	2.03	1.23	1.33	7.38	6.62	6.30	6.45	6.95	6.13	7.18	7.2 a	6.18	7.10	7.23	6.35
	10x30 cm	17.7	14.5	14.4	48.9	50.2	38.6	1.80	1.18	1.50	7.35	6.62	6.45	6.05	6.90	6.38	6.90	7.2 a	6.33	6.63	7.22	6.50
จุ่ม	10x10 cm	17.6	14.8	14.3	50.3	53.0	41.2	2.15	1.00	1.33	7.83	7.00	6.03	6.90	7.17	5.95	7.45	6.8 ab	6.00	7.30	7.47	5.98
NAA	10x20 cm	17.4	14.8	14.2	48.3	49.9	39.0	1.93	1.08	1.38	7.53	6.78	6.15	6.90	6.75	6.23	7.55	6.6 ab	6.05	7.30	7.02	6.28
	10x30 cm	17.5	14.2	14.1	49.9	50.2	39.3	1.95	1.08	1.25	7.48	6.62	6.20	6.90	6.55	6.28	7.65	6.5 b	6.05	7.38	6.85	6.25
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
%cv		0.8	3.0	1.6	7.1	9.8	10.9	14.9	16.8	9.4	6.2	5.0	4.8	9.1	7.8	4.5	8.1	8.2	5.2	7.8	8.5	4.6

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมน และจุ่มฮอร์โมน NAA ในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562

รายการ	ต้นทุนการผลิตมันฝรั่ง (บาท/ โรงเรือน)					
	ฤดูหนาว				ฤดูฝน	
	ศกล.ชม.		ศวพ.ชม.		ศกล.ชม.	
	ไม่จุ่มฮอร์โมน	จุ่มฮอร์โมน	ไม่จุ่มฮอร์โมน	จุ่มฮอร์โมน	ไม่จุ่มฮอร์โมน	จุ่มฮอร์โมน
1. ต้นทุนผันแปร	**34,418**	**34,419**	**43,514**	**43,515**	**32,818**	**32,819**
1.1 ค่าแรงงานเตรียมโรงเรือน ดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว (ปี 56-57 ค่าแรง 200 บ./คน/วัน, ปี 58-62 ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน)	16,950	16,950	4,986	4,986	16,950	16,950
1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัสและแบคทีเรีย)	1,200	1,200	600	600	1,200	1,200
1.3 ค่าวัสดุการเกษตร	12,243	12,244	27,814	27,815	10,643	10,644
1) ค่าอุปกรณ์การเกษตร	500	500	20,232	20,232	500	500
2) ค่าต้นปักชำ จำนวน 4,900 ยอด (ปี 57-60 1 บ./ยอด)	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450
3) ค่าฮอร์โมน NAA	-	1	-	1	-	1
4) ค่าปุ๋ยระบบแอโรโปนิค	7,973	7,973	4,578	4,578	7,973	7,973
5) ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช	1,320	1,320	1,779	1,779	945	945
1.4 ค่าซ่อมแซมโรงเรือน	3,250	3,250	10,000	10,000	3,250	3,250
1.5 ค่าไฟฟ้า	525	525	114	114	525	525
1.6 อื่นๆ (กาวกับดักแมลง ฯ)	250	250	-	-	250	250
รวมต้นทุนผันแปร (บาท)	**34,418**	**34,419**	**43,514**	**43,515**	**32,818**	**32,819**
ผลผลิต (หัว/โรงเรือน)	**4,915**	**4,915**	**4,000**	**4,000**	**3,847**	**3,847**
ต้นทุนหัวพันธุ์ (บาท/หัว)	**7**	**7**	**11**	**11**	**9**	**9**

หมายเหตุ: 1 โรงเรือน ขนาด 16x20 เมตร พื้นที่ 320 ตารางเมตร

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การปักชำยอดมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA นาน 15 นาที ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ ศกล.ชม. จะทำให้มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 400 ตารางเมตรมากที่สุด 45,456 หัว มีหัวพันธุ์ผ่านเกณฑ์จำหน่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 เซนติเมตร จำนวน 10,550 หัว ขนาดหัว 3.5-4.5 เซนติเมตร จำนวน 9,427 หัว และขนาดหัวใหญ่กว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร จำนวน 5,110 หัว รวมเป็น 25,087 หัว สูงกว่าการปลูกในฤดูฝน อย่างไรก็ตามในช่วงฤดูฝนการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร จะทำให้ได้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 400 ตารางเมตร มากที่สุด 32,685 หัว มีหัวพันธุ์ผ่านเกณฑ์จำหน่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 เซนติเมตร จำนวน 11,887 หัว ขนาดหัว 3.5-4.5 เซนติเมตร จำนวน 5,463 หัว และขนาดหัวใหญ่กว่า 4.5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร จำนวน 3,160 หัว รวมเป็น 20,510 หัว ส่วนต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง การปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนและจุ่มฮอร์โมน NAA ช่วงฤดูหนาวในพื้นที่ ศกล.ชม. มีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งถูกกว่าการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในพื้นที่ ศวพ.ชม. และฤดูฝนพื้นที่ ศกล.ชม. คิดเป็น 7 บาทต่อหัว ดังนั้นการปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร เหมาะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในฤดูหนาว และการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร เหมาะสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในฤดูฝน

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2

ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค

The study of greening on growing in G0 seed potato under aeroponic system

ชื่อผู้วิจัย

อรทัย วงค์เมธา[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1] ทิพยาภรณ์ พุทธรักษา[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1]
สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1] เสกสรณ์ ย่างกุลไพโรจน์[1]

Orathai Wongmetha[1] Kittichai Saeyang[1] Onanong Sawangsuriyawong[1]
Thippayaporn Puttaraksa[1] Weeraphan Tansao[1] Surasawadee Panyaperm[1]
Seksorn Yangkunphairotn[1]

คำสำคัญ (Keywords)

การ greening (Greening) การผลิตหัวพันธุ์ (seed production) ระบบแอโรโปนิค (aeroponic system)
อายุการเก็บรักษา (storage life) และมันฝรั่ง (potato)

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0; pre-basic seed) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ปี 2560–2563 วางแผนการทดลอง Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ได้แก่ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง (Control) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน 6 วัน และ 9 วัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C เป็นเวลา 7 เดือน (28 สัปดาห์) โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต จำนวนตา การงอกของตา และคุณภาพของผลผลิต พบว่าหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening เป็นเวลา 9 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 11% และมีจำนวนตาที่งอกน้อยที่สุด 13.8 ตา ภายหลังจาเก็บรักษา 7 เดือน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening เป็นเวลา 3 วัน และ ไม่มีการ greening ภายหลังการเก็บรักษา 6-6.5 เดือน จะมีขนาดความกว้างของตาอยู่ระหว่าง 2.5–2.6 มิลลิเมตร มีขนาดความยาวของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.6 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส อยู่ระหว่าง 7.9–8.2, 8.1–8.3 และ 8.3–8.4 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน และมีอายุการเก็บรักษานาน 4–4.5 เดือน ส่วนมันฝรั่งที่ผ่านการ greening 6 วัน จะทำให้มีปริมาณสาร solanine สูงที่สุด 34.26 µg g^{-1} และ การ greening 9 วัน จะทำให้มีปริมาณสาร chaconine สูงที่สุด 70.14 µg g^{-1} จากนั้นนำหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกันมาปลูกทดสอบในสภาพแปลง (G1; basic seed) เพื่อ**ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบ**

กรมวิชาการเกษตร

แอโรโปนิคในสภาพแปลง (G1) ปี 2561–2563 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ไม่มีการ greening (Control) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน 6 วัน และ 9 วัน พบว่า การ greening หัวพันธุ์

---

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

มันฝรั่ง 6 วัน จะทำให้ได้ผลผลิต G1 ที่มีน้ำหนักต่อหลุมมากที่สุด 472.5 กรัม น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร 30.9 กิโลกรัม น้ำหนักผลผลิตเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) 539 กิโลกรัม และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด 2,465 กิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 16.7% และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณน้ำตาลกลูโคสในหัวพันธุ์มันฝรั่งน้อยที่สุด 5.7% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงร้อยละ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ greening นอกจากนี้การ greening 9 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงน้อยที่สุด 4.2% หรือลดการเกิดโรคลงร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ greening ดังนั้นการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน เหมาะสำหรับการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อุณหภูมิ 5±1 °C ได้นาน 6–6.5 เดือน ในขณะที่การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และ 3 วัน เมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงสามารถให้ผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นรับรอง (G1) ได้มากที่สุด และช่วยลดการเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงได้

Abstract

The study of greening on growing in G0 (pre-basic seed) seed potato under aeroponic system was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai in Meahea and Khunwang sub stations during 2017-202 0 . The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with four treatments of non-greening (control), 3, 6 and 9 days greening, and four replications after that storage at 5±1 °C in 7 months (28 weeks). The weight loss, sprout number, sprout germination and quality attributes after storage were evaluated. Seed potato that treated with 9 days greening were delayed weight loss (11%), sprout germination (13.8 sprouts) after storage finishing. After storage 6 months, the sprout length of seed that treated with 3 days greening and untreated (3.6 mm both) was less than other greening. These greening were in the 2.5–2.6 mm sprout width, 7.9–8.2% sucrose, 8.1–8.3% glucose and 8.3–8.4% fructose and the storage life showed 6-6.5 months (24-26 weeks) which significantly different in 9 days greening. The highest solanine content (34.26 µg g^{-1}) was found in seed that treated with 6 days greening while chaconine content (70.14 µg g^{-1}) was found in 9 days greening. After that, G0 potato

กรมวิชาการเกษตร

seed that treated with all treatments (greening) were conducted a cultivation test in research field for study of G1 (basic seed) growth that planted from G0 greening under aeroponic system in 2018-2020. The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with four treatments of G0 seed from non-greening (control), G0 seed from 3, 6 and 9 days greening, and five replications. The G1 production from 6 days G0 greening was higher weight per plant (472.5 g), weight per 20 m^2 (30.9 kg), weight of grade 3 (Ø4.5–5.5 cm) (539 kg) and yield production (2,465 kg/rai) however did not significantly different than other treatment. In addition, G1 from 6 days greening showed the highest of starch (16.7%), the lowest of glucose (5.7%) but did not significantly different and reduced late blight incidence (24%) in the field when compared with ungreening. However, the percentage of late blight incidence in the field (4.2% or 40% decrease diseases incidence) of G1 from 9 days greening was less than ungreening. In summary, G0 potato that treated with 3 days greening was appropriate technique for prolong the storage life at 5±1 ºC in 6–6.5 months (24–26 weeks). Whereas, the G1 production from 6 and 3 days G0 greening were represented high yield and reduced late blight incident in the field.

บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) อยู่ในวงศ์ *Solanaceae* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การผลิตมันฝรั่งส่วนใหญ่เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปส่งโรงงาน จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในปี 2560 มีพื้นที่ 37,858 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 35,482 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 2,376 ไร่ ผลผลิตรวม 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ดังนั้นจึงทำให้อุตสาหกรรมมันฝรั่งแปรรูปของประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาทต่อปี โดยการส่งเสริมและลงทุนในอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบในประเทศจากภาคเอกชน 3 บริษัท ได้แก่ บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ฟู้ดส์ จำกัด และบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด (สมบัติ, 2556) มีความต้องการมันฝรั่งสดสูงถึง 10,300 ตันต่อเดือนตลอดทั้งปี หรือ 150,000 ตันต่อปี เพื่อใช้ในการแปรรูป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; ชวาลา, 2559) ส่งผลให้เกษตรกรมีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ ปลอดโรค และราคาถูก มากกว่า 10,000 ตันต่อปี แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งภายในประเทศมีไม่เพียงพอ ผู้ประกอบการจึงนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศประมาณ 6,500 ตันต่อปี ทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศคิดเป็นมูลค่ากว่า 227.5 ล้านบาท (อรทัย, 2562) ทำให้ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เนื่องจากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง ประกอบกับหัวพันธุ์ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรคแบคทีเรีย (*Ralstonia*

กรมวิชาการเกษตร

solanacearum) ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ พันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกเป็นพันธุ์ Atlantic ที่อ่อนแอต่อโรคใบไหม้ (*Phytophthora infestans*) มีการแพร่ระบาดมากในทุกระยะการปลูก ทำให้ต้นตายก่อนการลงหัว (สุรชาติ และคณะ, 2540)

การเพิ่มคุณภาพการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยการเสริมสร้างหัวพันธุ์มันฝรั่งให้มีความแข็งแรงภายใต้แสงสว่าง หรือจากแสงฟลูออเรสเซ็นส์ ชักนำให้ผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเขียว (greening) เนื่องจากกระบวนการ Metabolic pathways (Tanios *et al*., 2020) ส่งผลให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรง มีการเจริญเติบโตดี ช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงและโรคในมันฝรั่ง โดยบริเวณเปลือกที่เป็นสีเขียวจะมีปริมาณ solanine สะสมอยู่มาก (Cantwell, 1996) เนื่องจากแสงที่ส่องโดยตรงทำให้หัวมันฝรั่งเกิดการสังเคราะห์ Chlorophyll และ glycoalkaloid เกิดจากการตอบสนองของหัวมันฝรั่งต่อแสงที่ส่องโดยตรง และ glycoalkaloid เกิดจาก **α**-solanine และ **α**-chaconine (Grunenfelder *et al*., 2006) ซึ่ง **α**-chaconine ที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้หัวมันฝรั่งเกิดความขม และเป็นพิษกับมนุษย์ สัตว์ โดยมีผลต่อระบบประสาท ขัดขวางการทำงานของเมมเบรน ส่วน solanine จะทำให้เกิดอาการปวดหัว คลื่นไส้ เมื่อยล้า อาเจียน ปวดท้อง และ ท้องเสีย และสัตว์จะได้รับพิษเมื่อกินมันฝรั่ง 3–10 กรัมซึ่งมีสาร glycoalkaloid อยู่ 100 กรัมเข้าไป (Cantwell, 1996) ดังรายงานของ Naik and Sarkar (1997) พบว่าการใช้แสงชักนำในหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) จำนวน 16 สายพันธุ์ ทำให้มีความแข็งแรงระหว่างการเก็บรักษา ช่วยลดการเหี่ยวย่น ลดการสูญเสียน้ำหนัก เพิ่มการงอกของตามันฝรั่ง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Muthoni *et al*. (2014) ได้รายงานการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 8 สายพันธุ์ ได้แก่ Asante, Desiree, Dutch Robjin, Kenya Karibu, Kenya Mpya, Kenya Mavuno, Sherekea และ Tigoni ในประเทศเคนย่าภายใต้แสงสว่าง (diffuse light store; DLS) ภายในโรงเรือนเก็บรักษาที่ทำจากไม้และใช้หลังคาสังกะสี หรือผนังทำจากดินเหนียวและใช้หลังคาสังกะสี สามารถเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน 7 เดือน เพื่อใช้ปลูกในฤดูกาลต่อไป หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังเก็บรักษานาน 7 เดือนจะมีผิวผลเหี่ยวย่นเพียงเล็กน้อย แต่ยังคงมีอัตราการงอกดี และความแน่นเนื้อดี ส่วน Gachango *et al*. (2008) รายงานการนำมันฝรั่งสายพันธุ์ Tigoni, Asante และ Dutch Robyjn ไปวางไว้ภายใต้ความเข้มแสง 612.2 kW (พรางแสง), 1376 kW (ได้รับแสงโดยตรง) and 8 kW (ในที่มืด) นาน 12 เดือน พบว่าหัวพันธุ์ที่เก็บในที่มืดจะทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าในที่ได้รับแสงโดยตรง หัวพันธุ์ที่เก็บในที่มืดจะทำให้มีตางอกยาว และมีการชักนำให้เกิดตางอกมากกว่าวิธีการอื่น หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้ 12 สัปดาห์ หัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีการงอกของตา 100% และหัวพันธุ์ยังคงสภาพดี ไม่เน่าเสีย แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้ในที่มีแสงจะทำให้มีการเข้าทำลายของมอดมันฝรั่งมากกว่าในที่มืด ดังนั้นการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยการพรางแสง (612.2-1,000 kW) จะทำให้มีการชักนำให้เกิดตาขนาดสั้น แข็งแรง และลดการสูญเสียน้ำหนักได้

