รายงานโครงการวิจัย

# การวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง

# Research and development of potato breeding and potato production

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัย

อรทัย วงค์เมธา

Orathai Wongmetha

ปี พ.ศ. 2563

รายงานโครงการวิจัย

# การวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง

# Research and development of potato breeding and potato production

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัย

อรทัย วงค์เมธา

Orathai Wongmetha

ปี พ.ศ. 2563

กรมวิชาการเกษตร

## คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง ประกอบด้วย 4 กิจกรรมหลัก 6 กิจกรรมย่อย และ 19 การทดลอง ได้แก่ การทดลองการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans* การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส Potato virus $Y^n$ (PVY strain n) การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic) อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่ การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบน และภาคเหนือตอนล่าง ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae Riley*) ในมันฝรั่ง ผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง และการทดลองประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก เพื่อคัดเลือกและทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ทนทานโรคแบคทีเรียและโรคใบไหม้สำหรับแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ และเพื่อบริโภค ที่มีการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตสูง ต้านทานโรค และเพื่อให้ได้เทคโนโลยีในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค และหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้ฮอร์โมน หรือสารเร่งการเจริญเติบโต กรดจัสโมนิก เพื่อหาวิธีการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่ง โดยใช้สารชีวภัณฑ์ และสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูมันฝรั่ง รวมถึงเพื่อหาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2564

กรมวิชาการเกษตร

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง ขอขอบคุณผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก สถาบันวิจัยพืชสวน และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ ฝ่ายบริหารที่อำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย และ เจ้าหน้าที่ผู้ร่วมทดลองจนสำเร็จลงได้ด้วยดี รวมถึงคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นในการประชุมติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงานโครงการวิจัย

นางสาวอรทัย วงค์เมธา

กรมวิชาการเกษตร

**สารบัญ**


| | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | 4 |
| ผู้วิจัย | 7 |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ | 8 |
| บทนำ | 9 |
| บทคัดย่อ | 11 |
| 1. กิจกรรมงานวิจัย 1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์และการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง | 17 |
| กิจกรรมที่ 1.1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์มันฝรั่ง | 17 |
| การทดลองที่ 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ | 17 |
| การทดลองที่ 1.1.2 การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย | 50 |
| การทดลองที่ 1.1.3 การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน | 82 |
| กิจกรรมที่ 1.2 การทดสอบปฏิกิริยาต้านทานโรคของมันฝรั่ง | 133 |
| การทดลองที่ 1.2.1 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans* | 133 |
| การทดลองที่ 1.2.2 การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง | 151 |
| การทดลองที่ 1.2.3 การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม | 163 |
| การทดลองที่ 1.2.4 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส Potato virus $Y^n$ (PVY strain n) | 168 |
| กิจกรรมที่ 1.3 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่ง | 177 |
| การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic) | 177 |
| การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค | 184 |
| การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค | 192 |
| การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว | 199 |
| การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่ | 206 |
| 2. กิจกรรมงานวิจัย 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งในฤดู | 214 |


ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

หน้า

และนอกฤดู

กิจกรรมที่ 2.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู 214

การทดลองที่ 2.1.1 การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบน และภาคเหนือตอนล่าง 214

การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง 229

3. กิจกรรมงานวิจัย 3 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชสำคัญของมันฝรั่ง 245

กิจกรรมที่ 3.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการแมลงศัตรูสำคัญของมันฝรั่งการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู 245

การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง 245

การทดลองที่ 3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง 249

การทดลองที่ 3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae Riley*) ในมันฝรั่ง 257

4. กิจกรรมงานวิจัย 4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว 262

กิจกรรมที่ 4.1 การยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 262

การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง 262

การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 275

บทสรุปและข้อเสนอแนะ 299

บรรณานุกรม 301

ภาคผนวก 320

กรมวิชาการเกษตร

**ผู้วิจัย**


นางสาวอรทัย วงค์เมธา[1]
นางสาวนาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1]
นายไตรเดช ข่ายทอง[2]
นางอุราพร หนูนารถ[2]
นางสาวศิริภรณ์ จรินทร[1]
นางรุ่งทิวา ดารักษ์[5]
นางสาวธารทิพย ภาสบุตร[2]
นางสาวทัศนีย์ ดวงแย้ม[7]
นายวิศรุต สันม่าแอ[6]
นายพินิจ เขียวพุ่มพวง[5]
นายอนุภพ เผือกผ่อง[1]
นางณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2]
นางสาวบูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2]
นายสมรวย รวมชัยอภิกุล[2]
นางวราภรณ์ อุดมดี[4]
นายสุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1]
นางสาวธิติยา สารพัฒน์[2]
นายไว อินต๊ะแก้ว[7]
นายสัจจะ ประสงค์ทรัพย์[6]
นายสุเมธ พากเพียร[1]
นายสิทธิศักดิ์ แสไพศาล[2]
นางสาวรุ่งนภา ทองเครั่ง[2]
นายสุมิตร วิลัยพร[2]
นางเกษตริน ฝ่ายอุประ[5]
นายอภิรัชต์ สมฤทธิ์[2]
นายวีรกรณ์ แสงไสย์
นายอนันต์ ปัญญาเพิ่ม[1]
นายอำนวย อรรถลังรอง[6]


---


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

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

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

[4] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 268 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก 65 ม.6 ต.แม่ท้อ อ.เมืองตาก จ.ตาก 508987

[6] สถาบันวิจัยพืชสวน 50 ซอย สุวรรณวาจกกสิกิจ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[7] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย 72 ม.6 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย 57000


กรมวิชาการเกษตร

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | |
|---|---|
| ºC | Degree Celsius |
| % | Percentage, temperature scale |
| Ø | เส้นผ่านศูนย์กลาง |
| cm | เซนติเมตร |
| G0 | มันฝรั่งชั้นหลัก (pre-basic seed) |
| G1 | มันฝรั่งชั้นหัวพันธุ์ขยาย (basic seed) |
| g | กรัม |
| kg | กิโลกรัม |
| l | ลิตร |
| m | เมตร |
| mg | มิลลิกรัม |
| ml | มิลลิลิตร |
| mM | มิลลิโมลาร์ |
| mm | มิลลิเมตร |
| nm | นาโนเมตร |
| µm | ไมโครเมตร |
| ppm | Part Per Million |
| TSS | Total soluble solids |

กรมวิชาการเกษตร

## บทนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด 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 ผลผลิต 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน การปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอในการบริโภคภายในประเทศ จึงมีการนำเข้ามันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบใช้ในการแปรรูป ปีละ 46,355 ตัน/ปี และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปีละ 5,623 ตัน/ปี โดยมีความต้องการเพื่อใช้ในการแปรรูปตลอดปีประมาณ 12,500 ตันต่อเดือน หรือ 150,000 ตัน/ปี แต่เกษตรกรผลิตได้เพียง 100,000 ตัน/ปี ผลผลิตไม่เพียงพอต่อการแปรรูป ทำให้ผู้ประกอบการต้องขอนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศ ปีละ 34,000-35,000 ตัน เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557; ชวาลา, 2559) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สก๊อตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยอยู่ภายใต้ระบบสัญญาข้อตกลงการผลิตประมาณร้อยละ 90 จึงมีการประกันราคารับซื้อที่แน่นอน (Contract Farming) ทำให้ระบบการผลิตมีความมั่นคงทั้งในส่วนของเกษตรกรผู้ปลูกและภาคเอกชนเพื่อขจัดปัญหาความไม่แน่นอนของรายได้ของเกษตรกรและปริมาณของสินค้าล้นตลาด ทำให้ทุกภาคส่วนมีความมั่นใจที่จะทำการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิต และขยายการลงทุน ธุรกิจการค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์มันฝรั่งแปรรูปของประเทศ มีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาท/ปี และธุรกิจมันฝรั่งแปรรูปได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากมูลค่า 200 ล้านบาท เพิ่มขึ้นเป็น 9,000 ล้าน ในระยะเวลา 15 ปี ที่ผ่านมา โดยการส่งเสริมและลงทุนจากภาคเอกชน ซึ่งมี 3 บริษัท ได้แก่ บริษัทเป๊ปซี่โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัทเบอร์ลี่ยุคเกอร์ฟู้ด จำกัด และบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด (สมบัติ, 2556) ปัจจุบันวัตถุดิบมันฝรั่งเพื่อการแปรรูป ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศ ทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการมีความต้องการมันฝรั่งสดเพื่อส่งโรงงานแปรรูป แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถรองรับความต้องการหัวมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศปีละประมาณ 10,000 ตัน และมันฝรั่งที่ผลิตเพื่อส่งโรงงานแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (potato chip) ปีละประมาณ 170,000 ตัน เหตุนี้จึงทำให้บริษัทผู้ประกอบการได้ขอนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศเป็นหลัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555) โดยนำเข้ามันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศปีละ 34,000-35,000 ตัน/ปี และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปีละ 15,000-18,000 ตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) นอกจากนี้ปัญหาต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เนื่องจากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรค ทำให้ได้ผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

ต่อไร่ต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร จึงมีการร้องขอจากเกษตรกร สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง และบริษัทให้เพิ่มปริมาณการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งให้เพียงพอกับความต้องการ และเพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ ประกอบกับการขาดเทคโนโลยีด้านการผลิตมันฝรั่งที่มีคุณภาพ ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์ การจัดการดินปุ๋ย ระบบน้ำ การควบคุมวัชพืชในแปลง การควบคุมการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืช การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย

นอกจากนี้มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกของประเทศไทย มีข้อจำกัดในด้านความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โรคหัวหูดของมันฝรั่งเกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม และโรคไวรัส โดยเฉพาะเชื้อไวรัส Potato virus Y (PVY) ซึ่งสามารถติดโรคมากับหัวพันธุ์ที่นำเข้า และที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เอง เมื่อนำไปปลูกทำให้เกิดการระบาดของโรคทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ไม่คุ้มกับการลงทุน จึงมีแนวทางการผลิตหัวพันธุ์ให้ได้ผลผลิตสูง ทนทานโรคใบไหม้ โรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย และโรคไส้เดือนฝอย โดยการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรให้ได้ผลผลิตสูง ลดต้นทุนการผลิตจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพืชทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีสุขภาพ และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการ และเกษตรกรได้หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพปลอดโรคมีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก ให้ผลผลิตสูง มีความทนทานต่อโรค

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดูภายในประเทศ และปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งสำหรับแปรรูปและบริโภคทั่วไปให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกของประเทศไทย เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง เปอร์เซ็นต์แป้งสูงมากกว่า 20% มีความทนทานโรค สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ และคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด นอกจากนี้เป็นการเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตหัวมันสด เพื่อการแปรรูปให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว และเพื่อที่ประเทศไทยจะได้มีศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบขายแข่งในตลาดโลกได้ ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าการส่งออกนำรายได้เข้าประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557) ทั้งยังเป็นการสนองนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่จะให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในการรวมกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community; AEC) (นาวิน, 2553)

กรมวิชาการเกษตร

**บทคัดย่อ**

การวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดูภายในประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งเพื่อการแปรรูปที่มีความทนทานโรคแบคทีเรีย และใบไหม้ ให้ผลผลิตต่อไร่สูง มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงมากกว่า 20% สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ และคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด และได้เทคโนโลยีการผลิตที่ให้คุณภาพและผลผลิตสูง ทำให้ผลผลิตมีเพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ประกอบด้วย 4 กิจกรรม 19 การทดลอง ได้แก่ กิจกรรมงานวิจัย 1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์ และการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง กิจกรรมที่ 1.1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 3 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์** ดำเนินการปี 2559-2563 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมข้าม ได้ลูกผสมจำนวน 18 สายพันธุ์ ได้แก่ ลูกผสม CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 2 CIP1xAGRIA CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN. CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP5xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA CIP13xเชียงใหม่ 1 CIP13xเชียงใหม่ 2 CIP17xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 2 CIP17xAGRIA AGRIAxเชียงใหม่ 2 AGRIAxCIP1 และ AGRIAxCIP17 ได้จำนวนต้นที่ผสมติด 46 ต้น ติดผลจำนวน 71 ผล และ ได้น้ำหนักเมล็ดรวม 27.9 กรัม หรือประมาณ 3,000 เมล็ด (110 เมล็ด/กรัม) จึงนำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกได้ ไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย และคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย **การทดลองที่ 1.1.2 การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย** สามารถคัดเลือกได้จำนวน 27 สายต้น ได้แก่ สายต้น C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1 AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 และสายต้น C2xDX-62-2 จึงนำสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ที่คัดเลือกได้นำไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* เพื่อคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวในรุ่นที่ 4 ของการทดลองต่อไป **การทดลองที่ 1.1.3 การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน** พบว่าทุกสายพันธุ์ไม่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ YS203 มีปริมาณและคุณภาพผลผลิตดีกว่าสายพันธุ์อื่นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ Atlantic ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการแปรรูป จึงเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปต่อไป ส่วนสายพันธุ์สำหรับการบริโภคทั่วไปยังไม่มีสายพันธุ์ใดเหมาะสมที่จะนำมาบริโภค

กิจกรรมที่ 1.2 การทดสอบปฏิกิริยาต้านทานโรคของมันฝรั่ง จำนวน 4 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.2.1 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans*** ของพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 17 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์มันฝรั่ง 4 สายพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* ทั้ง 4 ไอโซเลต คือ 302428.20 (CIP1), 398190.200 (CIP8), 391002.6 (CIP2) และ 398180.292 (CIP7) **การทดลองที่ 1.2.2 การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง** พบว่าในฤดูหนาวแบคทีเรีย *R. solanacearum* ไอโซเลท อ.ภู

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

เรือ จ.เลย มีความรุนแรงในการก่อโรคมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก และ ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ซึ่งต้นมันฝรั่งไม่แสดงอาการของโรคเหี่ยว สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ต่อไป **การทดลองที่ 1.2.3 การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม** พบว่าปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* แต่ละประชากรค่อนข้างแตกต่างกัน การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดลองนี้อาจสามารถต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมได้เพียงบางประชากรเท่านั้น **การทดลองที่ 1.2.4 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส Potato virus Y (PVY)** จำนวน 18 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic ในฤดูหนาวและฤดูฝน ตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสจากตัวอย่างใบของต้นมันฝรั่งด้วยเทคนิค indirect-ELISA ทั้งสองฤดู ไม่พบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^{n}$ (strain n) แต่มี สายพันธุ์ 302428.20 และ สายพันธุ์ 398098.205 ที่มีความทนทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^{n}$ (strain n) โดยพบการเกิดโรคไวรัสในระดับที่ต่ำในฤดูหนาวและยังต่ำในฤดูฝน เมื่อเทียบกับสายพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์อื่นในแต่ละกรรมวิธี

กิจกรรมที่ 1.3 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 5 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic)** พบว่าการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบมีเดียปลูกในฤดูฝน จะทำให้ต้นมันฝรั่งมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 33 cm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำมากที่สุด 9,084 ยอด มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 8 ครั้ง และมีต้นทุนยอดปักชำราคาต่ำสุด 4 บาท/ยอด **การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค** พบว่าการพ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ จะทำให้ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 30 วัน มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 27.7 cm มีจำนวนข้อ/ต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ และมีจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร มากที่สุด 1,305 ยอด **การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค** พบว่าตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีแนวโน้มให้จำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 211.33 ยอด ส่วนการเกิดโรคใบไหม้ ตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์ 70% มีการเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยร้อยละ 2.99 ในการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค ตั้งแต่เริ่มปลูกควรมีการพรางแสงให้กับต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่ง และควรมีการพรางแสง ไม่เกิน 15 วันหลังปลูก จากนั้นควรให้แสงเต็มที่ **การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว** พบว่าสามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กจากต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ในอาหารแข็งสูตร MS โดยไม่ต้องเติมสารอาหารหรือสารเร่งการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยง **การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่** พบว่าการใช้ Arbuscular mycorrhiza (AM) ร่วมกับ จุลินทรีย์ฟอสเฟต (P) รองก้นหลุมก่อนปลูกมันฝรั่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่ชัดเจนว่าช่วยลดอัตราการเกิดโรคใบไหม้ในมันฝรั่งได้

กิจกรรมงานวิจัย 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดู กิจกรรมที่ 2.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู จำนวน 2 การทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

ประกอบด้วย **การทดลองที่ 2.1.1 การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง** ในพื้นที่ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และ อ.พบพระ จ.ตาก พบว่าการปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อน้ำหนักหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อต้น ปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน ปริมาณแป้ง และความแน่นเนื้อของมันฝรั่ง ในขณะที่พื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อความสูงของต้น น้ำหนักหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิตต่อไร่ ปริมาณผลผลิตที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูป และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ **การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง** พบว่าการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนหัวมันฝรั่ง และจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ ให้น้ำหนักผลผลิต น้ำหนักหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน และคุณภาพหัวมันฝรั่ง รวมทั้งผลตอบแทนได้มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

กิจกรรมงานวิจัย 3 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชสำคัญของมันฝรั่ง กิจกรรมที่ 3.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการแมลงศัตรูสำคัญของมันฝรั่ง จำนวน 3 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง** พบว่าสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ spinosad 12% SC emamecthrin benzoate 1.92% EC และ fipronil 5% SC สารฆ่าแมลงที่มีต้นทุนต่ำสุดคือ การพ่นสาร fipronil 5% SC รองลงมาคือ การพ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92%EC และ การพ่นสาร spinosad 12% SC ตามลำดับ โดย fipronil 5% SC จะมีต้นทุนการจัดการแมลงต่ำที่สุด รองลงมาคือ emamecthrin benzoate 1.92% EC และ spinosad 12% SC ตามลำดับ **การทดลองที่ 3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง** พบว่าสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดี คือ spinetoram 12 % SC และ fipronil 5% SC อัตรา 10 และ 20 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ **การทดลองที่ 3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae Riley*) ในมันฝรั่ง** พบว่ามีแมลงนูน *Holotrichea* sp. (Scarab Beetle) เข้าทำลายมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงหน้าฝน หนอนและตัวเต็มวัยลงทำลายกัดกินส่วนหัวมันฝรั่งและต้น และ ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกและโรยรอบต้นทุก 1 เดือน มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดด้วง โดยทุกกรรมวิธีที่สารไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นมันฝรั่ง

กิจกรรมงานวิจัย 4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กิจกรรมที่ 4.1 การยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 2 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการยืดอายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่ง** พบว่าการรมหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm นาน 15 นาที จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน) **การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง** พบว่าการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ Calcium nitrate 0.5% และ L-Cysteine 3% จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน)

กรมวิชาการเกษตร

**คำสำคัญ**: การปรับปรุงพันธุ์, ต้านทานโรค, การป้องกันกำจัดแมลง, วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

## Abstract

The research and development of potato production during in- and off-seasons was to investigate the variety of potato bacterial wilt and late blight resistance for processing that are showed high yield, high percentage of starch more than 20%, environmental adaptation in Thailand and the quality demand in marketing. The technology of potato and seed potato production were to reveal sufficiently high yield and high quality for the potato processing industry and was to improve the income and well-being of the farmers. The project was conducted with four activities and 19 experiments as follows:

**Activity 1** Research and development of the varietal improvement, and seed potato production, **Activity 1.1** Research and development of the potato varietal improvement with three experiments. **Experiment 1.1.1 The varietal improvement of potato late blight resistance by cross breeding** was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC) in Maehea and Khunwang sub stations, Chiang Mai province during 2016-2020. The 18 varieties line of CIP1xChiangmai 1, CIP1xChiangmai 2, CIP1xAGRIA, CIP2xChiangmai 1, CIP2xDX.CN., CIP2xAGRIA, CIPxChiangmai 1, CIPxAGRIA, CIPxChiangmai 1, CIP9xAGRIA, CIP13xChiangmai 1, CIP13xChiangmai 2, CIP17xChiangmai 1, CIP17xChiangmai 2, CIP17xAGRIA, AGRIAxChiangmai 2, AGRIAxCIP1 and AGRIAxCIP17 represented of fruit setting (71 fruits) and 27.9 g or 3,000 true seeds (110 seeds/g) in 46 hybrid plants. Furthermore, the true seeds from this line were planted and inoculated *Ralstonia solanacearum* isolate for bacterial wilt resistance screening in net house. **Experiment 1.1.2 The selection of potato late blight and bacterial wilt resistance** was selected the 27 resistant clones of C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1 AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 and C2xDX-62-2. Furthermore, the F3 clones have inoculated *R. Solanacearum* and selected F4 resistant clones in the next generation. **Experiment 1.1.3 Varieties trial of potato for cultivation in the upper northern part of Thailand** was found that no varieties did not resistant to late blight. YS203 was showed higher yield than other treatment but did not significantly different in commercial variety (Atlantic) for processing, then

กรมวิชาการเกษตร

variety appropriate for the varietal improvement. However, no varieties suitable for fresh table from this experiment.

**Activity 1.2** Testing on resistance potato varieties to potato diseases with four experiments. **Experiment 1.2.1 Testing on resistance potato varieties to *Phytophthora infestans*** was determined in 17 potato verities. Four varieties of 391002.6 (CIP2), 302428.20 (CIP1), 398190.200 (CIP8) and 398180.292 (CIP7) were found to be resistant to late blight isolates. **Experiment 1.2.2 Response of potato genotypes to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacealum*** was represented. Phu Ruea isolate showed the permanent wilt symptom when compared with Wiang Pa Pao, Phob Phra and Fang isolates that no appeared wilt symptom. **Experiment 1.2.3 Reaction of potato germplasms to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*)** was revealed. Responses of potato varieties to each population of root-knot nematodes were differed. Therefore, the development of root-knot nematode resistant varieties from this experiment may resistant to some *M. incognita* population. **Experiment 1.2.4 Evaluation of potato cultivars for resistance *Potato virus* Y** compared with Atlantic variety in cold season and rainy season. The test for anti-virus from the sample of potato leaves with the indirect-ELISA method in both seasons showed no potato varieties that resistant to the virus. However, 302428.20 and 398098.205 varieties were moderate susceptible resistance to the virus $PVY^n$ (strain n) in both seasons when compared with other varieties.

**Activity 1.3** Development of mother plant and seed potato production technologies with five experiments. **Experiment 1.3.1 Study of mother plants production in hydroponic system** was represented. The growth of mother plants in soil media system in rainy season was showed significantly the highest of height (33 cm), the number of stem cutting (9,084 shoots), the times of cutting (8 times), and the lowest unit cost (4 baht/shoot). **Experiment 1.3.2 Influence of hormone on the growth of potato mother plants production in hydroponic system** was conducted. The growth of mother plants in hydroponic system that treated with 50 mg $l^{-1}$ BAP after cutting 30 days was showed significant higher (27.7 cm) than other concentration. Moreover, the number of stem nodes (4 nodes) and stem cutting (1,305 shoots) in 36 $m^2$ area. **Experiment 1.3.3 Influence of light intensity levels and types of the mesh on stem cuttings of pre-basic seed (G0) potato production in hydroponic system** was determined**.** Black mesh light 50% tendency showed the highest number of stem cuttings (211.33 shoots per planting area) whereas bronze mesh light 70% was lower late blight disease (2.99%) in potato than other treatments. Furthermore, tissue plantlets must be cover with the net mesh after transplanting and removed 15 days after planting. **Experiment 1.3.4**

**Microtubers production from mother plant by using temporary immersion bioreactor** (TIB) was indicated. Tissue plantlets from MS liquid media in TIB system after subcultured in MS solid media without added nutrients or plant growth promoter was induced microtubers production better than combine treatments. **Experiment 1.3.5 The kind of the appropriate bio-product on preventing important diseases in seed potato field** was revealed. The basal dressing with Arbuscular mycorrhiza (AM) combined with Phosphate solubilizing micro-organisms for biofertilizer (P) was represented the best treatment for increase potato yield. However, it did not declare to reduce late blight diseases incident.

**Activity 2** Research and development to improve potato quality and production during in- and off-season, **Activity 2.1** Research and development to improve potato quality and production during off-season with 2 experiments. **Experiment 2.1.1 The trial of potato late blight resistant varieties for off-season production in in northern part of Thailand** was conducted in Chiangmai and Tak provinces. In Chiangmai, the interaction of varieties and production seasons significantly ($P<0.05$) effected on tuber weight per plant, the number of tubers per plant, good yield, gross solid and solid density. Meanwhile, in Tak, the interaction of varieties and production seasons significantly ($P<0.05$) effected on plant height, tuber weight per plant, the number of tubers per plant, yield per harvesting area, total yield, good yield, yield loss and total soluble solid. **Experiment 2.1.2 Effect of jasmonic acid on yield and quality of potato tubers.** Spraying of 2 0 mM jasmonic acid was increased the number of potato tubers, number of standard grade for processing per rai, yield and weight of potato tuber that standard grade for factory higher than control and other methods.

**Activity 3** Research and development of pest management of potato, **Activity 3.1** Research and development of insect management of potato with 3 experiments. **Experiment 3.1.1 Efficacy test of insecticides for controlling Scarab beetle, *Holotrichea* sp. on potato** found that the effective insecticides were spinosad 12% SC followed by emamecthrin benzoate 1.92% EC and fipronil 5% SC, respectively. The lowest cost insecticide was fipronil 5% SC followed by emamecthrin benzoate 1.92% EC and spinosad 12% SC, respectively. **Experiment 3.1.2 Field trial on effective of some insecticides for controlling thrips in potatoes** was showed that the effective insecticides were spinetoram 12% SC and fipronil 5% SC at the rate of 10 and 20 ml per 20 l of water, respectively. **Experiment 3.1.3 Efficacy of insecticides for controlling the Cabbage leafminer (*Liriomyza brassicae* (Riley) on potato** did not appeared in that time. However, *Holotrichea* sp. (Scarab Beetle) was appeared and damaged potato tuber in the rainy season. Lava and mature stages of this pest was damaged potato tuber and shoot.

กรมวิชาการเกษตร

The efficiency of insecticides for control scarab beetle on potato indicated that the treatments had applied insecticide in basal treatment and applied after planting every month. Moreover, those treatment not negative effected on potato plant.

**Activity 4** Research and development of postharvest. **Activity 4.1 Prolong the shelf life in seed potato** with 2 experiments as followed. **Experiment 4.1.1 Effect of ozone levels to prolong the shelf life in seed potato** was represented that ozone fumigation at 5 ppm for 5 minutes had prolonged the shelf life and maintained quality attributes during stored at 5°C in 30-32 weeks (7.5-8 months). **Experiment 4.1.2 Efficiency of antioxidant to prolong the storage life of seed potato** was determined**.** The seeds that sprayed with 0.5% calcium nitrate และ 3% L-Cysteine were prolonged the shelf life and maintained quality attributes during stored at 5±1°C in 30-32 weeks (7.5-8 months).

**Key words:** Breeding, resistance, pest management, postharvest, seed potato production.

กรมวิชาการเกษตร

**กิจกรรมงานวิจัย 1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์และการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

**กิจกรรมที่ 1.1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์มันฝรั่ง**

**การทดลองที่ 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์**

**The varietal improvement of potato late blight resistance by cross breeding**


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงศ์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] สาคร ยังผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1]
สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1] ศกุนี เส่มือแม่[1] ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2] สิทธิศักดิ์ แสไพศาล[2]
ไตรเดช ข่ายทอง[2] ธารทิพย์ ภาสบุตร[2] บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2] รุ่งนภา ทองเครั่ง[2]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Sakorn Youngpong[1] Kittichai Saeyang[1]
Onanong Sawangsuriyawong[1] Surasawadee Panyaperm[1] Sirinanya Jarinthon[1]
Sakunee Samuemae[1] Natthima Kositcharoenkul[2] Sittisak Saipaisarn[2] Tridej Khaithong[2]
Tharnthip Pasabutr[2] Buranee Puawongphaet[2] Rungnapa Thongkhrong[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ปรับปรุงพันธุ์ (The varietal improvement) พันธุ์ (variety) โรคใบไหม้ (late blight) โรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ ดำเนินการปี 2559-2563 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งก่อนการผสมข้าม โดยใช้หลักเกณฑ์คัดเลือก ได้แก่ 1) ต้านทานต่อโรคใบไหม้ *Phytophthora infestans* 2) ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* 3) ให้ผลผลิตต่อไร่สูง ดำเนินการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งที่นำเข้าจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคใบไหม้ จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP3 CIP4 CIP5 CIP6 CIP7 CIP8 CIP9 CIP10 CIP11 CIP12 CIP13 CIP14 CIP15 CIP16 CIP17 และพันธุ์ CIP18 โดยวิธีการปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเขียว จำนวน 4 ไอโซเลท ที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อ $1x10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$ ได้แก่ ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.ภูเรือ จ.เลย หลังปลูกถ่ายเชื้อ 50 วัน พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ได้แก่ พันธุ์ CIP13 ไม่พบการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก รองลงมาคือ พันธุ์ CIP1 ไม่พบโรคเหี่ยวเขียวในไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก และพันธุ์ CIP2 ไม่พบการเกิดโรคเหี่ยวในไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก ส่วนพันธุ์ CIP5 CIP9 และ CIP17 ไม่พบการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ นอกจากนี้พันธุ์ CIP17 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในสภาพธรรมชาติเฉลี่ยต่ำที่สุด 1.2% รองลงมาคือ CIP13 CIP1 CIP2 CIP5 และ CIP9 เกิด


กรมวิชาการเกษตร

โรคใบไหม้ 2 2.5 3 3.6 และ 4% ตามลำดับ และมีคะแนนคุณภาพด้านการชิมหลังการแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดกรอบในภาพรวมอยู่ในระดับดี (2 คะแนน) จากการคัดเลือกพันธุ์เบื้องต้นก่อนการผสมข้าม ได้พันธุ์ที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ในสภาพธรรมชาติ และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียสูงที่สุด จำนวน 6 พันธุ์ได้แก่

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

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และพันธุ์ CIP17 จึงใช้เป็นต้นแม่พันธุ์นำไปผสมกับพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ เชียงใหม่ 1 และเชียงใหม่ 2 และพันธุ์ที่มีลักษณะที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ AGRIA และพันธุ์ DX.CN. ซึ่งใช้เป็นต้นพ่อพันธุ์ ได้ลูกผสมจำนวน 18 สายพันธุ์ ได้แก่ ลูกผสม CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 2 CIP1xAGRIA CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN. CIP2xAGRIA CIP5x เชียงใหม่ 1 CIP5xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA CIP13xเชียงใหม่ 1 CIP13xเชียงใหม่ 2 CIP17x เชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 2 CIP17xAGRIA AGRIAxเชียงใหม่ 2 AGRIAxCIP1 และ AGRIAxCIP17 ได้จำนวนต้นที่ผสมติด 46 ต้น ติดผลจำนวน 71 ผล และ ได้น้ำหนักเมล็ดรวม 27.9 g หรือประมาณ 3,000 เมล็ด (110 เมล็ด/g) จึงนำเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกได้ ไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย และคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียต่อไป

## Abstract

Potato breeding is aimed at improving resistance to late blight and bacterial wilt diseases by cross breeding. The experiment was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC) in Maehea and Khunwang sub stations, Chiang Mai province during 2016-2020. The selection criteria of potato before breeding are 1) resistance to late blight (*Phytophthora infestans*), 2) resistance to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) and 3) high production. The 18 varieties of late blight resistance potato for processing from International Potato Center (CIP), Peru were selected appropriate varieties for cross breeding. These varieties (CIP1, CIP2, CIP3, CIP4, CIP5, CIP6, CIP7, CIP8, CIP9, CIP10, CIP11, CIP12, CIP13, CIP14, CIP15, CIP16, CIP17 and CIP18) were inoculated with $1 \times 10^8$ cfu $ml^{-1}$ of *R. solanacearum*, Fang (Chiangmai), WiangPapao (Chiangrai), PhopPra (Tak) and Phuruea (Loei) isolates in net house. At 50 days after inoculation, the CIP13 did not appeared the bacterial wilt incident in Fang, WiangPapao and PhopPra isolates, followed by CIP1 also did not destroyed from *R. solanacearum*, WiangPapao and PhopPra isolates. The variety of CIP2 did not represented bacterial wilt symptom in PhopPra isolate and Fang isolate in CIP5, CIP9 and CIP17 varieties. Moreover, the lowest of late blight incident in CIP17 occurred as 1.2%, followed by, CIP13, CIP1, CIP2, CIP5 and CIP9 (2, 2.5, 3, 3.6 and 4%, respectively) that showed the late blight incident in potato field after 50 days inoculation. The sensory evaluation of six varieties (CIP1, CIP2, CIP5,

กรมวิชาการเกษตร

CIP9, CIP13 and CIP17) was showed the highest satisfied (2 scores) on sensory attributes after chips processing. These six varieties of mother line were crossed breeding with four father line from the Department of Agriculture recommended varieties (Chiangmai 1 and Chiangmai 2) and two high-yielding varieties (AGRIA and DX.CN.). The 18 varieties line of (CIP1 xChiangmai 1, CIP1 xChiangmai 2, CIP1 xAGRIA, CIP2 xChiangmai 1, CIP2 xDX.CN., CIP2 xAGRIA, CIPxChiangmai 1, CIPxAGRIA, CIPxChiangmai 1, CIP9 xAGRIA, CIP1 3 xChiangmai 1, CIP1 3 xChiangmai 2, CIP1 7 xChiangmai 1, CIP1 7 xChiangmai 2, CIP1 7 xAGRIA, AGRIAxChiangmai 2, AGRIAxCIP1 and AGRIAxCIP1 7 represented of fruit setting (71 fruits) and 27.9 g true seeds (110 seeds/g) in 46 hybrid plants. Furthermore, the true seeds from this line were planted and inoculated *R. solanacearum* isolate for bacterial wilt resistance screening in net house. After that, the selection of potato bacterial wilt and late blight breeding line have conducted in the next generation.