ปัญหาดังกล่าวเป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย เพื่อแก้ปัญหาการผลิตและการขาดแคลนหัวพันธุ์ปลอดโรค ทำให้ดำเนินการวิจัยพัฒนาระบบการผลิตหัวพันธุ์ที่ไม่ใช้ดินหรือวัสดุปลูก โดยศึกษาการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ร่วมกับการผึ่งหัวพันธุ์ (greening) ภายใต้แสงสว่าง ที่มีผลต่อเจริญเติบโตและผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งในรุ่น G1 ซึ่งเป็นวิธีการที่

กรมวิชาการเกษตร

จะทำให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรง ผลผลิตสูง และลดปัญหาการติดโรคมากับหัวพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก มีความทนทานต่อโรค และมีสุขภาพที่ดี ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557)

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4 ฝา กระบะปลูก ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย ตัวควบคุมตั้งเวลา แผ่นโฟม ใบมีด น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี ถุงดำ สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C สาร NH_4OH Acetic acid Acetonitrile Tetrahydrofuran Solanine Chaconine ชุดตรวจสอบไวรัส ชุดตรวจสอบแบคทีเรีย เครื่อง HPLC เครื่องวัดความแน่นเนื้อ เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (ซูโครส กลูโคส ฟรักโตส TSS) เครื่องวัดกรดมาลิก อุปกรณ์เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช พันธุ์มันฝรั่ง
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด ป้ายแท็กแข็ง
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิคในโรงเรือนแอโรโปนิค (G0)

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 หัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง (Control)
กรรมวิธีที่ 2 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน
กรรมวิธีที่ 3 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน
กรรมวิธีที่ 4 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน

วิธีการดำเนินงาน

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด (กว้างxยาวxสูง) 60x120x80 ซม. และใช้ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย (1 หัวพ่นให้น้ำปริมาณ 7.5 ลิตรต่อชั่วโมง) และตัวควบคุมตั้งเวลาการพ่นสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมขนาด 60x120 ซม. จำนวน 3 แผ่น ที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นปักชำมันฝรั่งระยะ 10x10 ซม. (216 ต้น/กรรมวิธี/ซ้ำ)

2. เตรียมต้นกล้ามันฝรั่ง โดยตัดชำต้นมันฝรั่งภายหลังปลูกต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ได้จากโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ 45 วัน ในเดือนพฤศจิกายน นำยอดของต้นแม่พันธุ์ที่มีใบติดอยู่ 3 ใบ ปักชำลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับ

กรมวิชาการเกษตร

ต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยให้ข้ออยู่เหนือแผ่นโฟม 1–2 ข้อ ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำน้ำไปใช้

3. ในสัปดาห์แรกหลักปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 3 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 1 เดือน ใช้เวลาพ่นสารละลาย 1.30 นาที หยุด 40 นาที ต่อเนื่องกันตลอดเวลาขึ้นอยู่กับฤดูปลูก และช่วงเดือนสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยว ใช้เวลาพ่นสารละลาย 1 นาที 30 วินาที และหยุด 1 ชม. 30 นาที

4. เตรียมสารละลายปุ๋ยสูตร A ได้แก่ แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$) (15-0-0) อัตรา 47.5 กิโลกรัม, เหล็กคีเลท (Fe EDTA) อัตรา 1.1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร ปุ๋ยสูตร B ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) (13-0-46) อัตรา 40.5 กิโลกรัม โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ($NH_4H_2PO_4$) (12-60-0) อัตรา 7.75 กิโลกรัม แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (0-0-0+16) อัตรา 25 กิโลกรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร และ ปุ๋ยสูตร C ได้แก่ H_3BO_3 (บอริกแอซิด) อัตรา 140 กรัม ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) อัตรา 10 กรัม $MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต) อัตรา 100 กรัม $CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต) อัตรา 4 กรัม และ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต) อัตรา 1 กรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

5. ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.0 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2-1.32 ms/cm (ช่วงเริ่มปลูก-ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต

6. พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และตรวจสอบโรคแบคทีเรีย ภายหลังเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยชุดทดสอบแบคทีเรีย (Glift kit-bacteria wilt) และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

7. เมื่อหัวพันธุ์มันฝรั่งอายุ 90 วัน ให้ปิดระบบน้ำ และทำการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งตามแต่ละกรรมวิธี โดย

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ต้องเปิดแผ่นโฟมหลังจากปิดระบบน้ำ 7 วัน ให้เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งเมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

กรรมวิธีที่ 2 เปิดแผ่นโฟมหลังจากปิดระบบน้ำทันที ให้ต้นมันฝรั่งได้รับแสง 3 วัน เก็บเกี่ยวมันฝรั่งเมื่ออายุ 93 วันปลังปลูก

กรรมวิธีที่ 3 เปิดแผ่นโฟมหลังจากปิดระบบน้ำทันที ให้ต้นมันฝรั่งได้รับแสง 6 วัน เก็บเกี่ยวมันฝรั่งเมื่ออายุ 96 วันปลังปลูก

กรรมวิธีที่ 4 เปิดแผ่นโฟมหลังจากปิดระบบน้ำทันที ให้ต้นมันฝรั่งได้รับแสง 9 วัน เก็บเกี่ยวมันฝรั่งเมื่ออายุ 99 วันปลังปลูก

8. หลังจาก greening หัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้แสงธรรมชาติ ต้นและรากมันฝรั่งจะเหี่ยวแห้ง และหัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีสีเขียวอ่อน และมีจุดสีน้ำตาลของเลนติเซลเกิดขึ้นซึ่งจะทำให้หัวพันธุ์มีความแข็งแรงทนทานโรค ให้ทำการตัดรากใต้แผ่นโฟมลงมา 1–2 นิ้ว โดยใช้กรรไกรตัดกิ่ง

กรมวิชาการเกษตร

9. เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยแยกหัวออกจากรากใส่ในตะกร้าพลาสติก และขนย้ายมาที่โรงคัดขนาดอย่างรวดเร็ว

10. ทำการคัดแยกเกรด โดยแบ่งขนาดเป็น 4 เกรด และให้คัดหัวพันธุ์ที่มีรอยฉ่ำน้ำสีน้ำตาล, รอยตำหนิอื่น ๆ รอยหนูกัดแทะ และหัวที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองออกทิ้ง จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5±1 °C เพื่อใช้ในการผลิต G1 ต่อไป

11. บันทึกข้อมูล ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และคุณภาพผลผลิตระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 เดือน

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันที่ปลูก ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว
2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต
3. คุณภาพของผลผลิต ได้แก่ จำนวนตา การงอกของตา ความแน่นเนื้อ กรดมาลิก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค และ ปริมาณสารไกลโคอัลคาลอยด์ (glychoalkaloid)

วิธีการหาปริมาณสารไกลโคอัลคาลอยด์ (glychoalkaloid) ในระหว่างการเก็บรักษา

1) ศึกษาวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์

ดำเนินการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์จากเปลือกมันฝรั่ง โดยหาวิธีการสกัดสารให้ได้ปริมาณมากที่สุด จาก 4 วิธีการ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2003) แบบที่ 1

1. ล้างหัวมันฝรั่ง เช็ดให้แห้ง ปอกเปลือกมันฝรั่งหนาประมาณ 1 mm จุ่มลงในไนโตรเจนเหลว แล้วนำไปทำ freeze-dried
2. ชั่งตัวอย่าง 1 g สกัดด้วย 5% acetic acid 40 ml แล้วนำเข้าเครื่อง ultrasonication 10 นาที แล้วกรอง ล้างตะกอน ด้วย 5% acetic acid 30 ml จำนวน 3 ครั้ง
3. นำสารที่กรองได้ทั้งหมดมารวมกันแล้วเติม NH_4OH 10 ml เพื่อตกตะกอน glycoalkaloids นำสารที่ได้ต้มที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 50 นาที แล้วแช่เย็นข้ามคืน เก็บตะกอนโดยปั่นเหวี่ยงที่ 18,000 g 10 นาที ที่ 1 °C
4. ล้างตะกอนด้วย 2% NH_4OH จำนวน 2 ครั้ง กรองตะกอนด้วยเครื่อง vacuum pump ทำตะกอนให้แห้งด้วยเครื่อง vacuum drying oven under pressure แบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 30°C ล้างตะกอนด้วยส่วนผสมของ tetrahydrofuran: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (50: 30: 20 v/v) 1 ml แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 18,000 g นาน 10 นาที ที่ 1 °C ดูดสารละลายตัวอย่าง 20 µl ไปใช้ในการวิเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

5. ทำการวิเคราะห์หาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) โดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1200 series ณ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562 เงื่อนไขดังนี้
   - UV detector 310 nm
   - Mobile phase: acetonitrile: 20 mM KH2PO4 (80: 20, v/v)
   - Flow rate 1 mL/Min 20 °C

กรรมวิธีที่ 2 การสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2013) แบบที่ 2

1. ล้างหัวมันฝรั่ง เช็ดให้แห้ง ปอกเปลือกมันฝรั่งหนาประมาณ 1 mm ชั่งตัวอย่าง 1 g จุ่มลงในไนโตรเจนเหลว แล้วบดในโกร่งให้ละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว
2. สกัดด้วย 5% acetic acid 40 ml ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที กรองตะกอนด้วยเครื่อง vacuum pump ที่อุณหภูมิห้อง
3. ละลายตะกอนด้วย 0.2N HCL 40 ml
4. ตกตะกอน glycoalkaloids ด้วย NH_4OH 10 ml แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง ที่ 18,000 g นาน 10 นาที ที่ 1 °C
5. ละลายตะกอนด้วย tetrahydrofuran: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (50: 30: 20, v/v) 2 ml แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 18,000 g นาน 10 นาที ที่ 1 °C ดูดส่วนสารละลายตัวอย่าง 20 µl ไปใช้ในการวิเคราะห์
6. ทำการวิเคราะห์หาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) โดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1200 series ณ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562 เงื่อนไขดังนี้
   - UV detector 310 nm
   - Mobile phase: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (80: 20, v/v)
   - Flow rate 1 mL/Min 20 °C

กรรมวิธีที่ 3 การสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Jin *et al*. (2018)

1. ล้างหัวมันฝรั่ง เช็ดให้แห้ง ปอกเปลือกมันฝรั่งหนาประมาณ 1 mm ชั่งตัวอย่าง 1 g บดในโกร่งจนละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว
2. สกัดด้วย 5% acetic acid 40 ml แล้วนำเข้าเครื่อง ultrasonication 10 นาที
3. ตกตะกอน glycoalkaloids ด้วย NH_4OH
4. ละลายตะกอนด้วย tetrahydrofuran: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (50: 30: 20 v/v) ปริมาณ 500–1,000 µl แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 18,000 g 10 นาที 1 °C ดูดส่วนสารละลายตัวอย่าง 20 µl ไปใช้ในการวิเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

5. ทำการวิเคราะห์หาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) โดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1200 series ณ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562 เงื่อนไขดังนี้

   - UV detector 310 nm
   - Mobile phase: acetonitrile:20 mM KH_2PO_4 (80: 20, v/v)
   - Flow rate 1 mL/Min 20 °C

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 การสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2017)

1. ล้างหัวมันฝรั่ง เช็ดให้แห้ง ล้างหัวมันฝรั่ง เช็ดให้แห้ง ปอกเปลือกมันฝรั่งหนาประมาณ 1 mm จากนั้นนำมาทำ freeze dry แล้วบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบด grinder
2. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม สกัดด้วย 5% acetic acid 20 ml แล้วนำเข้าเครื่อง ultrasonication 60 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองด้วย filter pump ทำการล้างตะกอน 3 ครั้งด้วย 5% acetic acid 20 ml นำส่วนสารละลายที่ได้มารวมกัน เทใส่ flask 100 ml
3. เติม NH_4OH_3 3 ml เพื่อตกตะกอน glycoalkaloids นำหลอดสารละลายที่ได้ต้มในเครื่อง water bath ที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 50 นาที แล้วแช่เย็นข้ามคืน เก็บตะกอนโดยปั่นเหวี่ยงที่ 18,000g (14,100 rpm) 10 นาที ที่ 5 °C
4. ล้างตะกอนในหลอดเหวี่ยง ด้วย 2% NH_4OH 1–3 ml 2 ครั้ง ดูดสารละลายทิ้ง ทำตะกอนให้แห้งด้วยเครื่อง vacuum drying oven under pressure แบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °C ล้างตะกอนด้วยส่วนผสมของ tetrahydrofuran: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (50:30:20 v/v) 2 ml แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 18,000 g นาน 10 นาที ที่ 5 °C ดูดส่วนสารละลายตัวอย่าง 20 µl ไปใช้ในการวิเคราะห์
5. ทำการวิเคราะห์หาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) โดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1200 series ณ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2562 เงื่อนไขดังนี้

   - UV detector 310 nm
   - Mobile phase: acetonitrile: 20 mM KH_2PO_4 (80: 20 v/v)
   - Flow rate 1 mL/Min 20 °C

2) ทดสอบวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์

นำวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์จากเปลือกมันฝรั่งวิธีที่ 2 นำมาประยุกต์ปรับใช้กับอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ ศกล.ชม ดังนี้

วิธีการที่ 2 ประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2017)

1. ล้างหัวมันฝรั่งในแต่ละกรรมวิธี เช็ดให้แห้ง ปอกเปลือกมันฝรั่งหนาประมาณ 1 mm จุ่มลงในไนโตรเจนเหลว แล้วบดในโกร่งให้ละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว
2. ชั่งตัวอย่าง 1 g สกัดด้วย 5% acetic acid 40 ml แล้วนำเข้าเครื่อง ultrasonication 10 นาที กรองตะกอนผ่านแผ่นกรองเบอร์ 1 ขนาด 12.5 cm 11 µm ด้วยเครื่อง vacuum pump ที่อุณหภูมิห้อง เก็บกากไว้ทำขั้นตอนที่ 3 และทิ้งสารละลาย
3. ละลายตะกอนด้วย 0.2N HCL 40 ml ด้วยเครื่อง vacuum pump ที่อุณหภูมิห้อง เก็บสารละลายไว้นำกากทิ้ง
4. ตกตะกอน glycoalkaloids ด้วย NH_4OH 10 ml แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง ที่ 15,770 g (12,000 rpm) นาน 10 นาที ที่ 1 °C

ศูนย์วิทยทรัพยากร

5. ละลายตะกอนด้วย tetrahydrofuran/acetonitrile/20 mM KH_2PO_4 (50:30:20, v/v) 2 ml แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 15,770 g (12,000 rpm) นาน 10 นาที ที่ 1 ºC ดูดสารละลายตัวอย่างด้วย Syringe กรองด้วย 0.2 µm Nilon milipore filter ใส่ในขวด Vial ขนาด 2 ml
6. ดูดสารละลายตัวอย่าง 20 µl ไปใช้ในการวิเคราะห์
7. ทำการวิเคราะห์หาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) โดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ Alliance รุ่น e2695 ณ ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพผลผลิต ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2562 โดยใช้เงื่อนไข ดังนี้

   - UV detector 280 310 และ 208 nm
   - Mobile phase : acetonitrile/20 mM KH_2PO_4 (80:20, v/v)
   - Flow rate 1 ml Min^{-1} 20 ºC

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

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

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิคในสภาพแปลง (G1)

<u>แผนการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการ **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง (Control)
กรรมวิธีที่ 2 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน
กรรมวิธีที่ 3 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน
กรรมวิธีที่ 4 **greening** หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน

<u>วิธีการดำเนินงาน</u>

1. เตรียมแปลงทดสอบพันธุ์มันฝรั่ง G1 ขนาด 4x5 เมตร โดยทำการหว่านปูนขาวหรือโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ (ค่า pH 6.0–6.5) และใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ เพื่อปรับสภาพดิน
2. ทำการไถด้วยผาน 7 จำนวน 1 รอบ และไถด้วยโรตารี่ 1 รอบ เพื่อให้ดินละเอียดมีความร่วนซุยก่อนการปลูก 1 เดือน
3. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งแอตแลนติก (Atlantic) ที่ผ่านการ greening ตามแต่ละกรรมวิธี ซึ่งมีหน่องอกคัดเลือกหัวพันธุ์ที่มีหน่อแข็งแรงพร้อมที่จะนำไปปลูกลงแปลงในสภาพไร่
4. ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ รองพื้นก่อนปลูก

กรมวิชาการเกษตร

5. วางหัวพันธุ์บนดินปลูก ใช้ระยะปลูกมันฝรั่ง 20x85 เซนติเมตร (ระยะปลูกระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระหว่างแถว 85 เซนติเมตร) โดยใช้หัวพันธุ์ 10,000 หลุม/ไร่ แล้วพูนโคน สูงประมาณ 30 เซนติเมตร

6. หลังปลูกเสร็จพ่นสารควบคุมการงอกของวัชพืช ได้แก่ Metribuzin 75% (เซ็งคอร์) อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

7. ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ หลังปลูก 25-30 วัน

8. ให้น้ำไปตามร่อง/มินิสปริงเกอร์/น้ำหยด ทุก 7–10 วัน หรือตามความเหมาะสม

9. หลังปลูก 1–2 สัปดาห์ ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง 1–2 ครั้งต่อสัปดาห์ พ่นตามความจำเป็นหรือเมื่อพบการระบาดของโรค

10. สุ่มเก็บตัวอย่างใบและต้นนำไปตรวจสอบโรคโดยวิธี antiserum (Test kit) 2 ครั้ง เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 และ 60 วัน สุ่มตรวจไวรัส และ ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตให้สุ่มตรวจแบคทีเรีย ในระหว่างการดูแลรักษามีการเดินตรวจแปลงทุกวัน เมื่อพบต้นที่แสดงอาการเป็นโรคใบไหม้ ไวรัส หรือโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย รีบถอนทิ้งนำไปฝังหรือเผาทำลาย เพื่อไม่ให้โรคระบาดไปยังต้นที่ดี

11. ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต 90 วันหลังปลูก หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้มในแปลงมันฝรั่ง โดยหยุดให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 7–10 วัน และ ใช้แรงงานคนร่วมกับเครื่องขุดมันฝรั่ง

12. ผลผลิตที่ได้นำมาคัดขนาด และตรวจสอบคุณภาพผลผลิต

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันที่ปลูก ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 60 วัน
3. ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อ 20 ตารางเมตร น้ำหนักผลผลิตต่อ 20 ตารางเมตร จำนวนหัวต่อ 1 ไร่ และน้ำหนักผลผลิตต่อ 1 ไร่
4. คุณภาพของผลผลิต ได้แก่ ความแน่นเนื้อ กรดมาลิก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส เปอร์เซ็นต์แป้งในหัว และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

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

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น 2560-สิ้นสุด 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่
ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

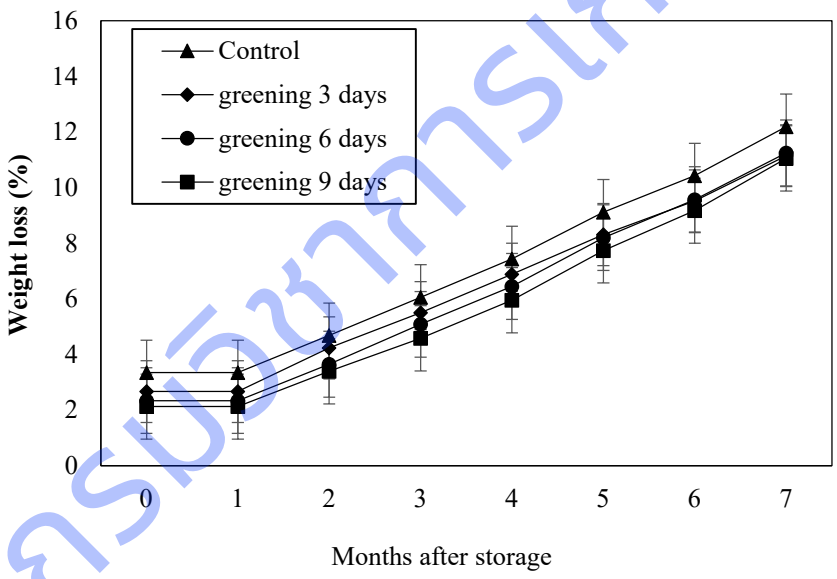
กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิคในโรงเรือนแอโรโปนิค (G0)

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษา 7 เดือน

เก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 5 ºC ภายหลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 11% รองลงมาการ greening นาน 6 3 วัน และ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 11.3 11.3 และ 12.3% ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Naik and Sarkar (1997) ที่รายงานว่าการใช้แสงชักนำให้หัวพันธุ์มันฝรั่งมีความแข็งแรง จะช่วยลดการเหี่ยวย่น และลดการสูญเสียน้ำหนัก นอกจากนี้ Olsen (2005) กล่าวว่าความแตกต่างของลักษณะแสงยังส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักในหัวมันฝรั่งมีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

2. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษาผลผลิตที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษา 7 เดือน

1) จำนวนตา

จำนวนตาที่งอกภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 2 เดือน ตามันฝรั่งจะเริ่มงอกพร้อมกันเฉลี่ย 3.5–4.3 ตา ซึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่ง สายพันธุ์ Tigoni, Asante and Dutch Robyjn ที่เก็บในที่มืดจะทำให้มีตางอกยาว และมีการชักนำให้เกิดตางอกมากกว่าการวางไว้ภายใต้การพรางแสง (ความเข้มแสง 612.2 kW) และ ได้รับ

กรมวิชาการเกษตร

แสงโดยตรง (1376 kW) หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้ 12 สัปดาห์ หัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีการงอกของตา 100% และหัวพันธุ์ยังคงสภาพดี ไม่เน่าเสีย (Gachango *et al*., 2008)

เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 7 เดือน การ greening 9 วัน มีจำนวนตาที่เกิดใหม่เฉลี่ยน้อยที่สุด 13.8 ตา รองลงมา ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 วัน และ greening 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 14.8 15.3 และ 16 ตา ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การงอกของตาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษาลดลง ซึ่งเกิดจากการสูญเสียแป้ง โปรตีน และ เกิดการเหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ (Sonnewald and Sonnewald, 2014) นอกจากนี้การงอกของตาเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักหลายประการ ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ระยะการเจริญเติบโตของหัวมันฝรั่ง สิ่งแวดล้อม การจัดการสภาวะระหว่างการเก็บรักษา และรวมถึงหัวแม่พันธุ์มันฝรั่งด้วย นอกจากนี้อุณหภูมิ ความชื้น การให้น้ำ ระยะเวลาการรับแสงของต้นมันฝรั่งระหว่างเจริญเติบโต ยังเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมการงอกของหัวมันฝรั่ง รวมถึงอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาและปริมาณแก๊สก็มีผลต่อระยะพักตัวและการงอกเช่นเดียวกัน (Mani and Hannachi, 2015)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 2–7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษา (เดือน)					
	จำนวนตา					
	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	3.5	5.8	9.3	11.5	12.8 b	14.8
greening 3 วัน	3.8	6.0	10.0	13.0	14.8 b	16.0
greening 6 วัน	4.3	7.8	8.8	10.5	12.5 b	15.3
greening 9 วัน	4.3	7.5	9.5	11.0	11.8 a	13.8
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
%cv	24.0	22.1	21.4	16.3	8.4	11.3

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2) การงอกของตา

ความกว้างของตา

ขนาดความกว้างของตามันฝรั่งหลังนำไปเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ 5 °C ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ยความกว้างของตาน้อยที่สุด 2.5 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 2.6 มิลลิเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.5 และ 3.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความยาวของตา

ความยาวของตาภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีความยาวตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.6 มิลลิเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening 6 วัน และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.7 และ 7.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ตาของหัวมันฝรั่งถ้ามีความยาวตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรขึ้นไป จะไม่เหมาะสำหรับจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้า แต่ยังคงสามารถใช้ปลูกในแปลงของเกษตรกรได้ (Shibairo *et al*., 2006)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยขนาดกว้างและความยาวของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 4–7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษา (เดือน)						
	ขนาดความกว้างตา (มม.)			ขนาดความยาวตา (มม.)			
	5	6	7	4	5	6	7

กรมวิชาการเกษตร

ไม่ greening	1.7 ab	2.2 a	2.5 a	0.3 a	1.9 a	2.5 a	3.6 a
greening 3 วัน	1.5 a	1.8 a	2.6 a	0.6 ab	1.7 a	2.3 a	3.6 a
greening 6 วัน	2.2 b	2.9 b	3.5 b	1.3 b	3.1 b	5 b	6.7 b
greening 9 วัน	2.1 ab	3 b	3.6 b	0.9 ab	3.3 b	5.3 b	7.4 b
F-test	*	*	*	*	*	*	*
%cv	19.8	14.9	11.7	19.8	14.9	11.7	14.5

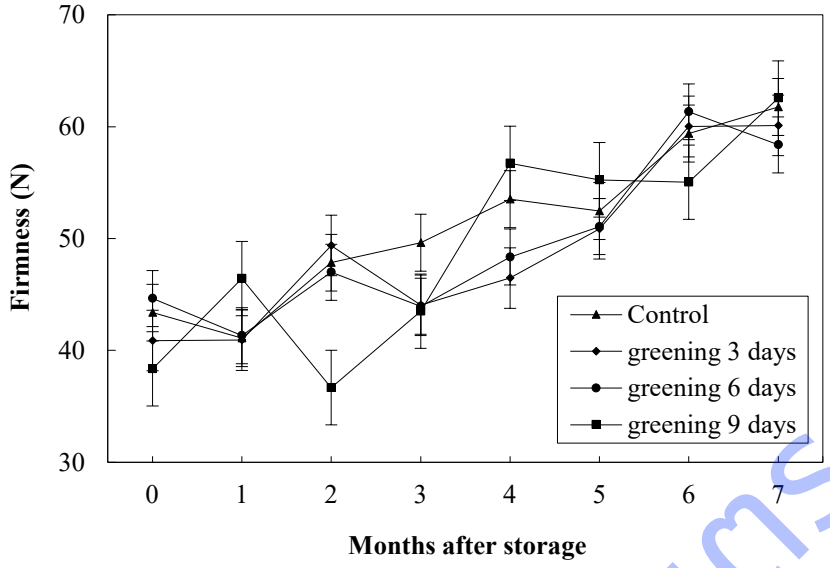
หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 2 การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังการเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

3) ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา การเก็บรักษาผลผลิตที่อายุ 7 เดือน ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 58.4–62.5 N โดยหัวพันธุ์ที่ผ่านการ greening 9 วัน มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อมากที่สุด 62.5 N ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับไม่มีการ greening การ greening 3 และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 61.8 60.1 และ 58.4 N ตามลำดับ (ภาพที่ 3) หัวพันธุ์ที่ได้รับแสงเป็นเวลานาน จะทำให้หัวพันธุ์มันฝรั่งแข็งแรง