## 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 ผลผลิต 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ดังนั้นจึงทำให้อุตสาหกรรมมันฝรั่งแปรรูปของประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่า 9,000 ล้านบาท/ปี โดยการส่งเสริมและลงทุนในอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบในประเทศจากภาคเอกชน 3 บริษัท ได้แก่ บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ฟู้ดส์ จำกัด และบริษัท ยูนิแชมป์ จำกัด (สมบัติ, 2556) มีความต้องการมันฝรั่งสดสูงถึง 10,300 ตัน/เดือนตลอดทั้งปี หรือ 150,000 ตัน/ปี เพื่อใช้ในการแปรรูป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; ชวาลา, 2559) แต่ผลผลิตที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีไม่เพียงพอในการแปรรูป จึงต้องนำเข้ามันฝรั่งสดปีละ 46,355 ตัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (potato chip) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561; อรทัย, 2562) ทำให้ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เกษตรกรนิยมใช้มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกผลิตเป็นวัตถุดิบส่งเข้าโรงงานแปรรูป แต่พันธุ์ดังกล่าวปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน จึงมีข้อจำกัดคือ ผลผลิต/ไร่ และ มีปริมาณแป้งต่ำ (อรทัย, 2562) นอกจากนี้ยังอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ (late blight) มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* และ โรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt of potato) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ทำให้ได้ผลผลิต/ไร่ต่ำ และมีการแพร่ระบาดมากในทุกระยะการปลูกทำให้ต้นตายก่อนการลงหัว (สุรชาติ และคณะ, 2540) โดยโรคใบไหม้ เป็นโรคที่สำคัญมากในมันฝรั่ง มีการระบาดในทุกพื้นที่ที่มีการปลูก ซึ่งแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็วในสภาพอากาศเย็นและความชื้นสัมพันธ์สูง (Daayf and Platt, 2003) และโรคเหี่ยวเขียว สามารถติดเชื้อแฝงอยู่ในหัวพันธุ์ และสามารถถ่ายทอดโรคผ่านหัวพันธุ์ได้โดยที่ไม่แสดงอาการของโรค (Priou *et al.*, 1999) และระบาดอย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง (จุมพล และอรพรรณ, 2564)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ในประเทศไทย มีการศึกษาด้านการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อโรคใบไหม้ โดยชักนำให้เกิดความต้านทานโรใบไหม้ในมันฝรั่งพันธุ์ Atlantic Kenebec และ Spunta (สุธาศินี, 2547) นอกจากนี้มีการเปรียบเทียบพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic กับสายต้นที่คัดเลือก ในปี 2554-2556 (สนอง และคณะ, 2553) จนได้มันฝรั่งพันธุ์แนะนำใหม่ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ พันธุ์ เชียงใหม่ 1 และ เชียงใหม่ 2 เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559 เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคใบไหม้ในระดับปานกลาง ให้ผลผลิตสูง ได้เกรดส่งเข้าโรงงานแปรรูป และ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2559) จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นต้นพ่อพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ ส่วนการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งให้ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ในปัจจุบันยังไม่มีการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อโรคดังกล่าว ในอดีตมีการศึกษามันฝรั่งพันธุ์ต้านทานต่อโรคเหี่ยว โดยใช้มันฝรั่งพันธุ์ ฝาง 60, Spunta, Kennebec, Atlantic, Agria, Dunja, Model, Ponto และ Hilta พบว่าไม่มีมันฝรั่งพันธุ์ใดที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวได้ แต่มีมันฝรั่ง 2 สายพันธุ์ ที่แสดงอาการทนต่อการเกิดโรค คือ พันธุ์ IBP-Selection 1xPPC 4-8 และ PPC 4-8 x CIP 376019-2 (วงศ์, 2536)

ปัญหาดังกล่าวเป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทำให้ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ระหว่างพันธุ์ของศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center ชื่อย่อ CIP) ประเทศเปรู เป็นต้นแม่ ผสมข้ามกับพันธุ์เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 และ พันธุ์การค้าของต่างประเทศ เป็นต้นพ่อพันธุ์ ให้ได้พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ (*P. infestans*) และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย (*R. solanacearum*) เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรให้ได้ใช้พันธุ์ที่ต้านทานโรค มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงมากกว่า 20% ให้ผลผลิต/ไร่สูง และ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ ทำให้ลดต้นทุนการผลิตจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรค และแมลงศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีสุขภาพ และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ฝา กระบะปลูก ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย ตัวควบคุมตั้งเวลา น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี ถุงดำ สารละลายปุ๋ยสูตร A อุปกรณ์ผสมพันธุ์พืช ชุดตรวจสอบไวรัส ชุดตรวจสอบแบคทีเรีย
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด ป้ายแท็กแข็ง
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

<u>วิธีการ</u>

**1. การรักษาสายพันธุ์พ่อแม่ที่ได้จากต่างประเทศ (2559-2563)**

ดำเนินการรักษาสายพันธุ์พ่อแม่ที่ได้จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center ชื่อย่อ CIP) ประเทศเปรู ที่สามารถให้ผลผลิตดีที่สุด ต้านทานต่อโรคใบไหม้ และสามารถปรับตัวได้ใน

พื้นที่เขตร้อน จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ CIP1- CIP18 และ พันธุ์ที่ได้จากเนเธอร์แลนด์ ได้แก่ Spunta AGRIA และ DX.CN. จากจีน รวม 21 พันธุ์ โดยการขยายพันธุ์ต้นอ่อนปลอดโรค เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้ผลิตต้นแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์เพื่อใช้ในปลูกทดสอบก่อนผสมข้ามต่อไป ดังนี้

| ลำดับ | พันธุ์ | แม่พันธุ์ | พ่อพันธุ์ |
|---|---|---|---|
| 1 | CIP1 (302428.20) | MARIELA | 392745.7=(92.187) |
| 2 | CIP2 (391002.6) | 386209.1 | 386206.4 |
| 3 | CIP3 (398098.119) | 393371.58 | 392639.31 |
| 4 | CIP4 (398098.205) | 393371.58 | 392639.31 |
| 5 | CIP5 (398180.144) | 392657.171 | 392633.64 |
| 6 | CIP6 (398180.253) | 392657.171 | 392633.64 |
| 7 | CIP7 (398180.292) | 392657.171 | 392633.64 |
| 8 | CIP8 (398190.200) | 393077.54 | 392639.2 |
| 9 | CIP9 (398190.404) | 393077.54 | 392639.2 |
| 10 | CIP10 (398190.530) | 393077.54 | 392639.2 |
| 11 | CIP11 (398190.605) | 393077.54 | 392639.2 |
| 12 | CIP12 (398190.735) | 393077.54 | 392639.2 |
| 13 | CIP13 (398192.41) | 393077.54 | 392633.54 |
| 14 | CIP14 (398192.592) | 393077.54 | 392633.54 |
| 15 | CIP15 (398193.650) | 393077.54 | 392633.64 |
| 16 | CIP16 (398201.510) | 393242.50 | 392633.64 |
| 17 | CIP17 (398208.620) | 393371.58 | 392633.64 |
| 18 | CIP18 (398208.704) | 393371.58 | 392633.64 |
| 19 | Spunta | Bea x USDA X 96 56 | |
| 20 | AGRIA | Quarta | Semlo |
| 21 | DX.CN. | - | - |

**1.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ** (Pathogen-fee *in vitro* plantlets) โดยการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง

1) ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำการขยายต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จาก CIP ให้ได้จำนวนมากพอ (ขวดขนาด 4 ออนซ์ จำนวนสายพันธุ์ละ 20 ขวด) นำต้นอ่อนมาตรวจเชื้อโรคแบคทีเรียและไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส แบคทีเรีย (Glift kit-virus and bacteria wilt) และตรวจสอบเชื้อรา ไส้เดือนฝอย และแมลงที่อาจติดมากับต้นอ่อนปลอดเชื้อที่นำเข้าจากประเทศเปรู

กรมวิชาการเกษตร

2) นำต้นอ่อนที่ผ่านการตรวจเชื้อโรคและแมลง มาทำการขยายต้นอ่อนโดยการย้ายเนื้อเยื่อจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (subculture) ทุก 2-3 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการตัดต้น 1 ข้อ (single-node cuttings) เลี้ยงในอาหารแข็งสูตรเอ็มเอส (Murashige and Skoog ชื่อย่อ MS)

**1.2 การผลิตต้นแม่พันธุ์** (Mother plants production) ดำเนินการผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือน (net house) โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อที่ขยายเพิ่มจำนวนจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายลงปลูกในกระบะภายในโรงเรือนกันแมลง ในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน: ทราย: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: แกลบดิบ อัตรา 1/2: 1: 1: 1: 1 ที่อบฆ่าเชื้อวัสดุด้วยไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้ระยะปลูก 10×10 cm ต้นอ่อนมันฝรั่งควรได้รับแสงไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง/วัน จากนั้น 3-4 สัปดาห์ ดำเนินการขยายต้นปักชำ (stem cuttings production) โดยการตัดยอดต้นมันฝรั่งให้มีใบติดอยู่ 3-4 ใบ หรือตัดยอดต้นแม่พันธุ์ให้ยาวประมาณ 2-3 ข้อ แช่ไคโตซาน นาน 15 นาที ปักชำลงในถาดใช้วัสดุปักชำ (ทราย: แกลบดำ อัตราส่วน 1: 1) ที่อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายในโรงเรือนกันแมลง หลังจากปักชำประมาณ 2 สัปดาห์ จะได้ต้นปักชำที่สมบูรณ์ ซึ่งต้องมีตรวจสอบโรคที่เกิดจากเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย ไส้เดือนฝอย และแมลง ก่อนนำไปปลูก เพื่อผลิตเป็นหัวพันธุ์หลัก (pre-basic seed production หรือ G0) ต่อไป การดูแลรักษาตามวิธีการของการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพกรมวิชาการเกษตร (อรทัย, 2562)

**1.3 ลักษณะประจำพันธุ์ของมันฝรั่ง CIP 18 พันธุ์** ดำเนินการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์เบื้องต้น ได้แก่ ลักษณะ ใบ ดอก ตามแบบ Descriptor ของ International Board for Plant Genetic Resources (IPGRI) (Huaman *et al*., 1997)

**2. การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากต่างประเทศ**

**2.1 การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ จากเชื้อรา *P. infestans* และโรคเหี่ยวเขียว จากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum***

นำพ่อแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จาก CIP จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ CIP1-CIP18 ไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเขียว ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวด้วยการปลูกถ่ายเชื้อ และโรคใบไหม้ในสภาพแปลง

โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

1. ต้านทานต่อโรคใบไหม้ จากเชื้อรา *P. infestans*
2. ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว จากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*
3. ให้ผลผลิต/ไร่สูง

<u>วิธีดำเนินงาน</u>

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 สายพันธุ์ตามกรรมวิธีการทดลอง
2. คัดเลือกพื้นที่ และเตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมีเดีย: เพอร์ไลท์ อัตรา 1: 1 ใส่ถุงขนาด 12 นิ้ว
3. นำหัวพันธุ์มันฝรั่งปลูกลงถุงขนาด 14 นิ้ว จำนวน 1 หัว/ถุง หรือ 15 ถุง/กรรมวิธี
4. ดูแลให้น้ำ และพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น

กรมวิชาการเกษตร

5. ต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน หลังปลูก ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเขียวจาก *R. solanacearum* จำนวน 4 ไอโซเลท ที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อ $1x10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$ ได้แก่ ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.ภูเรือ จ.เลย และบันทึกการเกิดโรคทุก 7 วัน หลังปลูกถ่ายเชื้อ
6. ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต 90-110 วันหลังปลูก หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้ม
7. บันทึกผลการทดลอง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา รวมถึงการตรวจสอบโรคแมลงศัตรูมันฝรั่ง
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น 60 วัน (cm)
3. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต
4. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ และใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในสภาพไร่ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP) (ดัดแปลงจาก Henfling, 1987 และ Fry, 2008)
5. ดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียว (%) โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวเขียว โดยบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985)
6. การประเมินความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์คะแนนคุณภาพด้านการชิม (สี รูปทรง ความกรอบ รสชาติ และ กลิ่น)

**3. การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวโดยวิธีการผสมข้าม**

นำพันธุ์มันฝรั่งที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และพันธุ์ CIP17 ผสมข้ามกับพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 และพันธุ์การค้า ที่มีลักษณะที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง รวมทั้งมีเนื้อในสีม่วง Spunta AGRIA และ DX.CN. โดยพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นแม่พันธุ์ คือ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และพันธุ์ CIP17 ส่วนพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นพ่อพันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 Spunta DX.CN. และพันธุ์ AGRIA รวมทั้งหมด 33 คู่ผสม ดังนี้

| ลำดับ | คู่ผสม | ลำดับ | คู่ผสม |
|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 18 | CIP9xSpunta |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 19 | CIP9xDX.CN. |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | CIP1xSpunta | 20 | CIP9xAGRIA |
| 4 | CIP1xDX.CN. | 21 | CIP13xเชียงใหม่ 1 |
| 5 | CIP1xAGRIA | 22 | CIP13xเชียงใหม่ 2 |
| 6 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 23 | CIP13xSpunta |
| 7 | CIP2xเชียงใหม่ 2 | 24 | CIP13xDX.CN. |
| 8 | CIP2xSpunta | 25 | CIP13xAGRIA |
| 9 | CIP2xDX.CN. | 26 | CIP17xเชียงใหม่ 1 |
| 10 | CIP2xAGRIA | 27 | CIP17xเชียงใหม่ 2 |
| 11 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 28 | CIP17xSpunta |
| 12 | CIP5xเชียงใหม่ 2 | 29 | CIP17xDX.CN. |
| 13 | CIP5xSpunta | 30 | CIP17xAGRIA |
| 14 | CIP5xDX.CN. | 31 | AGRIAxเชียงใหม่ 2 |
| 15 | CIP5xAGRIA | 32 | AGRIAxCIP1 |
| 16 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 33 | AGRIAxCIP17 |
| 17 | CIP9xเชียงใหม่ 2 | | |

<u>วิธีดำเนินงาน</u>

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 สายพันธุ์ตามกรรมวิธีการทดลอง
2. คัดเลือกพื้นที่ และวางผังแปลงการผสมข้าม
3. เตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมีเดีย: เพอร์ไลท์ อัตรา 1: 1 ใส่ถุงขนาด 12 นิ้ว
4. นำหัวพันธุ์มันฝรั่งปลูกลงถุงขนาด 14 นิ้ว จำนวน 1 หัว/ถุง หรือ 10 ถุง/คู่ผสม
5. ดูแลให้น้ำ และพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น
6. เมื่อต้นมันฝรั่งพร้อมผสม ทำการผสมข้ามแบบพบกันหมด รวม 30 คู่ผสม (ภาพที่ 1-2)
7. ทำการเก็บเมล็ดพันธุ์ (True potato seed; TPS) และรวบรวมเก็บไว้ในห้องเย็น (2560) เพื่อนำไปคัดเลือกพันธุ์แบบสืบประวัติ (pedigree method) (ภาพที่ 3)
8. บันทึกข้อมูลตั้งแต่ปลูก ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

กองวิชาการเกษตร

(ก) เก็บเกสรเพศผู้

(ข) เคาะเกสรลงใน tube และ นำไปเก็บที่ 5°C ก่อนนำไปผสมกับเกสรเพศเมีย

**ภาพที่ 1** การเก็บเกสรเพศผู้ของดอกมันฝรั่งช่วงฤดูฝน ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ข)

(ก) เลือกดอกมันฝรั่งที่พร้อมในการผสม

(ข) ใช้ Forceps ดึงอับละอองเกสรเพศผู้ออก

(ค) นำละอองเกสรตัวผู้ไปแตะที่ปลายเกสรตัวเมีย

(ง) ติดป้ายชื่อคู่ผสม

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 2** วิธีการผสมดอกมันฝรั่งช่วงฤดูฝน ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา รวมถึงการตรวจสอบโรคแมลงศัตรูมันฝรั่ง
2. จำนวนผลที่ติด และน้ำหนักเมล็ด/ต้น

| ปีดำเนินการ | ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ | สถานที่ดำเนินการ |
|---|---|---|
| 2559 | นำต้นอ่อนจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากศูนย์มันฝรั่งนานาชาติ (CIP) มาขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ผลิตต้นแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์ G0 17 สายพันธุ์ | ศกล.ชม. |
| 2560-2561 | ปลูกรวบรวม คัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP และปลูกถ่ายเชื้อโรคเหี่ยวเขียวในโรงเรือน 17 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic ชม.1 และ ชม.2 | ศกล.ชม./สอพ. |
| 2561-2562 | ผสมข้ามพันธุ์ที่คัดเลือกแบบจับคู่ผสม (P) ในโรงเรือน จำนวน 18 คู่ผสม รวม 3,000 สายต้น รุ่นที่ 1 (F1) | ศกล.ชม. |
| 2563 | **การปลูกถ่ายเชื้อ**โรคเหี่ยวเขียว **ในคู่ผสมรุ่นที่ 2 (ฤดูแล้ง) และรุ่นที่ 3 (ฤดูฝน) ในโรงเรือน** คัดให้เหลือ 100-200 สายต้น | ศกล.ชม./สอพ. |
| 2564 | การปลูกถ่ายเชื้อโรคเหี่ยวเขียว ในรุ่นที่ 4 (ฤดูแล้ง) ในสภาพโรงเรือน คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี รูปร่าง สีเปลือก สีเนื้อผล ต้านทานโรค คัดให้เหลือ 50-100 สายต้น | ศกล.ชม./สอพ. |
| 2565 | นำหัวพันธุ์มันฝรั่งจากสายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว ในรุ่นที่ 5 (ฤดูแล้งและฤดูฝน) **ปลูกเพื่อ**คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี รูปร่าง สีเปลือก สีเนื้อผล ต้านทานโรค และคุณภาพในการชิม นำไปปลูกคัดพันธุ์ที่ได้ที่สุดไว้เพียง 8-20 สายต้น | ศกล.ชม./สวทช. |
| 2565 | การเพิ่มจำนวนหัวพันธุ์ G0 ในโรงเรือนกันแมลง เพื่อใช้ในการคัดเลือกและทดสอบพันธุ์มันฝรั่งลูกผสมที่ได้จากการผสมข้าม | ศกล.ชม. |
| 2566-2567 | การปลูกเปรียบเทียบมันฝรั่งลูกผสมต้านทานโรคเหี่ยวเขียว ที่คัดเลือกได้ 6-8 สายพันธุ์ ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าในแปลงศูนย์วิจัย | ศกล.ชม./ศวพ.ชม./ศวพ.ตาก/ศวพ.นพ. |
| 2568 | การเสนอรับรองพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคเหี่ยวเขียวเป็นพันธุ์แนะนำ | ศกล.ชม |

**ภาพที่ 3** ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่ง ดัดแปลงจาก the NARO Hokkaido Agricultural Research Center (Mori *et al*., 2015; Asano and Tamiya, 2016)

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2563

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

## ผลและอภิปรายผลการทดลอง (Results and discussion)

### 1 การรักษาสายพันธุ์พ่อแม่ที่ได้จากต่างประเทศ (2559-2563)

#### 1.1 การผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อบนอาหารแข็ง (pathogen-free in vitro plantlets)

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ดำเนินการขอนำเข้าพันธุ์มันฝรั่งจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (CIP) ประเทศเปรู ในรูปแบบต้นอ่อนปลอดเชื้อ จำนวน 18 สายพันธุ์ๆ ละ 3 ต้น (ภาพที่ 4) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคใบไหม้ (*P. infestans*) (ตารางที่ 1) สามารถปลูกและให้ผลผลิตได้ดีในเขตร้อนชื้น (tropical zone) (Ktheisen, 2009; International Potato Center, 2015) เพื่อนำมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ โดยดำเนินการรักษาสายพันธุ์พ่อแม่ ด้วยการขยายพันธุ์ต้นอ่อนปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็งสูตร MS ด้วยการ sub culture ทุก 2-3 สัปดาห์ เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับใช้ผลิตต้นแม่พันธุ์ (ภาพที่ 5) ประกอบด้วย 21 พันธุ์ๆ ละ 20 ขวดๆ ละ 5 ต้น ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP3 CIP4 CIP5 CIP6 CIP7 CIP8 CIP9 CIP10 CIP11 CIP12 CIP13 CIP14 CIP15 CIP16 CIP17 CIP18 Spunta DX.CN. และ AGRIA รวม 420 ขวด/เดือน จำนวน 2,100 ต้น/เดือน (ตารางที่ 2) การรักษาสายพันธุ์พ่อแม่โดยการนำเทคนิคการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (micropropagation) ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) มันฝรั่งเป็นวิธีการขยายพันธุ์ต้นอ่อนปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณมากอย่างรวดเร็วในห้องปฏิบัติการ จะทำให้ได้ต้นพืชที่ปลอดโรค ผลผลิตสูง และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี ตรงตามพันธุ์ (Dodds *et al*., 1992)

**ภาพที่ 4** ต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center ชื่อย่อ CIP) ประเทศเปรู 18 สายพันธุ์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2559

กรมวิชาการเกษตร

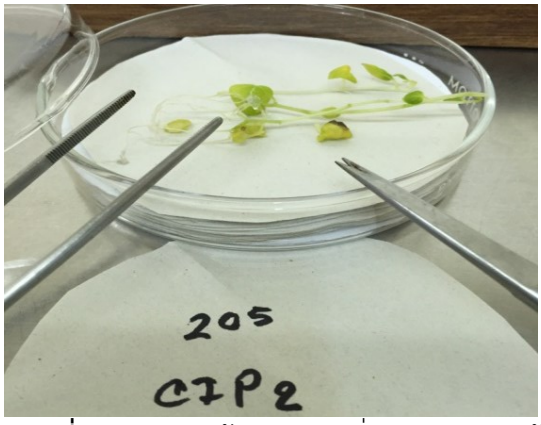
**ตารางที่ 1** รายละเอียดลักษณะเด่นมันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู

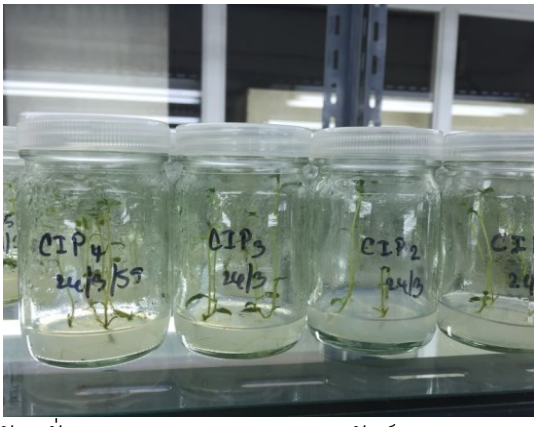
| ลำดับ | ชื่อพันธุ์ | ชื่อย่อ | ต้านทานโรค | | | | | | | คุณภาพผลผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | โรคใบไหม้ | ไวรัส PVX | ไวรัส PVY | โรคใบม้วนงอ | โรคเหี่ยวเขียว | โรคไส้เดือนฝอยรากปม | แมลงวันหนอนชอนใบ | น้ำหนักแห้ง (%) | สีมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ | สีมันฝรั่งแท่งทอดกรอบ | ผลผลิต (kg/ต้น) | พื้นที่ปลูก |
| 1 | 302428.20 | CIP1 | ต้านทาน | NA | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | 20 | เทา | NA | 0.63 | ที่ลุ่มเขตร้อน |
| 2 | 391002.6 | CIP2 | ต้านทาน | ไวต่อโรคสูง | ต้านทาน | ไวต่อโรค | ต้านทานปานกลาง | ไวต่อโรค | ไวต่อโรคสูง | 21 | เหลืองปานกลาง | เหลืองปานกลาง | 0.70 | ที่ลุ่มและที่ดอนเขตร้อน |
| 3 | 398098.119 | CIP3 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 26 | เทา | เทา | 0.65 | ที่ราบเขตร้อน |
| 4 | 398098.205 | CIP4 | ต้านทาน | ไวต่อโรค | ต้านทานสูงมาก | NA | NA | NA | NA | 21 | ดำ | NA | 0.73 | ที่ราบเขตร้อน |
| 5 | 398180.144 | CIP5 | ต้านทาน | ไวต่อโรค | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 19 | เทา | ดำ | 0.61 | ที่ราบเขตร้อน |
| 7 | 398180.253 | CIP6 | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 6 | 398180.292 | CIP7 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0.84 | ที่ราบเขตร้อน |
| 8 | 398190.200 | CIP8 | ต้านทาน | ไวต่อโรค | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 20 | เทา | เทา | NA | ที่ราบเขตร้อน |
| 9 | 398190.404 | CIP9 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 23 | ขาว | ขาวขุ่น | 0.63 | ที่ราบเขตร้อน |
| 10 | 398190.530 | CIP10 | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 11 | 398190.605 | CIP11 | ต้านทาน | ไวต่อโรค | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 21 | เทา | NA | 0.67 | ที่ราบเขตร้อน |
| 12 | 398190.735 | CIP12 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 21 | เทา | NA | 0.62 | ที่ราบเขตร้อน |
| 13 | 398192.41 | CIP13 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 20 | เทา | NA | 0.95 | ที่ราบเขตร้อน |
| 14 | 398192.592 | CIP14 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 21 | ดำ | NA | 0.61 | ที่ราบเขตร้อน |
| 15 | 398193.650 | CIP15 | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 21 | เทา | เทา | 0.88 | ที่ราบเขตร้อน |
| 16 | 398201.510 | CIP16 | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 20 | ดำมาก | NA | 1.16 | ที่ราบเขตร้อน |
| 17 | 398208.620 | CIP17 | ต้านทาน | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 21 | เทา | NA | 1.01 | ที่ราบเขตร้อน |
| 18 | 398208.704 | CIP18 | ต้านทาน | ต้านทานสูงมาก | ไวต่อโรค | NA | NA | NA | NA | 24 | เทา | NA | 0.75 | ที่ราบเขตร้อน |

กรมวิชาการเกษตร

หมายเหตุ NA : Not Appear ไม่ปรากฏข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 5** การขยายต้นอ่อนมันฝรั่ง และลักษณะต้นอ่อนมันฝรั่งจากประเทศเปรู 18 สายพันธุ์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2559

**ตารางที่ 2** จำนวนต้นอ่อนปลอดเชื้อของพันธุ์มันฝรั่ง 21 พันธุ์ ที่ได้จากต่างประเทศ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2559-2563

| ลำดับ | ชื่อพันธุ์ | ชื่อย่อ | จำนวนต้นอ่อนปลอดเชื้อ (ต้น) | การรักษาสายพันธุ์ทุกเดือน |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 302428.20 | CIP1 | 3 | 20 |
| 2 | 391002.6 | CIP2 | 3 | 20 |
| 3 | 398098.119 | CIP3 | 3 | 20 |
| 4 | 398098.205 | CIP4 | 3 | 20 |
| 5 | 398180.144 | CIP5 | 3 | 20 |
| 6 | 398180.253 | CIP6 | 3 | 20 |
| 7 | 398180.292 | CIP7 | 3 | 20 |
| 8 | 398190.200 | CIP8 | 3 | 20 |
| 9 | 398190.404 | CIP9 | 3 | 20 |
| 10 | 398190.530 | CIP10 | 3 | 20 |
| 11 | 398190.605 | CIP11 | 3 | 20 |
| 12 | 398190.735 | CIP12 | 3 | 20 |
| 13 | 398192.41 | CIP13 | 3 | 20 |
| 14 | 398192.592 | CIP14 | 3 | 20 |
| 15 | 398193.650 | CIP15 | 3 | 20 |
| 16 | 398201.510 | CIP16 | 3 | 20 |
| 17 | 398208.620 | CIP17 | 3 | 20 |
| 18 | 398208.704 | CIP18 | 3 | 20 |
| 19 | Spunta | Spunta | - | 20 |

กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับ | ชื่อพันธุ์ | ชื่อย่อ | จำนวนต้นอ่อนปลอดเชื้อ (ต้น) | การรักษาสายพันธุ์ทุกเดือน |
|---|---|---|---|---|
| 20 | AGRIA | AGRIA | - | 20 |
| 21 | DX.CN. | DX.CN. | - | 20 |
| | **รวม** | | **54** | **420** |

กรมวิชาการเกษตร

**2. การผลิตต้นแม่พันธุ์ (mother plants production)**

ดำเนินการผลิตต้นแม่พันธุ์ CIP 18 พันธุ์ ในโรงเรือนกันแมลง ในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ในฤดูหนาว ปี 2560

**2.1 การเจริญเติบโตของมันฝรั่งที่อายุ 30 และ 60 วัน**

การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วัน พันธุ์ CIP4 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 19.6 cm รองลงมา พันธุ์ CIP8 CIP1 CIP5 CIP9 CIP10 CIP11 CIP12 CIP17 CIP2 และพันธุ์ CIP6 มีค่าเฉลี่ย 19.6 19.4 18.4 17.8 17.6 17.4 และ 17.2 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนต้นมันฝรั่งมีอายุ 60 วัน พันธุ์ CIP8 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 77.4 cm รองลงมา พันธุ์ CIP17 CIP12 CIP10 CIP13 CIP9 CIP15 CIP14 CIP6 และพันธุ์ CIP11 มีค่าเฉลี่ยความสูง 77.2 77 76 74.2 74 73.4 73 และ 71.2 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ความแตกต่างของความสูงของมันฝรั่งในแต่ละพันธุ์ อาจขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืช และคุณภาพผลผลิตของแต่ละพันธุ์ (Eaton *et al*., 2017)

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต ที่อายุ 30 60 วัน และจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต้นแม่พันธุ์ CIP 18 พันธุ์ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ฤดูหนาว ปี 2560

| พันธุ์ | ความสูง (cm) | | จำนวนหัว/ต้น (หัว) | จำนวนหัว/2 ตร.ม. (หัว) |
|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | | |
| CIP1 | 18.4 | 67.6 | 3 | 581 |
| CIP2 | 17.2 | 69.4 | 1 | 203 |
| CIP3 | 16.8 | 63 | 2 | 316 |
| CIP4 | 19.6 | 63.8 | 3 | 501 |
| CIP5 | 17.8 | 58.8 | 3 | 648 |
| CIP6 | 17.2 | 73 | 1 | 274 |
| CIP7 | 17 | 69.8 | 2 | 400 |
| CIP8 | 19.4 | 77.4 | 5 | 965 |
| CIP9 | 17.6 | 74.2 | 1 | 255 |
| CIP10 | 17.4 | 76 | 2 | 381 |
| CIP11 | 17.4 | 71.2 | 3 | 570 |
| CIP12 | 17.4 | 77 | 3 | 690 |
| CIP13 | 16.2 | 76 | 2 | 466 |
| CIP14 | 16 | 73.4 | 3 | 571 |
| CIP15 | 14.8 | 74 | 3 | 570 |
| CIP16 | 15.2 | 68.6 | 3 | 503 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CIP17 | 17.4 | 77.2 | 2 | 374 |
| CIP18 | 14.6 | 35.2 | 3 | 681 |

กรมวิชาการเกษตร

**2.2 ผลผลิต**

ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนหัวพันธ์มันฝรั่งของแต่ละสายพันธุ์ โดยพันธุ์ CIP8 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้น และจำนวนหัวเฉลี่ย/พื้นที่ 2 ตารางเมตร มากที่สุด 5 และ 956 หัว รองลงมา พันธุ์ CIP12 CIP18 และพันธุ์ CIP5 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้น 3 หัว และจำนวนหัว/พื้นที่ 2 ตารางเมตร 690 681 และ 648 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พันธุกรรมมีอิทธิพลที่สำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพของมันฝรั่ง สายพันธุ์ที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ผลผลิตที่มีความหลากหลาย ส่งผลให้มีคุณภาพแตกต่างกัน (Jatav *et al*., 2017)

**2.3 ลักษณะประจำพันธุ์ของมันฝรั่ง CIP 18 พันธุ์**

ลักษณะสีของดอกมันฝรั่ง เป็นสีขาว ยกเว้น CIP3 CIP11 และ CIP14 เป็นสีม่วง

ลักษณะของใบมันฝรั่ง เป็นใบประกอบ ใบประกอบชั้นที่ 1 และ ชั้นที่ 2 ไม่ชิดติดกัน หรือลักษณะใบเป็นใบเปิด (open) จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP11 และ CIP17 ลักษณะใบปิด (closed) จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP13 และ CIP18 ส่วนใบที่มีลักษณะเปิดปานกลาง (intermediate) จำนวน 12 พันธุ์ ได้แก่ CIP3-CIP10 CIP12 และ CIP14-16 ซึ่งทุกพันธุ์ปลายใบยอดไม่มีการเชื่อมต่อกับใบประกอบชั้นที่ 1 (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

**ตารางที่ 4** ลักษณะประจำพันธุ์ของมันฝรั่ง 18 สายพันธุ์ ตามแบบบันทึก IPGRI ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ฤดูฝน ปี 2560

| พันธุ์ | ลักษณะสีของดอก | ลักษณะของใบ | ลักษณะการเชื่อมต่อของปลายใบ |
|---|---|---|---|
| CIP1 | สีขาว | เปิด (Open) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP2 | สีขาว | เปิด (Open) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP3 | สีม่วง | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP4 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP5 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP6 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP7 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP8 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP9 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP10 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP11 | สีม่วง | เปิด (Open) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP12 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP13 | สีขาว | ปิด (Closed) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP14 | สีม่วง | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP15 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | |
|---|---|---|---|
| CIP16 | สีขาว | ปานกลาง (Intermediate) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP17 | สีขาว | เปิด (Open) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |
| CIP18 | - | ปิด (Closed) | ไม่มีการเชื่อมต่อ |

**หมายเหตุ:** เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากพันธุ์ CIP18 ไม่ออกดอก

(ก) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP1

(ข) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP2

(ค) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP3

บรรณาการเกษตร

(ง) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP4

(จ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP5

(ฉ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP6

กรมวิชาการเกษตร

(ช) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP7

(ซ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP8

(ฌ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP9

(ญ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP10

กรมวิชาการเกษตร

(ฎ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP11

(ฎ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP12

(ฐ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP13

(ฑ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP14

กรมวิชาการเกษตร

(ฒ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP15

(ณ) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP16

(ด) ลักษณะต้น สีดอก และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP17

(ต) ลักษณะต้น และใบของต้นมันฝรั่งพันธุ์ CIP18

(ถ) ต้นมันฝรั่ง 18 สายพันธุ์ที่อายุ 60 วัน

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 4** ลักษณะประจำพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP จำนวน 18 สายพันธุ์ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2560 (ก-ถ)

**3. การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากต่างประเทศ**

**3.1 การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ จากเชื้อรา *P. infestans* และโรคเหี่ยวเขียว จากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum***

ดำเนินการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP จำนวน 18 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ (*P. Infestans*) และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย (*R. solanacearum*) ในช่วงฤดูหนาว ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2561 ซึ่งดำเนินการบันทึกข้อมูลการเกิดโรคใบไหม้ (*P. Infestans*) ในสภาพธรรมชาติ และปลูกถ่ายเชื้อโรคเหี่ยวเขียว (*R. solanacearum*) จำนวน 4 ไอโซเลท ตามพื้นที่ของเชื้อสาเหตุ ได้แก่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.ภูเรือ จ.เลย พบว่าหลังปลูกถ่ายเชื้อ 50 วัน พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และพันธุ์ CIP17 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ในสภาพธรรมชาติเฉลี่ยต่ำที่สุด 3 2.5 3.6 4 2 และ 1.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และพันธุ์ CIP5 CIP6 CIP9 CIP13 CIP14 และพันธุ์ CIP17 มีดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย หลังปลูกถ่ายเชื้อ 50 วัน ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ เฉลี่ยต่ำที่สุด 0% (ไม่พบการเกิดโรคใบไหม้) รองลงมา พันธุ์ CIP12 CIP11 CIP3 และพันธุ์ CIP15 มีค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดโรค 4 5 6.7 และ 6.7% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย พันธุ์ CIP1 CIP6 และพันธุ์ CIP13 มีดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ยต่ำที่สุด 0% (ไม่พบการเกิดโรคแบคทีเรีย) รองลงมา พันธุ์ CIP12 CIP3 และพันธุ์ CIP11 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.1 4.7 และ 8% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP7 และพันธุ์ CIP13 มีดัชนีการเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 0% รองลงมา พันธุ์ CIP6 CIP14 CIP15 CIP8 CIP17 และพันธุ์ CIP3 มีค่าเฉลี่ย 3.1 3.3 3.3 3.7 7.8 และ 8.9% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย พันธุ์ CIP10 มีมีดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ยต่ำที่สุด 29.3% รองลงมา พันธุ์ CIP15 และพันธุ์ CIP6 มีค่าเฉลี่ย 33.8 และ 37.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

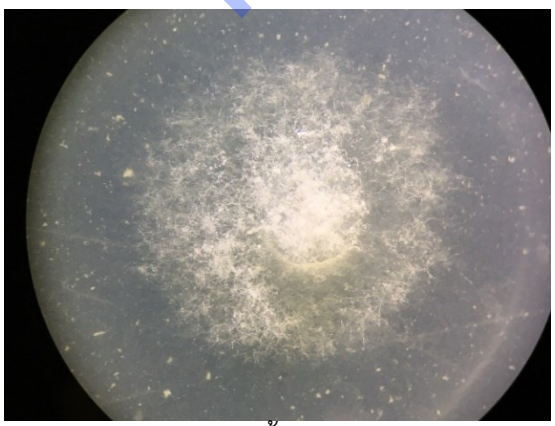
**ตารางที่ 5** ความต้านทานโรคใบไหม้ จากเชื้อรา *P. infestans* และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ใน 4 ไอโซเลท ช่วงฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561

| พันธุ์ | การเกิดโรคใบไหม้ (%) | ดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียว (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ | อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | อ.พบพระ จ.ตาก | อ.ภูเรือ จ.เลย |
| CIP1 | 3 | 49.7 | 0.0 | 0.0 | 93.3 |
| CIP2 | 2.5 | 38.6 | 18.8 | 0.0 | 92.0 |
| CIP3 | 12 | 6.7 | 4.7 | 8.9 | 97.3 |
| CIP4 | 15 | 27.6 | 10.7 | 11.3 | 84.4 |
| CIP5 | 3.6 | 0.0 | 12.7 | 15.6 | 62.9 |

กรมวิชาการเกษตร

| พันธุ์ | การเกิดโรคใบไหม้ | ดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียว (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (%) | อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ | อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | อ.พบพระ จ.ตาก | อ.ภูเรือ จ.เลย |
| CIP6 | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 37.5 |
| CIP7 | 20 | 8.0 | 13.9 | 0.0 | 93.3 |
| CIP8 | 21.5 | 10.7 | 10.0 | 3.7 | 98.7 |
| CIP9 | 4 | 0.0 | 36.1 | 31.6 | 74.8 |
| CIP10 | 11.5 | 31.7 | 26.3 | 47.6 | 29.3 |
| CIP11 | 25 | 5.0 | 8.0 | 20.0 | 57.3 |
| CIP12 | 19.5 | 4.0 | 4.1 | 18.6 | 42.9 |
| CIP13 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 43.1 |
| CIP14 | 25 | 0.0 | 12.9 | 3.3 | 48.0 |
| CIP15 | 30 | 6.7 | 11.9 | 3.3 | 33.8 |
| CIP16 | 5.2 | 64.0 | 60.0 | 80.0 | 97.3 |
| CIP17 | 1.2 | 0.0 | 24.8 | 7.8 | 74.3 |

(ก) การเกิดโรคใบไหม้ในใบมันฝรั่งในแปลงเกษตรกร



(ข) ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *P. infestans*

(ค) ลักษณะของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 5** การเกิดโรคใบไหม้ในใบมันฝรั่ง และลักษณะโคโลนีของเชื้อ *P. infestans* ณ แปลงเกษตรกรและห้องปฏิบัติการภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2561 (ก-ค)

(ก) ลักษณะการเกิดโรคของหัวมันฝรั่งภายนอก

(ข) ลักษณะการเกิดโรคของหัวมันฝรั่งภายใน

**ภาพที่ 6** ลักษณะการเกิดโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในหัวมันฝรั่งหลังปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ข)

**3.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันฝรั่งจาก CIP**

**1) จำนวนหัว/ต้น**

ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พันธุ์ CIP8 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 11.2 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ CIP12 CIP13 CIP5 CIP6 CIP7 CIP1 CIP8 CIP10 CIP4 CIP16 CIP17 CIP11 และพันธุ์ CIP3 มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว/ต้น 11 9.8 9.6 9.6 9.6 8 7.8 7.2 7.2 7.2 7 และ 6.8 หัว ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

ไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย พันธุ์ CIP7 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 13.2 หัว รองลงมา พันธุ์ CIP13 CIP8 และพันธุ์ CIP12 มีค่าเฉลี่ย 11.8 10.2 และ 9.4 หัว ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

ไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก พันธุ์ CIP12 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 10.6 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ CIP10 CIP16 CIP11 14 และพันธุ์ CIP15 มีค่าเฉลี่ย 6.2 5.8 5.4 4.6 และ 3.4 หัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย พันธุ์ CIP13 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 9.6 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ CIP5 CIP3 CIP16 CIP14 CIP11 และพันธุ์ CIP15 มีค่าเฉลี่ย 4.8 3.6 3.6 3 2.8 และ 2.4 หัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนหัว/ต้น และน้ำหนัก/ต้น) ในมันฝรั่งจาก CIP หลังปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย 4 ไอโซเลท ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561

| พันธุ์ | จำนวนหัว/ต้น (หัว) | น้ำหนัก/ต้น (g) |
|---|---|---|

กรมวิชาการเกษตร

| | อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ | อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | อ.พบพระ จ.ตาก | อ.ภูเรือ จ.เลย | อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ | อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย | อ.พบพระ จ.ตาก | อ.ภูเรือ จ.เลย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CIP1 | 8 abc | 7.4 cde | 9 abc | 5.2 abcd | 60.1 ab | 143.4 ab | 155.9 ab | 42.5 cde |
| CIP2 | 5.6 bc | 5.2 ef | 6.6 abcde | 5.4 abcd | 63.1 ab | 133.9 ab | 122 abcd | 50.9 bcde |
| CIP3 | 6.8 abc | 6.6 cdef | 6.8 abcde | 3.6 bcd | 91.8 ab | 147.5 ab | 22.7 e | 40.1 de |
| CIP4 | 7.2 abc | 7.2 cdef | 7.8 abcd | 5.8 abcd | 99.1 ab | 129.6 ab | 123.3 abcd | 54.8 bcde |
| CIP5 | 9.6 ab | 8 bcde | 6.4 bcde | 4.8 bcd | 220 a | 117 bc | 115.5 abcd | 60.6 bcde |
| CIP6 | 9.6 ab | 7.2 cdef | 6.8 abcde | 6.6 abcd | 14.3 b | 116.1 bc | 131.9 abcd | 97.7 ab |
| CIP7 | 9.6 ab | 13.2 a | 9.4 abc | 7.6 abc | 99.4 ab | 134.3 ab | 118.6 abcd | 58.9 bcde |
| CIP8 | 11.2 a | 10.2 abc | 9.6 ab | 7.8 ab | 132.2 ab | 113 bc | 139.4 abc | 49.6 bcde |
| CIP9 | 5.6 bc | 8.2 bcde | 6.6 abcde | 6 abcd | 95.2 ab | 116.8 bc | 84 cde | 74.3 abcd |
| CIP10 | 7.8 abc | 8.4 bcde | 6.2 bcde | 8.2 ab | 99.3 ab | 129.7 ab | 101.7 bcd | 95.1 ab |
| CIP11 | 7 abc | 7.4 cde | 5.4 cde | 2.8 d | 118.1 ab | 108.9 bc | 87.8 cd | 25.7 de |
| CIP12 | 11 a | 9.4 abcd | 10.6 a | 8.2 ab | 134 ab | 120.9 bc | 121.8 abcd | 89.7 abc |
| CIP13 | 9.8 ab | 11.8 ab | 8.4 abcd | 9.6 a | 179.5 ab | 196.3 a | 177.4 a | 110.3 a |
| CIP14 | 5.4 bc | 4.8 ef | 4.6 de | 3 cd | 83.4 ab | 90.3 bc | 106.5 bcd | 29.7 de |
| CIP15 | 4 c | 3.4 f | 3.4 e | 2.4 d | 61.8 ab | 82.2 bc | 72.2 de | 18.2 e |
| CIP16 | 7.2 abc | 6 def | 5.8 bcde | 3.6 bcd | 64.8 ab | 50.7 c | 72.7 de | 22.8 e |
| CIP17 | 7.2 abc | 6.8 cdef | 6.8 abcde | 5.4 abcd | 116.7 ab | 121.4 bc | 134.3 abcd | 54.3 bcde |
| F-test | * | * | * | * | * | * | * | * |
| %cv | 26 | 22 | 25.1 | 36.7 | 42 | 26.9 | 25.6 | 37.1 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**2) น้ำหนัก/ต้น**

เก็บข้อมูลผลผลิต/ต้น โดยแบ่งเป็น 4 ไอโซเลทตามพื้นที่ของเชื้อสาเหตุและความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พันธุ์ CIP5 มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 220 g แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ CIP6 ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 14.3 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

ไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย พันธุ์ CIP13 มีผลผลิตเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 196.3 g รองลงมา พันธุ์ CIP3 CIP1 CIP7 CIP2 CIP10 และพันธุ์ CIP4 มีค่าเฉลี่ย 147.5 143.4 134.3 133.9 129.7 และ 129.6 g ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

ไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก พันธุ์ CIP13 มีผลผลิตเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 177.4 g แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ CIP14 CIP10 CIP11 CIP9 CIP16 CIP15 และพันธุ์ CIP3 มีค่าเฉลี่ย 106.5 101.7 87.8 84 72.7 72.2 และ 22.7 g ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย พันธุ์ CIP13 มีผลผลิตเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 110.3 g ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ CIP6 CIP CIP10 CIP12 และพันธุ์ CIP9 มีค่าเฉลี่ย 97.7 95.1 89.7 และ 74.3 g ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 6)

### 3.3 การประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจทดสอบการชิมหลังการแปรรูป มีผู้เข้าร่วมจำนวน 20 ราย แบ่งเป็นชาย 4 ราย หญิง 16 ราย ผู้เข้าร่วมการประเมินความพึงพอใจมีระดับอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา มีระดับอายุน้อยกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 ระดับอายุ 31-40 ปี และอายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 15 และ 15 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ผู้เข้าร่วมประเมินความพึงพอใจมีระดับการศึกษาตั้งแต่ อนุปริญญา ปริญญาตรี และปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 25 14 และ 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ข้อมูลผู้เข้าร่วมการประเมินความพึงพอใจพันธุ์มันฝรั่ง จาก CIP ด้วยการแปรรูปเป็นมันทอดกรอบในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2561

| เพศ | | อายุ | | | | การศึกษา | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชาย | หญิง | < 30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | ประถมศึกษา | มัธยมศึกษา | อนุปริญญา | ปริญญาตรี | ปริญญาโท | อื่นๆ |
| 4 | 16 | 6 | 3 | 3 | 8 | 0 | 0 | 5 | 14 | 0 | 1 |

**คะแนนคุณภาพด้านการชิมมันฝรั่ง 18 สายพันธุ์ (สี รูปทรง ความกรอบ รสชาติ กลิ่น)**

ด้านลักษณะสี พันธุ์ CIP17 มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะสีมากที่สุด 2.55 คะแนน รองลงมาคือ พันธุ์ CIP12 และพันธุ์ CIP4 มีคะแนน 2.35 และ 2.3 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 8)

ด้านรูปทรง พันธุ์ CIP3 CIP4 และพันธุ์ CIP17 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรูปทรงมากที่สุด 2.15 คะแนน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ CIP12 และ CIP7 มีคะแนนเฉลี่ย 2 และ 1.75 คะแนน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 8)

ด้านความกรอบ พันธุ์ CIP11 CIP12 CIP15 และพันธุ์ CIP16 มีคะแนนเฉลี่ยดีที่สุด 2.4 คะแนน รองลงมาคือพันธุ์ CIP4 CIP14 CIP2 CIP3 CIP9 CIP8 CIP7 และพันธุ์ CIP5 มีคะแนนเฉลี่ย 2.3 2.25 2.2 2.15 2.1 2.05 และ 2 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 8)

ด้านรสชาติ พันธุ์ CIP17 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 2 คะแนน ไม่แตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ CIP4 CIP11 CIP5 CIP13 CIP12 CIP1 CIP16 CIP3 CIP9 และพันธุ์ CIP14 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ 1.98 1.95 1.9 1.85 1.8 1.65 และ 1.6 คะแนน ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 8)

กรมวิชาการเกษตร

ด้านกลิ่น พันธุ์ CIP11 มีคะแนนเฉลี่ยดีที่สุด 1.9 คะแนน ไม่แตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์ CIP17 CIP3 CIP4 CIP12 CIP13 CIP5 CIP16 CIP9 CIP1 CIP10 และพันธุ์ CIP14 มีค่าเฉลี่ย 1.75 1.70 1.70 1.65 1.65 1.6 1.6 1.50 1.45 1.40 และ 1.40 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 8) แต่แตกต่างทางสถิติกับพันธุอื่นๆ

และด้านความชอบในภาพรวม พันธุ์ CIP17 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 2.05 คะแนน รองลงมาคือ พันธุ์ CIP11 CIP4 CIP12 CIP5 CIP9 CIP16 CIP7 และพันธุ์ CIP3 มีค่าเฉลี่ย 2 1.95 1.9 1.85 1.75 1.75 1.70 และ 1.60 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุอื่นๆ (ตารางที่ 8)

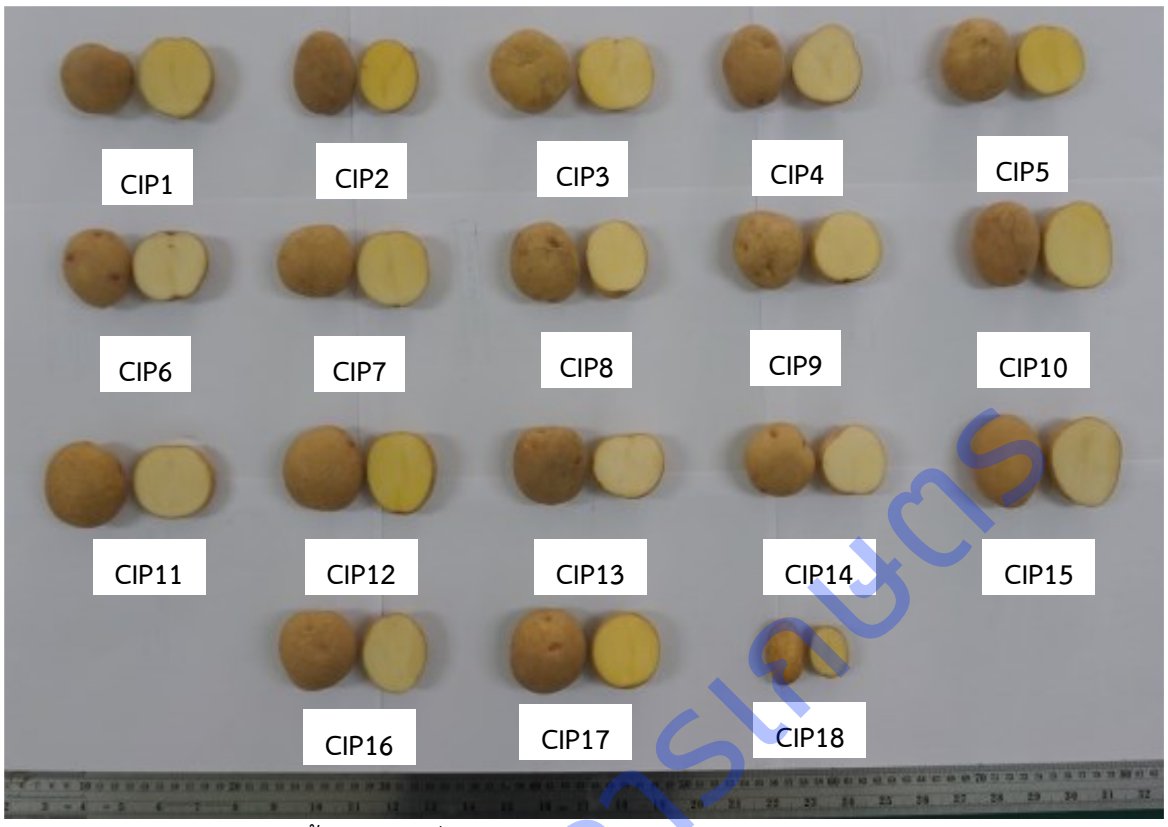
**ตารางที่ 8** คะแนนคุณภาพด้านการชิมมันฝรั่งจาก CIP 18 สายพันธุ์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2561

| พันธุ์ | สี | รูปทรง | ความกรอบ | รสชาติ | กลิ่น | ความชอบในภาพรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CIP1 | 1.55 cdefg | 1.40 cde | 1.60 de | 1.80 ab | 1.45 abcde | 1.45 bcde |
| CIP2 | 1.50 defgh | 1.75 abc | 2.20 abc | 1.35 bc | 1.15 de | 1.40 cde |
| CIP3 | 1.90 bcd | 2.15 a | 2.15 abc | 1.65 abc | 1.70 abc | 1.60 abcde |
| CIP4 | 2.30 ab | 2.15 a | 2.30 ab | 1.98 a | 1.70 abc | 1.95 ab |
| CIP5 | 1.95 bcd | 1.60 bcd | 2.00 abcd | 1.95 a | 1.60 abcd | 1.85 abcd |
| CIP6 | 0.85 i | 1.45 cde | 1.80 cde | 0.55 d | 0.65 f | 0.65 g |
| CIP7 | 2.00 bc | 1.75 abc | 2.05 abc | 1.30 c | 1.20 cde | 1.65 abcde |
| CIP8 | 1.35 efgh | 1.20 de | 2.10 abc | 1.35 bc | 1.30 bcde | 1.45 bcde |
| CIP9 | 1.80 cde | 1.40 cde | 2.15 abc | 1.65 abc | 1.50 abcde | 1.75 abcde |
| CIP10 | 1.05 hi | 1.35 cde | 1.60 de | 1.25 c | 1.40 abcde | 1.35 def |
| CIP11 | 2.00 bc | 1.60 bcd | 2.40 a | 1.98 a | 1.90 a | 2.00 a |
| CIP12 | 2.35 ab | 2.00 ab | 2.40 a | 1.85 a | 1.65 abcd | 1.90 abc |
| CIP13 | 1.75 cdef | 1.35 cde | 1.95 bcd | 1.90 a | 1.65 abcd | 1.70 abcde |
| CIP14 | 1.30 fgh | 1.20 de | 2.25 ab | 1.60 abc | 1.40 abcde | 1.45 bcde |
| CIP15 | 1.25 ghi | 1.35 cde | 2.40 a | 1.35 bc | 1.35 bcde | 1.30 ef |
| CIP16 | 1.60 cdefg | 1.50 cd | 2.40 a | 1.80 ab | 1.60 abcd | 1.75 abcde |
| CIP17 | 2.55 a | 2.15 a | 1.90 bcd | 2.00 a | 1.75 ab | 2.05 a |
| CIP18 | 1.15 ghi | 1.05 e | 1.40 e | 0.75 d | 1.00 ef | 0.90 fg |
| F-test | * | * | * | * | * | * |
| %cv | 38.65 | 37.06 | 28.77 | 43.61 | 47.62 | 46.48 |

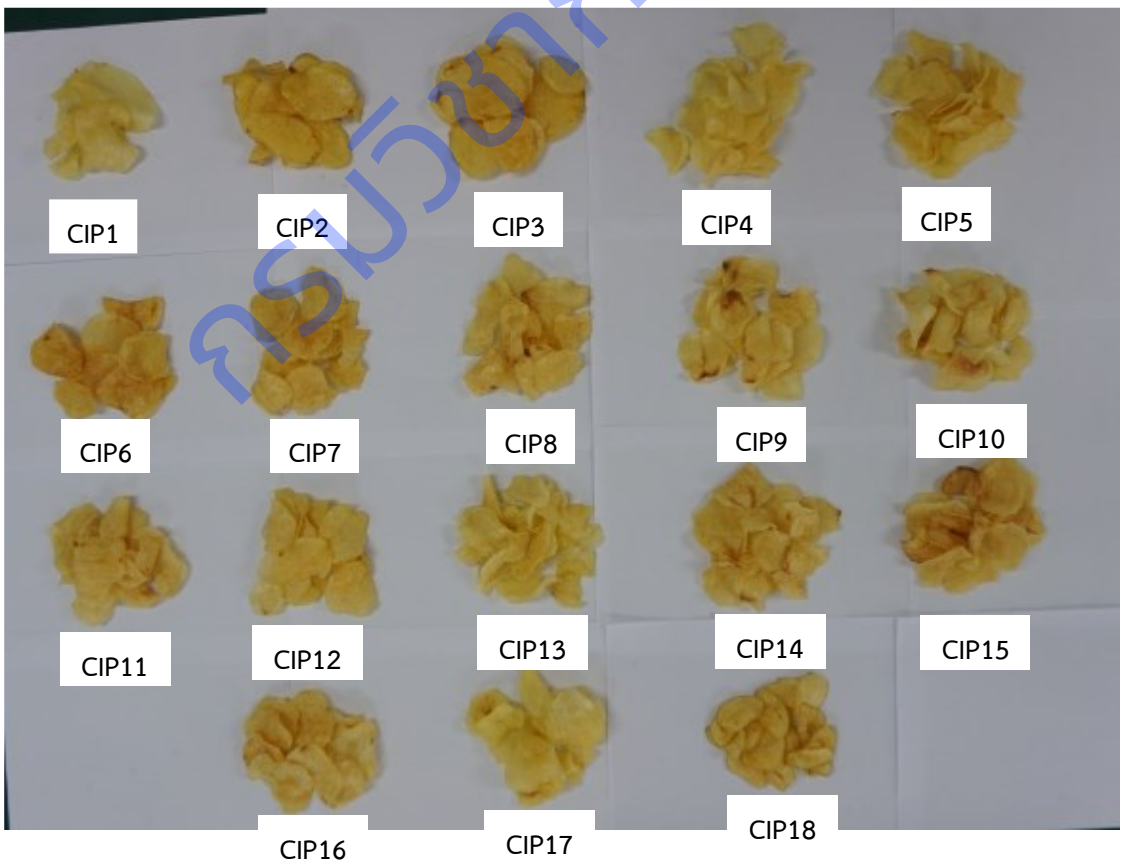
**หมายเหตุ:** - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

- เกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 = ไม่ชอบ 1 = พอใช้ 2 = ดี และ 3 = ดีมาก




(ก) ลักษณะสีเปลือกและสีเนื้อของมันฝรั่งสด




กรมวิชาการเกษตร

(ข) ลักษณะสีของมันฝรั่งหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (chips)

**ภาพที่ 7** ลักษณะสีเปลือก-สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (chips) ของมันฝรั่งจาก CIP 18 พันธุ์ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ข)

(ก) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP1

(ข) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP2

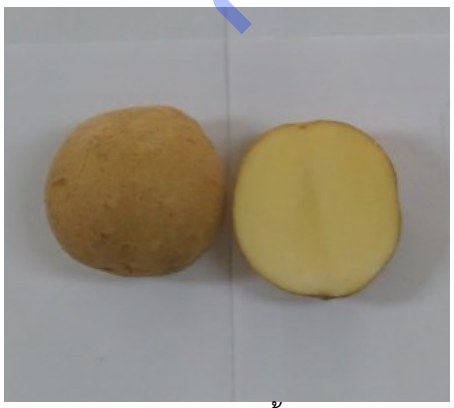
(ค) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP3

กรมวิชาการเกษตร

(ง) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP4

(จ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP5

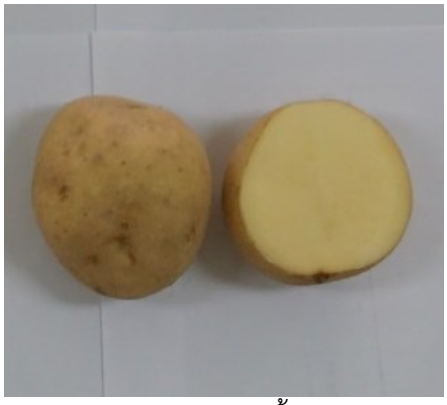
(ฉ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP6



(ช) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP7

กรมวิชาการเกษตร

(ซ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP8



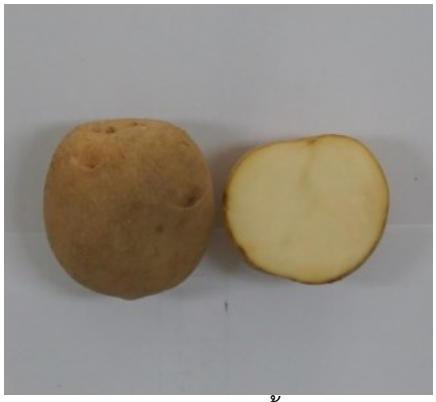
(ฌ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP9

(ญ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP10

(ฎ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP11

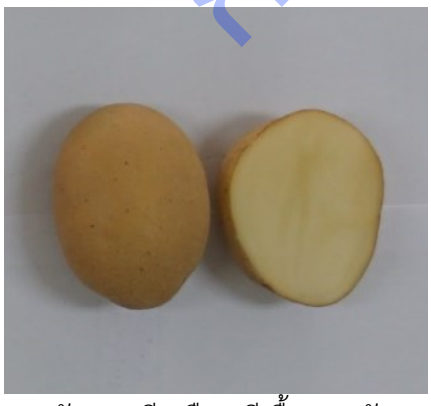
กรมวิชาการเกษตร

(ฎ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP12



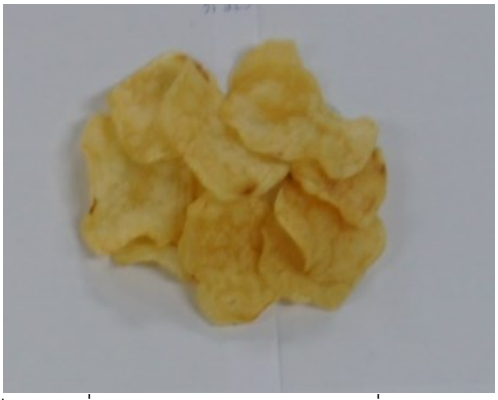
(ฐ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP13

(ฑ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP14



(ฒ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP15

กรมวิชาการเกษตร



(ณ) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP16

(ด) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP17

(ต) ลักษณะสีเปลือก สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบของมันฝรั่งพันธุ์ CIP18

**ภาพที่ 8** ลักษณะสีเปลือก-สีเนื้อ และลักษณะสีหลังแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (chips) ของมันฝรั่งจาก CIP 18 พันธุ์ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 ปี 2561 (ก-ต)

กรมวิชาการเกษตร

**3.5 สรุปผลการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ เชื้อสาเหตุ *P. infestans* และโรคเหี่ยวเขียว เชื้อสาเหตุแบคทีเรีย *R. solanacearum* และคะแนนความพึงพอใจการทดสอบคุณภาพด้านการชิม**

การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP จำนวน 18 พันธุ์ สามารถคัดเลือกพันธุ์ได้ จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และพันธุ์ CIP17 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียสูง รวมทั้งมีผลผลิตเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด และมีคะแนนคุณภาพด้านการชิมหลังการแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดกรอบในภาพรวมอยู่ในระดับดี (2 คะแนน) ความต้านทานโรคใบ

ไหม้ในมันฝรั่งที่มีเชื้อสาเหตุจาก *P. infestans* นั้นเกี่ยวข้องกับ R-gene โดยพบว่ามันฝรั่งสายพันธุ์ที่มี R-gene นั้นจะต้านทานต่อโรคใบไหม้ และยังพบว่าสายพันธุ์มันฝรั่งที่มีการการสะสมของสารประกอบฟีนอลิกบน epidermal cell จะต้านทานโรคใบไหม้ได้ดีกว่า (Van Der Vossen *et al.*, 2003; Rubio-Covarrubias *et al.*, 2006) วงศ์และคณะ (2549) รายงานว่า สำหรับโรคเหี่ยวเขียวที่มีเชื้อสาเหตุจาก *R. solanacearum* ยังไม่พบวิธีการใดที่สามารถควบคุมโรคชนิดนี้ที่ให้ผลแน่นอน แต่วิธีการที่แนะนำได้แก่ การใช้พันธุ์ต้านทาน การเขตกรรม แต่ยังอยู่ในวงที่จำกัด เนื่องจากความผันแปรของอุณหภูมิมีผลต่อการเกิดโรค

**4. การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวโดยวิธีการผสมข้าม**

นำพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP ที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย ที่คัดเลือกได้จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และ CIP17 มาใช้เป็นต้นแม่พันธุ์ผสมกับพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ เชียงใหม่ 1 และเชียงใหม่ 2 และพันธุ์ที่มีลักษณะที่ให้ผลผลิต/ไร่สูง รวมทั้งมีเนื้อในสีม่วง จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ AGRIA และพันธุ์ DX.CN. ซึ่งใช้เป็นต้นพ่อพันธุ์ (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** จำนวนคู่ผสมและน้ำหนักเมล็ดที่ดำเนินการผสมติด ฤดูฝน ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนต้นที่ผสมข้าม (ต้น) | จำนวนต้นที่ผสมติด (ต้น) | การติดผล (จำนวนผล) | นน.เมล็ด/คู่ผสม (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ผสมติด** | | | | |
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 10 | 2 | 2 | 1.2 |
| 3 | CIP1xAGRIA | 10 | 2 | 3 | 1 |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 10 | 3 | 3 | 1.4 |
| 5 | CIP2xDX.CN | 10 | 2 | 2 | 0.6 |
| 6 | CIP2xAGRIA | 10 | 4 | 5 | 2.2 |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 10 | 3 | 5 | 2.1 |
| 8 | CIP5xAGRIA | 10 | 2 | 3 | 1.3 |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 10 | 3 | 6 | 1.8 |
| 10 | CIP9xAGRIA | 10 | 4 | 7 | 3 |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 1 | 10 | 1 | 2 | 1 |
| 12 | CIP13xเชียงใหม่ 2 | 10 | 2 | 2 | 1.5 |
| 13 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 10 | 3 | 5 | 1 |
| 14 | CIP17xเชียงใหม่ 2 | 10 | 3 | 3 | 1.3 |

กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนต้นที่ผสมข้าม (ต้น) | จำนวนต้นที่ผสมติด (ต้น) | การติดผล (จำนวนผล) | นน.เมล็ด/คู่ผสม (g) |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | CIP17x AGRIA | 10 | 2 | 3 | 1 |
| 16 | AGRIAxเชียงใหม่ 2 | 10 | 3 | 7 | 2.6 |
| 17 | AGRIAxCIP1 | 10 | 3 | 6 | 2 |
| 18 | AGRIAxCIP17 | 10 | 1 | 2 | 0.9 |
| | **ผสมไม่ติด** | | | | |
| 19 | CIP1xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 20 | CIP1xDX.CN. | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 21 | CIP2xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 22 | CIP2xเชียงใหม่ 2 | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 23 | CIP5xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 24 | CIP5xเชียงใหม่ 2 | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 25 | CIP5xDX.CN. | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 26 | CIP9xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 27 | CIP9xเชียงใหม่ 2 | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 28 | CIP9xDX.CN. | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 29 | CIP13xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 30 | CIP13xDX.CN. | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 31 | CIP13xAGRIA | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 32 | CIP17xSpunta | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| 33 | CIP17xDX.CN. | 10 | ไม่ติด | ไม่ติด | - |
| | **รวม** | **330** | **46** | **71** | **27.9** |

กรมวิชาการเกษตร

**4.1 การติดผล**

จากการผสมข้ามลูกผสมทั้งหมด 33 คู่ผสม คู่ผสมละ 10 ต้น รวม 330 ต้น โดยผสมข้ามทั้งหมด 5 ครั้ง สามารถผสมติดจำนวน 18 คู่ผสม รวม 46 ต้น ติดผลจำนวน 71 ผล ได้น้ำหนักเมล็ดรวม 27.9 g โดยคู่ผสม CIP9xAGRIA และคู่ผสม AGRIAxเชียงใหม่ 2 มีการติดผลมากที่สุด 7 ผล รองลงมา คู่ผสม CIP9xเชียงใหม่ 1 AGRIAxCIP1 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 และคู่ผสม CIP17xเชียงใหม่ 1 ซึ่งมีจำนวนผล 6 6 5 5 5 และ 5 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 9)

(ก) ลักษณะการผสมดอกไม่ติด

(ข) ลักษณะการผสมดอกติด

(ค) ผลมันฝรั่งที่ผสมติด

(ง) ผลมันฝรั่งที่ผสมติด

**ภาพที่ 9** ลักษณะการผสมไม่ติดและผสมติดช่วงฤดูฝน ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

**4.2 น้ำหนักเมล็ด**

จากคู่ผสมทั้งหมด 18 คู่ผสม รวม 46 ต้น ติดผลจำนวน 71 ผล ได้น้ำหนักเมล็ดรวม 27.9 g โดยคู่ผสม CIP9xAGRIA มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด 2 g รองลงมา คู่ผสม AGRIAxเชียงใหม่ 2 CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 1 และคู่ผสม AGRIAxCIP1 มีน้ำหนักเมล็ด 2.6 2.2 2.1 2 และ 2 g ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 10) Ballvora *et al*. (2002) รายงานว่าการพัฒนามันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้ สามารถทำได้โดยการถ่ายย้ายยีน R ที่พบในพันธุ์ป่า สู่พันธุ์การค้าได้โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) เช่นเดียวกับการทดลองของ Helgeson *et al*. (1997) ทำการผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับ (backcross method) ระหว่างมันฝรั่งสายพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกเพื่อสร้างลูกผสมที่สามารถต้านทานโรคใบไหม้ได้

(ก) ลักษณะผลมันฝรั่งที่ผสมติด (ข) ลักษณะเมล็ดมันฝรั่ง

**ภาพที่ 10** ลักษณะผลและเมล็ดมันฝรั่ง ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ข)

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ สามารถคัดเลือกพันธุ์ได้จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CIP1 CIP2 CIP5 CIP9 CIP13 และ CIP17 ที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ *P. Infestans* และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สูง และมีคะแนนการประเมินความพึงพอใจหลังการแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดกรอบอยู่ในระดับดี เมื่อนำไปผสมกับพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 และเชียงใหม่ 2 ที่มีลักษณะเด่นคือ ต้านทานต่อโรคใบไหม้ *(P. infestans)* และให้ผลผลิตดีทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน สามารถผสมติดได้จำนวน 18 คู่ผสม และนำพันธุ์ลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่ผสมติดไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย เพื่อคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ต้านทานต่อโรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.1.2 การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย**

**The selection of potato late blight and bacterial wilt resistance**


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงศ์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] สาคร ยังผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1]
สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1] ศกุนี เส่มือแม่[1] เสกสรณ์ ย่างกุลไพโรจน์[1]
ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2] สิทธิศักดิ์ แสไพศาล[2] ไตรเดช ข่ายทอง[2] ธารทิพย์ ภาสบุตร[2]
บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2] รุ่งนภา ทองเครั่ง[2]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Sakorn Youngpong[1] Kittichai Saeyang[1]
Onanong Sawangsuriyawong[1] Surasawadee Panyaperm[1] Weeraphan Tansao[1]
Sirinanya Jarinthon[1] Sakunee Samuemae[1] Seksorn Yangkunphairotn[1]
Natthima Kositcharoenkul[2] Sittisak Saipaisarn[2] Tridej Khaithong[2] Thanthip Pasabutr[2]
Buranee Puawongphaet[2] Rungnapa Thongkhrong[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

การคัดเลือก (Selection) สายต้น (clone) ต้านทานโรค (resistance)
โรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt) และมันฝรั่ง (potato)


กรมวิชาการเกษตร


**บทคัดย่อ**

การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย ดำเนินการปี 2562-2563 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งจากการผสมข้าม โดยใช้หลักเกณฑ์คัดเลือก 1) ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* 2) รสชาติไม่ขม 3) ให้ผลผลิต/ไร่สูง 3 ตัน/ไร่ ดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากการทดลองปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ จำนวน 2,541 สายพันธุ์ โดยการปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเขียวที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อ $1x10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$ จากการคัดเลือกรุ่นที่ 1 สามารถคัดเลือกสายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ได้จำนวน 344 สายต้น นำสายต้นรุ่นที่ 1 ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และคัดเลือกสายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวในรุ่นที่ 2 ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ จำนวน 131 สายต้น ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว และไม่มีรสขม นำสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 2 ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ เชียงใหม่ 1 และพันธุ์เชียงใหม่ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 131 กรรมวิธี (สายต้น)ๆ 3 ต้น ได้แก่ สายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 100 66.6 และ 33.3% มีจำนวน 14 21 และ 3 สายต้น ตามลำดับ จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพหลังการแปรรูป สามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ไม่มีรสขม และมีคะแนนความชอบในภาพรวมหลังการแปรรูปอยู่ในระดับชอบปานกลาง (3

คะแนน) รวมทั้งมีผลผลิตต่อต้นสูง ซึ่งสามารถคัดเลือกได้จำนวน 27 สายต้น ได้แก่ สายต้น C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2

---

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

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1 AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 และสายต้น C2xDX-62-2 จึงนำสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ที่คัดเลือกได้นำไปปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* เพื่อคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวในรุ่นที่ 4 ของการทดลองต่อไป

**Abstract**

The selection of potato late blight and bacterial wilt resistance was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC) in Maehea and Khunwang sub stations, Chiang Mai province during 2019-2020. The selection criteria of potato breeding are 1) resistance to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*), 2) non bitter and 3) high production (more than 3 tons/rai). the 2,541 line of true potato seeds (TPS) from cross-breeding (P) were planted and inoculated $1 \times 10^{8}$ cfu $ml^{-1}$ of *R. solanacearum,* Loei isolate for bacterial wilt resistance screening in net house. The 344 clones of F1 hybrid TPS were inoculated *R. Solanacearum* and the 131 clones of F2 hybrid seeds that bitter taste were selected. The seed of F2 hybrid clones were compared with Atlantic and recommended-varieties of Department of Agriculture (DOA) (Chiangmai 1 and Chiangmai 2). The experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with 131 treatments (F2 hybrid clones) of 10 cross line in CIP1xChiangmai 1, CIP1xAGRIA, CIP2xChiangmai 1, CIP2xDX.CN, CIP2xAGRIA, CIP5xChiangmai 1, CIP9xAGRIA, CIP17xChiangmai 1, CIP17xAGRIA and AGRIAxCIP1, and three replications. The screening of bacterial wilt resistance in net house were showed 38 resistant clones (14 clones of 100% resistance, 21 clones of 66.6% resistance and 3 clones of 33.3% resistance). In addition, the sensory evaluation after steaming were represented the moderate satisfied (3 scores), resistant bacterial wilt and no bitter taste in 27 F3 clones. These resistant clones are C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1

กรมวิชาการเกษตร

AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 and C2xDX-62-2. Furthermore, the F3 clones have inoculated *R. Solanacearum* and selected F4 resistant clones in the next generation.

## 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 ผลผลิต 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 ตัน/ปี เพื่อใช้ในการแปรรูป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; ชวาลา, 2559) แต่ผลผลิตที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีไม่เพียงพอในการแปรรูป จึงต้องนำเข้ามันฝรั่งสดปีละ 46,355 ตัน เพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ (potato chip) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561; อรทัย, 2562) ทำให้ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เกษตรกรนิยมใช้มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกผลิตเป็นวัตถุดิบส่งเข้าโรงงานแปรรูป แต่พันธุ์ดังกล่าวปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน จึงมีข้อจำกัดคือ ผลผลิตต่อไร่ และ มีปริมาณแป้งต่ำ (อรทัย, 2562) นอกจากนี้ยังอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวเขียว (bacterial wilt of potato) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ และมีการแพร่ระบาดมากในทุกระยะการปลูกทำให้ต้นตายก่อนการลงหัว (สุรชาติและคณะ, 2540) โดยโรคเหี่ยวเขียว สามารถติดเชื้อแฝงอยู่ในหัวพันธุ์ และสามารถถ่ายทอดโรคผ่านหัวพันธุ์ได้โดยที่ไม่แสดงอาการของโรค (Priou *et al.*, 1999) และระบาดอย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง (จุมพลและอรพรรณ, 2564)

ในประเทศไทยยังไม่มีการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งให้ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ในอดีตมีการศึกษามันฝรั่งพันธุ์ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว โดยใช้มันฝรั่งพันธุ์ ฝาง 60, Spunta, Kennebec, Atlantic, Agria, Dunja, Model, Ponto และ Hilta พบว่าไม่มีมันฝรั่งพันธุ์ใดที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวได้ แต่มีมันฝรั่ง 2 สายพันธุ์ ที่แสดงอาการทนต่อการเกิดโรค คือ พันธุ์ IBP-Selection 1xPPC 4-8 และ PPC 4-8xCIP 376019-2 (วงศ์, 2536) ส่วนในต่างประเทศมีงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้พันธุ์ป่าเป็นพ่อแม่พันธุ์จะทำให้ได้ลูกผสมที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวในระดับปานกลาง แต่จะมีลักษณะทางการเกษตรที่ไม่ดี โดยศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center ชื่อย่อ CIP) ประเทศเปรู จะเป็นแหล่งสำคัญที่รวบรวมสายต้นที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งให้ต้านทานต่อโรคแบคทีเรีย (Muthoni *et al.*, 2020)

ปัญหาดังกล่าวเป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทำให้ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ดำเนินการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้

กรมวิชาการเกษตร

และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้พันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ระหว่างพันธุ์ของ CIP ผสมข้ามกับพันธุ์เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 และ พันธุ์การค้าของต่างประเทศ ให้ได้พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย (*R. solanacearum*) เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรให้ได้ใช้พันธุ์ที่ต้านทานโรค มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงมากกว่า 20% ให้ผลผลิตต่อไร่สูง และ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ ทำให้ลดต้นทุนการผลิตจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรค และแมลงศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีสุขภาพ และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ฝา ถุงปลูกขนาด 12 นิ้ว ปุ๋ยสูตร 20-10-30 ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เพอร์ไลท์ มีเดีย เชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ชุดตรวจสอบไวรัส ชุดตรวจสอบแบคทีเรีย มันฝรั่ง 18 คู่ผสม
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด ป้ายแท็กแข็ง
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

**1. วิธีการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคแบบสืบประวัติ (pedigree method)**

**1.1 การปลูกถ่ายเชื้อในรุ่นที่ 1 (2562)**

นำเมล็ดมันฝรั่ง (TPS) ที่ได้จากการทดลอง 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์ จำนวน 18 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 2 CIP1xAGRIA CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP5xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA CIP13xเชียงใหม่ 1 CIP13xเชียงใหม่ 2 CIP17xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 2 CIP17xAGRIA AGRIAxเชียงใหม่ 2 AGRIAxCIP1 และคู่ผสม AGRIAxCIP17 นำไปเพาะในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเพาะในมีเดียปลูก ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2562 สำหรับคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในรุ่นที่ 1 จำนวน 2,541 สายพันธุ์ ดังนี้

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนต้น (สายพันธุ์) | | รวม |
|---|---|---|---|---|
| | | เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ | มีเดียปลูก | |
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 60-1 | 138 | 26 | 164 |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 60-2 | 120 | 40 | 160 |
| 3 | CIP1xAGRIA | 240 | 22 | 262 |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 60-1 | 550 | 162 | 712 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | CIP2xDX.CN | 12 | 24 | 36 |
| 6 | CIP2xAGRIA | 116 | 44 | 160 |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 60-1 | 130 | 29 | 159 |
| 8 | CIP5xAGRIA | 49 | - | 49 |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 60-1 | 16 | - | 16 |
| 10 | CIP9xAGRIA | 69 | 7 | 76 |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 60-1 | - | 14 | 14 |
| 12 | CIP13xเชียงใหม่ 60-2 | - | 24 | 24 |
| 13 | CIP17xเชียงใหม่ 60-1 | 288 | 94 | 382 |
| 14 | CIP17xเชียงใหม่ 60-2 | - | 38 | 38 |
| 15 | CIP17xAGRIA | 88 | 50 | 138 |
| 16 | AGRIAxเชียงใหม่ 60-2 | 12 | - | 12 |
| 17 | AGRIAxCIP1 | 121 | - | 121 |
| 18 | AGRIAxCIP17 | 18 | - | 18 |
| | **รวม** | **1,967** | **574** | **2,541** |

**หมายเหตุ:** เครื่องหมาย – คือ เมล็ดไม่งอก

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการดำเนินงาน

1. คัดเลือกพื้นที่ และเตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมีเดีย: เพอร์ไลท์ อัตรา 1: 1 ใส่ถุงขนาด 12 นิ้ว
2. เพาะเมล็ดที่ได้จากการผสมข้ามในการทดลอง 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ โดยวิธีการผสมพันธุ์ จำนวน 18 คู่ผสม รวม 27.9 g หรือประมาณ 3,000 เมล็ด (110 เมล็ด/g) มาเพาะในมีเดียปลูก ซึ่งใช้ระยะเวลางอก 53 วัน และ เพาะในขวดโดยใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง สูตร MS ซึ่งใช้ระยะเวลางอก 53 วัน ภายหลังจากเมล็ดงอกได้ 85 วัน จึงย้ายปลูกลงถุงขนาด 12 นิ้ว จำนวน 2,541 ถุง
3. ดูแลให้น้ำ และพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น
4. การเตรียมเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย นำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ซึ่งแยกได้จากโรคเหี่ยวเขียวของมันฝรั่ง ที่เก็บรักษาไว้ในหน่วยเก็บรักษาเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์โรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร นำมาเลี้ยงบนอาหาร 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium Chloride medium (TZC) ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง คัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่มีสีชมพูอมขาว รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งเป็นลักษณะของโคโลนีที่มีความรุนแรง นำมาเลี้ยงบนอาหาร Wakimoto's medium (PSA) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PSA มาเลี้ยงเขย่าในอาหารเหลว TTC ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง วัดปริมาณเชื้อโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้มีประมาณเชื้อ $10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$
5. ต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน หลังปลูก สุ่มตัวอย่างนำไปตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus)
6. ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ปริมาณ 30 ml/ต้น หลังปลูก 30 วัน
7. บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985)
8. เมื่อต้นแก่เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง (seed tuber potato) จากต้น F1 โดยคัดเลือกสายต้นที่มีลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย
9. เก็บหัวพันธุ์ในแต่ละต้นแยกกัน สุ่ม 5 หัว/ต้น เพื่อใช้ปลูกคัดเลือกในรุ่นที่ 2

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา
2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักรวม/สายต้น จำนวนหัว/ต้น และน้ำหนักหัว/ต้น
3. การประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในเบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวเขียว โดยบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ตามภาคผนวก 1

กรมวิชาการเกษตร

**1.2 การคัดเลือกพันธุ์ในรุ่นที่ 2 ช่วงฤดูหนาว (2563)**

นำหัวพันธุ์มันฝรั่ง รุ่นที่ 1 ที่ได้จากการคัดเลือกปี 2562 ปลูกเป็นต้น/แถว เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic เชียงใหม่ 1 และพันธุ์เชียงใหม่ 2 ในสภาพโรงเรือน คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี รูปร่าง สีเปลือก สีเนื้อ ผล ความต้านทานโรค การคัดเลือกจะคัดเป็นรายต้น (single plant basis selection) และการคัดเลือกในขั้นนี้จึงควรเลือกแถวที่ดีก่อน แล้วจึงทำการเลือกต้นดีภายในแถว เก็บแยกต้นกัน และนำไปปลูกเป็นแถวในปีถัดไป โดยเก็บหัวพันธุ์แยกต้นกัน 5 หัว/ต้น ซึ่งพันธุ์ที่คัดเลือกได้ในปี 2562 จำนวน 15 คู่ผสม 344 สายต้น ได้แก่