กรมวิชาการเกษตร

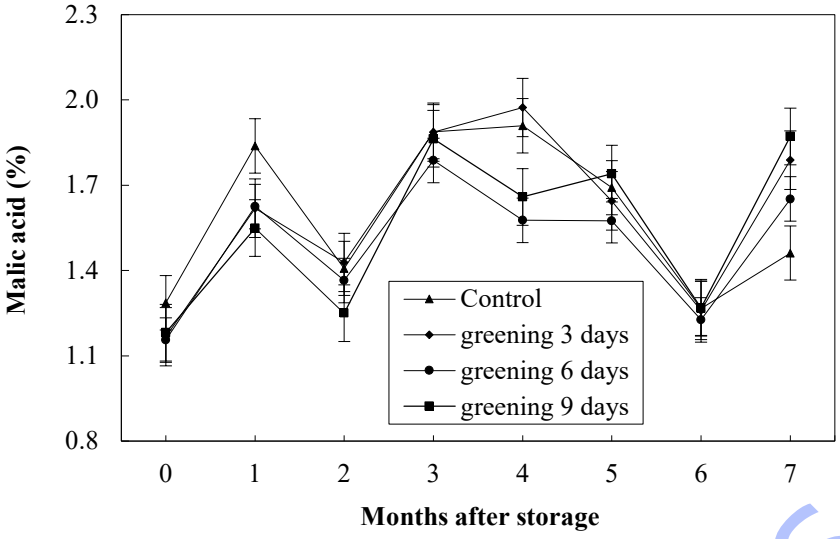


ภาพที่ 3 ความแน่นเนื้อของตาของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

4) กรดมาลิก

ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง ในเดือนที่ 5 (20 สัปดาห์) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีปริมาณกรดมาลิกมากที่สุด 20% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 4) เมื่ออายุการเก็บรักษา 7 เดือน (28 สัปดาห์) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีปริมาณกรดมาลิกมากที่สุด 1.9% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 3 วัน และไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.8 1.9 และ 1.5% ตามลำดับ (ภาพที่ 4) กรดมาลิกคือ กรดอินทรีย์ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเมทตาบอลิซึมทั่วไปของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว (Kays, 1991) และอาจเกี่ยวข้องในกระบวนการแคทตาไลท์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Wichrowska et al., 2009) และการเปลี่ยนสีของผลผลิตหลังนำมาปรุงอาหาร (Sweeney *et al*., 1969) กรดมาลิกจะเริ่มลดลงในระหว่างการเก็บรักษานาน 6 เดือน อาจเนื่องจากกรดมาลิกเป็นสารที่ได้จากกระบวนการเมทตาบอลิซึมของน้ำตาล และคาดว่ามีบทบาทสำคัญคือมีการหมุนเวียนเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่างๆ อีกจำนวนมาก (Wichrowska *et al*., 2009) การ greening จะช่วยรักษาการลดลงของกรดมาลิก

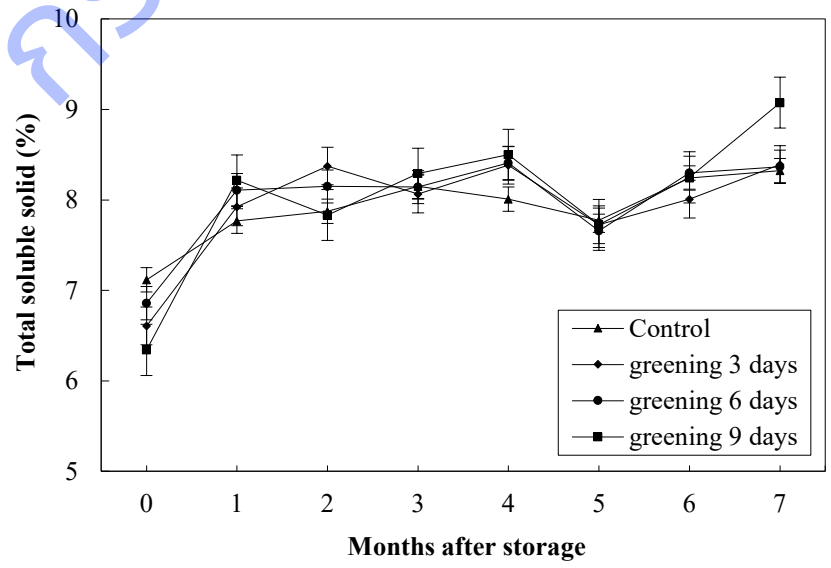
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4 กรดมาลิกของตาของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

5) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เฉลี่ยน้อยที่สุด 8.3% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 9.1% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening 3 และ 6 วัน มีค่าเฉลี่ย 8.4 8.4 และ 8.3% ตามลำดับ (ภาพที่ 5) ปริมาณ TSS จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากเกิดกระบวนการหายใจในหัวมันฝรั่งจะก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล (Isherwood, 1973) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ Rocha *et al*. (2015) พบว่าการเก็บหัวมันฝรั่งที่อุณหภูมิ 25 °C ความชื้น 88% ที่ 21 วัน ในที่มืดของมันฝรั่งสายพันธุ์ Agata จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด คือ 6.0% ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสายพันธุ์ Monalisa ที่มีปริมาณของแข็งน้อยที่สุดเมื่อเก็บไว้ในที่มืดคือ 6.2%

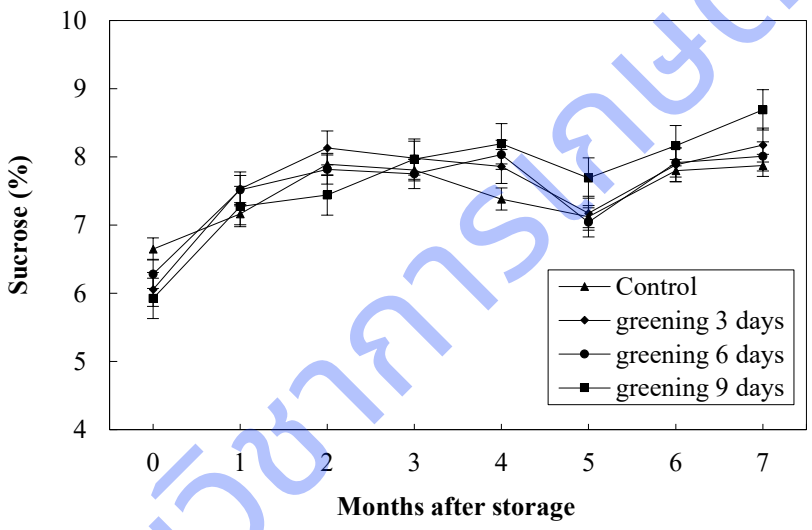


กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

6) น้ำตาล Sucrose

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) มีปริมาณน้ำตาล sucrose เฉลี่ยน้อยที่สุด 7.9% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 3 และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8 8.2 และ 8.7% ตามลำดับ (ภาพที่ 6) ซึ่งแตกต่างจากรายงานวิจัยที่กล่าวว่าซูโคสเป็นน้ำตาลที่มีความจำเป็นในช่วงที่หัวมันฝรั่งเริ่มงอก (Mani and Hannachi, 2015) แต่จากการวิจัยกลับพบว่าการ greening มันฝรั่งที่ 9 วัน ซึ่งมีจำนวนตางอกน้อยที่สุด กลับมีปริมาณน้ำตาลซูโคสสูงที่สุด และ ในระหว่างการเก็บรักษาน้ำตาลซูโคสและน้ำตาลรีดิวซิงค์จะเริ่มมีบทบาทสำคัญ โดยจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเกิดการงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Benkeblia *et al*., 2008)

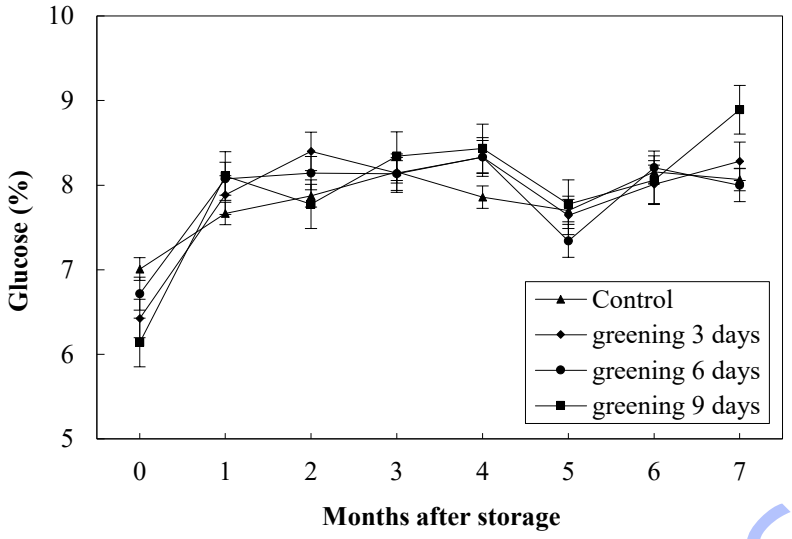


ภาพที่ 6 น้ำตาล Sucrose ของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

7) น้ำตาล Glucose

การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) มีน้ำตาล glucose เฉลี่ยน้อยที่สุด 8% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ไม่มีการ greening และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 8.1 และ 8.3 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.9% (ภาพที่ 7) ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับ Abbasi *et al*. (2016) ซึ่งพบว่าระหว่างการเก็บรักษาหัวมันฝรั่งไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 27 วัน ปริมาณน้ำตาล glucose จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสจะเพิ่มสูงขึ้นก่อนหมดระยะการพักตัวหรือก่อนการงอกของตาในหัวมันฝรั่ง (Benkeblia *et al*., 2008)

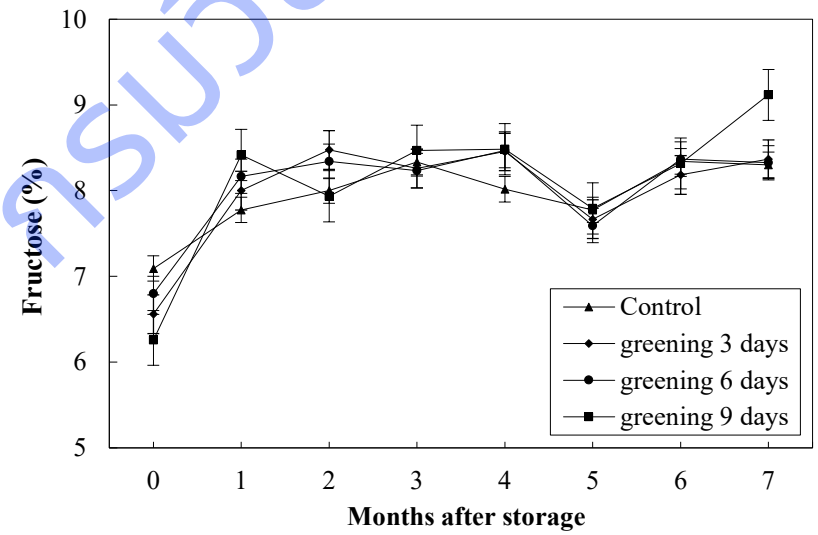
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7 น้ำตาล Glucose ของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

8) น้ำตาล Fructose

ภายหลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 7 เดือน (28 สัปดาห์) ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีน้ำตาล Fructose เฉลี่ยน้อยที่สุด 8.3% ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 และ 6 วัน มีค่าเฉลี่ย 8.4% แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 9.1% (ภาพที่ 8) จะเห็นว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุกโตสจะเพิ่มสูงขึ้นก่อนหมดระยะการพักตัวหรือก่อนการงอกของตาในหัวมันฝรั่ง (Benkeblia *et al.*, 2008)



ภาพที่ 8 น้ำตาล Fructose ของผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

3. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังเก็บรักษาได้ 2 เดือน (9 สัปดาห์) ที่อุณหภูมิ 5±1 °C หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening และผ่านการ greening เริ่มเกิดการงอกของตาพร้อมกันเฉลี่ย 3.5-4.3 ตา แต่ยังวัดขนาดไม่ได้ เนื่องจากตาที่งอกมีขนาดเล็ก ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีการ greening 9 วัน จะมีการงอกของตาน้อยที่สุด แต่มีขนาดตากว้าง และยาวมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน และ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีความยาวของตาเฉลี่ย 2.3 และ 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่หัวพันธุ์ที่ผ่านการ greening 6 และ 9 วัน มีการงอกของตายาวเฉลี่ย 5 และ 5.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 7 เดือน (28 สัปดาห์) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่งทุกกรรมวิธี และไม่มีการ greening มีความยาวตาเกิน 3 มิลลิเมตร ส่งผลให้หัวพันธุ์มันฝรั่งเริ่มมีคุณภาพการเก็บรักษาลดลง ซึ่งถ้าตางอกยาวเกิน 3 มิลลิเมตร ไม่สามารถใช้จำหน่ายในเชิงการค้าได้ (Shibairo *et al*., 2006) ดังนั้น อายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่มีการ greening และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน จะมีอายุการเก็บรักษา 6-6.5 เดือน แต่ไม่เกิน 7 เดือน ในขณะที่หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening 6 และ 9 วัน มีอายุการเก็บรักษา 4-4.5 เดือน ไม่เกิน 5 เดือน

4. ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening และผ่านการ greening ไม่พบการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5±1 °C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) นอกจากนี้สาร solanine ที่มีการผลิตในหัวมันฝรั่งยังมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อเชื้อราและแมลงศัตรูพืช ซึ่งเป็นกระบวนการป้องกันในพืชตามธรรมชาติ (Shin *et al*., 2014) ซึ่งอาจสามารถช่วยลดความเสียหายของหัวพันธุ์มันฝรั่งได้ นอกจากนี้ Sakhare (2014) ได้ทดลองสกัดสาร solanine จากใบของต้นมันฝรั่งพบว่ามีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* ได้

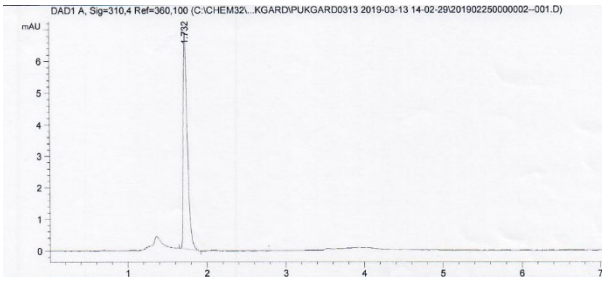
5. สกัดหาสารไกลโคอัลคาลอยด์ (glychoalkaloid) เบื้องต้นในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ในระบบแอโรโปนิค

1) ศึกษาวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์

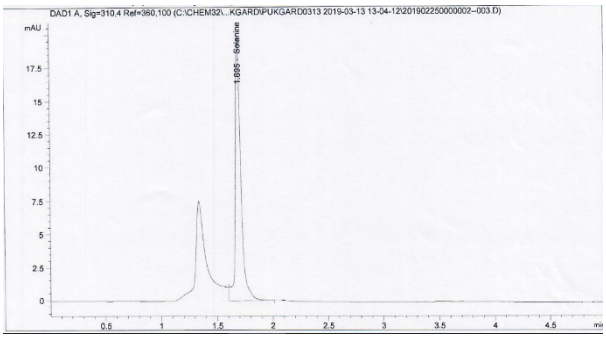
สารไกลโคอัลคาลอยด์ที่พบในหัวมันฝรั่งจะปรากฏในรูปแบบของ α-solanine และ α-chaconine บริเวณใต้ชั้นผิวของหัวมัน และการมีสารดังกล่าวในปริมาณมากส่งผลต่อราคาผลผลิตและความปลอดภัยในการนำมันฝรั่งมาบริโภค (Abbasi *et al*., 2016) ปริมาณสาร solanine ที่ได้จากการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์จากเปลือกมันฝรั่ง พบว่าวิธีการสกัดโดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2013) แบบที่ 2

กรมวิชาการเกษตร

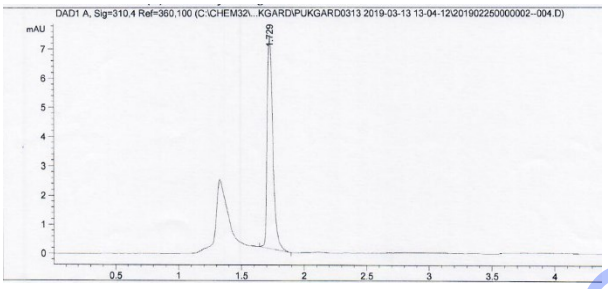
ทำให้มีปริมาณสาร solanine สูงที่สุด 69.00 μg g^{-1} รองลงมาคือ ประยุกต์ใช้วิธีของ Jin *et al*. (2018) Friedman *et al*. (2003) แบบที่ 1 และ Friedman *et al*. (2017) มีปริมาณสาร 24.26, 22.65 และ 13.90 μg g^{-1} ตามลำดับ (ภาพที่ 9)



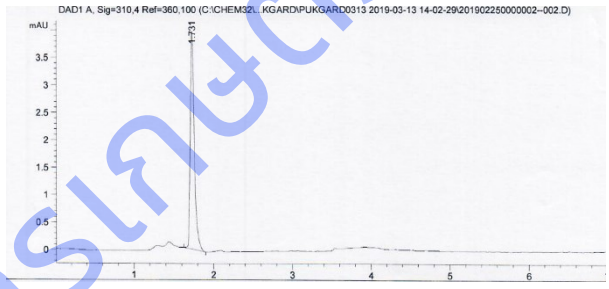
(ก) ประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2003) แบบที่ 1



(ข) ประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2013) แบบที่ 2



(ค) ประยุกต์ใช้วิธีของ Jin *et al*. (2018)



(ง) ประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2017)

ภาพที่ 9 ปริมาณสาร Solanine ที่สกัดได้จากหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ด้วยเครื่อง HPLC ที่ UV detector 310 nm ที่ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปี 2562 (ก–ง)

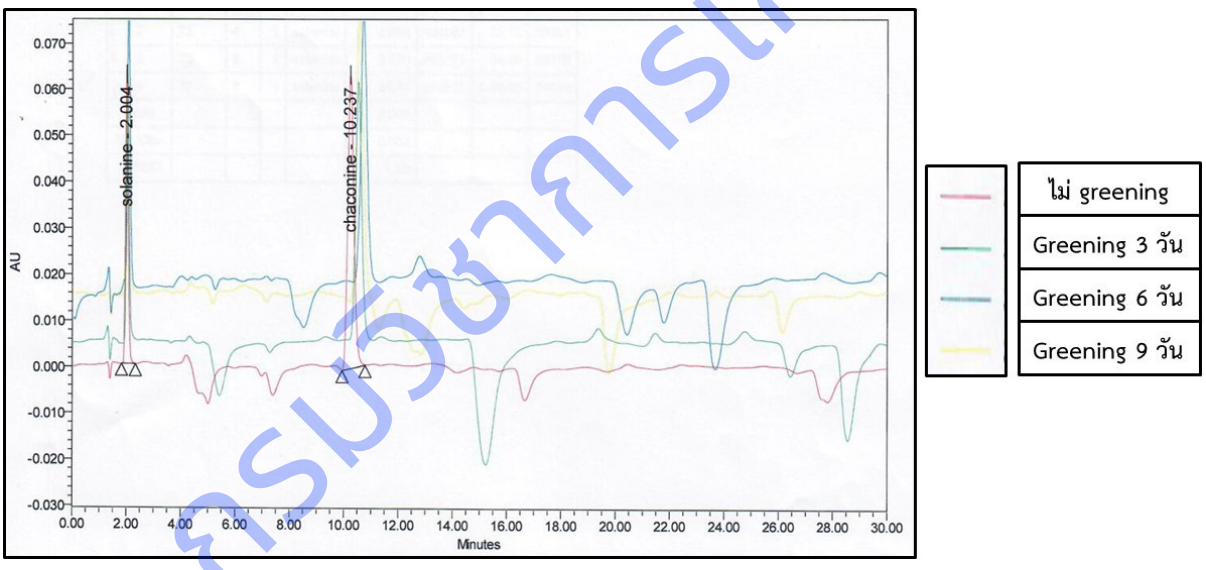
2) ทดสอบวิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์

การเปลี่ยนแปลงสีของหัวมันฝรั่งภายหลังการเก็บเกี่ยว จากผิวสีขาวเหลืองน้ำตาลเปลี่ยนเป็นสีเขียว เนื่องมาจากการได้รับแสงระหว่างการเจริญเติบโตหรือระหว่างการเก็บรักษา สีเขียวเกิดขึ้นจากสารรงควัตถุที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ ซึ่งมันฝรั่งแต่ละสายพันธุ์มีความไวต่อแสงแตกต่างกัน โดยทั่วไปพันธุ์ที่มีเปลือกสีขาวจะมีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีเขียวง่ายกว่าพันธุ์ที่มีผิวเปลือกสีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง อย่างไรก็ตามคลอโรฟิลล์เป็นสารรงควัตถุซึ่งมีตามธรรมชาติในพืช ไม่มีรสชาติและไม่มีอัตราย แต่คลอโรฟิลล์เป็นสารที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างสาร solanine ซึ่งจะเกิดการผลิตขึ้นเมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของหัวมันฝรั่งสัมผัสกับแสง (Robinson *et al*., 2015) จากการหาปริมาณสาร solanine ที่ได้จากการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์จากเปลือกมันฝรั่ง โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2017) พบว่าการสกัดสาร solanine จากหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ทำการ greening 6 วัน จะทำให้มีปริมาณสารสูงที่สุด 34.26 μg g^{-1} รองลงมาคือ หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ทำการ greening 3 วัน ไม่มีการ greening และ greening 9 วัน มีปริมาณสาร 32.75 30.92 และ 29.86 μg g^{-1} ตามลำดับ (ภาพที่ 10) ปริมาณสาร chaconine ที่ได้จากการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์จากเปลือกมันฝรั่ง

ลิขสิทธิ์การเกษตร

โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al*. (2017) พบว่าการสกัดสาร chaconine จากหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ทำการ greening 9 วัน จะทำให้มีปริมาณสารสูงที่สุด 70.14 µg g^{-1} รองลงมาคือ หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ไม่มีการ greening มีการ greening 3 วัน และ 6 วัน มีปริมาณสาร 69.08 67.25 และ 65.74 µg g^{-1} (ภาพที่ 10)

Machado *et al*. (2007) ได้ทดสอบผลของแสงและอุณหภูมิในการเก็บรักษาหัวมันฝรั่ง พบว่า การเก็บหัวมันฝรั่งไว้ภายใต้แสงฟลูออเรสเซ็นต์เป็นระยะเวลานาน 14 วัน จะมีปริมาณของสารไกลโคอัลคาลอยด์โดยรวมสูงที่สุด และพบมากในหัวมันฝรั่งที่มีขนาดเล็ก โดยการทดลองพบว่ามีปริมาณสารต่ำกว่า 200 mg kg^{-1} ซึ่งเป็นระดับที่ยังคงปลอดภัยหากมีการนำมาบริโภค Okamoto *et al*. (2020) ทำการตรวจสอบปริมาณสาร α-solanine และ α-chaconine ในหัวมันฝรั่ง KE ภายใต้แสง far-red, Blue, Red, white light และในที่มืด ที่อุณหภูมิ 18 °C เป็นระยะเวลา 1, 4 และ 7 วัน พบว่าการเก็บรักษาหัวมันฝรั่งไว้ในที่มืดมีปริมาณสารทั้งสองชนิดน้อยที่สุด และการเก็บไว้ภายใต้แสง far-red ให้ผลไม่แตกต่างจากการเก็บไว้ในที่มืด แต่การเก็บไว้ภายใต้แสง Blue, Red และ white light กลับส่งผลให้มีปริมาณของสารทั้งสองชนิดมากกว่าการเก็บไว้ในที่มืด และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารพบว่ามีปริมาณของ α-chaconine มากกว่า α-solanine ซึ่งการทดลองพบว่ามีปริมาณสารวิเคราะห์สอดคล้องกับงานวิจัยดังกล่าว



ภาพที่ 10 ปริมาณสาร Solanine ที่สกัดได้จากหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ทำการ greening ที่วันแตกต่างกัน โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al.* (2017) ด้วยเครื่อง HPLC ที่ UV detector 280 nm ณ ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพผลผลิต ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก–ง)

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิคในสภาพแปลง (G1)

1. การเจริญเติบโตด้านความสูงมันฝรั่ง ที่อายุ 60 วัน

กรมวิชาการเกษตร

การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วัน การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุด 52.7 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน การไม่มี greening และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีค่าเฉลี่ย 52.1 51.6 และ 51.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อการเจริญด้านความสูงของต้นมันฝรั่ง G1

2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

1) จำนวนหัวต่อหลุม

ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีจำนวนหัวเฉลี่ยรวมต่อหลุมมากที่สุด 12 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 11 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 และ 9 วัน มีจำนวนหัวเฉลี่ยรวมต่อหลุม 10 หัว (ตารางที่ 3)

โดยหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (Ø<3.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 3 หัว/หลุม รองลงมา การ greening 3 6 และ 9 วัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว 3 2 และ 2 หัว/หลุม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ หัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) ไม่ greening และ greening 3 วัน มีจำนวนหัวพันธุ์เฉลี่ยมากที่สุด 3 หัว/หลุม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์ที่ 6 และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2 หัว/หลุม และหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) ไม่มีการ greening มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อหลุมมากที่สุด 3 หัว/หลุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening 3 6 และ 9 วัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว 2 หัว/หลุม ส่วนเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) ทุกกรรมวิธี มีจำนวนหัวเฉลี่ย 3 หัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)

2) น้ำหนักต่อหลุม

การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยรวมต่อหลุมมากที่สุด 472.5 กรัม รองลงมา การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน 9 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 463.6 455.3 และ 446.3 กรัม/หลุม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำหนักต่อหลุมของผลผลิต G1

โดยหัวพันธุ์ที่ผ่านการ greening 3 วัน มีน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (Ø<3.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 30.8 กรัม/หลุม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 วัน และ greening 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 30.5 29.4 และ 21.5 กรัม/หลุม ตามลำดับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 80.7 กรัม/หลุม รองลงมา ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 วัน และ greening 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 76 73.4 และ 68.1 กรัม/หลุม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 114.6 กรัม/หลุม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 104 กรัม/หลุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 และ 9 วัน มีค่าเฉลี่ย 101.1 และ 82.9 กรัม/หลุม ตามลำดับ ส่วนเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) การ greening 9 วัน มี

กรมวิชาการเกษตร

น้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 282.9 กรัม/หลุม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening 6 9 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 269.5 237.4 และ 235.8 กรัม/หลุม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตที่อายุ 30 วัน จำนวนหัวต่อหลุม และน้ำหนักต่อหลุม ของมันฝรั่ง G1 ที่ปลูกในสภาพแปลง จากหัวพันธุ์ G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ช่วงฤดูหนาว (พ.ย.–ก.พ.) ปี 2561-2563

กรรมวิธี	ความสูง 60 วัน (เซนติเมตร)	จำนวนหัว/หลุม (หัว)					น้ำหนัก/หลุม (กรัม)				
		รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4
ไม่ greening	51.6	12 a	3	3	3 a	3	446.3	30.5	76.0	104 ab	235.8
greening 3 วัน	52.1	11 a	3	3	2 b	3	463.6	30.8	80.7	114.6 a	237.4
greening 6 วัน	52.7	10 b	2	2	2 b	3	472.5	29.4	73.4	100.1 b	269.5
greening 9 วัน	51.6	10 b	2	2	2 b	3	455.3	21.5	68.1	82.9 c	282.9
F-test	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
%cv	4.4	9.6	26.9	26.4	17.6	23.4	9.1	27.4	15.5	9.2	14.4

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

: การแบ่งขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งออกเป็น 4 เกรด ได้แก่ เกรด 1 = เส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 3.5 เซนติเมตร, เกรด 2 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5–4.5 เซนติเมตร, เกรด 3 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5–5.5 เซนติเมตร และ เกรด 4 = เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5.5 เซนติเมตร (ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

3) จำนวนหัวต่อ 20 ตารางเมตร

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวรวมต่อ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 597 หัว รองลงมา greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 3 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 593 577 และ 575 หัว ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