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนสายพันธุ์ |
|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 34 |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 5 |
| 3 | CIP1xAGRIA | 7 |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 27 |
| 5 | CIP2xDX.CN. | 32 |
| 6 | CIP2xAGRIA | 51 |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 33 |
| 8 | CIP5xAGRIA | 12 |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 3 |
| 10 | CIP9xAGRIA | 37 |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 2 | 10 |
| 12 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 39 |
| 13 | CIP17xAGRIA | 13 |
| 14 | AGRIAxCIP1 | 33 |
| 15 | AGRIAxCIP17 | 8 |
| **รวม** | | **344** |

กรมวิชาการเกษตร

<u>วิธีการดำเนินงาน</u>

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งลูกผสมรุ่นที่ 1 จำนวน 344 สายต้น ที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ รุ่นที่ 1
2. คัดเลือกพื้นที่ และเตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมีเดีย: เพอร์ไลท์ อัตรา 1: 1 ใส่ถุงขนาด 12 นิ้ว
3. นำหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 1 ปลูกลงถุงขนาด 12 นิ้ว จำนวน 344 ถุงๆ ละ 1 หัว
4. ดูแลให้น้ำ และพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น
5. การเตรียมเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย นำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ซึ่งแยกได้จากโรคเหี่ยวเขียวของมันฝรั่ง ที่เก็บรักษาไว้ในหน่วยเก็บรักษาเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์โรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร นำมาเลี้ยงบนอาหาร 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium

Chloride medium (TZC) ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงคัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่มีสีชมพูอมขาว รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งเป็นลักษณะของโคโลนีที่มีความรุนแรง นำมาเลี้ยงบนอาหาร Wakimoto's medium (PSA) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PSA มาเลี้ยงเขย่าในอาหารเหลว TTC ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง วัดปริมาณเชื้อโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้มีประมาณเชื้อ $10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$

6. ต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน หลังปลูก สุ่มตัวอย่างนำไปตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus)
7. ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* 30 ml/ต้น หลังปลูก 30 วัน
8. บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985)
9. เมื่อต้นแก่เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Seed tuber potato) โดยคัดเลือกสายต้นที่มีลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย
10. เก็บหัวพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีแยกกัน สุ่ม 5 หัว/ต้น เพื่อใช้ปลูกคัดเลือกในรุ่นที่ 3

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา
2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักรวม/สายต้น จำนวนหัว/ต้น และน้ำหนักหัว/ต้น
3. ลักษณะฟีโนไทป์ที่แสดงออกของลูกผสม ได้แก่ ลักษณะ ใบ และลำต้น
4. การประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในเบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวเขียว โดยบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ตามภาคผนวก 1
5. การประเมินความพึงพอใจในรสชาติของสายต้นมันฝรั่ง (ไม่มีรสขม)

**1.3 การคัดเลือกพันธุ์ในรุ่นที่ 3 ช่วงฤดูฝน (2563)**

<u>แผนการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete design (RCBD) ประกอบด้วย 10 คู่ผสม 131 สายต้น (กรรมวิธี)ๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ดังนี้

นำหัวพันธุ์มันฝรั่ง รุ่นที่ 2 ที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ในฤดูหนาว ปี 2563 จำนวน 131 สายต้น ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า Atlantic และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ เชียงใหม่ 1 และพันธุ์เชียงใหม่ 2

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว (สายต้น) |
|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 16 |
| 2 | CIP1xAGRIA | 2 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | |
|---|---|---|
| 3 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 12 |
| 4 | CIP2xDX.CN | 20 |
| 5 | CIP2xAGRIA | 25 |
| 6 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 12 |
| 7 | CIP9xAGRIA | 16 |
| 8 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 10 |
| 9 | CIP17xAGRIA | 3 |
| 10 | AGRIAxCIP1 | 15 |
| | **รวม** | **131** |

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการดำเนินงาน

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งสายต้นรุ่นที่ 2 จำนวน 131 สายต้น ที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ รุ่นที่ 2
2. คัดเลือกพื้นที่ และเตรียมวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของมีเดีย: เพอร์ไลท์ อัตรา 1: 1 ใส่ถุงขนาด 12 นิ้ว
3. นำหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ปลูกลงถุงขนาด 12 นิ้ว จำนวน 131 ถุงๆ ละ 1 หัว
4. ดูแลให้น้ำ และพ่นสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น
5. การเตรียมเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย นำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ซึ่งแยกได้จากโรคเหี่ยวเขียวของมันฝรั่ง ที่เก็บรักษาไว้ในหน่วยเก็บรักษาเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์โรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร นำมาเลี้ยงบนอาหาร 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium Chloride medium (TZC) ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงคัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่มีสีชมพูอมขาว รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งเป็นลักษณะของโคโลนีที่มีความรุนแรง นำมาเลี้ยงบนอาหาร Wakimoto's medium (PSA) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PSA มาเลี้ยงเขย่าในอาหารเหลว TTC ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง วัดปริมาณเชื้อโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้มีประมาณเชื้อ $10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$
6. ต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน หลังปลูก สุ่มตัวอย่างนำไปตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus)
7. ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* 30 ml/ต้น หลังปลูก 30 วัน
8. บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985)
9. เมื่อต้นแก่เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Seed tuber potato) โดยคัดเลือกสายต้นที่มีลักษณะต้านทานโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย
10. เก็บหัวพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีแยกกัน สุ่ม 5 หัว/ต้น เพื่อใช้ปลูกคัดเลือกในรุ่นที่ 4

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา
2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักรวม/สายต้น จำนวนหัว/ต้น และน้ำหนักหัว/ต้น
3. การประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเขียว โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของโรคเหี่ยวเขียว โดยบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ตามภาคผนวก 1
4. การประเมินความพึงพอใจในการชิม (สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบ)

<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 ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2563

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

| **ปีดำเนินการ** | **ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์** | **สถานที่ดำเนินการ** |
|---|---|---|
| 2559 | นำต้นอ่อนจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากศูนย์มันฝรั่งนานาชาติ (CIP) มาขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ผลิตต้นแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์ G0 17 สายพันธุ์ | ศกล.ชม. |
| 2560-2561 | ปลูกรวบรวม คัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งจาก CIP และปลูกถ่ายเชื้อโรคเหี่ยวเขียวในโรงเรือน 17 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic ชม.1 และ ชม.2 | ศกล.ชม./สอพ. |
| 2561-2562 | ผสมข้ามพันธุ์ที่คัดเลือกแบบจับคู่ผสม (P) ในโรงเรือน จำนวน 18 คู่ผสม รวม 3,000 สายต้น รุ่นที่ 1 (F1) | ศกล.ชม. |
| 2563 | **การปลูกถ่ายเชื้อ**โรคเหี่ยวเขียว **ในคู่ผสมรุ่นที่ 2 (ฤดูแล้ง) และรุ่นที่ 3 (ฤดูฝน) ในโรงเรือน** คัดให้เหลือ 100-200 สายต้น | ศกล.ชม./สอพ. |
| 2564 | การปลูกถ่ายเชื้อโรคเหี่ยวเขียว ในรุ่นที่ 4 (ฤดูแล้ง) ในสภาพโรงเรือน คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี รูปร่าง สีเปลือก สีเนื้อผล ต้านทานโรค คัดให้เหลือ 50-100 สายต้น | ศกล.ชม./สอพ. |

กรมวิชาการเกษตร

| | | |
|---|---|---|
| 2565 | นำหัวพันธุ์มันฝรั่งจากสายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว ในรุ่นที่ 5 (ฤดูแล้งและฤดูฝน) **ปลูกเพื่อ**คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดี รูปร่าง สีเปลือก สีเนื้อผล ต้านทานโรค และคุณภาพในการชิม นำไปปลูกคัดพันธุ์ที่ได้ที่สุดไว้เพียง 8-20 สายต้น | ศกล.ชม./สวทช. |
| | ↓ | |
| 2565 | การเพิ่มจำนวนหัวพันธุ์ G0 ในโรงเรือนกันแมลง เพื่อใช้ในการคัดเลือกและทดสอบพันธุ์มันฝรั่งลูกผสมที่ได้จากการผสมข้าม | ศกล.ชม. |
| | ↓ | |
| 2566-2567 | การปลูกเปรียบเทียบมันฝรั่งลูกผสมต้านทานโรคเหี่ยวเขียว ที่คัดเลือกได้ 6-8 สายพันธุ์ ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าในแปลงศูนย์วิจัย | ศกล.ชม./ศวพ.ชม./ศวพ.ตาก/ศวพ.นพ. |
| | ↓ | |
| 2568 | การเสนอรับรองพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคเหี่ยวเขียวเป็นพันธุ์แนะนำ | ศกล.ชม |

**ภาพที่ 1** ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่ง ดัดแปลงจาก the NARO Hokkaido Agricultural Research Center (Mori *et al*., 2015; Asano and Tamiya, 2016)

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

### 1. การปลูกถ่ายเชื้อในรุ่นที่ 1 (2562)

#### 1.1 การประเมินการเกิดโรคเหี่ยวเขียว

หลังการปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. Solanacearum* ได้ 58 วัน ในมันฝรั่ง จำนวน 18 คู่ผสม 2,541 ต้น จะมีจำนวนต้นที่ตายสะสมรวม 2,389 ต้น คิดเป็น 94% คู่ผสม CIP13xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 2 และ AGRIAxเชียงใหม่ 2 จะมีจำนวนต้นที่ตายสะสม 14 38 และ 12 ต้น คิดเป็น 100% รองลงมาคือ คู่ผสม CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP17xAGRIA CIP1xเชียงใหม่ 2 CIP1xAGRIA CIP17xเชียงใหม่ 1 CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP13xเชียงใหม่ 2 และคู่ผสม CIP5xAGRIA มีจำนวนต้นตายสะสม 696 135 155 252 368 147 22 และ 44 ต้น คิดเป็น 98 98 97 96 96 93 92 และ 90% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** จำนวนต้นที่ตาย และ รอดตาย หลังปลูกถ่ายเชื้อมันฝรั่งลูกผสม ในรุ่นที่ 1 ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2562

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูกถ่ายเชื้อ | จำนวนต้นที่ตายหลังปลูกถ่ายเชื้อ | | | | | จำนวนต้นที่ตาย (ต้น) | % การเกิดโรค | จำนวนสายพันธุ์ที่รอดตาย (ต้น) | % การรอดตาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 30 วัน | 37 วัน | 44 วัน | 51 วัน | 58 วัน | | | | |
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 164 | 71 | 24 | 16 | 17 | 14 | 142 | 87 | 22 | 13 |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 160 | 92 | 49 | 6 | 5 | 3 | 155 | 97 | 5 | 3 |
| 3 | CIP1xAGRIA | 262 | 81 | 45 | 44 | 43 | 39 | 252 | 96 | 10 | 4 |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 712 | 179 | 157 | 125 | 133 | 102 | 696 | 98 | 16 | 2 |
| 5 | CIP2xDX.CN. | 36 | 10 | 7 | 5 | 1 | 0 | 23 | 64 | 13 | 36 |
| 6 | CIP2xAGRIA | 160 | 56 | 30 | 20 | 22 | 12 | 140 | 88 | 20 | 13 |

กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนสายพันธุ์ที่ปลูกถ่ายเชื้อ | จำนวนต้นที่ตายหลังปลูกถ่ายเชื้อ | | | | | จำนวนต้นที่ตาย (ต้น) | % การเกิดโรค | จำนวนสายพันธุ์ที่รอดตาย (ต้น) | % การรอดตาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 30 วัน | 37 วัน | 44 วัน | 51 วัน | 58 วัน | | | | |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 159 | 12 | 45 | 44 | 32 | 14 | 147 | 93 | 12 | 8 |
| 8 | CIP5xAGRIA | 49 | 15 | 10 | 4 | 11 | 4 | 44 | 90 | 5 | 10 |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 16 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 14 | 88 | 2 | 13 |
| 10 | CIP9xAGRIA | 76 | 25 | 19 | 12 | 6 | 4 | 66 | 87 | 10 | 13 |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 1 | 14 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 | 14 | 100 | 0 | 0 |
| 12 | CIP13xเชียงใหม่ 2 | 24 | 13 | 6 | 3 | 0 | 0 | 22 | 92 | 2 | 8 |
| 13 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 382 | 107 | 98 | 83 | 54 | 26 | 368 | 96 | 14 | 4 |
| 14 | CIP17xเชียงใหม่ 2 | 38 | 13 | 4 | 8 | 13 | 0 | 38 | 100 | 0 | 0 |
| 15 | CIP17xAGRIA | 138 | 78 | 42 | 7 | 8 | 0 | 135 | 98 | 3 | 2 |
| 16 | AGRIAxเชียงใหม่ 2 | 12 | 0 | 6 | 4 | 2 | 0 | 12 | 100 | 0 | 0 |
| 17 | AGRIAxCIP1 | 121 | 52 | 26 | 15 | 11 | 3 | 107 | 88 | 14 | 12 |
| 18 | AGRIAxCIP17 | 18 | 5 | 5 | 3 | 1 | 0 | 14 | 78 | 4 | 22 |
| | **รวม** | **2,541** | **825** | **582** | **402** | **359** | **221** | **2,389** | **94** | **152** | **6** |

นอกจากนี้ มีจำนวนต้นที่รอดตาย 15 คู่ผสม จำนวน 152 สายพันธุ์ คู่ผสม CIP2xDX.CN. มีจำนวนต้นที่รอดตายสูงที่สุด 13 ต้น คิดเป็น 36% รองลงมา คู่ผสม AGRIAxCIP17 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA AGRIAxCIP1 และคู่ผสม CIP5xAGRIA มีจำนวนต้นรอดตาย 4 22 20 5 2 10 14 และ 5 ต้น ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายคิดเป็น 22 13 13 13 13 12 และ 10% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ดังนั้นหลังปลูกถ่ายเชื้อสามารถคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 15 คู่ผสม จำนวน 152 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1) โดยคู่ผสม CIP1xเชียงใหม่ 1 มีความต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวมากที่สุด ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายหลังปลูกถ่ายเชื้อสูงที่สุด 36% รองมาคือ คู่ผสม AGRIAxCIP17 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA AGRIAxCIP1 และคู่ผสม CIP5xAGRIA มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 22 13 13 13 13 12 และ 10% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**1.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต**

**1) จำนวนหัวของสายต้น**

**จำนวนหัวรวม**ของคู่ผสม CIP2xAGRIA มีจำนวนมากที่สุด 51 หัว รองลงมา คู่ผสม CIP17x เชียงใหม่ 1 CIP9xAGRIA CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP5xเชียงใหม่ 1 AGRIAxCIP1 CIP2xDX.CN. CIP2x เชียงใหม่ 1 CIP17xAGRIA CIP5xAGRIA AGRIAxCIP17 CIP1xAGRIA CIP1xเชียงใหม่ 2 และคู่ผสม

กรมวิชาการเกษตร

CIP9xเชียงใหม่ 1 มีจำนวนหัวรวม 39 37 34 33 33 32 27 13 12 10 8 7 5 และ 3 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ของลูกผสมมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *R. Solanacearum* รุ่นที่ 1 ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2562

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนสายพันธุ์คงเหลือ (ต้น) | จำนวนหัวทั้งหมด (หัว) | นน.หัวรวม (g) | จำนวนหัวเฉลี่ย/ต้น (หัว) | นน.หัวเฉลี่ย/ต้น (g) | นน.เฉลี่ย/หัว (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 22 | 34 | 95.7 | 2 | 4.4 | 2.8 |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 5 | 5 | 21.6 | 1 | 4.3 | 4.3 |
| 3 | CIP1xAGRIA | 10 | 7 | 124.5 | 1 | 12.5 | 17.8 |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 16 | 27 | 99.9 | 2 | 6.2 | 3.7 |
| 5 | CIP2xDX.CN. | 13 | 32 | 91.9 | 2 | 7.1 | 2.9 |
| 6 | CIP2xAGRIA | 20 | 51 | 163.4 | 3 | 8.2 | 3.2 |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 12 | 33 | 123.5 | 3 | 10.3 | 3.7 |
| 8 | CIP5xAGRIA | 5 | 12 | 13.8 | 2 | 2.8 | 1.2 |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 2 | 3 | 11.7 | 2 | 5.9 | 3.9 |
| 10 | CIP9xAGRIA | 10 | 37 | 86.0 | 4 | 8.6 | 2.3 |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | CIP13xเชียงใหม่ 2 | 2 | 10 | 27.3 | 5 | 13.7 | 2.7 |
| 13 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 14 | 39 | 144.2 | 3 | 10.3 | 3.7 |
| 14 | CIP17xเชียงใหม่ 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | CIP17xAGRIA | 3 | 13 | 28.8 | 4 | 9.6 | 2.2 |
| 16 | AGRIAxเชียงใหม่ 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | AGRIAxCIP1 | 14 | 33 | 88.6 | 2 | 6.3 | 2.7 |
| 18 | AGRIAxCIP17 | 4 | 8 | 13.6 | 2 | 3.4 | 1.7 |
| | **รวม** | **152** | **344** | **1,135** | **-** | **-** | **-** |

**จำนวนหัวต่อต้น** คู่ผสม CIP13xเชียงใหม่ 2 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 5 หัว รองลงมาคือ คู่ผสม CIP9xAGRIA CIP17xAGRIA CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN. CIP5xAGRIA CIP9xเชียงใหม่ 1 AGRIAxCIP1 AGRIAxCIP17 CIP1xเชียงใหม่ 2 และคู่ผสม CIP1xAGRIA มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว/ต้น 4 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 1 และ 1 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

**2) น้ำหนักหัวของสายต้น**

**น้ำหนักรวม** คู่ผสม CIP2xAGRIA มีน้ำหนักรวมมากที่สุด 163.4 g รองลงมา คู่ผสม CIP17x เชียงใหม่ 1 CIP1xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN. AGRIAxCIP1 CIP9xAGRIA CIP17xAGRIA CIP13xเชียงใหม่ 2 CIP1xเชียงใหม่ 2 CIP5xAGRIA AGRIAxCIP17 และคู่ผสม CIP9xเชียงใหม่ 1 มีน้ำหนักรวม 144.2 124.5 123.5 99.9 95.7 91.9 88.6 86 28.8 27.3 21.6 13.8 13.6 และ 11.7 g ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**น้ำหนักหัว/ต้น** คู่ผสม CIP13xเชียงใหม่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 13.7 g รองลงมา คู่ผสม CIP1xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 1 CIP17xAGRIA CIP9xAGRIA CIP2xAGRIA CIP2xDX.CN. AGRIAxCIP1 CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 2 AGRIAxCIP17 และคู่ผสม CIP5xAGRIA มีน้ำหนักเฉลี่ย/ต้น 12.5 10.3 10.3 9.6 8.6 8.2 7.1 6.3 6.2 5.9 4.4 4.3 3.4 และ 2.8 g ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**น้ำหนัก/หัว** คู่ผสม CIP1xAGRIA มีน้ำหนักเฉลี่ย/หัวมากที่สุด 17.8 g รองลงมาคือ คู่ผสม CIP1x เชียงใหม่ 2 CIP9xเชียงใหม่ 1 CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP5xเชียงใหม่ 1 และคู่ผสม CIP17xเชียงใหม่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย/หัว 4.3 3.9 3.7 และ 3.7 g ตามลำดับ ส่วนคู่ผสมอื่นๆ มีน้ำหนักเฉลี่ย/หัวอยู่ระหว่าง 0-3.2 g (ตารางที่ 2)

(ก) ลักษณะแปลงที่ปลูกถ่ายเชื้อ 1 เดือน

(ข) ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่ง

**ภาพที่ 2** ลักษณะแปลงมันฝรั่งหลังปลูกถ่ายเชื้อ 1 เดือน และหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 1 ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2562 (ก-ข)

**2. การคัดเลือกพันธุ์ ในรุ่นที่ 2 ช่วงฤดูหนาว (2563)**

**2.1 ลักษณะพันธุกรรมที่แสดงออกทางลำต้น ในรุ่นที่ 2**

เก็บข้อมูลลักษณะพันธุกรรมที่แสดงออกทางลำต้น ซึ่งสายพันธุ์มันฝรั่งที่มาจากการผสมข้ามของคู่ผสม จะมีลักษณะเหมือนต้นพ่อ และต้นแม่ แต่บางคู่ผสมมีฟีโนไทป์ที่แสดงออกมีลักษณะเหมือนต้นแม่หรือต้นพ่อ ทั้งหมด ซึ่งลักษณะสายต้นมันฝรั่งที่แสดงออก ดังนี้

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับ | คู่ผสม | จำนวนสายพันธุ์ | ลักษณะฟีโนไทป์ที่แสดงออกทางลำต้น |
|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 22 | สายพันธุ์ที่ 38 ต้นที่ 1 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกต้น |
| 2 | CIP1xเชียงใหม่ 2 | 5 | ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ เนื่องจากสายพันธุ์พ่อแม่ตาย |
| 3 | CIP1xAGRIA | 10 | มีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 4 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 16 | สายพันธุ์ที่ 2 ต้นที่ 2 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 5 | CIP2xDX.CN | 13 | สายพันธุ์ที่ 3 ต้นที่ 1 สายพันธุ์ที่ 22 ต้นที่ 2 สายพันธุ์ที่ 36 ต้นที่ 2 และสายพันธุ์ที่ 70 ต้นที่ 5 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 6 | CIP2xAGRIA | 20 | สายพันธุ์ที่ 11 ต้นที่ 1 สายพันธุ์ที่ 20 ต้นที่ 1 สายพันธุ์ที่ 81 ต้นที่ 1 และสายพันธุ์ที่ 96 ต้นที่ 2 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 7 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 12 | สายพันธุ์ที่ 11 ต้นที่ 5 และสายพันธุ์ที่ 5 ต้นที่ 2 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 8 | CIP5xAGRIA | 5 | มีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 9 | CIP9xเชียงใหม่ 1 | 2 | สายพันธุ์ที่ 12 ต้นที่ 2 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 10 | CIP9xAGRIA | 10 | มีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 11 | CIP13xเชียงใหม่ 2 | 2 | สายพันธุ์ที่ 1 ต้นที่ 1 และสายพันธุ์ที่ 2 ต้นที่ 2, 3, 4, 8 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 12 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 14 | สายพันธุ์ที่ 58 ต้นที่ 2 สายพันธุ์ที่ 90 ต้นที่ 4 สายพันธุ์ที่ 108 ต้นที่ 2 มีลักษณะเหมือนพ่อ ส่วนสายพันธุ์อื่นมีลักษณะเหมือนแม่ทุกสายพันธุ์ |
| 13 | CIP17xAGRIA | 3 | ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ เนื่องจากสายพันธุ์พ่อแม่ตาย |
| 14 | AGRIAxCIP1 | 14 | มีลักษณะเหมือนพ่อทุกสายพันธุ์ |
| 15 | AGRIAxCIP17 | 4 | มีลักษณะเหมือนพ่อทุกสายพันธุ์ |
| | **รวมเป็น** | **152** | **สายพันธุ์** |

**2.2 การคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่ง รุ่นที่ 2 ที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในฤดูหนาว ปี 2563**

กรมวิชาการเกษตร

ดำเนินการคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 1 จำนวน 344 สายต้น ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย โดยปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วันหลังปลูก และประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) โดยสามารถคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคแบคทีเรีย *R. solanacearum* รุ่นที่ 2 ได้จำนวน 245 สายต้น (ตารางที่ 3) ซึ่งสายต้นมันฝรั่งจากคู่ผสม CIP2xเชียงใหม่ 1 มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด 11.2 หัว รองลงมา สายพันธุ์มันฝรั่งจากคู่ผสม AGRIAxCIP1 CIP2xAGRIA CIP9xAGRIA CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xDX.CN. CIP1xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP17xเชียงใหม่ 1 และพันธุ์จากคู่ผสม CIP17xAGRIA มีค่าเฉลี่ยจำนวนหัว/ต้น 10.2 9.8 9.3 8.1 7.9 7 6.7 5.7 และ 5.1 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 3** จำนวนสายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว และจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้น รุ่นที่ 2 ที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2563

| ลำดับ | คู่ผสม | สายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว (สายต้น) | จำนวนหัวเฉลี่ย/ต้น (หัว) |
|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 30 | 8.1 |
| 2 | CIP1xAGRIA | 4 | 7 |
| 3 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 26 | 11.2 |
| 4 | CIP2xDX.CN. | 27 | 7.9 |
| 5 | CIP2xAGRIA | 38 | 9.8 |
| 6 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 25 | 6.7 |
| 7 | CIP9xAGRIA | 20 | 9.3 |
| 8 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 32 | 5.7 |
| 9 | CIP17xAGRIA | 10 | 5.1 |
| 10 | AGRIAxCIP1 | 33 | 10.2 |
| | **รวม** | **245** | **88.9** |

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 3** ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่ง รุ่นที่ 2 จำนวน 106 สายพันธุ์ ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2563 (ลำดับหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ 1-10 คือ หัวพันธุ์จากคู่ผสม AGRIAxCIP1 ลำดับที่ 11-13 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP17xAGRIA ลำดับที่ 14-28 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP17xเชียงใหม่ 1 ลำดับที่ 29-37 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP9xAGRIA ลำดับที่ 38-48 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP5xเชียงใหม่ 1 ลำดับที่ 49-66 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP2xAGRIA ลำดับที่ 67-76 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP2xDX.CN. ลำดับที่ 78-88 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP2xเชียงใหม่ 1 ลำดับที่ 89-92 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP1xAGRIA และลำดับที่ 93-106 หัวพันธุ์จากคู่ผสม CIP1xเชียงใหม่ 1)

กรมวิชาการเกษตร

**2.3 ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ช่วงฤดูหนาว ปี 2563**

**1) ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ครั้งที่ 1 เดือน มีนาคม 2563**

นำสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 2 ที่ต้านทานโรคแบคทีเรีย *R. solanacearum* จำนวน 245 สายต้น ทดสอบการชิมรสชาติด้านความขมในเบื้องต้น โดยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำ ใช้เวลาในการนึ่ง 45 นาที การประเมินความพึงพอใจการชิมหลังการแปรรูป มีผู้เข้าร่วมจำนวน 6 ราย เนื่องจากเกิดการระบาดของ “โควิด-19” หรือโรคติดเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 จึงจำกัดผู้เข้าร่วมการประเมิน ซึ่งแบ่งออกเป็นชาย 1 ราย หญิง 5 ราย ผู้เข้าร่วมการประเมินความมีระดับอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมามีระดับอายุน้อยกว่า 30 ปี และอายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 33 และ 17 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผู้เข้าร่วมประเมินความพึงพอใจมีระดับการศึกษาตั้งแต่ อนุปริญญา ปริญญาตรี และปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 50 33 และ 17 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** ข้อมูลผู้เข้าร่วมการประเมินความพึงพอใจสายพันธุ์มันฝรั่ง โดยการนึ่งด้วยไอน้ำ ครั้งที่ 1 ฤดูหนาว ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563

| เพศ | | อายุ | | | | | การศึกษา | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชาย | หญิง | < 30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | > 60 | ประถมศึกษา | มัธยมศึกษา | อนุปริญญา | ปริญญาตรี | ปริญญาเอก |
| 1 | 6 | 33 | 0 | 17 | 50 | 0 | 0 | 0 | 50 | 33 | 17 |

การชิมรสชาติความขมหลังการแปรรูป โดยวิธีการนึ่ง มีจำนวน 245 สายต้น 245 หัว ซึ่งสายต้นมันฝรั่งที่ได้จากคู่ผสม CIP2xDX.CN. มีเปอร์เซ็นต์ความขมน้อยที่สุด 11% รองลงมา สายต้นที่ได้จากคู่ผสม CIP9xAGRIA CIP17xเชียงใหม่ 1 AGRIAxCIP1 CIP1xAGRIA CIP1xเชียงใหม่ 1 CIP2xเชียงใหม่ 1 CIP2xAGRIA CIP5xเชียงใหม่ 1 และสายต้นที่ได้จากคู่ผสม CIP17xAGRIA มีเปอร์เซ็นต์ความขม 20 22 24 25 27 27 34 36 และ 70% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ดังนั้นสามารถคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่มีรสขมครั้งที่ 1 ได้จำนวน 178 สายต้น

**ตารางที่ 5** จำนวนสายต้นที่ไม่มีรสขมจากการทดสอบการชิมหลังการแปรรูป โดยวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำ รุ่นที่ 2 ครั้งที่ 1 ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

| ลำดับ | คู่ผสม | สายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว (สายต้น) | สายต้นไม่มีรสขม (สายต้น) | เปอร์เซ็นต์ความขม (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 30 | 22 | 27 |
| 2 | CIP1xAGRIA | 4 | 3 | 25 |
| 3 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 26 | 19 | 27 |
| 4 | CIP2xDX.CN. | 27 | 24 | 11 |

กรมวิชาการเกษตร

| ลำดับ | คู่ผสม | สายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว (สายต้น) | สายต้นไม่มีรสขม (สายต้น) | เปอร์เซ็นต์ความขม (%) |
|---|---|---|---|---|
| 5 | CIP2xAGRIA | 38 | 25 | 34 |
| 6 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 25 | 16 | 36 |
| 7 | CIP9xAGRIA | 20 | 16 | 20 |
| 8 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 32 | 25 | 22 |
| 9 | CIP17xAGRIA | 10 | 3 | 70 |
| 10 | AGRIAxCIP1 | 33 | 25 | 24 |
| | **รวม** | **245** | **178** | **27.3** |

**ภาพที่ 4** ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ครั้งที่ 1 จำนวน 245 สายต้น เดือนมีนาคม ณ ศลก.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

**2) ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ครั้งที่ 2 เดือน เมษายน 2563**

นำสายพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 จำนวน 53 สายต้น ใน 178 สายต้น (ตารางที่ 6) ที่มีคะแนนของผู้เข้าร่วมประเมินรสชาติด้านความขมครั้งที่ 1 ไม่ตรงกัน มาทดสอบการชิมรสชาติด้านความขมโดยวิธีการนึ่งครั้ง 2 โดยมีผู้เข้าร่วมการชิม 9 ราย แบ่งเป็นชาย 1 ราย หญิง 8 ราย ผู้เข้าร่วมการประเมินมีระดับอายุอยู่

ในช่วง 51-60 ปี สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมามีระดับอายุน้อยกว่า 30 ปี และ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 22 ส่วนระดับอายุ 41-50 ปี มีจำนวนผู้ร่วมประเมินน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 12 (ตารางที่ 6)

ผู้เข้าร่วมประเมินความพึงพอใจมีระดับการศึกษาตั้งแต่ อนุปริญญา ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 56 22 11 และ 11 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 6** ข้อมูลผู้เข้าร่วมการประเมินความพึงพอใจสายพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยการแปรรูปเป็นมันฝรั่งนึ่ง ครั้งที่ 2 ฤดูหนาว ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563

| เพศ | | อายุ | | | | | การศึกษา | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชาย | หญิง | < 30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | > 60 | ประถมศึกษา | มัธยมศึกษา | อนุปริญญา | ปริญญาตรี | ปริญญาโท | ปริญญาเอก |
| 1 | 8 | 22 | 22 | 12 | 44 | 0 | 0 | 0 | 56 | 22 | 11 | 11 |

การชิมรสชาติความขมหลังการแปรรูป โดยวิธีการนึ่ง มีจำนวน 53 สายต้น โดยสายต้นมันฝรั่งที่ได้จากคู่ผสม CIP2xAGRIA มีเปอร์เซ็นต์ความขมน้อยที่สุด 0% รองลงมา สายต้นที่ได้จากคู่ผสม CIP5xเชียงใหม่ 1 CIP1xเชียงใหม่ 1 และ CIP2xเชียงใหม่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความขม 80 86 และ 88% ตามลำดับ ส่วนสายต้นที่ได้จากคู่ผสม CIP1xAGRIA CIP2xDX.CN. CIP17xเชียงใหม่ 1 และ คู่ผสม AGRIAxCIP1 มีเปอร์เซ็นต์ความขม 100% (ตารางที่ 7) ดังนั้นสามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ไม่มีรสขมในครั้งที่ 2 ได้ 5 สายพันธุ์

**ตารางที่ 7** จำนวนวสายพันธุ์ที่ไม่มีรสขมจากการทดสอบการชิมหลังการแปรรูป โดยวิธีการนึ่งรุ่นที่ 2 ครั้งที่ 2 ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

| ลำดับ | คู่ผสม | สายต้นไม่มีรสขม (สายต้น) ครั้งที่ 1 | สายต้นทดสอบความขม (สายต้น) ครั้งที่ 2 | สายต้นไม่มีรสขม (สายต้น) | เปอร์เซ็นต์ความขม (%) | สายต้นที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวและไม่มีรสขม (สายต้น) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CIP1xเชียงใหม่ 1 | 22 | 7 | 1 | 86 | 16 |
| 2 | CIP1xAGRIA | 3 | 1 | 0 | 100 | 2 |
| 3 | CIP2xเชียงใหม่ 1 | 19 | 8 | 1 | 88 | 12 |
| 4 | CIP2xDX.CN. | 24 | 4 | 0 | 100 | 20 |
| 5 | CIP2xAGRIA | 25 | 3 | 3 | 0 | 25 |
| 6 | CIP5xเชียงใหม่ 1 | 16 | 5 | 1 | 80 | 12 |
| 7 | CIP9xAGRIA | 16 | - | - | - | 16 |
| 8 | CIP17xเชียงใหม่ 1 | 25 | 15 | 0 | 100 | 10 |
| 9 | CIP17xAGRIA | 3 | - | - | - | 3 |
| 10 | AGRIAxCIP1 | 25 | 10 | 0 | 100 | 15 |
| | **รวม** | **178** | **53** | **6** | **89** | **131** |

หมายเหตุ: เครื่องหมาย – คือ ไม่มีการทดสอบสายการชิมของสายต้นของคู่ผสมครั้งที่ 2

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 5** ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 ครั้งที่ 2 จำนวน 53 สายต้น เดือนเมษายน ณ ศลก.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

**3. การปลูกคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียวในรุ่นที่ 3 ช่วงฤดูฝน**

**3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต**

**1) จำนวนหัว/ต้น**

หลังบันทึกข้อมูลการเกิดโรค 8 สัปดาห์ (56 วัน) ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง ประกอบด้วย จำนวนหัว และน้ำหนักหัวมันฝรั่ง/ต้น โดยสายต้น C1xCM1-139-1 มีจำนวนหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 19.3 หัว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ สายต้น AGxC1-3-2 มีจำนวนหัวเฉลี่ย 14 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์อื่นๆ ซึ่งจำนวนหัวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 13-0 หัว (ตารางที่ 8)

**2) น้ำหนักหัว/ต้น**

ส่วนน้ำหนักหัวมันฝรั่ง/ต้น สายต้น C17xCM1-83-1 มีน้ำหนักหัวเฉลี่ย/ต้นมากที่สุด 309 g แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ สายต้น C9xAG-31-6 C2xAG-54-1 C2xDX-46-3 AGxC1-15-2 C1xAG-62-1 C2xAG-72-1 C2xAG-1-1 C1xCM1-101-1 C2xAG-75-1 C1xCM1-47-1 C2xCM1-389-1 C2xDX-46-1 AGxC1-34-4 AGxC1-34-1 C1xCM1-54-1 C2xAG-66-2 C9xAG-24-2 C17xCM1-1-3 C1xCM1-111-2 C2xDX-62-3 C2xDX-70-1 C5xCM1-11-3 C17xCM1-195-1 C1xCM1-47-2 C1xCM1-101-2 C2xDX-46-2 C2xDX-66-1 C2xAG-66-1 C2xAG-65-2 C2xAG-82-1 C2xCM1-7529-2 C2xAG-20-1 C2xAG-20-2 C5xCM1-48-1 C2xDX-26-1 C2xAG-74-1 C5xCM1-21-2 C9xAG-24-1 C2xDX-62-1 C17xCM1-1-2 C17xAG-84-1 C17xAG-84-2 C1xCM1-89-1 C5xCM1-21-1 C17xCM1-58-1 C1xCM1-60-1 C1xCM1-111-1 C2xAG-20-3 C9xAG-31-1 C17xCM1-1-1 C2xAG-63-1 C1xCM1-86-1 C2xCM1-57-1 C2xCM1-389-2 C2xDX-46-4 C2xAG-82-2 C5xCM1-3-1 C5xCM1-5-1 C5xCM1-5-2 และสายพันธุ์ C17xCM1-58-2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวอยู่ระหว่าง 133.3-0 g ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ (ตารางที่ 8)

**3.2 ดัชนีการเกิดโรค**

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวเขียวของสายพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 2 จำนวน 131 สายต้น ทดสอบกับเชื้อ *R. solanacearum* พบว่า สายต้นมันฝรั่งที่ไม่มีการเกิดโรค จำนวน 14 สายต้น ได้แก่ สายพันธุ์ C1xCM1-28-1 C1xCM1-139-1 C2xCM1-139-1 C2xDX-62-2 C2xDX-62-3 C2xAG-20-2 C2xAG-20-3 C2xAG-63-1 C2xAG-75-1 C5xCM1-48-1 C9xAG-31-6 AGxC1-12-4 AGxC1-15-2 และสายต้น AGxC1-23-1 โดยมีค่าดัชนีการเกิดโรค 0% หลังปลูกเชื้อ 8 สัปดาห์ (56 วัน) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ พันธุ์ A3 A9 และพันธุ์ Atlantic ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และสายต้น C1xCM1-54-1 C1xCM1-60-1 C1xCM1-86-1 C1xCM1-87-1 C1xCM1-101-1 C1xCM1-101-2 C1xCM1-111-2 C1xCM1-120-1 C2xCM1-2-1 C2xCM1-57-1 C2xCM1-389-2 C2xCM1-436-1 C2xCM1-7529-2 C2xDX-13-1 C2xDX-13-2 C2xDX-26-1 C2xDX-46-1 C2xDX-46-4 C2xDX-70-1 C2xDX-70-2 C2xDX-70-3 C2xAG-1-1 C2xAG-20-1 C2xAG-65-2 C2xAG-71-1 C2xAG-72-1 C2xAG-76-1 C2xAG-76-2 C2xAG-82-1 C2xAG-82-2 C5xCM1-11-2 C5xCM1-13-1 C5xCM1-93-1 C9xAG-23-2 C9xAG-23-3 C9xAG-24-1 C9xAG-24-2 C9xAG-39-1 C9xAG-59-1 C17xCM1-1-3 C17xCM1-47-1 C17xCM1-58-2 C17xCM1-83-1 และสายพันธุ์ AGxC1-34-1 ซึ่งมีค่าดัชนีการเกิดโรค 100% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์ค่าดัชนีการเกิดโรค 33.3 และ 66.7% ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 8** ค่าดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) จำนวนหัว และน้ำหนักหัว ในต้นมันฝรั่งที่ทดสอบเชื้อ *R. solanacearum* รุ่นที่ 2 ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ฤดูฝน ปี 2563

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| A3 | 9.7 bcdef | 192.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| A9 | 6.7 cdef | 181 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| Atlantic | 9.3 bcdef | 195.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-28-1 | 9 bcder | 239.7 abcdefghi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C1xCM1-47-1 | 3.7 cdef | 114.7 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-47-2 | 2.7 cdef | 101.3 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xCM1-48-1 | 12.7 bcde | 247.7 abcdef | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xCM1-54-1 | 3 cdef | 109 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-60-1 | 1.3 ef | 49.3 mnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-86-1 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-87-1 | 6.7 cdef | 138 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-89-1 | 2.7 cdef | 54 klmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xCM1-97-1 | 7.7 bcdef | 162.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xCM1-101-1 | 5.3 cdef | 124.7 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-101-2 | 3 cdef | 95.3 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-111-1 | 1.7 def | 41.3 op | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xCM1-111-2 | 3.3 cdef | 102.3 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C1xCM1-120-1 | 6 cdef | 180.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |

ศูนย์วิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| C1xCM1-139-1 | 19.3 ab | 229 abcdefghijk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C1xCM1-139-2 | 3.7 cdef | 164.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C1xAG-62-1 | 5.7 cdef | 128.7 bcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C1xAG-124-1 | 11.3 bcdef | 146.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-2-1 | 13 bcde | 277 abcd | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xCM1-2-2 | 5.7 cdef | 145 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-57-1 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xCM1-139-1 | 4 cdef | 135.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xCM1-156-1 | 3.3 cdef | 144.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-156-2 | 7 cdef | 179 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-389-1 | 5.3 cdef | 114.7 cdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-389-2 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xCM1-436-1 | 6 cdef | 249.3 abcdef | 0 | 0 | 0 | 0 | 33.3 b | 33.3 b | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xCM1-529-1 | 12 bcdef | 247.7 abcdef | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xCM1-529-2 | 4.3 cdef | 80 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-13-1 | 11.3 bcdef | 187.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-13-2 | 12.3 bcde | 195.3 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-26-1 | 3.7 cdef | 74.3 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-36-1 | 11 bcdef | 225.3 abcdefhijkl | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-36-2 | 10 bcdef | 167 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |

ศูนย์วิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| C2xDX-43-1 | 12.3 bcde | 287.7 abc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xDX-46-1 | 5 cdef | 114 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-46-2 | 6.7 cdef | 94.7 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-46-3 | 7.3 cdef | 131.3 bcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-46-4 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-57-1 | 9 bcder | 270 abcde | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xDX-61-1 | 9 bcder | 176.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-62-1 | 3 cdef | 66.7 hijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-62-2 | 10 bcdef | 197 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xDX-62-3 | 5.3 cdef | 100.3 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xDX-66-1 | 7 cdef | 95 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xDX-70-1 | 8.7 bcdef | 103.7 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-70-2 | 8 bcdef | 244 abcdefg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xDX-70-3 | 7.3 cdef | 166.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-1-1 | 7.3 cdef | 117.7 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-20-1 | 2.3 cdef | 81.7 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-20-2 | 4.3 cdef | 80 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xAG-20-3 | 5.3 cdef | 49.7 lmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xAG-45-1 | 5.7 cdef | 135 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-54-1 | 4 cdef | 132.7 bcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |

ศรีวิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| C2xAG-63-1 | 1.3 ef | 39.7 op | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xAG-64-1 | 11.3 bcdef | 204 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-65-1 | 12.7 bcde | 182 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-65-2 | 8.7 bcdef | 98.7 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-66-1 | 4.7 cdef | 99 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-66-2 | 6.7 cdef | 110.3 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xAG-71-1 | 6.3 cdef | 205.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-72-1 | 5.3 cdef | 125.3 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-74-1 | 4 cdef | 75.3 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xAG-75-1 | 12.7 bcde | 116.7 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C2xAG-76-1 | 14 bc | 241.3 abcdefgh | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-76-2 | 10.3 bcdef | 152.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-81-1 | 10.3 bcdef | 223.3 abcdefhijklm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-81-2 | 10 bcdef | 217.3 abcdefghijklmn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C2xAG-82-1 | 4.3 cdef | 90.7 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-82-2 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C2xAG-96-1 | 10.3 bcdef | 249.3 abcdef | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C2xAG-113-1 | 11.7 bcdef | 192.3 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-3-1 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-5-1 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |

กรมวิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| C5xCM1-5-2 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-9-1 | 3.5 cdef | 233.7 abcdefghij | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-11-1 | 4.3 cdef | 148 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-11-2 | 5.3 cdef | 145.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C5xCM1-11-3 | 3 cdef | 101.7 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-13-1 | 3.3 cdef | 145.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 a | highly susceptible | HS |
| C5xCM1-21-1 | 2.7 cdef | 58 jklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-21-2 | 3.7 cdef | 75 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C5xCM1-48-1 | 5.3 cdef | 82.7 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C5xCM1-93-1 | 5 cdef | 196 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 100 b | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-12-1 | 8.3 bcdef | 168.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C9xAG-13-1 | 9 bcder | 179.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C9xAG-23-1 | 10 bcdef | 181.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C9xAG-23-2 | 6.3 cdef | 150.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-23-3 | 6 cdef | 184 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-23-4 | 7 cdef | 174 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C9xAG-24-1 | 2 cdef | 76.3 fghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-24-2 | 4.3 cdef | 104.3 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-31-1 | 3.7 cdef | 56.3 klmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C9xAG-31-2 | 6 cdef | 140.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |

สำนักวิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| C9xAG-31-3 | 7.3 cdef | 163 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C9xAG-31-4 | 5 cdef | 145 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C9xAG-31-5 | 4.7 cdef | 135.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C9xAG-31-6 | 6 cdef | 133.3 bcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| C9xAG-39-1 | 7.7 bcdef | 176.3 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C9xAG-59-1 | 13 bcde | 165.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C17xCM1-1-1 | 1.3 ef | 43.7 nop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C17xCM1-1-2 | 4 cdef | 65 hijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 33.3 ab | susceptible | S |
| C17xCM1-1-3 | 3.7 cdef | 103.3 defghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C17xCM1-47-1 | 4.3 cdef | 148.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C17xCM1-47-2 | 6.7 cdef | 148.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| C17xCM1-52-1 | 11.7 bcdef | 301.3 ab | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C17xCM1-58-1 | 1.7 def | 59.7 jklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| C17xCM1-58-2 | 0 f | 0 p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C17xCM1-83-1 | 11 bcdef | 309 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| C17xCM1-195-1 | 3 cdef | 99.7 efghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C17xAG-84-1 | 2 cdef | 67.3 hijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C17xAG-84-2 | 2.7 cdef | 68.7 ghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| C17xAG-84-3 | 7.7 bcdef | 167 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-3-1 | 12.3 bcde | 239.3 abcdefghi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |

ศรีวิชาการเกษตร

| สายต้น | ผลผลิต | | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | | | | | | ระดับความต้านทานโรค | สัญลักษณ์ย่อ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนหัว (หัว) | น้ำหนักหัว (g) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| AGxC1-3-2 | 14 ab | 211.3 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-12-1 | 6 cdef | 139.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| AGxC1-12-2 | 4.3 cdef | 136.3 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| AGxC1-12-3 | 3.3 cdef | 140 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| AGxC1-12-4 | 5.3 cdef | 149.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| AGxC1-15-1 | 7.3 cdef | 219 abcdefghijklmn | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-15-2 | 7 cdef | 128 bcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| AGxC1-23-1 | 8.3 bcdef | 200.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | resistant | R |
| AGxC1-26-1 | 8.3 bcdef | 172 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| AGxC1-34-1 | 8 bcdef | 113.3 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 66.7 ab | 100 b | highly susceptible | HS |
| AGxC1-34-2 | 13 bcde | 178.7 abcdefghijklmno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-34-3 | 11 bcdef | 154.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-34-4 | 9 bcder | 114.7 cdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 33.3 ab | 66.7 ab | susceptible | S |
| AGxC1-53-1 | 13.7 bcd | 147.7 abcdefghijklmnop | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 a | 0 a | 0 a | 33.3 ab | susceptible | S |
| **F-test** | * | * | - | - | - | - | * | * | * | * | - | - |
| **%cv** | 86.4 | 60.6 | - | - | - | - | 743 | 743 | 133 | 64.9 | - | - |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ศูนย์วิชาการเกษตร

**3.3 การคัดเลือกสายพันธุ์ที่รุ่นที่ 3 ที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum***

สามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ไม่เกิดโรคเหี่ยวเขียว หรือมีความต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 100% หลังปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ได้จำนวน 14 สายพันธุ์ รองลงมาคือสายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 66.6% มีจำนวน 21 สายพันธุ์ และสายต้นที่ต้านทานโรค 33.3% มีจำนวน 41 สายพันธุ์

**3.4 ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 3**

นำหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 3 จำนวน 38 สายต้น ของสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 100% จำนวน 14 สายต้น ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 66.6% จำนวน 21 สายต้น และสายพันธุ์มันฝรั่งทดสอบการชิมรสชาติด้านความขมครั้งที่ 1 ในฤดูหนาวที่มีผู้เข้าร่วมประเมินชื่นชอบ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 33.3% จำนวน 3 สายต้น ประเมินคุณภาพหลังการแปรรูป โดยวิธีการนึ่ง ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ (ความขมไม่ขม และความหวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบในภาพรวม โดยมีผู้เข้าร่วมประเมิน 12 ราย แบ่งเป็นชาย 1 ราย หญิง 11 ราย ผู้เข้าร่วมการประเมิน มีระดับอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมา มีระดับอายุ 31-40 ปี น้อยกว่า 30 ปี และมีระดับอายุอยู่ที่ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 25 17 และ 8 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ผู้เข้าร่วมประเมินความพึงพอใจมีระดับการศึกษาตั้งแต่ มัธยมศึกษา อนุปริญญา ปริญญาตรี และปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 17 25 42 และ 17 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** ข้อมูลผู้เข้าร่วมการประเมินความพึงพอใจสายพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยการแปรรูปเป็นมันฝรั่งนึ่ง ครั้งที่ 1 ฤดูหนาว ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563

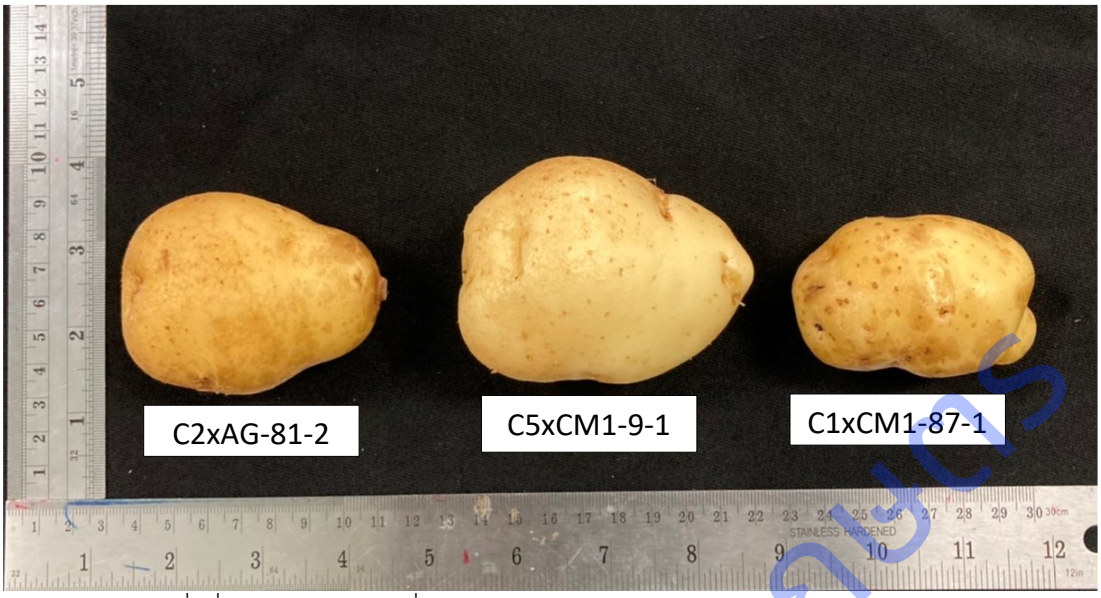
| เพศ | | อายุ | | | | | การศึกษา | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ชาย | หญิง | <30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | > 60 | ประถมศึกษา | มัธยมศึกษา | อนุปริญญา | ปริญญาตรี | ปริญญาเอก |
| 1 | 11 | 17 | 25 | 8 | 50 | 0 | 0 | 17 | 25 | 41 | 17 |

กรมวิชาการเกษตร

(ก) สายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 100% จำนวน 14 สายต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร

(ข) สายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 66.6% จำนวน 21 สายต้น




(ค) สายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว 33.3% จำนวน 3 สายต้น

**ภาพที่ 6** ทดสอบการชิมหัวพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 3 จำนวน 38 สายต้น ในฤดูฝน ณ ศลก.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

**คะแนนคุณภาพด้านการชิมมันฝรั่ง 38 สายต้น (สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบในภาพรวม)**

ด้านลักษณะสี สายต้น C2xAG-20-2 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 4.2 คะแนน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ สายต้น C2xAG-63-1 C9xAG-31-4 C9xAG-31-6 C9xAG-31-1 C2xDX-62-3 C9xAG-31-5 C2xAG-113-1 C1xAG-62-1 C2xAG-96-1 และสายต้น C17xCM1-58-1 มีคะแนนสีเฉลี่ย 4.1 3.8 3.6 3.6 3.5 3.5 3.4 3.3 3.3 และ 3.3 คะแนน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 1.5-3.25 คะแนน (ตารางที่ 10)

ด้านกลิ่น สายต้น C2xAG-66-2 คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3.33 คะแนน รองลงมา สายต้น C2xAG-20-2 C1xAG-62-1 C9xAG-31-5 C2xAG-63-1 C9xAG-31-6 C2xAG-113-1 C9xAG-31-4 C2xDX-57-1 C9xAG-31-1 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xCM1-156-1 C2xDX-62-3 C2xAG-20-3 C2xAG-75-1 C2xCM1-156-2 และสายต้น C2xDX-43-1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.1 3 3 2.9 2.9 2.8 2.8 2.75 2.75 2.75 2.75 2.67 2.58 2.58 2.58 2.58 และ 2.58 คะแนน ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 1.58-2.5 คะแนน (ตารางที่ 10)

ด้านรสชาติ จากการประเมินรสชาติด้านความขม มีสายต้นที่ไม่มีรสขม จำนวน 20 สายต้น ได้แก่ สายต้น C2xDX-62-3 C2xAG-75-1 C9xAG-31-6 AGxC1-12-4 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2

ศรีษะการเกษตร

C2xAG-66-2 C2xAG-96-1 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-4 C9xAG-31-5 C17xCM1-58-1 AGxC1-12-2 AGxC1-12-3 AGxC1-53-1 C1xAG-81-2 และสายต้น C5xCM1-9-1 ส่วนสายต้นอื่นๆ มีรสขมทุกสายต้น (ตารางที่ 10)

ด้านความหวาน สายต้น AGxC1-15-2 และสายต้น C2xAG-66-2 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3.25 คะแนน ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายต้น C2xCM1-156-2 C2xAG-75-1 C2xCM1-156-1 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 AGxC1-12-3 C2xAG-20-2 C9xAG-31-4 C1xCM1-28-1 C2xCM1-389-1 C2xAG-96-1 C2xAG-113-1 AGxC1-26-1 C5xCM1-48-1 C9xAG-31-6 C9xAG-31-2 และพันธุ์ AGxC1-12-1 มีคะแนนรสชาติด้านความหวานเฉลี่ย 30.8 2.83 2.83 2.75 2.75 2.75 2.67 2.58 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.42 2.42 2.42 และ 2.42 คะแนน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.75-2.33 คะแนน (ตารางที่ 10)

ด้านเนื้อสัมผัส สายต้น C2xAG-20-2 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด 3.58 คะแนน รองลงมา ได้แก่สายต้น C9xAG-31-6 C2xDX-62-3 AGxC1-12-2 C1xCM1-28-1 C2xAG-75-1 AGxC1-15-2 C2xAG-66-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-1 C1xAG-81-2 C2xDX-62-2 C2xAG-20-3 C2xCM1-156-1 C2xCM1-156-2 C5xCM1-48-1 และสายต้น C2xAG-96-1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.5 3.42 3.25 3.17 3.17 3.17 3.17 3.08 3.08 3.08 3 2.92 2.92 2.92 2.83 และ 2.83 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.25-2.75 คะแนน (ตารางที่ 10)

ด้านความชอบในภาพรวมของสายต้นมันฝรั่งหลังทดสอบการชิม สายต้นมันฝรั่ง C2xAG-66-2 มีคะแนนความชอบในภาพรวมเฉลี่ยมากที่สุด 3.75 คะแนน ไม่แตกต่างทางสถิติกับ สายต้น C2xAG-20-2 C9xAG-31-6 C9xAG-31-5 C2xAG-75-1 C2xCM1-156-2 C2xDX-62-2 C2xDX-62-3 C2xAG-113-1 C2xAG-113-1 C2xAG-20-3 C2xAG-96-1 C9xAG-31-4 C1xCM1-28-1 AGxC1-15-2 และสายต้น C2xCM1-156-1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.5 3.33 3.33 3.25 3.25 3.08 3.08 3.08 3.08 3 3 3 2.92 2.92 และ 2.92 คะแนน ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายต้นอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2-2.83 คะแนน (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพด้านการชิมมันฝรั่งรุ่นที่ 3 จำนวน 38 สายต้น ช่วงฤดูฝน ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

| สายต้น | สี | กลิ่น | รสชาติ | | | เนื้อสัมผัส | ความชอบในภาพรวม (Posttest) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ขม | ไม่ขม | ความหวาน | | |
| C1xCM1-28-1 | 2.42 ghijk | 2.42 bcd | ✓ | | 2.5 abcdef | 3.17 abcde | 2.92 abcde |
| C1xCM1-139-1 | 2.17 ijkl | 2.1 de | ✓ | | 2.25 bcdef | 2.75 cdefg | 2.58 cdef |
| C2xCM1-139-1 | 2.1 ijkl | 2.25 bcde | ✓ | | 2.12 cdef | 2.33 fg | 2.67 bcdef |



กรมวิชาการเกษตร

| สายต้น | สี | กลิ่น | รสชาติ | | | เนื้อสัมผัส | ความชอบในภาพรวม (Posttest) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ขม | ไม่ขม | ความหวาน | | |
| C2xDX-62-2 | 3.1 cdefg | 2.42 bcd | ✓ | | 2.12 cdef | 3 abcdefg | 3.08 abcd |
| C2xDX-62-3 | 3.5 abcde | 2.58 abcd | | ✓ | 2.25 bcdef | 3.42 abc | 3.08 abcd |
| C2xAG-20-2 | 4.2 a | 3.1 ab | ✓ | | 2.67 abcde | 3.58 a | 3.5 ab |
| C2xAG-20-3 | 3.1 cdefg | 2.58 abcd | | ✓ | 2.25 bcdef | 2.92 abcdefg | 3 abcde |
| C2xAG-63-1 | 4.1 ab | 2.9 abcd | ✓ | | 2.25 bcdef | 2.5 defg | 2.75 bcdef |
| C2xAG-75-1 | 2.33 hijkl | 2.58 abcd | | ✓ | 2.83 abc | 3.17 abcde | 3.25 abc |
| C5xCM1-48-1 | 2.17 ijkl | 2.5 bcd | ✓ | | 2.42 abcdef | 2.83 abcdefg | 2.58 cdef |
| C9xAG-31-6 | 3.6 abcd | 2.9 abcd | | ✓ | 2.42 abcdef | 3.5 ab | 3.33 abc |
| AGxC1-12-4 | 2.17 ijkl | 2.33 bcde | | ✓ | 2.08 cdef | 2.5 defg | 2.58 cdef |
| AGxC1-15-2 | 2.1 jkl | 2.42 bcd | | ✓ | 3.25 a | 3.17 abcde | 2.92 abcde |
| AGxC1-23-1 | 2.1 ijkl | 2.1 de | | ✓ | 2.08 cdef | 2.5 defg | 2.58 cdef |
| C1xAG-62-1 | 3.3 abcdef | 3 abc | ✓ | | 1.83 ef | 2.75 cdefg | 2.5 cdef |
| C2xCM1-156-1 | 2.17 ijkl | 2.67 abcd | ✓ | | 2.83 abc | 2.92 abcdefg | 2.92 abcde |
| C2xCM1-156-2 | 2.1 ijkl | 2.58 abcd | | ✓ | 3.08 ab | 2.92 abcdefg | 3.25 abc |
| C2xCM1-389-1 | 1.9 kl | 2.42 bcd | ✓ | | 2.5 abcdef | 2.75 cdefg | 2.83 bcdef |
| C2xDX-43-1 | 2.75 defghijk | 2.58 abcd | ✓ | | 2.08 cdef | 2.42 efg | 2.83 bcdef |
| C2xDX-57-1 | 2.75 defghijk | 2.75 abcd | ✓ | | 2.12 cdef | 2.75 bcdefg | 2.67 bcdef |
| C2xAG-66-2 | 3.25 bcdefg | 3.33 a | | ✓ | 3.25 a | 3.17 abcde | 3.75 a |
| C2xAG-96-1 | 3.3 abcdef | 2.42 bcd | | ✓ | 2.5 abcdef | 2.83 abcdefg | 3 abcde |
| C2xAG-113-1 | 3.4 abcde | 2.8 abcd | | ✓ | 2.5 abcdef | 2.75 bcdefg | 3.08 abcd |
| C5xCM1-21-1 | 1.9 kl | 2.1 de | ✓ | | 1.83 ef | 2.25 g | 2.17 ef |
| C9xAG-31-1 | 3.6 abcd | 2.75 abcd | ✓ | | 2.33 bcdef | 2.75 bcdefg | 2.67 bcdef |
| C9xAG-31-2 | 3.25 bcdefg | 2.42 bcd | | ✓ | 2.42 abcdef | 2.75 cdefg | 2.83 bcdef |
| C9xAG-31-4 | 3.8 abc | 2.8 abcd | | ✓ | 2.58 abcdef | 2.75 cdefg | 3 abcde |
| C9xAG-31-5 | 3.5 abcde | 3 abc | | ✓ | 2.75 abcd | 3.08 abcdef | 3.33 abc |
| C17xCM1-52-1 | 1.5 l | 2.33 bcde | ✓ | | 1.83 ef | 2.33 fg | 2.25 def |
| C17xCM1-58-1 | 3.3 abcdef | 2.42 bcd | | ✓ | 2.33 bcdef | 2.5 defg | 2.5 cdef |
| AGxC1-12-1 | 2.67 efghijk | 2.25 bcde | ✓ | | 2.42 abcdef | 3.08 abcdef | 2.5 cdef |
| C2xAG-113-1 | 2.9 cdefghi | 2.75 abcd | | ✓ | 2.75 abcd | 3.25 abcd | 3.08 abcd |
| AGxC1-12-3 | 2.8 defghij | 2.17 cde | | ✓ | 2.75 abcd | 2.58 defg | 2.83 bcdef |

ศรีวิชาการเกษตร

| สายต้น | สี | กลิ่น | รสชาติ | | | เนื้อสัมผัส | ความชอบในภาพรวม (Posttest) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ขม | ไม่ขม | ความหวาน | | |
| AGxC1-26-1 | 2.17 ijkl | 2.42 bcd | ✓ | | 2.5 abcdef | 2.42 efg | 2.67 bcdef |
| AGxC1-53-1 | 2.33 hijkl | 2.42 bcd | | ✓ | 2.08 cdef | 2.33 fg | 2.25 def |
| C1xAG-81-2 | 2.5 fghijk | 2.75 abcd | | ✓ | 1.92 def | 3.08 abcdef | 2.83 bcdef |
| C5xCM1-9-1 | 2 jkl | 1.58 e | | ✓ | 1.75 f | 2.25 g | 2 f |
| C1xCM1-87-1 | 2.33 hijkl | 2.33 bcde | ✓ | | 1.92 def | 2.33 fg | 2.17 ef |
| F-test | * | * | - | - | * | * | * |
| %cv | 32.7 | 32.6 | - | - | 35.9 | 28.3 | 31 |

**หมายเหตุ:** - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

- เกณฑ์การให้คะแนนคือ 0 = ไม่แสดงความคิดเห็น 1 = ไม่ชอบ 2 = ชอบน้อย 3 = ชอบปานกลาง 4 = ชอบมาก และ 5 = ชอบมากที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

**3.5 สรุปผลการคัดเลือกสายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และไม่มีรสขม รุ่นที่ 3**

สามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย และมีคุณภาพหลังการชิมรสชาติที่ไม่มีรสขม ได้จำนวน 27 สายต้น ได้แก่ สายต้น C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1 AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 และสายต้น C2xDX-62-2

Boschi *et al.* (2017) รายงานว่า รายงานว่ายีนต้านทานโรคเหี่ยวสามารถพบได้ในมันฝรั่งสายพันธุ์ป่า แต่การถ่ายยีนต้านทานสู่พันธุ์ปลูกด้วยการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) จะทำให้พันธุ์ปลูกได้รับลักษณะทางการเกษตรที่ไม่ต้องการบางอย่าง ต้องมีการคัดเลือกที่ดี เพื่อให้ได้พันธุ์ตามที่ต้องการ Patil *et al*. (2012) และ Muthoni *et al.* (2020) รายงานว่าการใช้สายมันฝรั่งสายพันธุ์ต้านทานโรคเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง ส่วนการใช้สารเคมีนั้นเป็นวิธีที่ไม่แนะนำ เนื่องจากมีข้อจำกัดอยู่ และยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย สามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ได้ จำนวน 27 สายต้น ได้แก่ สายต้น C9xAG-31-6 AGxC1-15-2 AGxC1-23-1 C2xCM1-156-2 C2xAG-113-1 C9xAG-31-2 C9xAG-31-5 AGxC1-12-2 C1xAG-81-2 C2xDX-61-1 C2xAG-54-1 C2xAG-81-1 C9xAG-12-1 C9xAG-23-1 C17xCM1-1-1 AGxC1-34-2 C1xCM1-48-1 C1xCM1-97-1 C2xCM1-529-1 C2xDX-46-2 C2xAG-45-1 C2xAG-66-1 C17xAG-84-3 AGxC1-3-1 AGxC1-34-3 AGxC1-34-4 และสายต้น C2xDX-62-2 ที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สูง มีผลผลิต/ต้นสูง และมีคะแนนการประเมินความพึงพอใจหลังการแปรรูปโดยวิธีการนึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง (3 คะแนน) ไม่มีรสขม และนำสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย เพื่อคัดเลือกสายต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียวในรุ่นที่ 4 ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.1.3 การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
# Varieties trial of potato for cultivation in the upper northern part of Thailand


**ชื่อผู้วิจัย**

ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์[1] ทัศนีย์ ดวงแย้ม[2] เกษตริน ฝ่ายอุประ[3] อรทัย วงค์เมธา[4] สิทธิศักดิ์ แสไพศาล[5]
บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[5] อภิรัชต์ สมฤทธิ์[5]

Sirilak Intawong[1] Tasanee Duangyam[2] Ketstrin Fayupra[3] Orathai Wongmetha[4]
Sittisak Saipaisarn[5] Buranee Puawongphaet[5] Apirat Somrit[5]



**บทคัดย่อ**

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต และความต้านทานโรค ของมันฝรั่ง 7 สายพันธุ์ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งสำหรับแปรรูปและบริโภคทั่วไป โดยจากการปลูกทดสอบมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ได้แก่ AT, SP, YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603 ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) ปี 2561-2562 และในฤดูฝน (สิงหาคม-พฤศจิกายน) ปี 2561 พบว่า มันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในฤดูหนาว โดยพบว่า ในฤดูฝนมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ มีผลผลิตลดลงอย่างน้อย 33% ในทุกพื้นที่ นอกจากนี้ ยังพบว่า ทุกสายพันธุ์ไม่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ YS203 มีปริมาณและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ Atlantic ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการแปรรูป จึงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูป ส่วนสายพันธุ์สำหรับการบริโภคทั่วไป พบว่า ยังไม่มีสายพันธุ์ใดเหมาะสมจากการทดลองนี้

**Abstract**

The objective of this research was to study growth, quantity and quality of production, and disease resistance of seven potato varieties derived from China to which select for processing and table potential variety. Nine potato varieties, two commercial varieties (Atlantic and Spunta) and seven Chinese varieties (YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 and YS603) were investigated in three locations: 1. Chiangrai Horticutural Research Center, Muang, Chiangrai; 2. Phop-Phra Horticutural Experiment Station, Phop-Phra, Tak; Chiangmai Agricultural Research and Development Center, Fang, Chiangmai. The field trials were carried out in winter season (November–March) 2018-


กรมวิชาการเกษตร

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตู้ปณ.15 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110
[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย 72 ม.6 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมืองเชียงราย จ.เชียงราย 57000
[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก 65 ม.6 ต.แม่ท้อ อ.เมืองตาก จ.ตาก 508987
[4] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
[5] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

2019 and rainy season (August–November) 2018. Nine potato varieties were found the best growing and production in winter season. On the other hand, atleast 33% of nine potato production decreased in rainy season in all trial area. In addition, no varieties showed resistance to late blight. YS203 was showed higher yield than other treatment but did not significantly different in commercial variety (Atlantic) for processing, then variety appropriate for the varietal improvement. However, no varieties suitable for fresh table from this experiment.

## บทนำ (Introduction)

ปัจจุบัน มันฝรั่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคมากขึ้น และเป็นพืชที่มีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมภายในประเทศอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2541 โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คาดว่าในปี 2558 พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในประเทศรวม 44,485 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2557 5,627 ไร่ โดยมีผลผลิตรวมทั้งหมด 115,541 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2557 17,077 ตัน โดยพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกมันฝรั่งที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งปลูกมากที่สุดที่ จ.เชียงใหม่ รองลงมา คือ จ.ตาก เชียงราย ลำพูน พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก ประเทศไทยจึงมีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สก๊อตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559ก) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่า ในปี 2558 ประเทศไทยมีการนำเข้ามันฝรั่งและผลิตภัณฑ์มันฝรั่งมากถึง 117,079 ตัน ซึ่งมีมูลค่า 3,661.92 ล้านบาท ซึ่งสาเหตุหลักที่ต้องมีการนำเข้าหัวพันธุ์จากต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยมีปัญหาในการผลิตหลายด้าน เช่น ประสิทธิภาพในการผลิตที่เกิดจากปัญหาโรคและแมลงศัตรูในพื้นที่การผลิต หัวพันธุ์ที่มีคุณภาพมีไม่เพียงพอต่อการขยายพื้นที่ปลูก ต้นทุนการผลิตสูงเนื่องจากความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศและโรคแมลง ในขณะเดียวกันโรงงานแปรรูปมีการขยายกำลังผลิต ซึ่งต้องการวัตถุดิบทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ผลผลิตที่ปลูกได้ในประเทศนั้นไม่เพียงพอกับความต้องการของโรงงาน (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559ข)

มันฝรั่งโดยทั่วไป มี 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้บริโภคทั่วไป และประเภทที่ใช้สำหรับแปรรูป ในประเภทสำหรับแปรรูปโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดคุณภาพมันฝรั่งที่จะรับซื้อ คือ รูปร่างค่อนข้างกลม มีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 4.5 cm ขึ้นไป มีเปลือกหนา มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงและค่าน้ำตาลน้อย ผิวเปลือกต้องไม่มีสีเขียวเนื่องจากถูกแสงแดดระหว่างการเติบโตของหัว หัวมันต้องสมบูรณ์ไม่มีรอยช้ำ เน่า และร่องรอยการเข้าทำลายของโรคหรือ

กรมวิชาการเกษตร

แมลง เนื้อด้านในไม่กลวง และแผ่นมันฝรั่งหลังทอดมีสีขาว (สนอง และคณะ, 2551) ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้พันธุ์ Atlantic มากที่สุด อย่างไรก็ตาม มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic มีเปอร์เซ็นต์แป้งประมาณ 17.5% ซึ่งน้อยมาตรฐานของโรงงานแปรรูปสากล ซึ่งต้องมีเปอร์เซ็นต์แป้งประมาณ 22.24% สำหรับประเภทบริโภคทั่วไป ส่วนใหญ่นิยมนำมาประกอบอาหารหลายชนิด และนำมาทำเป็นอาหารว่าง เช่น มันอบ และเฟรนช์ฟราย ซึ่งในปัจจุบันกระแสในการบริโภคอาหารว่างชนิดนี้ก็มีสูงขึ้นด้วย โดยพบว่าในปี 2556 ประเทศไทยมีการนำเข้าเฟรนช์ฟรายมาจากต่างประเทศสูงถึง 35,500 ตัน มูลค่า 1,247 ล้านบาท สำหรับในประเทศไทยพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อใช้บริโภคทั่วไป คือพันธุ์ Spunta ซึ่งมีปริมาณการบริโภคภายในประเทศปีละประมาณ 10,000 ตัน (อภิรักษ์, 2557)

อย่างไรก็ตาม มันฝรั่ง 2 สายพันธุ์นี้มีข้อเสีย คือ ผลผลิตต่อไร่น้อยกว่าการนำไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะพันธุ์ Atlantic ซึ่งต้องผลิตเพื่อส่งโรงงานแปรรูปมีผลผลิตเฉลี่ย 2 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวต่ำกว่า 20% มีข้อจำกัดในการผลิตนอกฤดู อ่อนแอต่อโรคหลายชนิด เช่น โรคใบไหม้ โรคไวรัส และโรคเหี่ยวเขียว ซึ่งหากมีการจัดการที่ไม่ดีอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความไม่คุ้มทุนได้ ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาเพื่อคัดเลือกหาสายพันธุ์มันฝรั่งที่มีศักยภาพในการแปรรูปและการบริโภคทั่วไปที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมากกว่า 20% สามารถให้ผลิตนอกฤดูได้ และมีความต้านทานต่อโรค

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ได้รับพันธุ์มันฝรั่งจำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603 จากโครงการความร่วมมือระหว่างมูลนิธิชัยพัฒนา-สาธารณรัฐประชาชนจีน ในปี 2559 โดยแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะเด่น ดังนี้

| สายพันธุ์ | อายุการเก็บเกี่ยว (วัน) | ปริมาณผลผลิต (kg/ไร่) | คุณภาพผลผลิต | ความต้านทานโรค |
|---|---|---|---|---|
| YS202 | 115 | 5081.78 | ไม่ระบุ | - โรคใบไหม้ |
| YS203 | ไม่ระบุ | ไม่ระบุ | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 17.92% | - โรคใบไหม้ |
| YS301 | ไม่ระบุ | 5042.5 | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 15.27%<br>- reducing sugar 0.06%<br>- ความชื้น 75.1% | - โรคเหี่ยวเขียว<br>- โรคใบไหม้<br>- Potato virus Y (PVY) |
| YS304 | 90 | ไม่ระบุ | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 15.27% | - โรคใบไหม้ |
| YS401 | 112 | 5,575 | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 19.58%<br>- reducing sugar 0.15%<br>- ความชื้น 78.4% | - โรคใบไหม้ |
| YS506 | 92 | 6,088 | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 17.44%<br>- reducing sugar 0.71%<br>- ความชื้น 78.1% | - โรคใบไหม้<br>- Heavy mosaic virus<br>- Mosaic virus |
| YS603 | 112 | 3,861 | - เปอร์เซ็นต์แป้ง 15.77% | - โรคใบไหม้ |

กรมวิชาการเกษตร

| | | |
|---|---|---|
| | - reducing sugar 0.41%<br>- ความชื้น 75.1% | - Heavy mosaic virus<br>- Mosaic virus |

หมายเหตุ: ปริมาณผลผลิตได้จากการปลูกทดสอบในมณฑลยูนนาน

จะเห็นได้ว่าลักษณะเด่นของแต่ละสายพันธุ์นั้นมีความสำคัญสำหรับการพัฒนาสายพันธุ์มันฝรั่งสำหรับแปรรูปและบริโภคทั่วไปให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อการบริโภคและแปรรูป ของโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง ทั้งนี้ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต และความต้านทานโรคที่สำคัญของมันฝรั่งทั้ง 7 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic และ Spunta ในพื้นที่การผลิตมันฝรั่ง ได้แก่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย และตาก เพื่อนำไปเป็นข้อมูลคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีศักยภาพสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งให้เหมาะสมกับพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 สายพันธุ์ Atlantic, Spunta, YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603
2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ เมทาแล็กซิล (Metalaxyl) และ เมทริบูซิน (Metribuzin)
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 13-13-21 ปูนขาว โดโลไมท์
5. ชุด Test kit สำหรับตรวจหาเชื้อไวรสและเชื้อแบคทีเรีย
6. อุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบน้ำในแปลง
7. อุปกรณ์สำหรับตรวจหาเปอร์เซ็นต์แป้ง และปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ในผลผลิตมันฝรั่ง

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำๆ ละ 90 ต้น ดังนี้

| | |
|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 | สายพันธุ์ Atlantic (กรรมวิธีควบคุม) |
| กรรมวิธีที่ 2 | สายพันธุ์ Spunta (กรรมวิธีควบคุม) |
| กรรมวิธีที่ 3 | สายพันธุ์ YS202 |
| กรรมวิธีที่ 4 | สายพันธุ์ YS203 |
| กรรมวิธีที่ 5 | สายพันธุ์ YS301 |
| กรรมวิธีที่ 6 | สายพันธุ์ YS304 |
| กรรมวิธีที่ 7 | สายพันธุ์ YS401 |
| กรรมวิธีที่ 8 | สายพันธุ์ YS506 |
| กรรมวิธีที่ 9 | สายพันธุ์ YS603 |

วิธีการ

**ปี 2561-2562**

ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม 61) และฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน 61) ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ แปลงทดลองของ ศวพ.เชียงใหม่ ศวส.เชียงราย และ ศวพ.ตาก

1. เตรียมพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน 2 ชุดต่อพื้นที่ปลูก เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารและโรคพืช ปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้ได้ 6.0-6.5 โดยการใส่ปูนขาวหรือโดโลไมท์ อัตรา 200 kg/ไร่ และใส่ปุ๋ย ตามผลการวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

2. เตรียมหัวพันธุ์ก่อนปลูก โดยให้หัวพันธุ์ G0 ของมันฝรั่งพันธุ์ Atlantic, Spunta, YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603 ที่มีตาอยู่อย่างน้อย 1 ตา แช่ยาฆ่าเชื้อรา (สารละลายเมตาเล็กซิล อัตราส่วน 1 ช้อนแกง ผสมน้ำ 20 l) นาน 5 นาที แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง
3. นำหัวพันธุ์ที่ผึ่งแห้งแล้วไปเพาะในแปลงเพาะ เกลี่ยทรายให้เรียบหนาประมาณ 3-5 cm นำหัวพันธุ์มาวางเรียงบนแปลงเพาะ โดยวางส่วนตาอยู่ด้านล่างกลบด้วยทรายหนาประมาณ 1 cm รดน้ำให้ชื้นอยู่เสมอ รอจนหน่องอก 1-2 cm
4. เตรียมแปลงทดลอง ขนาดแปลง 2x6 จำนวน 27 แปลง แล้วใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 200 kg/ไร่ และรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 โดยใช้อัตรา 100 kg/ไร่/สูตร จากนั้นพูนโคนสูงประมาณ 30 cm
5. ปลูกมันฝรั่งในแต่ละกรรมวิธีบนแปลงที่เตรียมไว้ โดยใช้ระยะปลูก 20×90 cm โดยปลูก 3 แถว/แปลง แปลงละ 90 ต้น
6. หลังปลูกฉีดพ่นสารควบคุมความงอกของวัชพืช Metribuzin 75% (เซ็งคอร์) อัตรา 30 g/น้ำ 20 l ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบผสมสารป้องกันกำจัดโรคแมลง 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ให้น้ำโดยระบบน้ำหยด ทุก 7-10 วัน หรือตามความเหมาะสม เมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุ 30 และ 45 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 12.5 kg/ไร่
7. ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันฝรั่งมีอายุ 90-120 วัน หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและล้ม โดยหยุดให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 7-10 วัน และตัดต้นก่อนเก็บเกี่ยว 3-7 วัน (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์)