โดยหัวพันธุ์ที่ผ่านการ greening 3 วัน มีจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งเกรด 1 (Ø<3.5 cm) เฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 137 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 127 121 และ 113 หัว ตามลำดับ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening จะมีจำนวนหัวในเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 142 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 และ 3 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 135 และ 121 หัว ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีค่าเฉลี่ย 95 หัว หัว การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีจำนวนหัวเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 126 หัว รองลงมา การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 3 และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 122 102 และ 98 หัว ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีจำนวนหัวเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) เฉลี่ยมาก

กรมวิชาการเกษตร

ที่สุด 259 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 greening 3 วัน และ ไม่ greening มีค่าเฉลี่ย 219 218 และ 208 หัว/พื้นที่ 20 ตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

4) น้ำหนักผลผลิตต่อ 20 ตารางเมตร

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 30.9 กิโลกรัม รองลงมา greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 9 วัน และ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 28.2 27.8 และ 27.6 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำหนักต่อ 20 ตารางเมตรของผลผลิต G1

โดยการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยเกรด 1 (Ø<3.5 cm) ต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 2.3 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening 3 วัน ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.1 2 และ 1.9 กิโลกรัม ตามลำดับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening 6 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 5.4 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทาสถิติกับ การ greening 9 และ 3 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.1 และ 4.8 กิโลกรัม ตามลำดับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) เฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 6.7 กิโลกรัม รองลงมา greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน และ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 5.5 และ 5.2 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 5 กิโลกรัม และ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) เฉลี่ยต่อ 20 ตารางเมตร มากที่สุด 16.9 กิโลกรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 15.9 15.4 และ 15 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนหัว และน้ำหนักผลผลิตต่อ 20 ตารางเมตร ของมันฝรั่ง G1 ที่ปลูกในสภาพแปลงจากหัวพันธุ์ G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ช่วงฤดูหนาว (พ.ย.–ก.พ.) ปี 2561–2563

กรรมวิธี	จำนวนหัว/20 ตารางเมตร (หัว)					น้ำหนัก/20 ตารางเมตร (กก.)				
	รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4
ไม่ greening	575	127	142 a	98	208	27.6	2.0	5.4	5.2 ab	15.0
greening 3 วัน	577	137	121 ab	102	218	28.2	2.1	4.8	5.5 ab	15.9
greening 6 วัน	597	121	135 a	122	219	30.9	1.9	5.4	6.7 a	16.9
greening 9 วัน	593	113	95 b	126	259	27.8	2.3	5.1	5 b	15.4
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
%cv	8.5	26.5	18.8	19.7	23.0	9.5	21.3	19.1	19.1	13.3

กรมวิชาการเกษตร

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
: การแบ่งขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งออกเป็น 4 เกรด ได้แก่ เกรด 1 = เส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 3.5 เซนติเมตร, เกรด 2 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5–4.5 เซนติเมตร, เกรด 3 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5–5.5 เซนติเมตร และ เกรด 4 = เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5.5 เซนติเมตร (ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

5) จำนวนหัวต่อ 1 ไร่

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวรวมต่อไร่มากที่สุด 47,675 หัว รองลงมา greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 3 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 47,386 46,072 และ 45,942 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อจำนวนหัวต่อไร่ของผลผลิต G1

โดยการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีจำนวนหัวเกรด 1 (Ø<3.5 cm) เฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด 10,896 หัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 และ 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 10,164 9,671 และ 9,006 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีจำนวนหัวเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 11,336 หัว/ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 และ 3 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 10,784 และ 9,632 หัว/ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีค่าเฉลี่ย 7,596 หัว/ไร่ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีจำนวนหัวเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 10,056 หัว/ไร่ รองลงมา การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 3 และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 9,716 8,112 และ 7,832 หัว/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีจำนวนหัวเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 20,728 หัว/ไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 greening 3 วัน และ ไม่ greening มีค่าเฉลี่ย 17,504 17,432 และ 16,610 หัว/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

6) น้ำหนักผลผลิตต่อ 1 ไร่

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ไร่ มากที่สุด 2,465กิโลกรัม รองลงมา greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 9 วัน และ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 2,255 2,223 และ 2,200 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ของผลผลิต G1

โดยการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 1 (Ø<3.5 cm) เฉลี่ยต่อไร่ มากที่สุด 182 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การ greening 3 วัน greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 171 149 และ 145 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีน้ำหนักหัวเกรด 2 (Ø3.5–4.5 cm) เฉลี่ยมากที่สุด 437 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างทาสถิติกับ การ greening 6 9 และ 3 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 429 411 และ 384 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) เฉลี่ยต่อไร่ มากที่สุด 539 กิโลกรัม/ไร่ ไม่แตกต่าง

กรมวิชาการเกษตร

ทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 425 กิโลกรัม/ไร่ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 417 และ 396 กิโลกรัม/ไร่ และ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน มีน้ำหนักหัวเกรด 4 (Ø>5.5–6.5 cm) เฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด 1,348 กิโลกรัม/ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน และไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 1,275 1,234 และ 1,201 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยจำนวนหัว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ของมันฝรั่ง G1 ที่ปลูกในสภาพแปลง จากหัวพันธุ์ G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ช่วงฤดูหนาว (พ.ย.–ก.พ.) ปี 2561–2563

กรรมวิธี	จำนวนหัว/ไร่ (หัว)					น้ำหนัก/20 ตารางเมตร (กก.)				
	รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4	รวม	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4
ไม่ greening	45,942	10,164	11,336 a	7,832	16,610	2,200	145	437	417 b	1,201
greening 3 วัน	46,072	10,896	9,632 ab	8,112	17,432	2,255	171	384	425 ab	1,275
greening 6 วัน	47,675	9,671	10,784 a	9,716	17,504	2,465	149	429	539 a	1,348
greening 9 วัน	47,386	9,006	7,596 b	10,056	20,728	2,223	182	411	396 b	1,234
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
%cv	8.5	26.4	18.9	19.8	23.0	9.4	22.0	19.3	18.8	13.3

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
: การแบ่งขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งออกเป็น 4 เกรด ได้แก่ เกรด 1 = เส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 3.5 เซนติเมตร, เกรด 2 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5–4.5 เซนติเมตร, เกรด 3 = เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5–5.5 เซนติเมตร และ เกรด 4 = เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5.5 เซนติเมตร (ไม่เกิน 6.5 เซนติเมตร)

กรมวิชาการเกษตร

3. คุณภาพผลผลิต

1) เปอร์เซ็นต์แป้ง

ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 และ 9 วัน มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยมากที่สุด 16.7% ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 16.6% (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งของผลผลิต G1

2) ความแน่นเนื้อ

การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด 53.2 นิวตัน รองลงมา การ greening 6 วัน ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน มีค่าเฉลี่ย 52.5

51.8 และ 51 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของผลผลิต G1

3) กรดมาลิก

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ไม่ผ่านการ greening และผ่านการ greening 3 วัน และ 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์กรดมาลิกเฉลี่ยสูงที่สุด 1.8% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยกรดมาลิก 1.7% (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อกรดมาลิกของผลผลิต G1

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS)

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีน้ำตาล TSS เฉลี่ยน้อยที่สุด 5.7% รองลงมาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการ greening วัน ไม่มีการ greening และ greening 9 วัน มีน้ำตาล TSS เฉลี่ย 5.8 5.9 และ 5.6% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิต (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อ TSS ของผลผลิต G1

5) น้ำตาล Sucrose

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 3 วัน มีน้ำตาล Sucrose เฉลี่ยน้อยที่สุด 5.4% ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 วัน และ greening 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.5 5.5 และ 5.6% ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำตาล sucrose ของผลผลิต G1

6) น้ำตาล Glucose

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 3 วัน และ 6 วัน มีน้ำตาล Glucose เฉลี่ยน้อยที่สุด 5.7% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.8% (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำตาล glucose ของผลผลิต G1

7) น้ำตาล Fructose

หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ผ่านการ greening 3 วัน และ 9 วัน มีน้ำตาล Fructose เฉลี่ยมากที่สุด 5.8% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง และ greening 6 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.9% (ตารางที่ 6) ดังนั้นการ greening ไม่มีผลต่อน้ำตาล fructose ของผลผลิต G1

8) การเกิดโรคใบไหม้

การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 9 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้น้อยที่สุด 4.2% รองลงมาคือ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และ 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 5.3 และ 5.8% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่มีการ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

7% (ตารางที่ 6) โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในสภาพไร่ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP) (ดัดแปลงจาก Henfling, 1987 และ Fry, 2014)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยคุณภาพผลผลิต (เปอร์เซ็นต์แป้ง ความแน่นเนื้อ กรดมาลิก น้ำตาล TSS น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส) และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 ที่ปลูกในสภาพแปลง จากหัวพันธุ์ G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ช่วงฤดูหนาว (พ.ย.–ก.พ.) ปี 2561–2563

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)	ความแน่นเนื้อ (N)	กรดมาลิก (%)	(TSS) (%)	Sucrose (%)	Glucose (%)	Fructose (%)	การเกิดโรคใบไหม้ (%)
ไม่ greening	16.7	51.8	1.8	5.9	5.5	5.8	5.9	7 c
greening 3 วัน	16.6	51.0	1.8	5.8	5.4	5.7	5.8	5.8 b
greening 6 วัน	16.7	52.5	1.8	5.7	5.5	5.7	5.9	5.3 b
greening 9 วัน	16.7	53.2	1.7	5.9	5.6	5.8	5.8	4.2 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
%cv	1.4	4.4	11.7	3.3	3.9	3.8	2.6	13.0

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 11 ลักษณะการเกิดโรคใบไหม้บนใบมันฝรั่ง G1 ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ฤดูหนาว ปี 2561-2563

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 °C เป็นเวลา 7 เดือน (28 สัปดาห์) การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน และไม่มีการ greening จะช่วยลดขนาดความกว้าง และความยาวของตามันฝรั่งลง รักษาความแน่นเนื้อ ปริมาณ TSS และปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ไม่ให้เพิ่มขึ้น มีการสร้างสาร solanine เพิ่มมากขึ้น และมีอายุการเก็บรักษานาน 6–6.5 เดือน โดยไม่มีการงอกของตา และเมื่อนำหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) ที่ได้จากการ greening ในระบบแอโรโปนิคไปปลูกในสภาพแปลง หัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 ที่ผ่านการ greening 6 วัน มีจำนวนหัว (597 หัว) น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร (30.9 กิโลกรัม) และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด (2,465 กิโลกรัม) และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงร้อยละ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่

กรมวิชาการเกษตร

greening รองลงมาคือ การ greening 3 วัน จะทำให้ได้น้ำหนักผลผลิตต่อหลุม (463.6 กรัม) น้ำหนักผลผลิตเกรด 3 (Ø4.5–5.5 cm) (114.6 กรัม) น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ 20 ตารางเมตร (28.2 กิโลกรัม) และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด (2,255 กิโลกรัม) และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงร้อยละ 17 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ greening

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. อิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค ได้เทคโนโลยีการเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็ว และปลอดโรค จำนวน 2 เทคโนโลยี คือ การปลูกแบบจุ่มฮอร์โมน NAA ร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร สามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคได้มากที่สุดในช่วงฤดูหนาว และการปลูกแบบไม่จุ่มฮอร์โมนร่วมกับระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนมากที่สุด ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ ราคาถูก และปลอดโรค

2. ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค ได้เทคโนโลยีการเพิ่มปริมาณผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ คือ การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 3 วัน เหมาะสำหรับการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อุณหภูมิ 5±1 °C ได้นาน 6–6.5 เดือน ในขณะที่การ greening หัวพันธุ์มันฝรั่ง 6 วัน และ 3 วัน เมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงสามารถให้ผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้นรับรอง (G1) ได้มากที่สุด และช่วยลดการเกิดโรคใบไหม้ในแปลงลงได้ ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ ราคาถูก และปลอดโรค รวมทั้งยังเป็นการพัฒนาด้านการเกษตร ช่วยส่งเสริมการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อลดการนำเข้า

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

บทนำ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. ครม.ไฟเขียวเปิดตลาดหอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง 3 ปี ตามข้อผูกพัน WTO เกษตรฯ ศึกษาผลกระทบยันไม่กระทบเกษตรกรผู้ผลิตในประเทศ กลับส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมอาหารของประเทศ.

นาวิน โสภาภูมิ. 2553. กลยุทธ์การต่อรองของเกษตรกรภายใต้ระบบอุตสาหกรรมเกษตร-อาหาร: กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในจังหวัดเชียงใหม่. ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สนอง จรินทร วิวัฒน์ ภาณุอำไพ สมพงษ์ คูตระกูล และมานพ หาญเทวี. 2551. การทดสอบพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปในการปลูกฤดูฝน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543-2550. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร.

สมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2561. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรชาติ คูอาริยะกุล วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และบุญแถม ถาคำฟู. 2540. ปฏิกิริยาของมันฝรั่งบางพันธุ์ต่อโรคใบไหม้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนามันฝรั่ง ปี พ.ศ. 2559-2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

การทดลองที่ 1

ธีรพงศ์ ชมใจ. 2538. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิดของกิ่ง และเวลาในการตัดชำต่อการเกิดรากของกิ่งตัดชำจำปี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ .

กรมวิชาการเกษตร

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

ภูวนาถ นนทรีย์. 2532. การใช้ฮอร์โมนกับไม้ผลบางชนิด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ.

มาโนช ทองเจียม. 2545. รายงานผลการดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อลดการนำเข้า. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2559. ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการสินค้ามันฝรั่ง. เอกสารประกอบการประชุมปรึกษาหารือร่างยุทธศาสตร์สินค้ากระเทียม หอมแดง หอมหัวใหญ่ และมันฝรั่ง. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สนอง จรินทร. 2557. การเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2561. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรทัย วงค์เมธา. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Farran, I. and A. M. Mingo-Castel. 2006. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. American Journal of Potato Research 83: 47-53.

Kim, Tae-Gyun. 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: Republic of Korea.

Kumlay, A.M. 2014. Combination of the auxins NAA, IBA, and IAA with GA3 improves the commercial seed-tuber production of potato (*Solanum tuberosum* L.) under *in vitro* conditions. BioMed Research International 439259.

Masarirambi, M.T, F.C. Mandisodza, A.B. Mashingaidze, E. Bhebhe. 2012. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum*). International Journal of Agriculture and Biology 14: 545–549.

Masengesho, J., J.C. Nshimiyimana, N. Senkesha and P.Y.K. Sallah. 2012. Performance of Irish potato varieties under aeroponic conditions in Rwanda. Rwanda Journal 28(E): 84-94.