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. สุ่มเก็บข้อมูลแปลงละ 10 ต้น โดยบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนต้น/หลุม จำนวนกิ่งแขนง ที่ 15, 30, 45 และ 60 หลังปลูก
2. บันทึกวันออกดอกแรก วันออกดอก 50% และ 100%
3. สุ่มเก็บตัวอย่างใบ แล้วนำไปตรวจสอบโรคไวรัส โดยวิธี antiserum (Test kit) เมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก
4. ตรวจสอบการเกิดโรคใบไหม้ และโรคเหี่ยวเขียว ทุกๆ 14 วัน โดยหากพบการเกิดโรค ให้รีบถอนต้นที่เป็นโรคไปเผาทำลายทันที
5. บันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัว/ต้น น้ำหนักหัว/ต้น น้ำหนัก/หัว น้ำหนักหัว/ 1 kg ขนาดหัวผลผลิต/ 10.8 ตรม. ผลผลิต/ไร่
6. บันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์แป้ง เปอร์เซ็นต์น้ำตาล รูปร่างหัว สีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ
7. ตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

**ปี 2563**

ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม 61) ในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งจำนวน 10 ราย ใน 3 จ. ได้แก่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย และจ.ตาก โดยใช้มันฝรั่งสายพันธุ์ YS 203 ที่คัดเลือกได้จากการทดลองในปี 2561-2562 ว่ามีปริมาณและคุณภาพผลผลิตดีเทียบเท่ากับพันธุ์ Atlantic มาปลูกทดสอบ

<u>สิ่งที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. หัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ Atlantic และ YS 203
2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ เมทาแล็กซิล (Metalaxyl) และ เมทริบูซิน (Metribuzin)
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 13-13-21 ปูนขาว โดโลไมท์
5. ชุด Test kit สำหรับตรวจหาเชื้อไวรสและเชื้อแบคทีเรีย
6. อุปกรณ์สำหรับตรวจหาเปอร์เซ็นต์แป้ง และปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ในผลผลิตมันฝรั่ง

<u>แผนการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 2 กรรมวิธี 2 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สายพันธุ์ Atlantic

กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ YS 203

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน 62-มีนาคม 63) ในแปลงเกษตรกร 3 พื้นที่ ได้แก่ แปลงทดลองในพื้นที่ อ.พบพระ จ.ตาก, อ.เมือง จ.เชียงราย และ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ รวมทั้งหมด 10 ราย ราย ละ 0.5 ไร่
2. เก็บตัวอย่างดิน 2 ชุดต่อพื้นที่ปลูก เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารและโรคพืช
3. เตรียมหัวพันธุ์ก่อนปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ G0 ของมันฝรั่งพันธุ์ Atlantic และ YS203 ที่มีตาอยู่อย่างน้อย 1 ตา แช่ยาฆ่าเชื้อรา (สารละลายเมตาเล็กซิล อัตราส่วน 1 ช้อนแกง ผสมน้ำ 20 l) นาน 5 นาที แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง
4. นำหัวพันธุ์ที่ผึ่งแห้งแล้วไปเพาะในแปลงเพาะ เกลี่ยทรายให้เรียบหนาประมาณ 3-5 cm นำหัวพันธุ์มาวางเรียงบนแปลงเพาะ โดยวางส่วนตาอยู่ด้านล่างกลบด้วยทรายหนาประมาณ 1 cm รดน้ำให้ชื้นอยู่เสมอ รอจนหน่องอก 1-2 cm
5. นำหัวพันธุ์ที่งอกแล้วส่งมอบให้เกษตรกรแต่ละรายเพื่อนำไปปลูกลงในแปลงที่เตรียมไว้ จากนั้น ดูแลรักษาตามวิธีของเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

6. สุ่มเก็บตัวอย่างใบ แล้วนำไปตรวจสอบโรคไวรัส โดยวิธี antiserum (Test kit) เมื่อต้นมันฝรั่งมีอายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก

7. ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันฝรั่งมีอายุ 90 วัน แล้วตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในผลผลิต

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนต้น/หลุม จำนวนหัว/หลุม น้ำหนัก/หัว น้ำหนักหัว/หลุม จำนวนหัว/ 1 kg และน้ำหนักผลผลิต/ไร่
2. บันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์แป้ง เปอร์เซ็นต์น้ำตาล รูปร่างหัว สีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก

กรมวิชาการเกษตร

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**ปี 2561 (ฤดูหนาว)**

จากการดำเนินการปลูกทดสอบมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน 60-มีนาคม 61) ได้ผลดังนี้

ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย AT มีความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก จำนวนต้น/หลุมมากที่สุด คือ 52.13 cm 45.54 cm 64.23 cm และ 3.80 ต้น ตามลำดับ AT และ YS203 มีจำนวนหัว/หลุมมากที่สุด คือ 14.17 และ 11.07 หัว ตามลำดับ YS 401 มีน้ำหนัก/หัวมากที่สุด คือ 50.87 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ AT, SP, YS202, YS203, YS301 และ YS304 ส่วน AT และ YS203 มีน้ำหนัก/หลุมมากที่สุด คือ 362.50 และ 351.43 g ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS401 นอกจากนี้ยังพบว่า YS 203 มีผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 22 และ 3,190 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการสำรวจการเกิดโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียว พบว่า ไม่มีการระบาดของโรคใบไหม้ในแปลง แต่ตรวจพบเชื้อแบคทีเรียในผลผลิตมันฝรั่งทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ในพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ พบว่า AT มีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตกมากที่สุด คือ 46.10, 45.30 และ 44.10 cm ตามลำดับ AT ยังมีจำนวนต้น/หลุมมากที่สุด คือ 1.94 ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS203 นอกจากนี้ AT ยังมีจำนวนหัว/หลุมมากที่สุด คือ 12 หัว แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS203 และ YS603 ส่วน YS 203 มีน้ำหนัก/หัวมากที่สุด คือ 56.53 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ AT, SP, YS304, YS401, YS506 และ YS603 สำหรับ AT มีน้ำหนัก/หลุมมากที่สุด คือ 469.78 g นอกจากนี้ยังพบว่า AT มีผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 28 และ 4,127 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการสำรวจการเกิดโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียว พบว่า ไม่มีการระบาดของโรคในแปลง แต่พบเชื้อแบคทีเรียในผลผลิตมันฝรั่งใน AT, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603 (ตารางที่ 4)

ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ พบว่า AT มีความสูงของต้นมากที่สุด คือ 46.20 cm YS 301 มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้มากที่สุด คือ 52.60 cm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ AT ในขณะที่ AT มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตกมากที่สุด คือ 74.67 cm นอกจากนี้ AT ยังมีจำนวนต้น/หลุมมากที่สุด คือ 3.73 ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS202 และ YS203 ส่วน AT, YS203 และ YS603 มีจำนวนหัว/หลุมมากที่สุด คือ 15.80, 15.27 และ 15.20 หัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS202 และ YS301 สำหรับ YS 401 มีน้ำหนัก/หัวมากที่สุด คือ 95.10 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ SP, YS301 และ YS506 ส่วน AT และ YS301 มีน้ำหนัก/หลุมมากที่สุด คือ 876.67 และ 885.33 g ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ YS202 และ YS203 นอกจากนี้ยังพบว่า YS 301 มีผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 53 และ 7,791 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากการสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ พบว่ามีการระบาดของ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

โรคใน YS 202 ส่วนโรคเหี่ยวเขียวไม่มีการระบาดของโรคในแปลง และยังตรวจพบเชื้อแบคทีเรียในผลผลิตมันฝรั่งใน YS 202, YS 203, YS 301, YS 304, YS 401 และ YS 603 (ตารางที่ 6)

สำหรับด้านคุณภาพผลผลิต พบว่า ทุกสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า 15% สำหรับการปลูกในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และสถานีทดลองพืชสวนพบพระ และสูงกว่า 17% สำหรับการปลูกในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่ได้จากการปลูกทั้ง 3 พื้นที่พบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเขียวแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ ผลการทดลองทางด้านคุณภาพผลผลิตนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูก การจัดการ และ การดูแลรักษาของแต่ละพื้นที่ด้วย

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว(g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | จำนวนหัว/1 ก.ก.(หัว) | ผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 52.13 | 45.54 | 64.23 | 3.80 a | 11.07 a | 45.73 ab | 351.43 a | 22 | 21 | 3,093 |
| 2 | 34.26 | 30.36 | 32.12 | 1.13 bc | 4.00 b | 45.67 ab | 162.67 bc | 12 | 10 | 1,431 |
| 3 | 28.48 | 28.36 | 30.25 | 1.27 bc | 6.73 b | 36.69 abc | 207.33 bc | 13 | 12 | 1,825 |
| 4 | 36.24 | 44.23 | 43.45 | 1.68 b | 14.17 a | 31.18 abc | 362.50 a | 13 | 22 | 3,190 |
| 5 | 35.36 | 41.21 | 41.26 | 1.15 bc | 6.92 b | 38.30 abc | 184.67 bc | 16 | 11 | 1,625 |
| 6 | 28.51 | 34.65 | 34.51 | 1.07 c | 3.58 b | 32.09 abc | 77.33 c | 17 | 5 | 681 |
| 7 | 33.65 | 29.46 | 28.65 | 1.33 bc | 5.60 b | 50.87 a | 269.00 ab | 10 | 16 | 2,367 |
| 8 | 35.02 | 33.19 | 33.56 | 1.27 bc | 3.73 b | 26.31 bc | 94.00 c | 15 | 6 | 827 |
| 9 | 35.74 | 36.02 | 36.23 | 1.20 bc | 5.60 b | 19.30 c | 77.67 c | 23 | 5 | 683 |
| LSD | | | | 0.29 | 1.66 | 10.97 | 66.29 | | | |
| CV (%) | | | | 22.98 | 29.78 | 37.08 | 40.9 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 4** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในปี 2561 ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัย

| กรรมวิธี | ตรวจสอบไวรัส | | การเกิดโรค | | % แป้ง | % น้ำตาล | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ | ตรวจสอบแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | โรคใบไหม้ | โรคเหี่ยวเขียว | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | 17 | 5.3 | กลม | 16D | 12D | 0.87 | + |
| 2 | - | - | - | - | 17 | 3.9 | ยาวรี | 14C | 13B | 0.82 | + |
| 3 | - | - | - | - | 21 | 5.4 | กลมแบน | 14C | 12C | 0.83 | - |
| 4 | - | - | - | - | 19 | 5.2 | กลมแบน | 14D | 12C | 0.85 | - |
| 5 | - | - | - | - | 16 | 4.8 | กลมแบน | 22B | 13C | 0.84 | + |
| 6 | - | - | - | - | 17 | 5.6 | กลมแบน | 17D | 14C | 0.80 | + |
| 7 | - | - | - | - | 18 | 6.2 | ยาวรี | 12D | 13D | 0.79 | + |
| 8 | - | - | - | - | 16 | 5.3 | กระบอก | 13C | 12D | 0.83 | + |
| 9 | - | - | - | - | 17 | 10.1 | กระบอก | 186B | 13D | 0.83 | + |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 2** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว (g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | จำนวนหัว/1 ก.ก.(หัว) | ผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 46.10 | 45.30 | 44.10 | 1.94 a | 12.00 a | 45.30 ab | 469.78 a | 19 | 28 | 4,127 |
| 2 | 38.00 | 37.20 | 34.20 | 1.00 c | 4.13 c | 43.75 ab | 112.00 c | 9 | 7 | 985 |
| 3 | 28.40 | 27.60 | 26.40 | 1.00 c | 4.07 c | 24.43 b | 68.33 c | 11 | 4 | 598 |
| 4 | 40.10 | 39.30 | 36.90 | 1.53 ab | 10.20 ab | 56.53 a | 268.67 b | 12 | 16 | 2,358 |
| 5 | 28.60 | 27.80 | 26.60 | 1.07 bc | 7.00 bc | 24.34 b | 114.67 c | 13 | 7 | 1,003 |
| 6 | 31.30 | 30.50 | 29.30 | 1.07 bc | 3.73 c | 37.53 ab | 88.67 c | 15 | 5 | 774 |
| 7 | 30.00 | 29.20 | 28.00 | 1.00 c | 3.20 c | 38.94 ab | 129.33 c | 10 | 8 | 1,135 |
| 8 | 36.40 | 35.60 | 34.40 | 1.00 c | 3.42 c | 43.78 ab | 108.50 c | 12 | 6 | 950 |
| 9 | 38.60 | 35.60 | 38.70 | 1.33 bc | 10.00 ab | 45.63 ab | 279.33 b | 20 | 17 | 2,455 |
| LSD | | | | 0.22 | 2.06 | 13.26 | 53.48 | | | |
| CV (%) | | | | 22.27 | 39.33 | 40.56 | 35.96 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 5** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 2561

| กรรมวิธี | ตรวจสอบไวรัส | | การเกิดโรค | | %แป้ง | %น้ำตาล | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ | ตรวจสอบแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | โรคใบไหม้ | โรคเหี่ยวเขียว | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | 17.1 | 4.4 | กลม | 22A | 11D | 0.88 | - |
| 2 | - | - | - | - | 16.5 | 3.5 | ยาวรี | 22B | 11C | 0.84 | - |
| 3 | - | - | - | - | 18.6 | 4.1 | กลมแบน | 23B | 11A | 0.88 | - |
| 4 | - | - | - | - | 17.5 | 2.6 | กลมแบน | 22A | 11C | 0.88 | + |
| 5 | - | - | - | - | 15.8 | 4.7 | กลมแบน | 22B | 10D | 0.83 | + |
| 6 | - | - | - | - | 17.5 | 3.9 | กลมแบน | 22A | 11C | 0.84 | + |
| 7 | - | - | - | - | 16.5 | 3.8 | ยาวรี | 22B | 11D | 0.81 | - |
| 8 | - | - | - | - | 16 | 2.6 | กระบอก | 22B | 11D | 0.85 | + |
| 9 | - | - | - | - | 18.6 | 5 | กระบอก | 70C | 11D | 0.89 | + |

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 3** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว(g) | น้ำหนัก/หลุม (g) | จำนวนหัว/ 1 ก.ก.(หัว) | ผลผลิต/พื้นที่ 10.8 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 46.20 a | 49.80 ab | 74.67 a | 3.73 a | 15.80 a | 55.97 c | 876.67 a | 12 | 52 | 7,715 |
| 2 | 39.57 b | 42.23 cd | 52.13 bc | 2.27 bcd | 7.53 bc | 90.23 ab | 554.67 bcd | 6 | 33 | 4,881 |
| 3 | 34.17 cd | 45.50 bc | 50.33 bcd | 2.73 abc | 11.40 ab | 61.93 bc | 652.00 abc | 6 | 39 | 5,738 |
| 4 | 37.63 bc | 43.03 cd | 56.90 b | 3.40 ab | 15.27 a | 61.30 bc | 688.00 ab | 11 | 41 | 6,054 |
| 5 | 31.37 d | 52.60 a | 56.97 b | 2.20 bcd | 12.13 ab | 69.83 abc | 885.33 a | 6 | 53 | 7,791 |
| 6 | 29.73 de | 35.30 e | 44.53 de | 1.73 cd | 9.53 bc | 43.43 c | 428.67 cd | 11 | 25 | 3,772 |
| 7 | 25.10 e | 36.83 de | 37.47 ef | 2.07 cd | 6.07 c | 95.10 a | 436.67 cd | 9 | 26 | 3,843 |
| 8 | 25.00 e | 34.00 e | 34.00 f | 1.33 d | 5.67 c | 74.57 abc | 389.67 d | 10 | 23 | 3,429 |
| 9 | 31.00 d | 39.10 cde | 46.33 cd | 1.33 d | 15.20 a | 43.20 c | 547.33 bcd | 16 | 33 | 4,817 |
| LSD | 2.37 | 3.09 | 3.35 | 0.57 | 2.18 | 15.43 | 114.51 | | | |
| CV (%) | 8.72 | 9.02 | 8.15 | 30.06 | 24.34 | 28.55 | 23.12 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

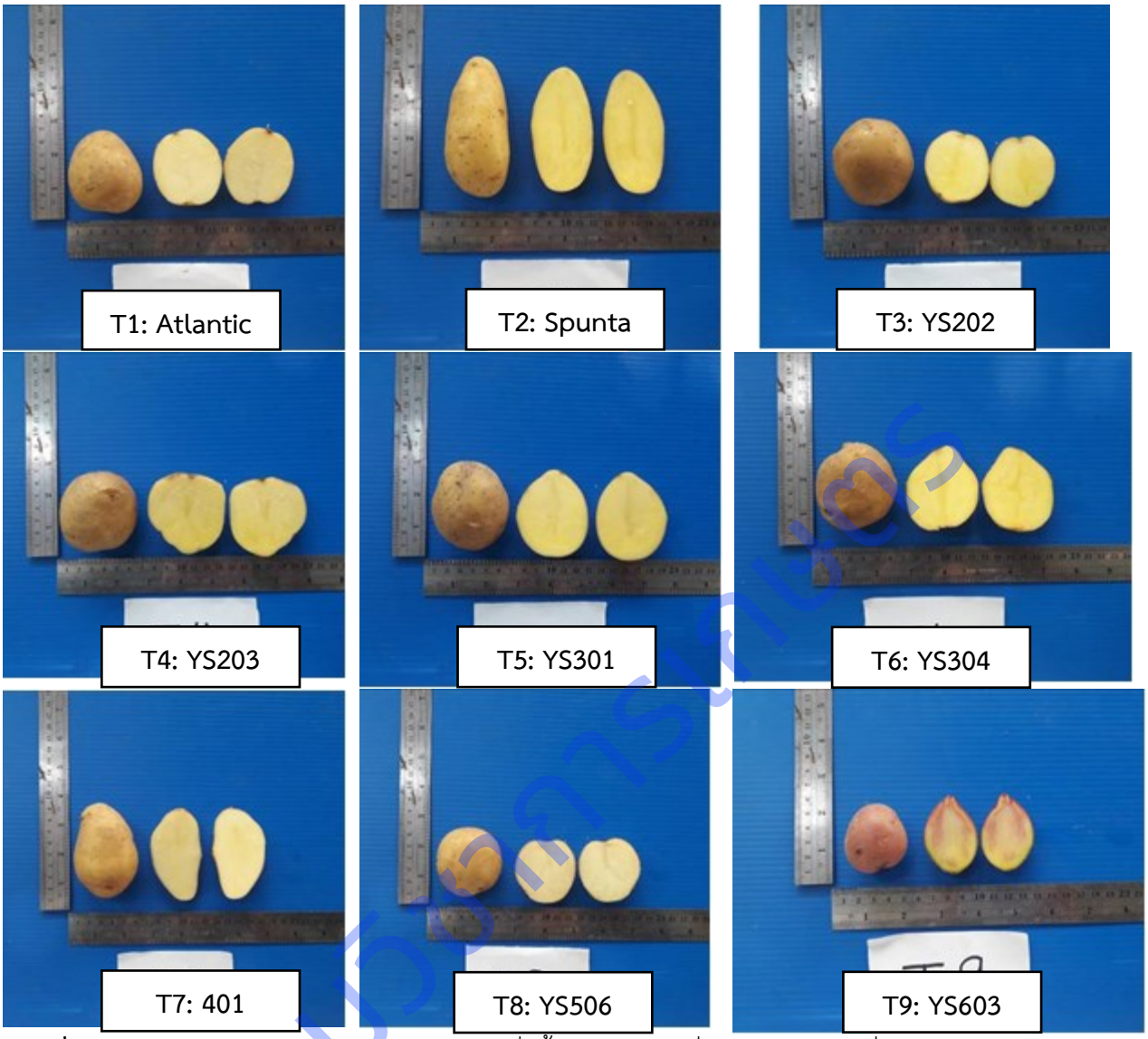
**ตารางที่ 6** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

| กรรมวิธี | ตรวจสอบไวรัส | | การเกิดโรค | | %แป้ง | %น้ำตาล | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ | ตรวจสอบแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | โรคใบไหม้ | โรคเหี่ยวเขียว | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | 20.9 | 6.4 | กลม | 14C | 12D | 0.82 | - |
| 2 | - | - | - | - | 18.8 | 4.3 | ยาวรี | 15C | 11B | 0.78 | - |
| 3 | - | - | - | - | 22.7 | 5.9 | กลมแบน | 14C | 11A | 0.76 | + |
| 4 | - | - | - | - | 20.9 | 4.4 | กลมแบน | 17D | 12C | 0.76 | + |
| 5 | + | + | - | - | 21.4 | 5.3 | กลมแบน | 21D | 11A | 0.79 | + |
| 6 | + | + | - | - | 21.2 | 6 | กลมแบน | 20A | 13C | 0.81 | + |
| 7 | + | + | - | - | 20.1 | 6.2 | ยาวรี | 20B | 12D | 0.76 | + |
| 8 | - | - | - | - | 17.5 | 5.7 | กระบอก | 20B | 11C | 0.82 | - |
| 9 | - | - | - | - | 21.8 | 8.2 | กระบอก | 185B | 11C | 0.78 | + |

กรมวิชาการเกษตร

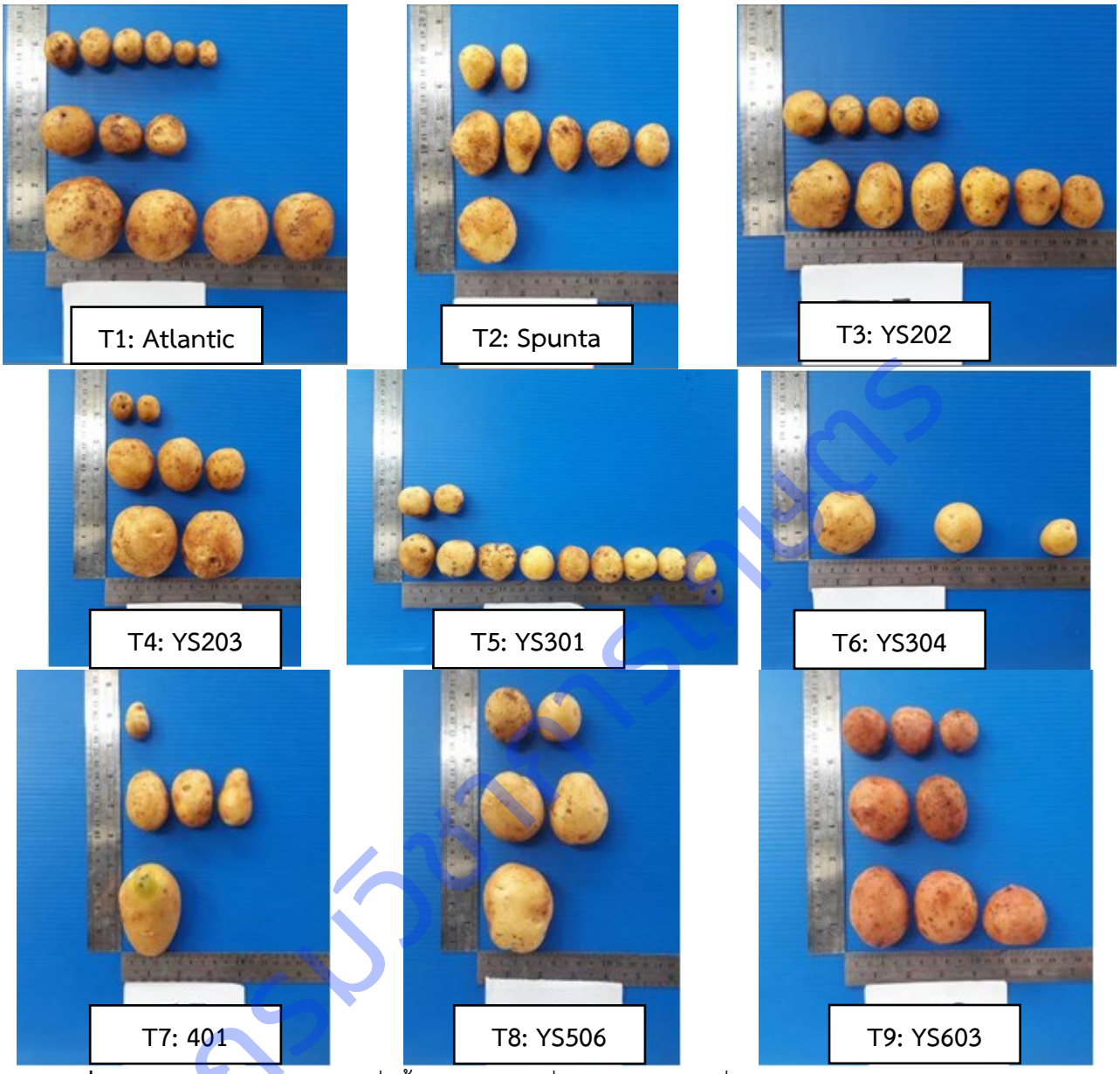
**ภาพที่ 1** จำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในปี 2561 ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

กรมการเกษตร



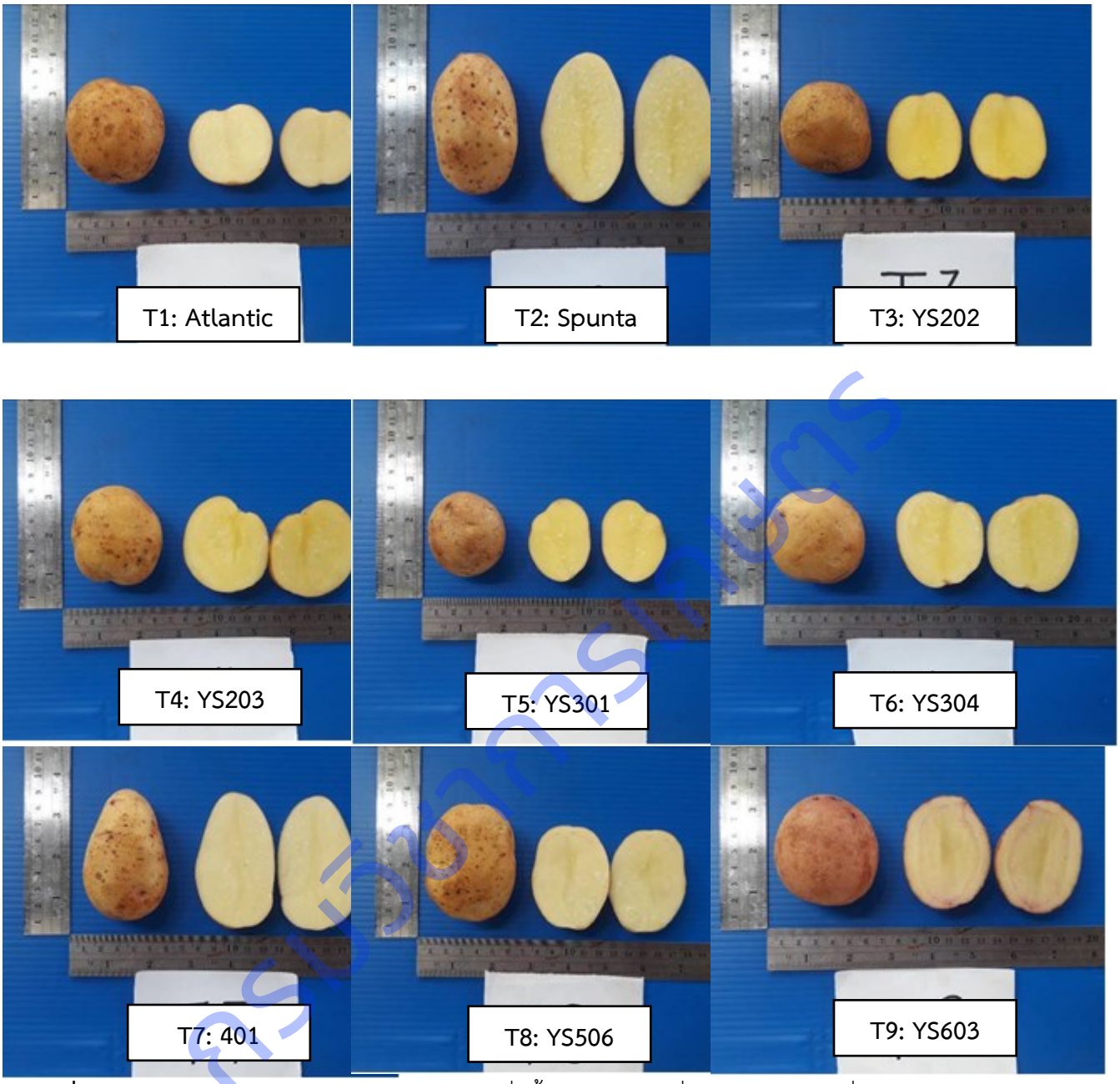

**ภาพที่ 2** ลักษณะภายนอกและภายในของหัวมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

ศรีบริการ



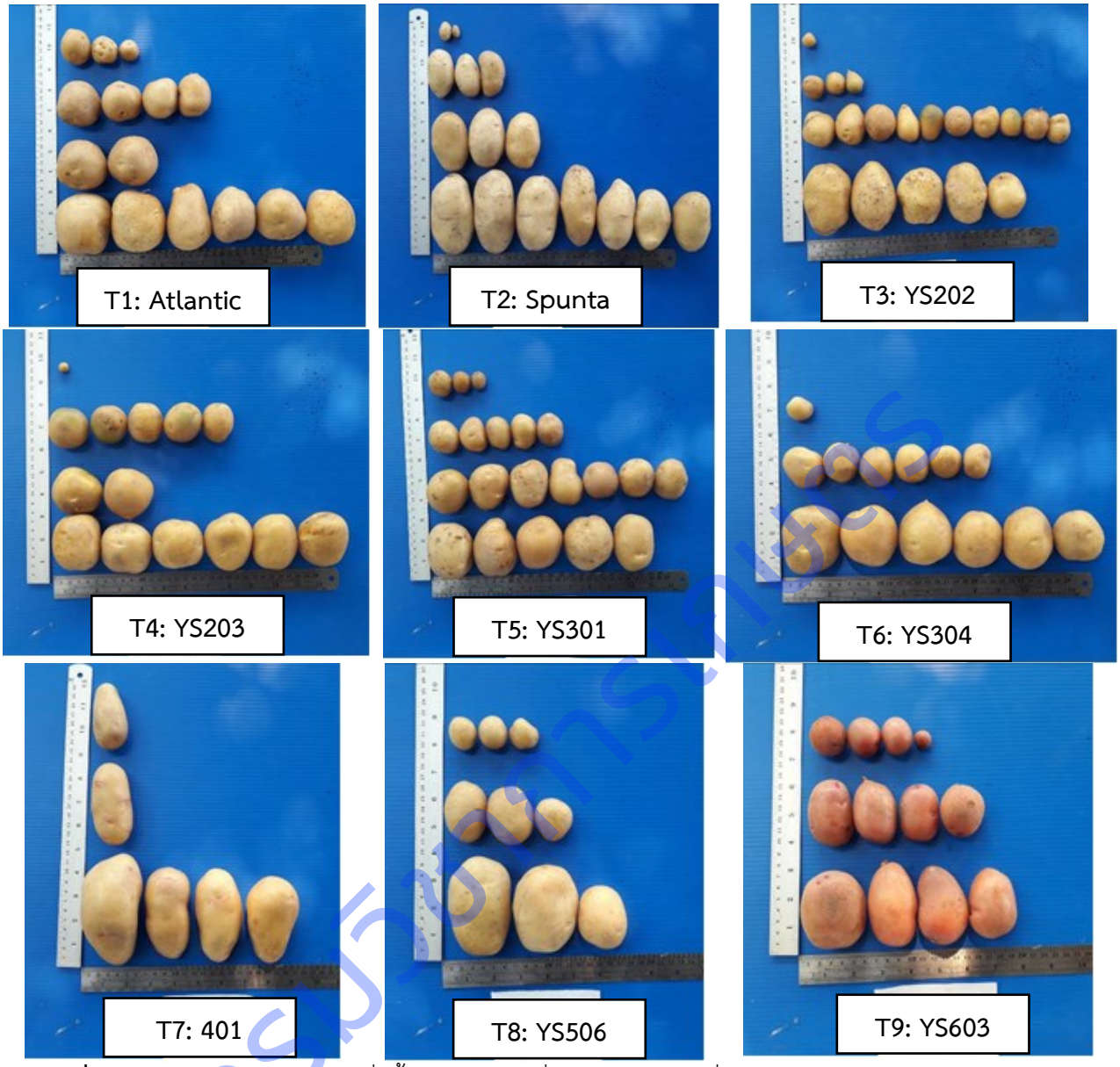

**ภาพที่ 3** จำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในฤดูหนาวที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร



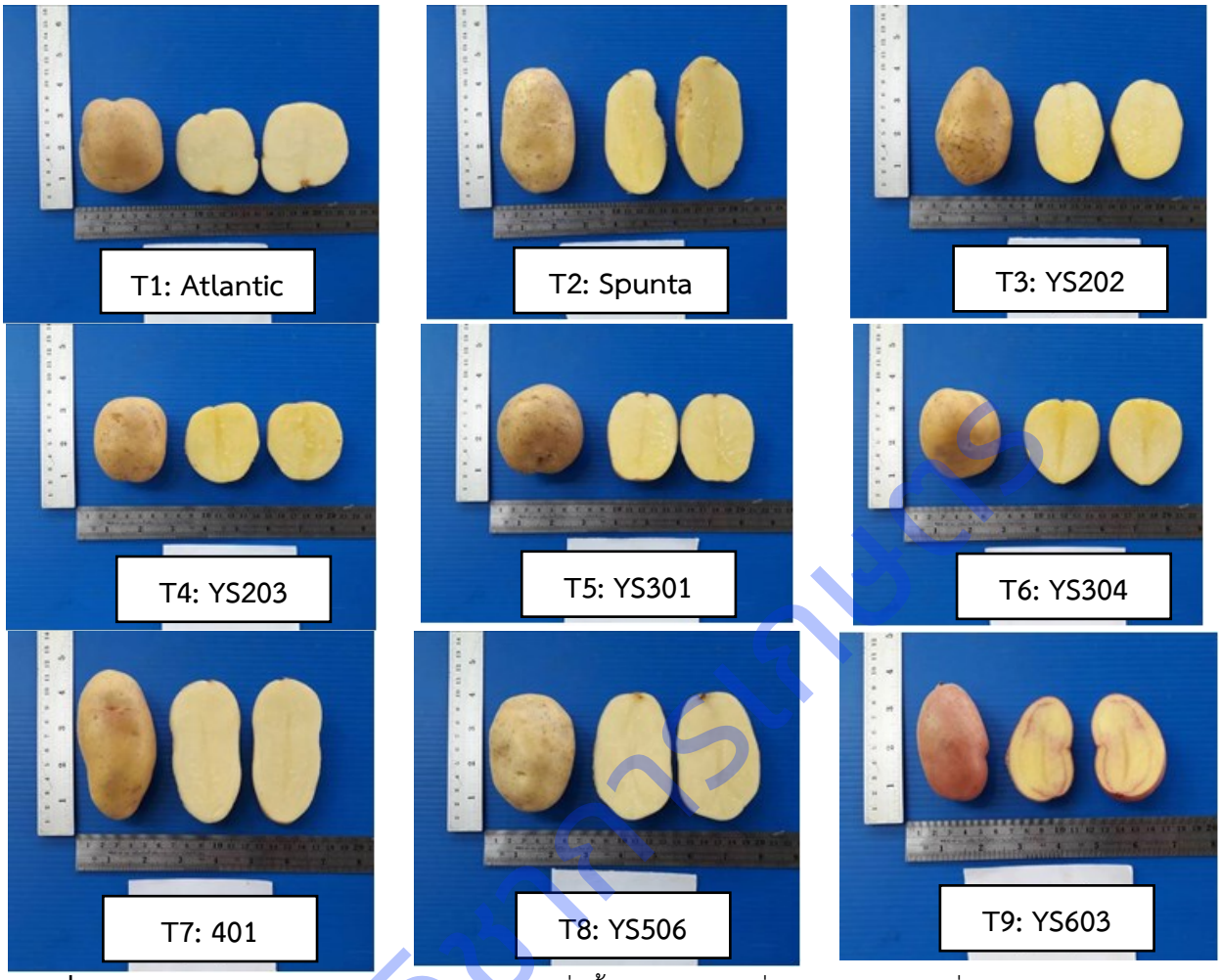

**ภาพที่ 4** ลักษณะภายนอกและภายในของหัวมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในฤดูหนาวที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 2561

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 5** จำนวนหัวต่อต้นของมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่




**ภาพที่ 6** ลักษณะภายนอกและภายในของหัวมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

**ปี 2561 (ฤดูฝน)**

จากการดำเนินการปลูกทดสอบมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ในฤดูฝน (สิงหาคม–พฤศจิกายน 61) ได้ผลดังนี้

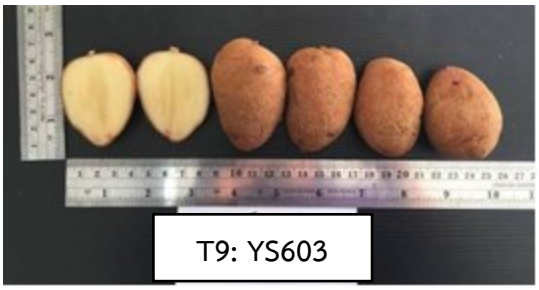
ในพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (AT) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 46.56 cm 40.53 cm 13.80 kg และ 1,844 kg ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 (AT) มีน้ำหนัก/หลุม สูงที่สุด คือ 323.60 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 และ 9 ส่วนกรรมวิธีที่ 2 (SP) มีความสูงของต้น สูงที่สุด คือ 50.60 cm ส่วนกรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 12.73 หัว กรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีจำนวนต้น/หลุม สูงที่สุด คือ 1.93 ต้น แต่ไม่มี

กรมวิชาการเกษตร

ความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 8 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 2, 3, 4, 7 และ 8 มีน้ำหนัก/หัวไม่มีความแตกต่างกัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 และ 5 (ภาพที่ 7 และ 8) (ตารางที่ 7)

**ภาพที่ 7** เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งของฤดูฝนที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ในปี 2561

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 8** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูฝนที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ในปี 2561

ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (AT) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 41.83 cm 3.93 kg และ 524 kg ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 3 (YS 202) มีความสูงของต้น สูงที่สุด คือ 34.83 cm สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) ความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ สูงที่สุด คือ 35.43 cm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2, 3, 5 และ 7 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 (AT) มีจำนวนต้น/หลุม สูงที่สุด คือ 1.40 ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3, 5, 6 และ 9 กรรมวิธีที่ 1 (AT) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 4.60 หัว แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2, 3, 5, 6, 7, 8 และ 9 สำหรับกรรมวิธีที่ 7 (YS 401) มีน้ำหนัก/หัว สูงที่สุด คือ 24.63 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1, 3, 4 และ 9 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 1 (AT) มีน้ำหนัก/หลุม สูงที่สุด คือ 91.80 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3, 7, 8 และ 9 (ภาพที่ 9 และ 10) (ตารางที่ 8)

**ภาพที่ 9** ต้นมันฝรั่งที่เป็นโรคเหี่ยวเขียวจากการปลูกในฤดูฝน ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 10** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่า กรรมวิธีที่ 2 (SP) มีความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ สูงที่สุด คือ 42.80 cm และ 41.56 cm ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 9 (YS 401) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก สูงที่สุด คือ 33.46 cm กรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มีจำนวนต้น/หลุมไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับกรรมวิธีที่ 2 (SP) และกรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 5.47 หัว และ 5.80 หัว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ส่วนกรรมวิธีที่ 8 (YS 506) มีน้ำหนัก/หัว สูงที่สุด คือ 39.57 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) มีน้ำหนัก/หลุม สูงที่สุด คือ 118.80 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 1 (AT) มีผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 5.09 kg และ 679 kg ตามลำดับ (ภาพที่ 11 และ 12) (ตารางที่ 9)

**ภาพที่ 11** การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 12** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 7** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูฝนพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ในปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว (g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | จำนวนหัว/1 ก.ก | ผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 47.73 | 46.56 | 40.53 | 1.47 abc | 7.13 b | 38.57 ab | 323.60 a | 14 | 13.80 | 1,844 |
| 2 | 50.60 | 40.20 | 36.23 | 1.40 bc | 3.67 e | 49.37 a | 168.87 c | 18 | 7.23 | 962 |
| 3 | 40.56 | 32.46 | 30.70 | 1.47 abc | 5.33 cd | 42.10 a | 246.00 b | 21 | 10.52 | 1,402 |
| 4 | 41.20 | 38.60 | 38.63 | 1.53 abc | 6.20 bc | 43.43 a | 276.40 ab | 18 | 11.81 | 1,575 |
| 5 | 38.93 | 37.33 | 35.20 | 1.27 c | 3.87 de | 38.43 ab | 162.80 cd | 21 | 6.98 | 928 |
| 6 | 26.26 | 24.36 | 25.06 | 1.07 c | 3.47 e | 21.60 b | 99.00 d | 22 | 4.23 | 564 |
| 7 | 35.93 | 29.03 | 27.20 | 1.20 c | 3.47 e | 41.20 a | 158.00 cd | 21 | 6.75 | 900 |
| 8 | 37.10 | 28.33 | 26.63 | 1.87 ab | 4.53 de | 50.23 a | 238.00 b | 24 | 10.17 | 1,356 |
| 9 | 43.80 | 35.73 | 32.20 | 1.93 a | 12.73 a | 19.60 b | 260.27 ab | 29 | 11.12 | 1,483 |
| LSD | | | | 0.25 | 0.77 | 9.12 | 30.83 | | | |
| CV (%) | | | | 20.58 | 16.81 | 29.19 | 17.58 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 8** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูฝนพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว(g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | จำนวนหัว/ 1 ก.ก | ผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 28.13 bc | 35.43 a | 41.83 a | 1.40 a | 4.60 a | 18.93 ab | 91.80 a | 18 | 3.93 | 524 |
| 2 | 30.10 ab | 29.37 ab | 31.30 b | 1.00 b | 3.13 ab | 9.03 b | 34.40 b | 28 | 1.47 | 196 |
| 3 | 34.83 a | 27.83 ab | 28.70 bc | 1.20 ab | 4.00 ab | 11.27 ab | 52.47 ab | 20 | 2.25 | 300 |
| 4 | 27.33 bc | 25.80 b | 25.60 bc | 1.00 b | 1.80 b | 16.90 ab | 28.67 b | 25 | 1.23 | 164 |
| 5 | 28.47 abc | 27.87 ab | 27.97 bc | 1.20 ab | 3.47 ab | 8.47 b | 32.13 b | 42 | 1.38 | 184 |
| 6 | 22.93 c | 23.27 b | 20.40 c | 1.13 ab | 3.40 ab | 9.17 b | 26.40 b | 45 | 1.13 | 151 |
| 7 | 25.67 bc | 27.37 ab | 26.47 bc | 1.00 b | 2.47 ab | 24.63 a | 72.20 ab | 23 | 3.09 | 413 |
| 8 | 22.43 c | 22.23 b | 19.80 c | 1.00 b | 2.60 ab | 13.43 ab | 55.40 ab | 34 | 2.37 | 317 |
| 9 | 27.27 bc | 22.73 b | 25.10b c | 1.07 ab | 4.33 ab | 5.70 b | 41.87 ab | 21 | 1.79 | 239 |
| LSD | 3.11 | 3.85 | 4.39 | 0.17 | 1.20 | 6.31 | 26.87 | | | |
| CV (%) | 13.87 | 17.55 | 19.57 | 18.25 | 44.23 | 59.16 | 68.04 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

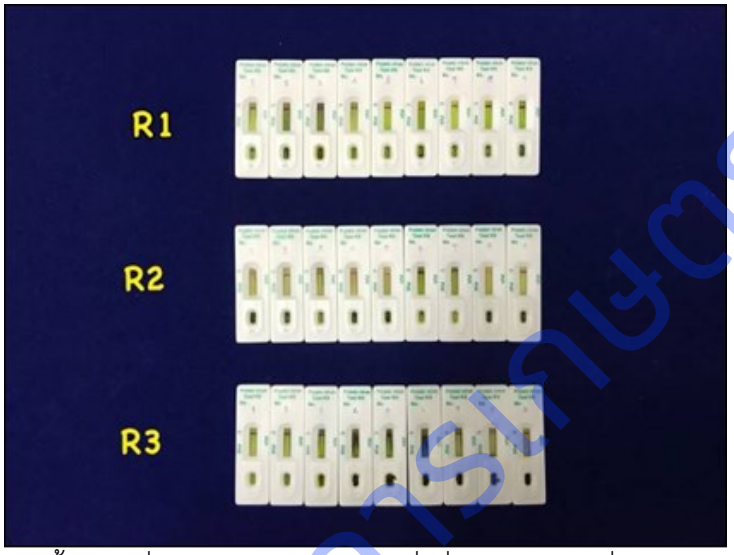
**ตารางที่ 9** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว(g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | จำนวนหัว/1 kg | ผลผลิต/พื้นที่ 12 ตรม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | | |
| 1 | 39.33 | 32.21 | 31.65 | 1.20 | 5.00 ab | 21.23 abc | 118.80 a | 28 | 5.09 | 679 |
| 2 | 42.8 | 41.56 | 31.23 | 1.20 | 5.47 a | 14.97 bc | 74.13 bc | 28 | 3.18 | 424 |
| 3 | 25.87 | 23.84 | 20.13 | 1.07 | 3.60 cd | 13.83 c | 76.13 bc | 34 | 3.26 | 435 |
| 4 | 29.27 | 24.84 | 24.65 | 1.07 | 3.93 bc | 18.37 bc | 87.60 ab | 40 | 3.75 | 500 |
| 5 | 31.67 | 27.82 | 18.87 | 1.07 | 2.47 d | 33.83 ab | 58.53 bc | 40 | 2.50 | 334 |
| 6 | 24.4 | 28.45 | 19.41 | 1.07 | 3.60 cd | 17.20 bc | 62.40 bc | 42 | 2.67 | 356 |
| 7 | 27.4 | 21.23 | 20.03 | 1.13 | 3.20 cd | 24.47 abc | 67.47 bc | 37 | 2.89 | 385 |
| 8 | 24.9 | 20.27 | 19.46 | 1.07 | 2.80 cd | 39.57 a | 74.00 bc | 30 | 3.17 | 423 |
| 9 | 37.87 | 26.28 | 33.46 | 1.20 | 5.80 a | 7.033 c | 44.00 c | 36 | 1.89 | 251 |
| LSD | | | | 0.12 | 0.62 | 9.14 | 17.195 | | | |
| CV (%) | | | | 13.27 | 18.97 | 52.86 | 28.58 | | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ถึงแม้ว่าผลการตรวจเชื้อไวรัสที่อายุ 60 วัน ของมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนใน 3 พื้นที่จะไม่พบเชื้อไวรัส (ภาพที่ 13, 14 และ 15) อย่างไรก็ตาม พบการระบาดของโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas solanacearum* ในแปลงทดลองพื้นที่ของ ศวพ.เชียงใหม่ ทำให้ต้นมันฝรั่งตายเป็นจำนวนมาก และมีผลผลิตไม่ได้คุณภาพ และจากข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ ในฤดูฝน ปี 2561 พบว่า ทุกสายพันธุ์ไม่มีความเหมาะสมต่อการปลูกในฤดูฝน ทั้ง 3 พื้นที่ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตและมีปริมาณผลผลิตลดลงอย่างน้อย 33% และคุณภาพผลผลิตไม่ดีเท่ากับการผลิตในฤดูหนาว




**ภาพที่ 13** ผลการตรวจเชื้อไวรัสที่อายุ 60 วัน ของมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ในปี 2561

**ภาพที่ 14** ผลการตรวจเชื้อไวรัสที่อายุ 60 วันโดยใช้ชุด Test kit ในมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 15** ผลการตรวจเชื้อไวรัสที่อายุ 60 วันโดยใช้ชุด Test kit ในมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2561

## ปี 2562

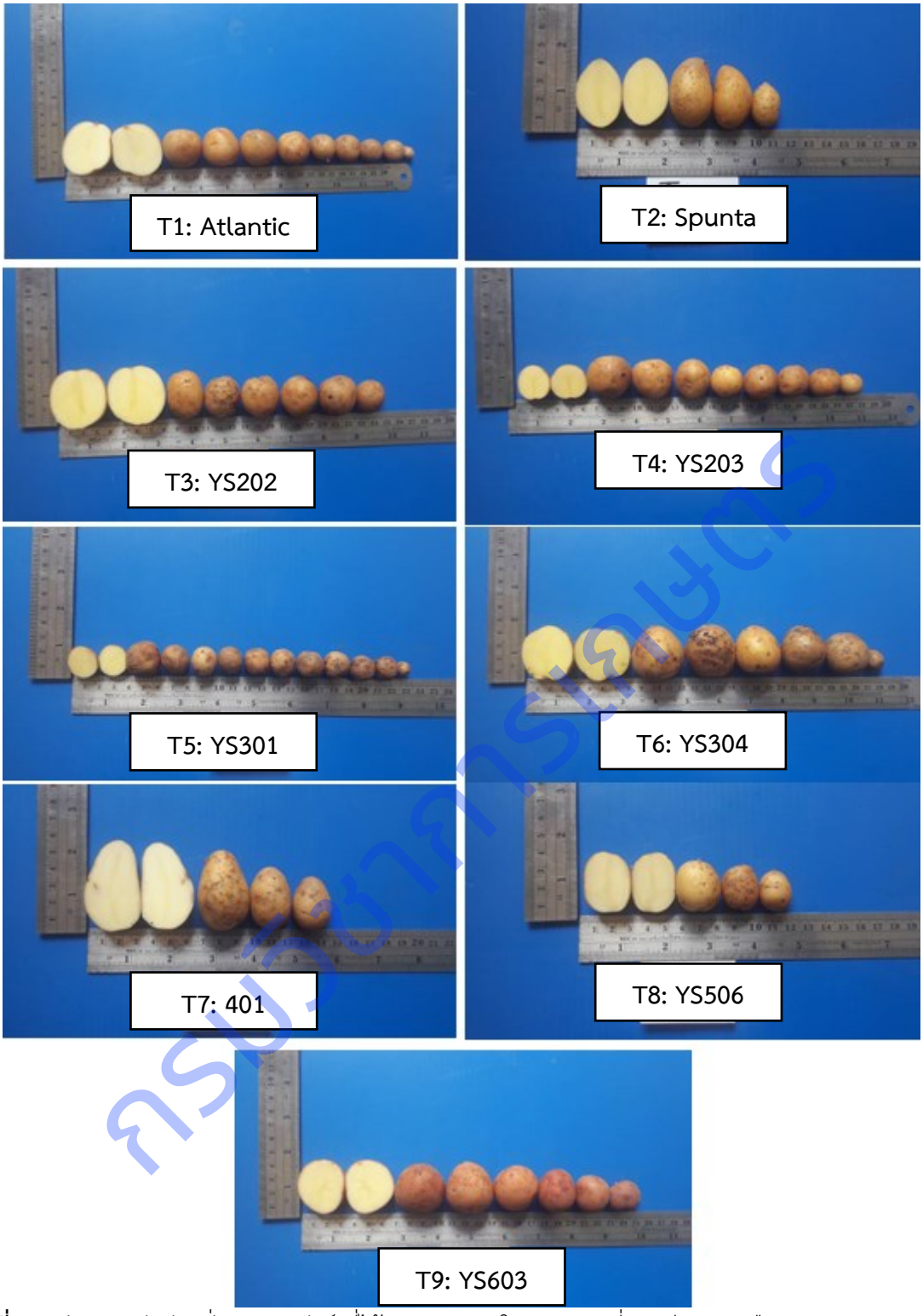
จากการดำเนินการปลูกทดสอบมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ในฤดูหนาว (ธันวาคม–มีนาคม 62) ได้ผลดังนี้

ในพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ พบว่า กรรมวิธีที่ 6 (YS 304) และกรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 27.3 และ 29.0 cm ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) และกรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ สูงที่สุด คือ 28.6 และ 28.7 cm ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 4 ส่วนกรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก สูงที่สุด คือ 32.0 cm สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) มีจำนวนต้น/หลุม สูงที่สุด คือ 1.47 ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 9 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 6.20 หัว แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1, 5 และ 9 สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) และกรรมวิธีที่ 7 (YS 401) มีน้ำหนัก/หัว สูงที่สุด คือ 16.57 และ 16.67 g ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2, 3, 4, 6 และ 9 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 9 (YS 603) มีน้ำหนัก/หลุม ผลผลิต/พื้นที่ 400 ตรม. ผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 58.40 g 130 kg และ 519 kg ตามลำดับ จากการสำรวจการเกิดโรคใบไหม้ พบว่ามีการระบาดของโรคใบไหม้อย่างรุนแรง ช่วงที่มันฝรั่งอายุได้ 30 วัน ทำให้ต้นมันฝรั่งมีการเจริญเติบโตไม่ดี มีผลทำให้ผลผลิตลดลงมากถึง 60-70% เมื่อเทียบกับการปลูกในปี 2561 (ภาพที่ 16 และ 17) (ตารางที่ 10 และ 11)

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 16** การปลูกมันฝรั่ง (ก) การสุ่มตรวจหาเชื้อไวรัสในมันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก (ข) และการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง (ค) ในแปลงทดลองพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ฤดูหนาวปี 2562

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 17** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูหนาวที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ในปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 10** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวของสถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 256

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว (g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | ผลผลิต/พื้นที่ 400 ตร.ม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | |
| 1 | 23.4 bc | 28.6 a | 28.7 b | 1.47 a | 3.60 abc | 16.57 a | 45.80 b | 102 | 407 |
| 2 | 20.9 c | 22.9 cd | 25.4 c | 1.00 b | 1.20 c | 8.83 abc | 10.07 f | 22 | 89 |
| 3 | 21.4 c | 20.0 e | 22.3 d | 1.00 b | 2.47 bc | 11.33 abc | 27.87 cd | 62 | 247 |
| 4 | 25.7 ab | 26.8 ab | 28.8 b | 1.00 b | 6.20 a | 9.50 abc | 23.87 de | 53 | 212 |
| 5 | 20.2 d | 19.6 e | 21.9 d | 1.00 b | 3.00 abc | 3.83 c | 12.47 ef | 28 | 111 |
| 6 | 27.3 a | 24.2 bc | 26.8 bc | 1.07 b | 2.07 bc | 14.80 ab | 42.20 b | 94 | 375 |
| 7 | 23.2 bc | 24.0 bc | 26.1 bc | 1.07 b | 2.20 bc | 16.67 a | 36.27 bc | 81 | 322 |
| 8 | 20.7 c | 20.5 de | 22.2 d | 1.00 b | 1.80 c | 6.87 bc | 11.20 f | 25 | 99 |
| 9 | 29.0 a | 28.7 a | 32.0 a | 1.27 ab | 5.47 ab | 11.13 abc | 58.40 a | 130 | 519 |
| **LSD** | 3.3 | 2.66 | 2.79 | 0.18 | 1.62 | 3.94 | 5.45 | | |
| **CV (%)** | 9.08 | 7.21 | 6.95 | 20.58 | 63.88 | 43.66 | 22.42 | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 11** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวของสถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ปี 2562

| กรรมวิธี | ตรวจหาเชื้อไวรัส | | ตรวจหาโรคใบไหม้ | ตรวจหาโรคเหี่ยวเขียว | เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) | เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (%) | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ (n/mm) | ตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | | | | | | | | | |
| 1 | - | - | + | - | * | 6.0 | กลม | 14C | 12D | 0.86 | * |
| 2 | - | - | + | - | * | 6.4 | ยาวรี | 15C | 11B | 0.8 | * |
| 3 | - | - | + | - | * | 6.3 | กลมแบน | 14C | 11A | 0.85 | * |
| 4 | - | - | + | - | * | 6.0 | กลมแบน | 17D | 12C | 0.83 | * |
| 5 | - | - | + | - | * | 6.9 | กลมแบน | 21D | 11A | 0.87 | * |
| 6 | - | - | + | - | * | 6.2 | กลมแบน | 20A | 13C | 0.77 | * |
| 7 | - | - | + | - | * | 5.9 | ยาวรี | 20B | 12D | 0.71 | * |
| 8 | - | - | + | - | * | 6.2 | กระบอก | 20B | 11C | 0.86 | * |
| 9 | - | - | + | - | * | 7.4 | กระบอก | 185B | 11C | 0.83 | * |

หมายเหตุ: * ไม่สามารถนำผลผลิตมาตรวจหาเปอร์เซ็นต์แป้งและตรวจหาเชื้อแบคทีเรียได้ เนื่องจากเกิดการระบาดของโรคใบไหม้ ในพื้นที่สถานีทดลองพืชสวนพบพระ จ.ตาก ทำให้ผลผลิตเสียหายเกือบทั้งหมด

กรมวิชาการเกษตร

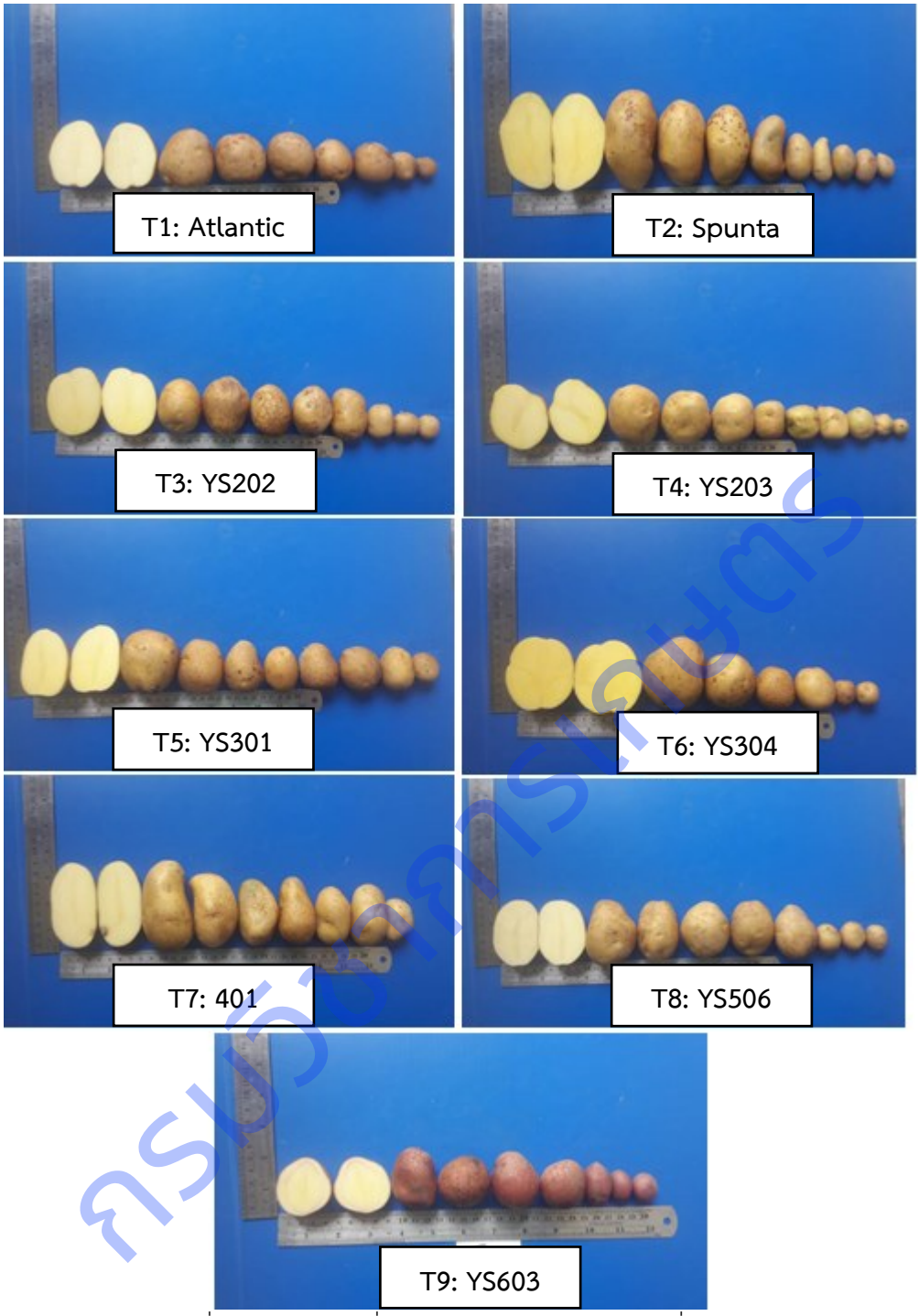
ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 39.47 cm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 (YS 304) สำหรับกรรมวิธีที่ 2 (SP) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ สูงที่สุด คือ 56.67 cm แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 5 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก สูงที่สุด คือ 69.14 cm สำหรับกรรมวิธีที่ 3 (YS 202) และกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีจำนวนต้น/หลุม สูงที่สุด คือ 3.00 และ 3.13 ต้น ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 13.67 หัว แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 และ 9 สำหรับกรรมวิธีที่ 6 (YS 304) มีน้ำหนัก/หัว สูงที่สุด คือ 81.10 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ส่วนกรรมวิธีที่ 1 (AT) และกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีน้ำหนัก/หลุม สูงที่สุด คือ 562.67 และ 577.60 g ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3 และ 8 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีผลผลิต/พื้นที่ 400 ตรม. ผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 1,282 และ 5,129 kg ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบการเกิดโรใบไหม้ในระดับที่ควบคุมได้เฉพาะในสายพันธุ์ YS 202 และไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในผลผลิตมันฝรั่งในทุกสายพันธุ์ สำหรับทางด้านคุณภาพของผลผลิตพบว่า ทุกสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งมากกว่า 17% (ภาพที่ 18-20) (ตารางที่ 12 และ 13)

**ภาพที่ 18** การปลูกทดสอบมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ (ก) การสุ่มตรวจหาเชื้อไวรัสในต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ข) และต้นมันฝรั่งอายุ 60 วันหลังปลูก (ค) มันฝรั่งที่ปลูกในฤดูหนาว พื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 19** การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูหนาว พื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 20** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ในปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 12** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2562

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว (g) | น้ำหนัก/หลุม(g) | ผลผลิต/พื้นที่ 400 ตร.ม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | |
| 1 | 29.33 cde | 38.27 b | 45.67 cd | 2.40 ab | 12.87 ab | 47.63 bc | 562.67 a | 1,249 | 4,997 |
| 2 | 26.33 de | 56.67 a | 35.47 e | 1.20 c | 4.00 f | 70.33 ab | 281.67 d | 625 | 2,501 |
| 3 | 31.47 bc | 43.13 ab | 47.53 c | 3.00 a | 10.40 bc | 59.97 abc | 500.40 ab | 1,111 | 4,444 |
| 4 | 39.47 a | 43.67 ab | 69.14 a | 3.13 a | 13.67 a | 37.50 c | 577.60 a | 1,282 | 5,129 |
| 5 | 33.27 bc | 42.40 ab | 58.87 b | 1.73 bc | 9.00 cd | 45.17 bc | 428.93 bc | 952 | 3,809 |
| 6 | 34.67 ab | 36.53 b | 42.53 cde | 1.07 c | 5.13 ef | 81.10 a | 257.27 d | 571 | 2,285 |
| 7 | 24.80 e | 30.13 b | 39.33 de | 2.07 b | 6.60 def | 40.33 c | 354.20 cd | 786 | 3,145 |
| 8 | 31.07 bcd | 36.60 b | 40.00 cde | 1.80 bc | 7.60 cde | 50.53 bc | 468.00 abc | 1,039 | 4,156 |
| 9 | 30.87 bcd | 36.80 b | 43.60 cd | 1.80 bc | 13.13 ab | 37.20 c | 422.33 bc | 938 | 3,750 |
| LSD | 2.41 | 8.31 | 3.69 | 0.39 | 1.45 | 12.90 | 60.13 | | |
| CV (%) | 9.45 | 25.01 | 9.65 | 23.46 | 19.4 | 30.26 | 17.20 | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 13** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2562

| กรรมวิธี | ตรวจหาเชื้อไวรัส | | ตรวจหาโรคใบไหม้ | ตรวจหาโรคเหี่ยวเขียว | เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) | เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (%) | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ (n/mm) | ตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | | | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | 21.2 | 6.7 | กลม | 14C | 12D | 0.85 | - |
| 2 | - | - | - | - | 17.7 | 5.7 | ยาวรี | 15C | 11B | 0.72 | - |
| 3 | - | - | + | - | 19.7 | 6.3 | กลมแบน | 14C | 11A | 0.71 | - |
| 4 | - | - | - | - | 19.4 | 6 | กลมแบน | 17D | 12C | 0.76 | - |
| 5 | - | - | - | - | 19.4 | 6 | กลมแบน | 21D | 11A | 0.75 | - |
| 6 | - | - | - | - | 19.9 | 6.5 | กลมแบน | 20A | 13C | 0.86 | - |
| 7 | - | - | - | - | 20.1 | 6.3 | ยาวรี | 20B | 12D | 0.74 | - |
| 8 | - | - | - | - | 19.7 | 6.5 | กระบอก | 20B | 11C | 0.79 | - |
| 9 | - | - | - | - | 22.9 | 7.2 | กระบอก | 185B | 11C | 0.80 | - |

กรมวิชาการเกษตร

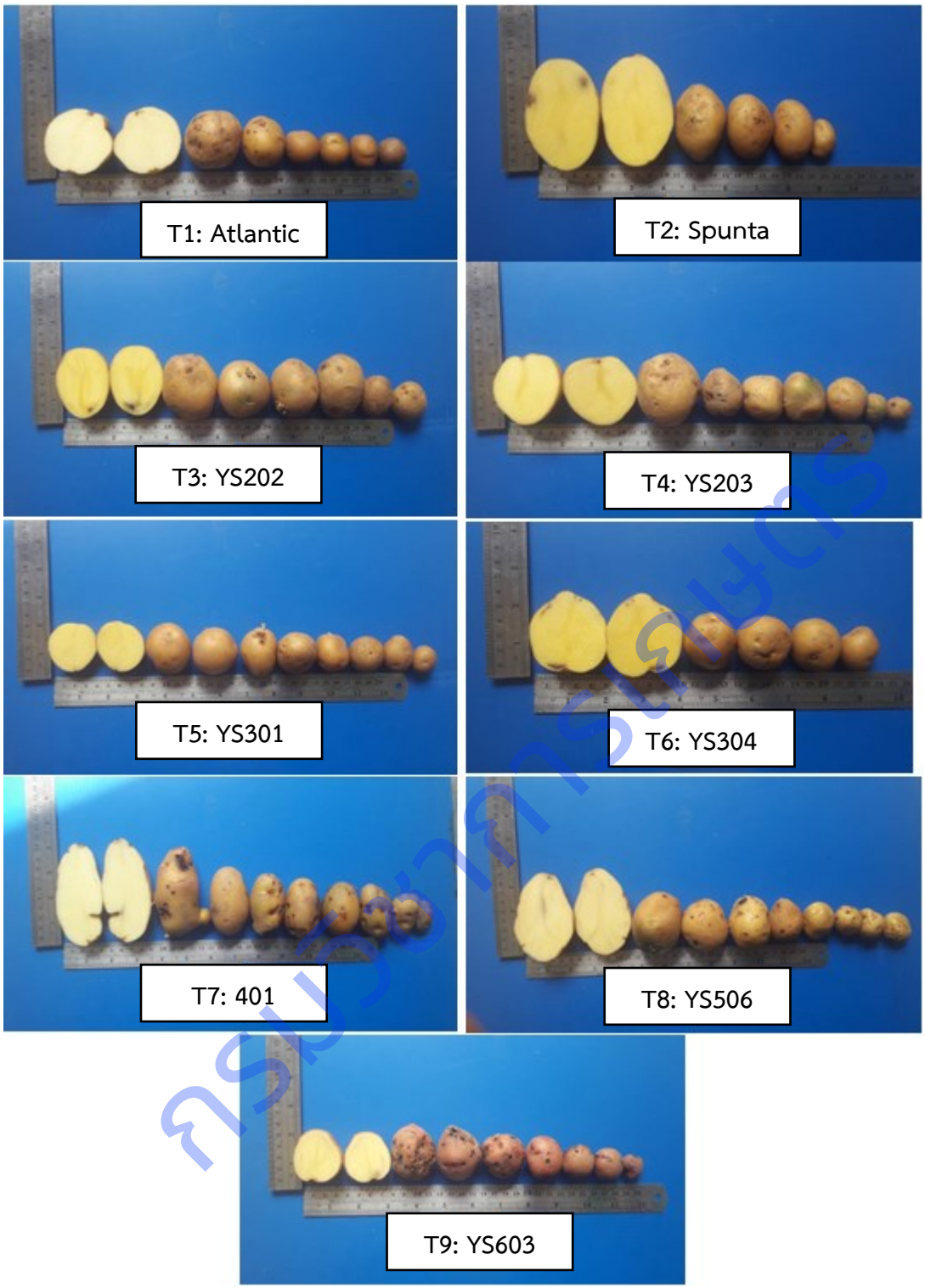
ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (AT) มีความสูงของต้นสูงที่สุด คือ 51.17 cm สำหรับกรรมวิธีที่ 1 (AT) กรรมวิธีที่ 4 (YS 203) และกรรมวิธีที่ 5 (YS 301) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ สูงที่สุด คือ 43.62, 43.56 และ 40.83 cm ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 (AT) มีความกว้างทรงพุ่มด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก สูงที่สุด คือ 56.23 cm สำหรับกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีจำนวนต้น/หลุม สูงที่สุด คือ 3.87 ต้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 และ 5 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีจำนวนหัว/หลุม สูงที่สุด คือ 12.87 หัว แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1, 5 และ 9 สำหรับกรรมวิธีที่ 7 (YS 401) และกรรมวิธีที่ 8 มีน้ำหนัก/หัว สูงที่สุด คือ 50.93 และ 51.37 g ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 2 ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีน้ำหนัก/หลุม สูงที่สุด คือ 404.00 g แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 5, 7 และ 8 นอกจากนี้ยังพบว่ากรรมวิธีที่ 4 (YS 203) มีผลผลิต/พื้นที่ 400 ตรม. ผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด คือ 897 และ 3,588 kg ตามลำดับ ทางด้านคุณภาพผลผลิต ทุกสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งมากกว่า 15.8% ซึ่งต่ำกว่าการปลูกในพื้นที่ ศวพ.เชียงใหม่ ประมาณ 11% พบว่า อย่างไรก็ตาม ไม่พบการระบาดของโรคใบไหม้ และการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในผลผลิตในทุกสายพันธุ์ (ภาพที่ 21-23) (ตารางที่ 14 และ 15)

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 21** การปลูกทดสอบมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ (ก) การสุ่มตรวจหาเชื้อไวรัสในต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก (ข) และผลการตรวจหาเชื้อไวรัสในต้นมันฝรั่งโดยใช้ชุด Test kit (ค) ในมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูหนาว พื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2562

**ภาพที่ 22** การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูหนาว พื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพที่ 23** ลักษณะหัวมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูหนาวที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ในปี 2562

**ตารางที่ 14** ข้อมูลการเจริญเติบโตและข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

| กรรมวิธี | ความสูงของต้น (cm) | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) | | จำนวนต้น/หลุม(ต้น) | จำนวนหัว/หลุม(หัว) | น้ำหนัก/หัว (g) | น้ำหนัก/หลุม (g) | ผลผลิต/พื้นที่ 400 ตร.ม. (kg) | ผลผลิต/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N-S | E-W | | | | | | |
| 1 | 51.17 a | 43.62 a | 56.23 a | 2.80 ab | 11.73 ab | 30.20 bc | 342.93 abc | 761 | 3,045 |
| 2 | 35.11 bc | 31.46 cd | 33.56 de | 1.27 c | 6.13 de | 43.23 ab | 315.93 abc | 701 | 2,805 |
| 3 | 31.89 cd | 29.60 d | 31.09 e | 2.13 bc | 9.00 bcd | 31.47 bc | 312.20 abc | 693 | 2,772 |
| 4 | 37.24 b | 43.56 a | 42.50 b | 3.87 a | 12.87 a | 24.73 c | 404.00 a | 897 | 3,588 |
| 5 | 35.58 bc | 40.83 a | 41.46 b | 3.13 ab | 11.53 abc | 22.93 c | 368.60 ab | 818 | 3,273 |
| 6 | 29.29 d | 34.17 bc | 36.00 cd | 1.40 c | 4.60 e | 27.93 bc | 180.47 c | 401 | 1,603 |
| 7 | 33.94 bc | 30.11 d | 30.70 e | 2.13 bc | 7.80 cde | 50.93 a | 346.80 ab | 770 | 3,080 |
| 8 | 35.69 bc | 34.57 bc | 33.57 de | 1.47 c | 6.87 de | 51.37 a | 321.80 abc | 714 | 2,858 |
| 9 | 35.66 bc | 36.25 b | 37.24 c | 2.67 b | 11.67 ab | 19.03 c | 205.87 bc | 457 | 1,828 |
| LSD | 3.79 | 3.76 | 3.29 | 0.55 | 1.80 | 33.15 | 77.25 | | |
| CV (%) | 6.07 | 6.04 | 5.01 | 29.12 | 24.19 | 30.90 | 30.43 | | |

หมายเหตุ: ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 15** ข้อมูลการเกิดโรคและคุณภาพผลผลิตของมันฝรั่งกรรมวิธีต่างๆ ที่ปลูกในฤดูหนาวของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ปี 2562

| กรรมวิธี | ตรวจหาเชื้อไวรัส | | ตรวจหาโรคใบไหม้ | ตรวจหาโรคเหี่ยวเขียว | เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) | เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (%) | รูปร่างหัว | สีเปลือก | สีเนื้อ | ความแน่นเนื้อ (n/mm) | ตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 วัน | 60 วัน | | | | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | 17.3 | 6.9 | กลม | 14C | 12D | 0.8 | - |
| 2 | - | - | - | - | 16.7 | 7.2 | ยาวรี | 15C | 11B | 0.77 | - |
| 3 | - | - | - | - | 16.7 | 5.2 | กลมแบน | 14C | 11A | 0.78 | - |
| 4 | - | - | - | - | 17.3 | 5.3 | กลมแบน | 17D | 12C | 0.74 | - |
| 5 | - | - | - | - | 16.9 | 5.6 | กลมแบน | 21D | 11A | 0.73 | - |
| 6 | - | - | - | - | 16.7 | 6.3 | กลมแบน | 20A | 13C | 0.73 | - |
| 7 | - | - | - | - | 16.2 | 6.2 | ยาวรี | 20B | 12D | 0.73 | - |
| 8 | - | - | - | - | 15.8 | 4.5 | กระบอก | 20B | 11C | 0.76 | - |
| 9 | - | - | - | - | 16.5 | 8.3 | กระบอก | 185B | 11C | 0.67 | - |

กรมวิชาการเกษตร

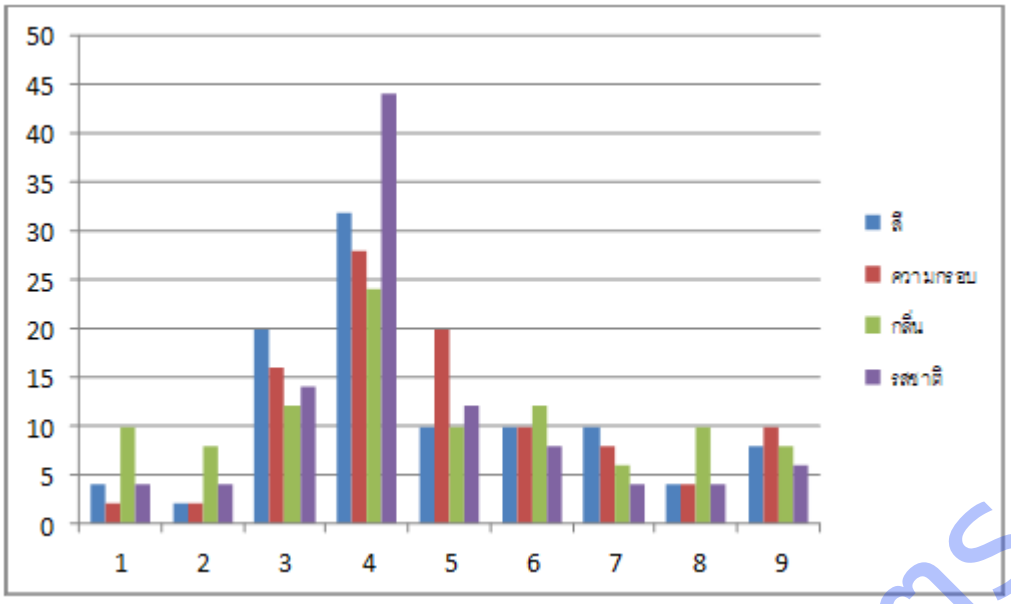
นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยการแปรรูปทั้งวิธีการทอดและนึ่ง ผลการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในรสชาติของมันฝรั่งกรรมวิธีที่ 4 (YS 203) จากการแปรรูปทั้ง 2 วิธี (ภาพที่ 25-27) ประกอบกับผลการปลูกทดสอบใน 3 พื้นที่ ในปี 2561-2562 พบว่า สายพันธุ์ YS 203 มีปริมาณและคุณภาพผลผลิตที่ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ Atlantic มากที่สุด ดังนั้น จึงได้คัดเลือกมันฝรั่งสายพันธุ์ YS 203 เพื่อนำไปปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ Atlantic ซึ่งเป็นพันธุ์การค้า/ไปในปี 2563

กรมวิชาการเกษตร

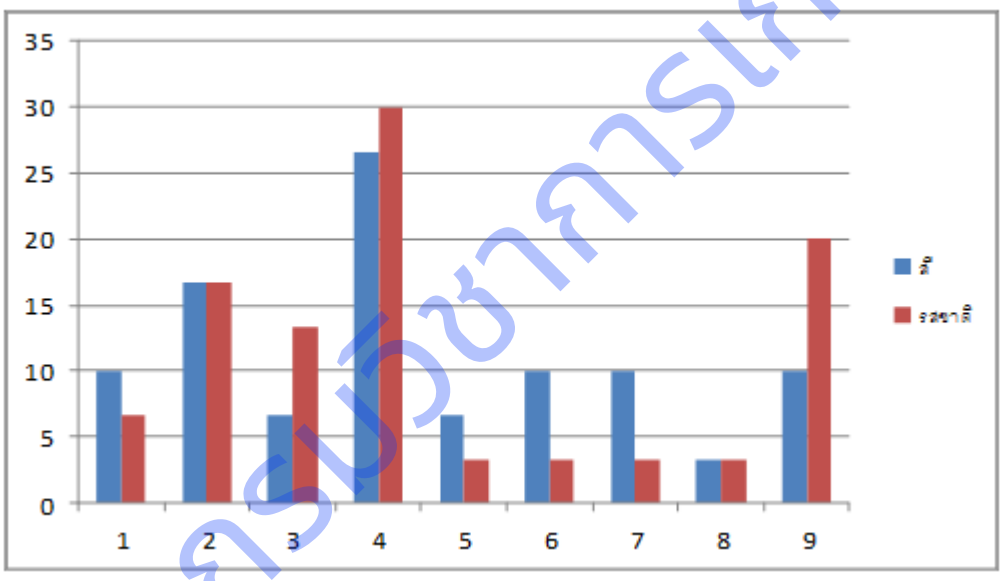
**ภาพที่ 24** ลักษณะภายนอกและภายในของหัวมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่ได้จากการปลูกทั้ง 3 พื้นที่ที่ปลูกในฤดูหนาว ปี 2562