กรมวิชาการเกษตร

Otazu, V. 2010. Muanual on quality seed potato production using aeroponics. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 44 p.

Pattee, H.E. 1985. Sweet potatoes: effects of cultivar and curing on sensory quality in Evaluation of quality of fruits and vegetables. New York, U.S.A.

Thornton, M.K., J. Lee, R. John, N.L. Olsen, D.A. Navarre. 2013. Influence of growth regulators on plant growth, yield, and skin color of specialty potatoes. American Journal of Potato Research 90: 271–283.

Vander Zaag, P., A.L. Demagante and E.E. Ewing. 1990. Influence of plant spacing on potato (*Solanum tuberosum* L.) morphology, growth and yield under two contrasting environments. Potato Research 33: 313–323.

Waterer, D. 1996. Influence of irrigation, nitrogen and seed piece spacing on yields and tuber size distribution of seed potatoes. Canadian Journal of Plant Science77: 141–148.

การทดลองที่ 2

กนกพร บุญญะอติชาติ. 2558. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียปริมาณ และคุณภาพของผักรับประทานใบ. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 7(3): 147-158.

ชวาลา วงศ์ใหญ่. 2559. อุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบและโอกาสการขยายการตลาดมันฝรั่งแปรรูปสู่ภูมิภาคอาเซียน. เอกสารวิชาการ เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งโรงงานคุณภาพ. กลุ่มงานพืชผัก สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 99 หน้า.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2561. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรชาติ คูอาริยะกุล วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และบุญแถม ถาคำฟู. 2540. ปฏิกิริยาของมันฝรั่งบางพันธุ์ต่อโรคใบไหม้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนามันฝรั่ง ปี พ.ศ. 2559-2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 129 หน้า.

Abbasi, K.S., T. Masud, A. Qayyum, A. Ahmad, A. Mehmood, Y. Bibi and A. Sher. 2016. Photo-induced changes in quality attributes of potato tubers during storage. Journal of Applied Botany and Food Quality 89: 315-321.

Benkeblia, N., A.A. Alexopoulos and H.C. Passam. 2008. Physiological and biochemical regulation of dormancy and sprouting in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* 2 (Special Issue 1): 54-68.

Cantwell, M. 1996. A Review of Important Facts about Potato Glycoalkaloids. Perishables Handling Newsletter. 87: 26-27.

Friedman, M. 2013. Anticarcinogenic, Cardioprotective, and Other Health Benefits of Tomato Compounds Lycopene, α-Tomatine, and Tomatidine in Pure Form and in Fresh and Processed Tomatoes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61(40): 9534–50.

Friedman, M., J.N. Roitman and N. Kozukue. 2003. Glycoalkaloid and calystegine contents of eight potato cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(10): 2964-2973.

Friedman, M., N. Kozukue, H.J. Kim, S.H. Choi and M. Mizuno. 2017. Glycoalkaloid, phenolic, and flavonoid content and antioxidative activities of conventional nonorganic and organic potato peel powders from commercial gold, red, and Russet potatoes. Journal of Food Composition and Analysis 62: 69-75.

Fry, W.E. 2008. *Phytophthora infestans*, the plant and R gene destroyer. Molecular Plant Pathology 9: 385-402.

Gachango, E., S.I. Shibairo, J.N. Kabira, G.N. Chemining'wa and P. Demo. 2008. Effects of light intensity on quality of potato seed tubers. African Journal of Agricultural Research 3(10): 732-739.

Grunenfelder, L.A., L.O. Knowles, L.K. Hiller and N.R. Knowles. 2006. Glycoalkaloid development during greening of fresh market potatoes (*Solanum tuberosum* L.). J Agric Food Chem. 54(16): 5847-54.

Henfling, J.W. 1987. Late blight of potato: *Phytophthora infestans*. Technical Information Bulletin 4 (second edition revised) CIP, Lima Peru: 25 p.

Isherwood, F.A. 1973. Starch-sugar interconvension in *Solanum tuberosum*. *Phytochemistry* 12(11): 2579-2591.

กรมวิชาการเกษตร

Jin, C.Y., H. Liu, D. Xu, F.K. Zeng, Y.C. Zhao, H. Zhang and G. Liu. 2018. Glycoalkaloids and phenolic compounds in three commercial potato cultivars grown in Hebei, China. Food Science and Human Wellness 7(2): 156-162.

Kays, S.J. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold Inc. New York, USA. 532 p.

Kim, Tae-Gyun. 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: Republic of Korea.

Machado, R.M.D., M.C.F. Toledo and L.C. Garcia. 2007. Effect of light and temperature on the formation of glycoalkaloids in potato tubers. Food Control 18(5): 503-508.

Mani, F. and C. Hannachi. 2015. Physiology of potato sprouting. Journal of New Science, Agriculture and Biotechnology 17(2): 591-602.

Muthoni, J. J.N. Kabira, D. Kipkoech, G.O. Abong and J.H. Nderitu. 2014. Feasibility of low-cost seed potato storage in Kenya: The case of diffused light storage in Nyandarua county. Journal of Agricultural Science 6(1):59-65.

Naik, P.S. and D. Sarkar. 1997. Influence of light-induced greening on storage of potato microtubers. Biologia Plantarum 39(1): 31-34.

Okamoto, H., L.J.M. Ducreux, J.W. Allwood, P.E. Hedley, A. Wright, V. Gururajan, M.J. Terry and M.A. Taylor. 2020. Light regulation of chlorophyll and glycoalkaloid biosynthesis during tuber greening of potato *S. tuberosum*. Frontiers in Plant Science 11: 753.

Olsen, N. 2005. The affect of light source on greening and other quality attributes of 'Russet Burbank' potatoes. Retrieved December 25, 2020, from https://www.uidaho.edu/-/media/UIdaho-Responsive/Files/cals/programs/potatoes/Storage/impact-of-light-source-on-tubergreening.pdf?la=en&hash=370D44FC6185892EC75425060A20E22468F8AEB4.

Robinson, A., J. Garden-Robinson, J. Boe and A. Dhuyvetter. 2015. From garden to table: my potatoes turned green Now why?. Retrieved February 2, 2021, from https://www.ag.ndsu.edu/ publications/lawns-gardens-trees/from-garden-to-table-my-potatoes-turned-green-now-what/a1768.pdf.

Rocha, A.B.O., S.L. Honório, C.L. Messias, M. Otónb and P.A. Gómez. 2015. Effect of UV-C radiation and fluorescent light to control postharvest soft rot in potato seed tubers. Scientia Horticulturae 181: 174-181.

Sakhare, A.V. 2014. Isolation of solanine from potato leaves and evaluation of its antimicrobial activity. International Journal of Science and Research 3(11): 2052-5056.

Shibairo, S.I., P. Demo, J.N. Kabira, P. Gildemacher, E. Gachango, M. Menza, R.O. Nyankanga, G.N. Chemining`wa and R.D. Narla. 2006. Effects of gibberellic acid (GA3) on sprouting and quality of potato seed tubers in diffused light and pit storage conditions. Journal of Biological Sciences 6(4): 723-733.

Shin, M., C. Umezawa and T. Shin. 2014. Natural anti-microbial systems | antimicrobial compounds in plants. In: Encyclopedia of Food Microbiology (second edition) pp. 920-929.

Sonnewald, S. and U. Sonnewald. 2014. Regulation of potato tuber sprouting. Planta 239: 27-38.

Sweeney, J.P., P.A. Hepner and S.Y. Libeck. 1969. Organic acid, amino acid, and ascorbic acid content of potatoes as affected by storage conditions. American Potato Journal 46(12): 463-469.

Tanios, S., A. Eyles, R. Corkrey, R.S.Tegg, T. Thangavel and C.R. Wilson. 2020. Quantifying risk factors associated with light-induced potato tuber greening in retail stores. PloS one 15(9): e0235522. Retrieved February 3, 2021, from https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235522.

Wichrowska, D., I. Rogozińska and E. Pawelzik. 2009. Concentration of some organic acids in potato tubers depending on weed control method, cultivar and storage conditions. Polish Journal of Environmental Studies 18(3): 487-491.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก (Appendix)

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของ NAA และระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งชั้น pre-basic seed (G0) ในระบบแอโรโปนิค

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก ก สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ช่วงเริ่มปลูก-1.5 เดือน (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ลำดับที่	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ	
		100 ลิตร	200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)		
1	$Ca(NO_3)_2$ (15-0-0) (แคลเซียมไนเตรท)	23.75 กก.	47.5 กก.
2	Fe-EDTA (เหล็กดีเลท)	550 ก.	1.1 กก.
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)		
3	KNO_3 (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	20.25 กก.	40.5 กก.
4	$NH_4H_2PO_4$ (12-60-0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต)	3.875 กก.	7.75 กก.
5	$MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	12.5 กก.	25 กก.
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)		
6	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	70 ก.	140 ก.
7	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	5 ก.	10 ก.
8	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	50 ก.	100 ก.
9	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	2 ก.	4 ก.
10	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	0.5 ก.	1 ก

หมายเหตุ: 1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C ในถัง 200 ลิตร เวลาตักใช้ต้องต้องใส่ปุ๋ยจากถัง A:B:C อัตรา 2:3:1 รวมในถังผสม แล้วค่อยใส่ลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน

2. การปรับค่า EC ทุก 0.1 ms/cm ต้องใช้ปุ๋ยจากถัง A + B + C รวมกัน 1 ลิตร

3. ช่วงปลูก -1.5 เดือน ค่า EC = 0.2-1.7 ms/cm อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:3:1 (เร่งต้น)

4. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5

5. การปลูกมันฝรั่ง 1 crop ต้องผสมปุ๋ย A B และ C ในถัง 200 ลิตร จำนวน 1 ครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวก ข สูตรปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค ช่วงอายุ 1.5 เดือน-เก็บเกี่ยว (ดัดแปลงจาก Otazu, 2010; Kim, 2014 และสนอง, 2557)

ลำดับที่	สูตรปุ๋ย	ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 200 ลิตร
	A (ผสมรวมกันถังเดียว)	
1	$Ca(NO_3)_2$ (15-0-0) (แคลเซียมไนเตรท)	2.36 กก.
2	Fe-EDTA (เหล็กคีเลท)	234 ก.
	B (ผสมรวมกันถังเดียว)	
3	KNO_3 (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท)	5 กก.
4	KH_2PO_4 (0-52-34) (โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต)	7.75 กก.
5	$MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต)	5 กก.
6	Urea (46-0-0) (ยูเรีย)	780 ก.
7	K_2SO_4 (0-0-50) (โพแทสเซียมซัลเฟต)	1.720 กก.
	C (ผสมรวมกันถังเดียว)	
8	H_3BO_3 (บอริกแอซิด)	140 ก.
9	$ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต)	10 ก.
10	$MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต)	100 ก.
11	$CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต)	4 ก.
12	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต)	1 ก.

หมายเหตุ: 1. เตรียมปุ๋ย A, B และ C ในถัง 200 ลิตร เวลาตักใช้ต้องต้องใส่ปุ๋ยจากถัง **A:B:C** รวมในถังผสม แล้วค่อยใส่ลงไปในถังใหญ่ 2,000 ลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้

ช่วง 1.5-2 เดือน ค่า **EC** = 1.5-1.7 **ms/cm** อัตราปุ๋ย **A:B:C** = 2:4:1 (เร่งไหล)

ช่วง 2-3 เดือน ค่า **EC** = 1.7-2.1 **ms/cm** อัตราปุ๋ย **A:B:C** = 2:3:1 (เร่งหัว)

2. ต้องวัดค่า **EC** ในถัง 2,000 ลิตร ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.**5**

3. การปลูกมันฝรั่ง 1 **crop** ต้องผสมปุ๋ย **A** และ **B** ในถัง 200 ลิตร จำนวน 9 ครั้ง ส่วนปุ๋ย **C** ผสม 8 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวก ค ช่วงเวลาการให้น้ำ, ค่า pH และ EC ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบ Aeroponic (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

ช่วงการเจริญเติบโต	วันหลังจากย้ายปลูก	กลางวัน-กลางคืน		pH	EC
		พ่นน้ำ (วินาที)	หยุด (นาที)		
สร้างราก	1-7 (น้ำเปล่า)	120	3		0.20
	8-15	120	4		0.88
	16-19	120	8		1.22
สร้างไหล	20-24	120	10	5.5-6.5	1.72
	25-35	120	15		1.50
สร้างหัว (ช่วงแรก)	36-45	90	40		0.86
เร่งหัว	46-90	90	90		0.93

หมายเหตุ: 1. ค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5

2. อุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมภายในโรงเรือน และอุณหภูมิน้ำ = 18-25^{o}C

3. ค่า EC ของน้ำมีค่า = 0.2 mS/cm

ภาพผนวก

(ก) ต้นอ่อนมันฝรั่งอายุ 30 วัน ณ ศกล.ชม.

(ข) ต้นอ่อนมันฝรั่งก่อนนำปลูก ณ ศกล.ชม.

(ค) ปลูกต้นอ่อนในโรงเรือนกันแมลง ณ ศกล.ชม.

(ง) ทาสีแผ่นโฟมให้เกิดความทึบ ณ ศวพ.ชม.

กรมวิชาการเกษตร

(จ) ติดตั้งระบบน้ำบนหลังคาโรงเรือน ณ ศวพ.ชม.

(ฉ) ทำความสะอาดโรงเรือน ณ ศวพ.ชม.

ภาพผนวกที่ 1 ปลูกต้นแม่พันธุ์สำหรับตัดปักชำในระบบแอโรโปนิค และเตรียมโรงเรือนสำหรับการทดลอง ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562 (ก-ฉ)

(ก) ต้นมันฝรั่งในโรงเรือนกันแมลงอายุ 30 วัน ณ ศกล.ชม.

(ข) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งสำหรับตัดชำ ณ ศกล.ชม.

(ค) การตัดชำต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม.

(ง) การตัดแต่งต้นแม่พันธุ์ปลูกในระบบแอโรโปนิค

(จ) ลักษณะยอดปักชำ ณ ศกล.ชม.

(ฉ) ปลูกยอดปักชำในระบบแอโรโปนิค ณ ศกล.ชม.

(ช) ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร

(ซ) ระยะปลูก 10x20 เซนติเมตร

(ฌ) ระยะปลูก 10x30 เซนติเมตร

(ญ) ต้นอ่อนมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคอายุ 30 วัน

ภาพผนวกที่ 2 ดำเนินการปลูก และดูแลรักษาต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) และ ศวพ.ชม. ปี 2560-2562 (ก-ญ)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) หัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ณ ศกล.ชม.

(ข) เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง ณ ศกล.ชม.

(ค) หัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม.

(ง) บรรจุใส่กระสอบ

ภาพผนวกที่ 3 เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2560-2562 (ก-ง)

(ก) วัดเปอร์เซ็นต์แป้งหัวมันฝรั่ง

(ข) วัดความแน่นเนื้อหัวมันฝรั่ง

ลิขสิทธิ์ของ

(ค) อุปกรณ์สำหรับวัดคุณภาพผลผลิต

(ง) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

(จ) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลซูโครส

(ฉ) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส

(ช) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลฟรักโทส

(ซ) เครื่องวัดปริมาณกรดมาลิก

ภาพผนวกที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพผลผลิตมันฝรั่ง ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2560-2562 (ก-ซ)

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค

ตารางภาคผนวกขั้นตอนที่ 1

ตารางผนวก ก ค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนักหัว (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	0	3.3 a	4.8	6.0	7.5	9.0	10.3	12.3
greening 3 วัน	0	2.8 ab	4.3	5.5	6.8	8.3	9.5	11.3
greening 6 วัน	0	2.5 ab	3.5	5.3	6.3	8.0	9.5	11.3
greening 9 วัน	0	2 b	3.5	4.5	6.0	7.8	9.3	11.0
F-test	-	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%cv	0.0	22.9	23.6	22.2	16.1	17.1	17.1	13.7

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางผนวก ข ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของตาของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	ความแน่นเนื้อ (N)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	43.4 ab	41.1	47.8 a	49.6	53.5	52.5	59.4	61.8
greening 3 วัน	40.9 ab	41.0	49.4 a	44.0	46.5	50.9	60.0	60.1
greening 6 วัน	44.6 a	41.3	47 a	43.9	48.4	51.1	61.4	58.4
greening 9 วัน	38.1 b	46.4	36.7 b	43.5	56.7	55.3	55.1	62.5
F-test	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
%cv	7.3	14.4	11.2	12.7	12.0	7.4	10.8	7.0

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางผนวก ค ค่าเฉลี่ยกรดมาลิกของตาของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	กรดมาลิก (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	1.3 a	1.9 a	1.4 a	1.9	1.9	1.7	1.3	1.5
greening 3 วัน	1.2 b	1.6 ab	1.5 a	1.9	2.0	1.7	1.3	1.8
greening 6 วัน	1.2 b	1.6 ab	1.4 a	1.8	1.6	1.6	1.2	1.7
greening 9 วัน	1.2 ab	1.5 b	1.3 b	1.9	1.7	1.7	1.3	1.9
F-test	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

กรมวิชาการเกษตร

%cv	5.9	10.8	5.2	5.3	18.9	12.0	14.7	13.1

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางผนวก ง ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	7.1 c	7.8 a	7.9 ab	8.1	8.0	7.8	8.3	8.3 a
greening 3 วัน	6.8 ab	7.9 ab	8.4 b	8.1	8.4	7.7	8.0	8.4 a
greening 6 วัน	6.9bc	8.1 ab	8.2 ab	8.2	8.4	7.7	8.3	8.4 a
greening 9 วัน	6.3 a	8.3 b	7.9 a	8.3	8.5	7.7	8.3	9.1 b
F-test	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*
%cv	4.2	3.6	3.6	3.1	4.9	2.8	3.4	2.7

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางผนวก จ ค่าเฉลี่ยน้ำตาล Sucrose ของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	น้ำตาล Sucrose (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	6.7 b	7.2	7.9 ab	7.8	7.4 a	7.2	7.8	7.9 a
greening 3 วัน	6.1 a	7.5	8.1 b	8.0	7.9 ab	7.2	7.9	8.2 b
greening 6 วัน	6.3 ab	7.5	7.8 ab	7.8	8 b	7.1	7.9	8 bc
greening 9 วัน	5.9 a	7.3	7.5 a	8.0	8.2 b	7.7	8.2	8.7 c
F-test	*	ns	*	ns	*	ns	ns	*
%cv	5.0	4.3	4.6	3.7	3.8	6.0	3.2	2.0

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางผนวก ฉ ค่าเฉลี่ยน้ำตาล Glucose ของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	น้ำตาล Glucose (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	7 c	7.7	7.9 ab	8.2	7.9	7.7	8.2	8.1 a
greening 3 วัน	6.4 ab	7.9	8.4 b	8.2	8.3	7.6	8.0	8.3 a
greening 6 วัน	6.7 bc	8.1	8.2 ab	8.1	8.3	7.4	8.2	8 a
greening 9 วัน	6.2 a	8.1	7.8 a	8.4	8.4	7.8	8.1	8.9 b
F-test	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
%cv	4.9	5.0	4.2	3.2	5.3	3.4	3.8	2.5

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ตารางผนวก ช ค่าเฉลี่ยน้ำตาล Fructose ของผลผลิต G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 7 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561/2562

กรรมวิธี	น้ำตาล Fructose (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ไม่ greening	7.1 b	7.8 a	8.0	8.3	8.0	7.8	8.4	8.3 a
greening 3 วัน	6.6 ab	8 ab	8.5	8.3	8.5	7.7	8.2	8.4 a
greening 6 วัน	6.8 b	8.2 ab	8.4	8.2	8.5	7.6	8.4	8.4 a
greening 9 วัน	6.3 a	8.4 b	8.0	8.5	8.5	7.8	8.3	9.1 b
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	
%cv	5.0	4.3	4.2	3.2	4.7	2.9	3.4	3.9

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ภาพผนวกขั้นตอนที่ 1

ก) ปลูกต้นอ่อนมันฝรั่งในโรงเรือนแม่พันธุ์

(ข) ต้นมันฝรั่งอายุ 1 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก

(ค) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งอายุ 1 เดือน

(ง) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งอายุ 1 เดือน สำหรับตัดชำ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

(จ) ตัดชำยอดมันฝรั่ง 2-3 ข้อ

(ฉ) เตรียมหลุมปลูกยอดปักชำมันฝรั่ง

(ช) ทำการตัดแต่งยอดมันฝรั่ง

(ซ) ลักษณะยอดมันฝรั่งที่ทำการตัดปักชำ

(ฌ) ปลูกลงระบบแอโรโปนิค

(ญ) ระยะปลูกขนาด 10x10 เซนติเมตร

(ฎ) กษณะต้นมันฝรั่ง อายุ 20 วัน หลังย้ายปลูก

(ฏ) ลักษณะต้นมันฝรั่ง อายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก

ร่างบทความวิจัย

ภาพผนวกที่ 1 การปลูกและดูแลรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง (G0) โดยการ greening ในระบบแอโรโปนิค ปี 2560-2562 (ก-ฎ)

(ก) เปิดแผ่นโฟมให้หัวพันธุ์มันฝรั่งได้รับแสง

(ข) สีของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่ผ่านการ greening

(ค) สีของหัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 3 วัน

(ง) สีของหัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 6 วัน

(จ) สีของหัวพันธุ์มันฝรั่ง greening 9 วัน

(ฉ) เก็บเกี่ยวผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

(ช) คัดขนาดเกรดหัวพันธุ์มันฝรั่ง

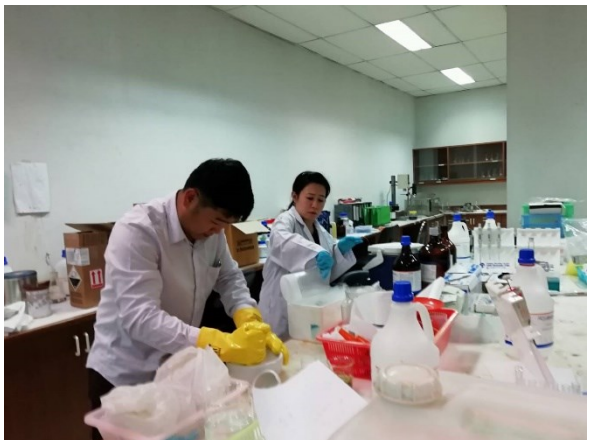
(ซ) วัดเปอร์เซ็นต์แป้งหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ฌ) วัดความแน่นเนื้อหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ญ) วัดเปอร์เซ็นต์กรดมาลิก และน้ำตาลในหัวพันธุ์มันฝรั่ง

ภาพผนวกที่ 2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต และเก็บข้อมูลคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังเก็บเกี่ยว ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) และ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2560-2562 (ก-ญ)

(ก) ปอกเปลือกหัวพันธุ์มันฝรั่งลึก 1 มิลลิเมตร

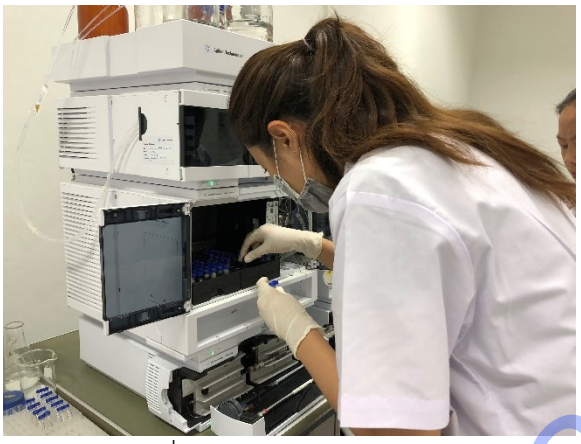


(ข) บดให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว

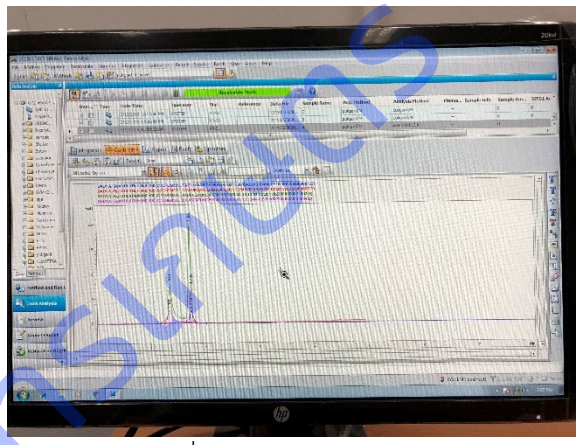
กรมวิชาการเกษตร

(ค) เตรียมสารสกัด และ mobile phase

(ง) ทำให้แห้งด้วย vacuum oven ภายใต้สูญญากาศ



(จ) โหลดสารเพื่อหาปริมาณสาร Solanine



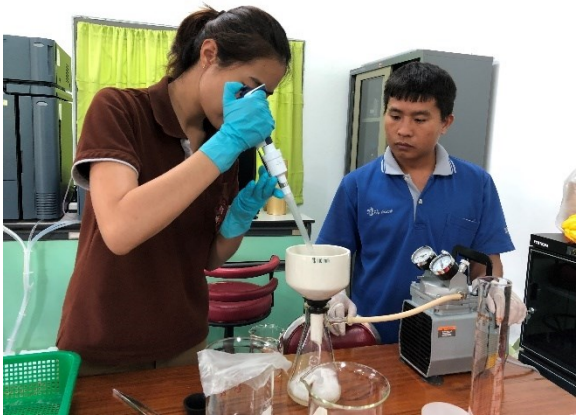
(ฉ) ปริมาณสารที่ได้จากการสกัดในแต่ละกรรมวิธี

ภาพผนวกที่ 3 วิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) จากหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ด้วยเครื่อง HPLC ที่ UV detector 310 nm ณ ห้องปฏิบัติการ HPLC สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปี 2562 (ก-ฉ)

(ก) บดเปลือกมันฝรั่งให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว

(ข) สกัดสารตัวอย่าง

กรมวิชาการเกษตร



(ค) ตกตะกอน glycoalkaloids ด้วย NH_4OH

(ง) นำสารละลายตัวอย่างใส่หลอด centrifuge

(จ) เตรียม mobile phase

(ฉ) วิเคราะห์ปริมาณสารที่ได้จากการสกัดในแต่ละกรรมวิธีด้วยเครื่อง HPLC

ภาพผนวกที่ 4 วิธีการสกัดสารไกลโคอัลคาลอยด์ (solanine และ chaconine) จากหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ที่ทำการ greening ที่วันแตกต่างกัน โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Friedman *et al.* (2017) ด้วยเครื่อง HPLC ที่ UV detector 280 nm ณ ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพผลผลิต ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ฉ)

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ภาพผนวกขั้นตอนที่ 2

(ก) การเตรียมแปลงปลูกมันฝรั่ง

(ข) วางหัวพันธุ์มันฝรั่งระยะห่าง 20x85 เซนติเมตร

(ค) รองพื้นก่อนปลูกด้วย ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กก./ไร่

(ง) พูนโคน สูงประมาณ 30 ซม.

(จ) ลักษณะแปลงหลังปลูก

(ฉ) อายุต้นมันฝรั่ง 15 วัน หลังปลูก

กรมวิชาการเกษตร

(ช) ต้นมันฝรั่งอายุ 45 วัน

(ซ) พ่นสารป้องกันโรคและแมลงมันฝรั่ง

ภาพผนวกที่ 5 การปลูกและดูแลรักษาต้นมันฝรั่งที่ปลูกในสภาพแปลง จากหัวพันธุ์ G0 ที่ผ่านการ greening ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูหนาว ปี 2561-2563 (ก-ซ)

(ก) เก็บเกี่ยวผลผลิตต่อหลุม

(ข) จำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งต่อหลุม

(ค) น้ำหนักต่อหลุม

(ง) เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้รถขุด

ลิขสิทธิ์ของ กรมวิชาการเกษตร

(จ) เก็บผลผลิตของแต่ละกรรมวิธี

(ฉ) น้ำหนักผลผลิตของแต่ละกรรมวิธี

ภาพผนวกที่ 6 การเก็บเกี่ยวผลผลิต ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561-2563 (ก-ฉ)

(ก) วัดเปอร์เซ็นต์แป้งหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ข) วัดความแน่นเนื้อหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ค) วิเคราะห์คุณภาพผลผลิต

(ง) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

กรมวิชาการเกษตร

(จ) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลซูโครส

(ฉ) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส

(ช) เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลฟรักโทส

(ซ) เครื่องวัดปริมาณกรดมาลิก

ภาพผนวกที่ 6 การข้อมูลคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังเก็บเกี่ยว ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2561-2563 (ก-ซ)

กรมวิชาการเกษตร