**ภาพที่ 25** ลักษณะมันฝรั่งทั้ง 9 กรรมวิธี ที่แปรรูปจากการทอด

กรมวิชาการเกษตร

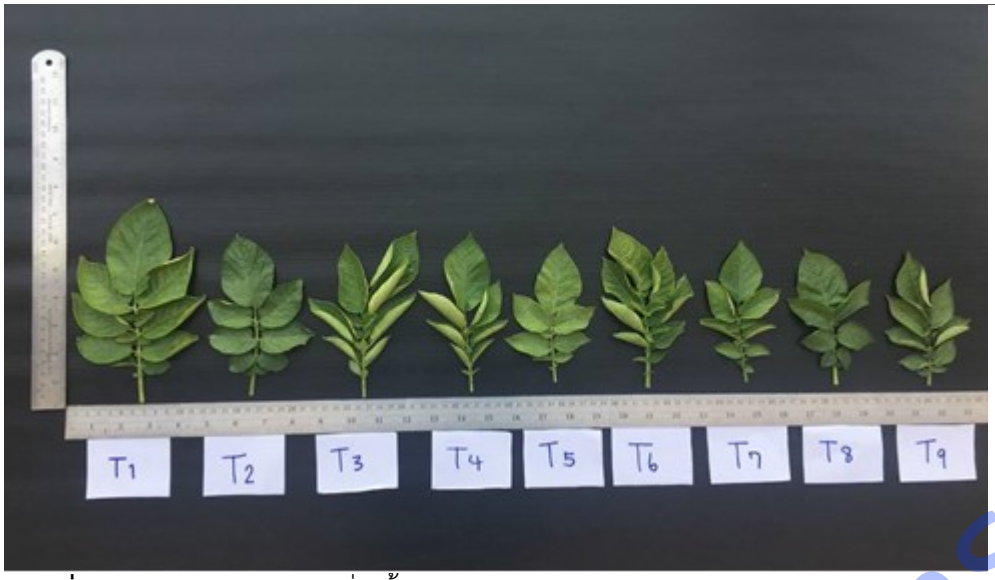



**ภาพที่ 26** กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบความพึงพอใจในรสชาติของมันฝรั่งทอดทั้ง 9 กรรมวิธี จากผู้บริโภค 50 ราย




**ภาพที่ 27** กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบความพึงพอใจในรสชาติของมันฝรั่งนึ่งทั้ง 9 กรรมวิธี จากผู้บริโภค 30 ราย

กรมวิชาการเกษตร




T1: Atlantic

T2: Spunta

T3: YS202

T4: YS203

T5: YS301

T6: YS304

T7: 401

T8: YS506

T9: YS603

**ภาพที่ 28** ลักษณะใบของมันฝรั่ง ทั้ง 9 กรรมวิธี

**ปี 2563**

ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบมันฝรั่ง จำนวน 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์ Atlantic กับพันธุ์ YS 203 ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีปริมาณและคุณภาพผลผลิตดีในปีงบประมาณ 2561-2562 โดยปลูกในฤดูหนาว (พฤศจิกายน 62-มีนาคม 63) ในแปลงเกษตรกร จำนวน 10 ราย โดยอยู่ในพื้นที่ อ.พบพระ จ.ตาก 2 ราย ในพื้นที่ อ.เมือง จ.เชียงราย 2 ราย และพื้นที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 6 ราย (ภาพที่ 29) พบว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จำนวน 9 ราย ดังตารางที่ 16

**ตารางที่ 16** รายชื่อเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 10 ราย จาก 3 พื้นที่ ได้แก่ จ.ตาก เชียงราย และ เชียงใหม่

| ลำดับ | วันที่ปลูก | วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต | ชื่อเกษตรกร | ที่อยู่ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 27/11/2562 | 27/2/2563 | นายคมสัน ถวิลอำพันธ์ | 1/133 หมู่ 10 ต.รวมไทยพัฒนา อ.พบพระ จ.ตาก |
| 2 | 27/11/2562 | 27/2/2563 | นางบัวเกี๋ยง วงษ์คำ | 2/25 หมู่ 8 ต.รวมไทยพัฒนา อ.พบพระ จ.ตาก |
| 3 | 20/12/2562 | 20/3/2563 | นายธนพงษ์ ไชยชมภู | 286 หมู่ 19 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมือง จ.เชียงราย |
| 4 | 20/12/2562 | 20/3/2563 | นางเสาณีย์ ไชยชมภู | 156 หมู่ 19 ต.ป่าอ้อดอนชัย อ.เมือง จ.เชียงราย |
| 5 | 20/11/2562 | 20/2/2563 | นายเมฆ จิตสุข | 22 หมู่ 8 ต.สันทราย อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |
| 6 | | | นายอุดม ไชยปัญญา | 144 หมู่ 8 ต.สันทราย อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |
| 7 | | | นายสุคำ บุญอุตร | 7/1 หมู่ 8 ต.สันทราย อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |
| 8 | | ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ | นายทองคำ ศิริลาภา | 12 หมู่ 8 ต.สันทราย อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |
| 9 | 2/12/2562 | 2/3/2563 | นางแดง คืนสันเที๊ยะ | 48 หมู่ 1 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |
| 10 | 11/12/2562 | 11/3/2563 | นายศรชัย แก้วยอดดี | 114 หมู่ 1 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ |

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 29** เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการในพื้นที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ในฤดูหนาว ปี 2563

สำหรับข้อมูลผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์ Atlantic กับ YS203 ที่เก็บได้จากแปลงเกษตรกรทั้ง 9 ราย ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ จ.ตาก จ.เชียงราย และ จ.เชียงใหม่ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในด้านจำนวนต้น/หลุม จำนวนหัว/หลุม น้ำหนัก/หัว น้ำหนักหัว/หลุม จำนวนหัว/ 1 kg และ น้ำหนักผลผลิต/ไร่ (ตารางที่ 17) นอกจากนี้ ยังพบว่า หัวมันฝรั่งทั้ง 2 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์แป้ง เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และความแน่นเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสามารถนำสายพันธุ์ YS203 มาปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อให้มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนต่อไป (ตารางที่ 18) (ภาพที่ 30)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 17** ข้อมูลจำนวนต้นต่อหลุม จำนวนหัวต่อหลุม น้ำหนักต่อหัว น้ำหนักหัวต่อหลุม จำนวนหัวต่อ 1 kg และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ของมันฝรั่งที่เก็บได้จากเกษตรกร 9 ราย ที่ปลูกในฤดูหนาว ปี 2563

| เกษตรกร | จำนวนต้น/หลุม (ต้น) | | จำนวนหัว/หลุม (หัว) | | น้ำหนัก/หัว (g) | | น้ำหนักหัว/หลุม (g) | | จำนวนหัว/ 1 kg (หัว) | | น้ำหนักผลผลิต/ไร่ (kg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 |
| 1. นายคมสัน ถวิลอำพันธ์ | 1 | 1 | 11 | 8 | 80 | 69 | 796 | 546 | 12 | 14 | 1,460 | 1,014 |
| 2. นางบัวเกี๋ยง วงษ์คำ | 1 | 1 | 4 | 4 | 73 | 82 | 316 | 390 | 16.5 | 12.5 | 1,144 | 1,696 |
| 3. นายธนพงษ์ ไชยชมภู | 2 | 1 | 13 | 9 | 68 | 57 | 760 | 446 | 14.5 | 19 | 1,280 | 1,164 |
| 4. นางเสาณีย์ ไชยชมภู | 2 | 1 | 15 | 15 | 43 | 49 | 647 | 713 | 23.5 | 19.5 | 1034.5 | 1,168 |
| 5. นายเมฆ จิตสุข | 1 | 1 | 8 | 8 | 51 | 41 | 409 | 307 | 19 | 24.5 | 2,040 | 1,744 |
| 6. นายอุดม ไชยปัญญา | 1 | 2 | 5 | 5 | 36 | 22 | 128 | 94 | 30 | 34 | 440 | 512 |
| 7. นายสุคำ บุญอุตร | 1 | 1 | 3 | 4 | 21 | 14 | 44 | 37 | 36.5 | 37.5 | 496 | 512 |
| 8. นางแดง คืนสันเที๊ยะ | 1.4 | 1.3 | 12.7 | 5.1 | 57.6 | 32.6 | 357.8 | 171.5 | 13 | 22.5 | 2,240 | 1,059 |
| 9. นายศรชัย แก้วยอดดี | 1.3 | 1.2 | 7.2 | 3.3 | 48.9 | 34.6 | 346.2 | 99.1 | 11 | 27.5 | 2,320 | 968 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 1.3 | 1.17 | 8.8 | 6.8 | 53.2 | 44.6 | 422.7 | 311.5 | 19.6 | 23.4 | 1.38 | 1.09 |
| **T-test** | 0.669 | | 2.047 | | 2.471 | | 2.307 | | -1.817 | | 1.404 | |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 18** ข้อมูลเปอร์เซ็นต์แป้ง เปอร์เซ็นต์น้ำตาล และความแน่นเนื้อ ของมันฝรั่งที่เก็บได้จากเกษตรกร 9 รายที่ปลูกในฤดูหนาว ปี 2563

| เกษตรกร | เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) | | เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (%) | | ความแน่นเนื้อ (n/mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 | Atlantic | YS 203 |
| 1. นายคมสัน ถวิลอำพันธ์ | 20.0 | 19.3 | 5.6 | 5.1 | 0.88 | 0.90 |
| 2. นางบัวเกี๋ยง วงษ์คำ | 19.8 | 20.5 | 6.3 | 6.5 | 0.90 | 0.92 |
| 3. นายธนพงษ์ ไชยชมภู | 19.3 | 20.3 | 5.2 | 5.0 | 0.89 | 0.86 |
| 4. นางเสาณีย์ ไชยชมภู | - | 18.8 | 7.2 | 5.6 | 0.85 | 0.86 |
| 5. นายเมฆ จิตสุข | 22.1 | 22.2 | 6.3 | 6.2 | 0.77 | 0.87 |
| 6. นายอุดม ไชยปัญญา | 18.8 | 18.8 | 4.5 | 5.0 | - | - |
| 7. นายสุคำ บุญอุตร | 18.8 | 18.8 | 5.0 | 4.0 | - | - |
| 8. นางแดง คืนสันเที๊ยะ | 19.1 | 18.6 | 5.1 | 4.8 | 0.75 | 0.84 |
| 9. นายศรชัย แก้วยอดดี | 18.7 | 19.8 | 6.1 | 5.8 | 0.82 | 0.91 |
| **ค่าเฉลี่ย** | 19.58 | 19.79 | 5.7 | 5.3 | 0.84 | 0.88 |
| **T-test** | -0.905 | | 1.761 | | -2.257 | |

**ภาพที่ 30** การเก็บข้อมูลผลผลิตและวัดปริมาณคุณภาพผลผลิตมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูหนาว ปี 2563

ศูนย์วิจัยการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากการปลูกทดสอบมันฝรั่ง 9 สายพันธุ์ ได้แก่ AT, SP, YS202, YS203, YS301, YS304, YS401, YS506 และ YS603 ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย สถานีทดลองพืชสวนพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) ปี 2561-2562 และในฤดูฝน (สิงหาคม–พฤศจิกายน) ปี 2561 พบว่า มันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในฤดูหนาว โดยพบว่า ในฤดูฝนมันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์ มีผลผลิตลดลงอย่างน้อย 33 % ในทุกพื้นที่ ดังนั้น มันฝรั่งทั้ง 9 สายพันธุ์จึงไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกในฤดูฝนของทั้ง 3 พื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่า ทุกสายพันธุ์สามารถเกิดโรคใบไหม้ และมีการสะสมของเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas solanacearum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวในหัวมันฝรั่งได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการระบาดของโรคในพื้นที่ปลูกด้วย อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ YS203 มีลักษณะหัว ปริมาณและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ AT ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการแปรรูป จึงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

## กิจกรรมที่ 1.2 การทดสอบปฏิกิริยาต้านทานโรคของมันฝรั่ง

# การทดลองที่ 1.2.1 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans*

# Testing on resistance potato varieties to *Phytophthora infestans*


**ชื่อผู้วิจัย**

ธารทิพย์ ภาสบุตร[1] ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี[1] อภิรัชต์ สมฤทธิ์[1] อรทัย วงค์เมธา[2]

Tharntip Pasabutr[1] Yuthasak Jiamchaisri[1] Apirat Somrit[1] Orathai Wongmetha[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

โรคใบไหม้มันฝรั่ง (late blight) เชื้อรา (*Phytophthora infestans*) มันฝรั่ง (potato) สายพันธุ์ (variety) และ ปฏิกิริยาพันธุ์ (response)



**บทคัดย่อ**

โรคใบไหม้ (Late blight) ของมันฝรั่งที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* เป็นโรคที่มีความสำคัญ เชื้อราสาเหตุโรคสามารถพัฒนาตัวเองเอาชนะและเข้าทำลายมันฝรั่งที่มียีนต้านทานได้อย่างรวดเร็ว การศึกษาในครั้งนี้เพื่อทดสอบความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจาก *Phytophthora infestans* ของพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 17 สายพันธุ์ ได้แก่ 302428.20 (C1), 391002.6 (C2), 398098.119 (C3), 398098.205 (C4), 398180.144 (C5), 398180.253 (C6), 398180.292 (C7), 398190.200 (C8), 398190.404 (C9), 398190.530 (C10), 398190.605 (C11), 398190.735 (C12), 398192.41 (C13), 398192.592 (C14), 398193.650 (C15), 398201.510 (C16) และ 398208.620 (C17) ที่นำเข้าจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู โดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ทำการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ 21 กรรมวิธี โดยการปลูกเชื้อรา *P. infestans* ความเข้มข้น $1x10^4$ สปอร์แรงเจีย (sporangia) $ml^{-1}$ จำนวน 4 ไอโซเลต ให้กับต้นมันฝรั่งที่ต้องการทดสอบ โดยมีพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A3) พันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A9) พันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบไหม้) ปลูกเชื้อและพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ไม่ปลูกเชื้อ เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ผลการทดสอบพบว่า สายพันธุ์มันฝรั่ง 4 สายพันธุ์ที่แสดงปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* ทั้ง 4 ไอโซเลต คือ 302428.20 (CIP1), 398190.200 (CIP8), 391002.6 (CIP2) และ 398180.292 (CIP7) ส่วนสายพันธุ์มันฝรั่งที่แสดงปฏิกิริยาความอ่อนแอต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* คือ 398190.530 (C10) และ 398201.510 (C16)


## Abstract


กรมวิชาการเกษตร

Late blight (*Phytophthora infestans* de Bary) is the most important and destructive disease of potato (*Solanum tuberosum* L). The pathogen has the ability to rapidly evolve and rapidly infect to potato late blight resistance genes. As a result, evaluation of commercial potato varieties for resistance should not be a one-time task, but a routine breeding activity. This study was, therefore, conducted to determine the genetic variability of potato varieties in terms of resistance to the late blight disease Potato varieties 302428.20 (C1), 391002.6 (C2), 398098.119 (C3), 398098.205 (C4), 398180.144 (C5), 398180.253 (C6), 398180.292 (C7), 398190.200 (C8), 398190.404 (C9), 398190.530 (C10), 398190.605 (C11), 398190.735 (C12), 398192.41 (C13), 398192.592 (C14), 398193.650 (C15), 398201.510 (C16) and 398208.620 (C17) were tested under experimental greenhouse natural epiphytotic conditions. A total of 21 treatments were evaluated using a randomized complete block design (RCBD) with five replications. Four *P. infestans* isolates, 1 x $10^4$ sporangia per ml. were inoculated. Four varieties 391002.6 (CIP2), 302428.20 (CIP1), 398190.200 (CIP8) and 398180.292 (CIP7) were found to be resistant to the disease. The 398190.530 (C10) and 398201.510 (C16) varieties were found to be susceptible to the disease.

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

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

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือของประเทศไทย คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ.เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม (สนองและคณะ, 2551) ซึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศเช่น ออสเตรเลีย สกอตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) พันธุ์มันฝรั่งที่นิยมปลูกมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์แอตแลนติกและพันธุ์สปุนต้า แต่ในการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรปัญหาสำคัญที่พบเป็นประจำคือ การระบาดของโรคต่างๆ เช่น โรคเหี่ยว (wilt) โรคใบไหม้ (late blight) โดยเฉพาะพันธุ์แอตแลนติกที่มีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ (late blight) ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* ซึ่งเมื่อเกิดการระบาดของโรคแล้วทำให้ได้ผลผลิตต่ำไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ปัจจุบันถึงแม้จะมีวิธีการป้องกันกำจัดโรคโดยใช้สารเคมี แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะป้องกันกำจัดโรคนี้ให้ได้ผลร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่กลับมีแนวโน้มที่โรคจะรุนแรงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง การป้องกันกำจัดโรคใบไหม้ในมันฝรั่ง จึงควรใช้หลายๆวิธีร่วมกัน เช่น การหลีกเลี่ยงโรค การลดปริมาณเชื้อ การตัดวงจรชีวิตของเชื้อ ตัดวงจรการแพร่ระบาดของโรค รวมทั้งการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานหรือพันธุ์ทนทานโรค

กรมวิชาการเกษตร

เพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุดและเป็นการช่วยลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรค ดังนั้นการศึกษาปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู จำนวน 17 สายพันธุ์ต่อเชื้อรา *Phytophthora infestans* สาเหตุโรคใบไหม้มันฝรั่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลความต้านทานเบื้องต้นของพันธุ์มันฝรั่งจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ทั้ง 17 สายพันธุ์ ต่อรา *Phytophthora infestans* สาเหตุโรคใบไหม้ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งของกรมวิชาการเกษตรให้มีความทนทานต่อโรคใบไหม้มากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์มันฝรั่งจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู จำนวน 17 สายพันธุ์
2. รา *Phytophthora infestans* สาเหตุโรคใบไหม้มันฝรั่ง
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
4. อาหารเลี้ยงเชื้อรา
5. วัสดุอุปกรณ์สำหรับการปลูกมันฝรั่ง สารเคมีกำจัดแมลง
6. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้พ่นเชื้อสาเหตุโรคพืช
7. อุปกรณ์สำหรับการบันทึกข้อมูล
8. โรงเรือนทดลอง

วิธีการ

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดสอบ

เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง ที่เป็นพันธุ์จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ที่นำเข้าโดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จำนวน 17 สายพันธุ์ 302428.20 (C1), 391002.6 (C2), 398098.119 (C3), 398098.205 (C4), 398180.144 (C5), 398180.253 (C6), 398180.292 (C7), 398190.200 (C8), 398190.404 (C9), 398190.530 (C10), 398190.605 (C11), 398190.735 (C12), 398192.41 (C13), 398192.592 (C14), 398193.650 (C15), 398201.510 (C16), และ 398208.620 (C17) หัวพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A3) หัวพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A9) และหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบไหม้; At)

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 ซ้ำ 21 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 สายพันธุ์ 302428.20
กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ 391002.6
กรรมวิธีที่ 3 สายพันธุ์ 398098.119
กรรมวิธีที่ 4 สายพันธุ์ 398098.205
กรรมวิธีที่ 5 สายพันธุ์ 398180.144
กรรมวิธีที่ 6 สายพันธุ์ 398180.253
กรรมวิธีที่ 7 สายพันธุ์ 398180.292
กรรมวิธีที่ 8 สายพันธุ์ 398190.200
กรรมวิธีที่ 9 สายพันธุ์ 398190.404
กรรมวิธีที่ 10 สายพันธุ์ 398190.530
กรรมวิธีที่ 11 สายพันธุ์ 398190.605
กรรมวิธีที่ 12 สายพันธุ์ 398190.735

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 13 สายพันธุ์ 398192.41

กรรมวิธีที่ 14 สายพันธุ์ 398192.592

กรรมวิธีที่ 15 สายพันธุ์ 398193.650

กรรมวิธีที่ 16 สายพันธุ์ 398201.510

กรรมวิธีที่ 17 สายพันธุ์ 398208.620

กรรมวิธีที่ 18 พันธุ์ทนทานโรคใบไหม้ A3

กรรมวิธีที่ 19 พันธุ์ทนทานโรคใบไหม้ A9

กรรมวิธีที่ 20 พันธุ์แอตแลนติก (กรรมวิธีควบคุมปลูกเชื้อ)

กรรมวิธีที่ 21 พันธุ์แอตแลนติก (กรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อ)

2. การเตรียมเชื้อรา *Phytophthora infestans*

แยกรา *P. infestans* สาเหตุโรคใบไหม้มันฝรั่ง ด้วยวิธีการแยกเชื้อราโดยตรงจากเนื้อเยื่อ (Fry, 2008) เพาะเลี้ยงจนได้เชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA ตัดปลายเส้นใยเชื้อรา (single hyphal tip) ย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร corn agar (พิภัทร และคณะ, 2554) วางไว้ในที่อุณหภูมิ 18-20°C นาน 10-14 วัน เมื่อพบการสร้างสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการเก็บสปอร์โดยใช้น้ำกลั่นปริมาตร 10 ml ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ขูดผิวหน้าอาหารด้วยแท่งแก้ว กรองแยกเส้นใยด้วยผ้าขาวบาง ปรับปริมาตรและตรวจนับจำนวนสปอร์แรงเจียด้วย haemacytometer ให้ได้ความเข้มข้น $1x10^4$ สปอร์แรงเจีย $ml^{-1}$ จากนั้นนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อให้มีการปลอดปล่อย zoospore ปลูกเชื้อราให้กับต้นมันฝรั่งโดยนำสารแขวนลอย zoospore มาพ่นที่บริเวณด้านใต้ใบของต้นมันฝรั่งที่เตรียมไว้ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง

3. การประเมินปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans*

ประเมินปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans* หลังจากปลูกเชื้อแล้ว 7 วันหรือเมื่อพืชเริ่มแสดงอาการของโรคโดยประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและประเมินความรุนแรงของโรค เป็นระยะตามความเหมาะสม

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Disease incidence)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมดที่ใช้ทดลอง}} \times 100$$

ประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) โดยแบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 6 ระดับ (ดัดแปลงจาก Lipps *et al*., 1997) ดังนี้

ระดับ 1 ใบไม่ปรากฏอาการของโรค

ระดับ 2 ใบปรากฏอาการโรคร้อยละ 1-10 ของพื้นที่ใบทั้งต้น

ระดับ 3 ใบปรากฏอาการโรคร้อยละ 11-25 ของพื้นที่ใบทั้งต้น

ระดับ 4 ใบปรากฏอาการโรคร้อยละ 26-50 ของพื้นที่ใบทั้งต้น

ระดับ 5 ใบปรากฏอาการโรคร้อยละ 51-75 ของพื้นที่ใบทั้งต้น

ระดับ 6 ใบปรากฏอาการโรคมากกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่ใบทั้งต้น

กรมวิชาการเกษตร

นำคะแนนความรุนแรงของโรคแต่ละระดับมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (Disease index, %DI) (ดัดแปลงจาก Henfling, 1987)

$$\% \text{ ดัชนีการเข้าทำลาย} = \frac{\text{ผลรวม (ระดับxจำนวนต้นหรือใบที่เป็นโรคในระดับนั้นๆ) x 100}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด x ระดับสูงสุดของการเป็นโรค}}$$

เปรียบเทียบปฏิกิริยาการเกิดโรคระหว่างพันธุ์หรือสายพันธุ์ เพื่อนำไประบุลักษณะแนวโน้มความต้านทานหรือความทนทานโรคของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ต่อเชื้อที่นำมาทดสอบ โดยแบ่งลักษณะความต้านทานต่อโรคใบไหม้ ไว้ 5 ลักษณะ (ดัดแปลงจาก Anonymous, 1997) ได้แก่ ต้านทานมาก (highly resistant, HR =1-5%DI), ต้านทาน (resistant, R = 6-20%DI), ต้านทานปานกลาง (moderate resistant, MR = 21-40%DI), อ่อนแอ (susceptible, S = >40%DI)

กรมวิชาการเกษตร

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้
2. ความรุนแรงของโรคใบไหม้

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิทยาไมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ
ห้องปฏิบัติการและเรือนปลูกพืชทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวง เชียงใหม่ (ขุนวาง)

## ผลและอภิปรายผลการทดลอง (Results and discussion)

### 1. การเตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดสอบ

เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งนำเข้าจำนวน 17 สายพันธุ์ ได้แก่ 302428.20 (C1), 391002.6 (C2), 398098.119 (C3), 398098.205 (C4), 398180.144 (C5), 398180.253 (C6), 398180.292 (C7), 398190.200 (C8), 398190.404 (C9), 398190.530 (C10), 398190.605 (C11), 398190.735 (C12), 398192.41 (C13), 398192.592 (C14), 398193.650 (C15), 398201.510 (C16), 398208.620 (C17) หัวพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A3) หัวพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A9) และหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบไหม้; At) โดยทำการขยายต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายเนื้อเยื่อพืชจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (subculture) ทุก 2-3 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการตัดต้น 1 ข้อ เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS จากนั้นนำต้นอ่อนปลอดเชื้อย้ายลงปลูกในกระบะปลูกแม่พันธุ์ แล้วย้ายต้นแม่พันธุ์ปลูกลงถุงขนาด 14 นิ้ว เพื่อทดสอบ

### 2. การเตรียมเชื้อรา *Phytophthora infestans*

แยกเชื้อรา *P. infestans* จากใบมันฝรั่งที่แสดงอาการโรคใบไหม้ที่เก็บรวบรวมมาจาก จ.เชียงใหม่ และ เชียงราย เพาะเลี้ยงจนได้เชื้อบริสุทธิ์ 4 ไอโซเลต ได้แก่

- *P. infestans* ไอโซเลต อ.ขุนวาง จ.เชียงใหม่
- *P. infestans* ไอโซเลต อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่
- *P. infestans* ไอโซเลต อ.พร้าว จ.เชียงใหม่
- *P. infestans* ไอโซเลต อ.แม่สาย จ.ชียงราย

เพิ่มจำนวนเชื้อรา *P. infestans* ด้วยการใช้ cork borer ตัดชิ้นวุ้นที่มีเชื้อรา *P. infestans* เจริญอยู่ย้ายมาเลี้ยงบนอาหาร corn agar วางไว้ในที่อุณหภูมิ 18-20°C นาน 10-14 วัน เมื่อพบการสร้างสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการเก็บสปอร์โดยใช้น้ำกลั่นปริมาณ 10 ml ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ขูดผิวหน้าอาหารด้วยแท่ง

กรมวิชาการเกษตร

แก้ว กรองแยกเส้นใยด้วยผ้าขาวบาง ปรับปริมาตรและตรวจนับจำนวนสปอร์แรงเจียด้วย haemacytometer ได้ความเข้มข้น $1x10^4$ สปอร์แรงเจีย $ml^{-1}$ จากนั้นนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 4ºC เพื่อให้มีการปลอดปล่อย zoospore
3. ปลูกเชื้อโดยการพ่นสารแขวนลอย zoospore ปริมาณ 5 ml/ต้น บริเวณใต้ใบของต้นมันฝรั่งที่มีอายุ 1 เดือน บันทึกผลเมื่อพืชเริ่มแสดงอาการของโรคใบไหม้เป็นระยะๆ จนต้นมันฝรั่งมีอายุ 60 วันหลังย้ายปลูกและหรือเมื่อพันธุ์แอตแลนติกที่ได้รับการปลูกเชื้อแห้งตายหมด
4. การประเมินปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *P. infestans*

**ข้อมูลปี 2561**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C7 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 13.2% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2, C6 และ C1 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 19.8, 26.8 และ 40.0% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C11, C17, C5, C15, C10, C12, C8, C3, At, C4, C16, C13, C14, A3 A9และ C9 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 53.4, 53.4, 66.6, 66.6, 66.8, 66.8, 73.6, 80.0, 80.0, 80.2, 86.6, 93.4, 93.4, 93.4 93.4 และ 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C7 พบเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 0.1% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C6, C10, C15, C8, C1, C12, C5, C2, C11, C4, C3, C17 และ C13 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 0.4, 1.1, 1.7, 1.7, 2.3, 2.3, 5.0, 5.3, 5.7, 7.1, 8.2, 8.5, และ 9.3% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ A9, C14, C16, A3, At และ C9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 22.0, 24.1, 29.5, 34.5 38.0 และ 39.4% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและแนวโน้มระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C6 และ C7 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 8% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2, C11, C1, C8, C10, C12, C15 และ C17 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 12, 16, 16, 20, 20, 20, 20 และ 20% ตามลำดับ ทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C3, C4, C5, C13, C14 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 24, 24, 24, 40 และ 40% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant และสายพันธุ์ At, C16, A3 และ C9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 48, 48 และ 56% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 2)

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตพร้าว (Phrao)**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

กรมวิชาการเกษตร

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 6.6% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C7, C2, C17, C1, C4 และ C6 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 13.2, 20.0, 26.4, 26.6, 26.6 และ 33.0% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C5, C3, C11, C12, C10, A9, C14, A3, C15, C13 C9, C16 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 46.6, 53.2, 60.0, 60.0, 60.2, 63.4, 73.4, 80.0, 80.2 86.8 และ 100% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 0.1% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C6, C1, C4, C17, C5, C7, C10, A3, C11, C15, C2 และ C3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 0.4, 0.7, 0.9, 1.8, 1.9, 2.0, 3.6, 4.7, 5.3, 5.3, 6.0 และ 13.8% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ A9, C14, C12, C13, C9, C16 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 16.7, 18.4, 18.8, 30.0, 30.2, 31.3 และ 48% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและแนวโน้มระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4% เป็นสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Highly Resistant อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2, C7, C1, C4, C5, C10 และ C17 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 8, 8, 12, 12, 16, 16 และ 16% ตามลำดับ ทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C6, C15, A3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 20 % จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant และสายพันธุ์ C3, C11, C12, C14, A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 24, 32, 32 และ 32% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant รวมถึงสายพันธุ์ C13, C9, C16 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 48, 48 และ 56% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 2)

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตแม่อาย (Mae ai, MA)**

<u>เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค</u>

มันฝรั่งสายพันธุ์ C3 ไม่เกิดโรค สายพันธุ์ C1, C4 และ C2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยเท่ากับ 6.6, 6.6 และ 13.2% ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C5, C7, C8, C6, C10, C11, C15 และ C17 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 26.6, 26.6, 26.6, 46.6, 86.6, 86.8, 86.8 และ 93.4% ตามลำดับ และสายพันธุ์ C9, C12, C13, C14, C16, A3, A9, At ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 100% (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C3 ไม่เกิดโรค สายพันธุ์ C1, C2, C7, C5, C8, C4, C6, C10 และ A3 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 0.1, 0.2, 0.3, 0.6, 0.7, 0.7, 0.9, 3.9 และ 10.9% ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C11, C15, C12, C17, A9, C16, C14, C13 At และ C9 ที่

กรมวิชาการเกษตร

มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 14.4, 17.4, 18.7, 26.7, 28.9, 29.7, 40.0, 49.3, 65.5 และ 68.7% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและแนวโน้มระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C3 ไม่พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C1 และ C4 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 4% เป็นสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Highly Resistant รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์ C2, C5, C7 และ C8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 8, 12, 12 และ 12% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C6, C10 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 20% จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant และสายพันธุ์ A3, C11, C12, C15, A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 28, 32, 32 และ 40% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant รวมถึงสายพันธุ์ C16, C17, C14, C13, C9 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 44, 56, 60, 72 และ 72% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตแม่สาย (Mae sai, MS)**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 ไม่เกิดโรค มันฝรั่งสายพันธุ์ C1, C6 และ C7 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 10.0, 13.2 และ 13.2% ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C3, C11, C12, C10, C13, C17, C15, C2, C14, At, C5 และ C4 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 40.0, 40.0, 40.0, 46.6, 46.6, 46.8, 53.2, 60.0, 66.6, 70.0, 73.4 และ 80.0% ตามลำดับ และสายพันธุ์ C9, C16, A3 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 93.4% (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 ไม่เกิดโรค ส่วนสายพันธุ์ C7, C1, C6, C3, C2, C10, C5, C4, C15, C12, C17, C11 และ C14 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 0.1, 0.2, 0.2, 0.5, 0.7, 1.3, 2.1, 2.2, 2.2, 3.8, 6.2, 18.1 และ 19.8% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C13, C16, At, A3, C9 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 27.7, 33.7, 34.4, 37.5 39.1 และ 45.4% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 60 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C8 ไม่พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C1 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 4% เป็นสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Highly Resistant สายพันธุ์ C6, C7, C2, C3, C10, C12, C15, C4, C5 และ C17 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 8, 8, 12, 16, 16, 16, 16, 20, 20 และ 20% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Resistant มีมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C11, C14 และ C13 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 28, 28 และ 36% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant รวมถึงสายพันธุ์ A3, C9, C16, At และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 48, 48, 48 และ 56% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 2)

**ข้อมูลปี 2562**

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตขุนวาง (KW)**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 33.2% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 59.8% แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C1, C6, C12, C13, C17, C7, C15, A3, C4, C5, C14, C9, C11, C16 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 66.8, 66.8, 66.8, 66.8, 73.6, 80.0, 80.0, 80.2, 86.6, 86.8, 86.8, 93.4, 93.4, 93.4, และ 93.4% ตามลำดับ รวมทั้งสายพันธุ์ C3, C10 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 100% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

กรมวิชาการเกษตร

มันฝรั่งสายพันธุ์ C2 พบเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 10.5% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C8, C3, C4 และ C1 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 11.3, 12.5, 14.3 และ 18.5% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C7, C5, C9, C15, C14, C12, C17, C6, C13, C11, A3, C16, C10 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 21.3, 22.7, 23.3, 23.7, 24.3, 25.0, 25.6, 27.3, 28.3, 29.0, 33.0, 38.0, 46.0 และ 48.7% ตามลำดับ รวมทั้งสายพันธุ์ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 96.7% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 82 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C2 พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยน้อยที่สุด 20% จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C3, C4, C8, C7, C14 และ C1 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 24, 24, 32, 32 และ 32% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C9, C15, C5, C6, C11, C12, C17 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 36, 36, 40, 40, 40, 40, 40% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant และสายพันธุ์ C13, A3, C10, C16, A9 และ At มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 48, 52, 56, 56 และ 100% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 4)

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตพร้าว (Phrao)**

<u>เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค</u>

มันฝรั่งสายพันธุ์ C2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 6.6% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C5, C8, C3 และ C4 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 13.2, 13.2, 13.4 และ 33.2% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C1, C6, C17, C13, C7, A9, C14, C12, A3, At, C10 และ C16 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 46.4, 46.6, 46.8, 53.2, 60.2, 60.2, 66.6, 66.8, 80.0, 86.6, 93.4 และ 93.4% ตามลำดับ รวมทั้งสายพันธุ์ C9, C11, C15 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 100% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C1 และ C2 พบเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 8.7% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C17, C6, C5, C3 และ C8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค 10.7, 11.0, 12.0, 14.0 และ 14.3% ตามลำดับ สายพันธุ์ C17, C6, C5, C3 และ C8 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C4, C15, C12 และ C13 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 15.7, 17.7, 19.7 และ 19.7% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C7, C14, C9, C10, C16, C11, A9 และ A3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 26.0, 28.0, 30.0, 30.0, 30.7, 32.3, 33.0 และ 42.3% ตามลำดับ และรวมทั้งสายพันธุ์ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 79.7% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและระดับความต้านทานโรค

กรมวิชาการเกษตร

มันฝรั่งที่อายุ 82 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C1 และ C2 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 20% เป็นสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C3, C5, C17, C6, C4 และ C8 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 24, 24, 28, 32 และ 32% ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C7, C12, C13 และ C15 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 36% จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant และสายพันธุ์ C9, C10, C11, C14, C16 และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 44% รวมถึงสายพันธุ์ A3 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 56 และ 100% ตามลำดับ ทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตแม่อาย (Mae ai, MA)**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C4 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 19.8% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2 และ C8 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 26.6 และ 40.0% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C12, C3, C1, C5, C9, C13, C7, C11, C17, A9 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 66.8, 73.2, 80.2, 86.8, 86.8, 86.8, 93.4, 93.4, 93.4, 93.4 และ 93.4% ตามลำดับ และสายพันธุ์ C6, C10, C14, C15, C16 และ A3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากันเท่ากับ 100% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 7.8% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2 และ C5 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 15.2 และ 16.2% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C4, C1, C7, C17, C9, C13, C12, C3, C6, C14, C11, C15, A9, A3, C16 และ C10 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 23.3, 24.8, 26.5, 27.0, 28.0, 28.0, 28.8, 30.3, 32.0, 35.3, 38.2, 44.2, 54.3, 54.7, 57.0 และ 60.0% ตามลำดับ และสายพันธุ์ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 98.7% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและแนวโน้มระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 82 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C8 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 20% จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C2 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 28% ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C5, C1, C4, C13 และ C17 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 32, 36, 40, 40 และ 40% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant รวมถึงสายพันธุ์ C3, C6, C7, C9, C12, C14, C11, C15, C16, A3, A9, C10 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 44, 44, 44, 44, 48, 52, 56, 60, 60, 60, 64 และ 100% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 4)

**ผลการประเมินหลังการปลูกเชื้อ *P. infestans* ไอโซเลตแม่สาย (Mae sai, MS)**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มันฝรั่งสายพันธุ์ C3 และ C5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากันเท่ากับ 6.6% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C4, C2, C17 และ C8 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 13.2, 20.0, 20.0 และ 26.6 % ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C1, C6 C7, C11, C16, C13, C14, C9, C10 และ C12 ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 60.2, 73.4, 73.4, 73.4, 80.0, 86.6, 86.8, 93.4, 93.4 และ 93.4% ตามลำดับ รวมทั้งสายพันธุ์ C15, A3, A9 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันเท่ากับ 100% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค

กรมวิชาการเกษตร

มันฝรั่งสายพันธุ์ C2 มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยต่ำที่สุด 5.0% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 5.7% และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C4, C17, C8 และ C5 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 8.3, 8.3, 8.7 และ 13.3% ตามลำดับ แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C1, C6, C7, C9, C11, C10, C16, C12, C14, C15, C13, A3, และ A9 ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ย 14.3, 17.0, 19.3, 20.3, 22.0, 24.7, 25.7, 27.7, 29.7, 31.0, 33.3, 78.3 และ 84.0% ตามลำดับ และสายพันธุ์ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคเฉลี่ยสูงที่สุด 94.7% (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคและระดับความต้านทานโรค

มันฝรั่งที่อายุ 82 วันหลังปลูก สายพันธุ์ C2, C8 และ C17 มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 20% จัดอยู่ในกลุ่ม Resistant ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ C3, C4, C5, C1 และ C6 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 24, 24, 24, 28 และ 28% ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant แต่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ C7, C9, C10, C11, C12, C14, C15 และ C16 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 36, 36, 40, 40, 40, 40, 40 และ 40% จัดอยู่ในกลุ่ม Moderately Resistant รวมถึงสายพันธุ์ C13, A3, A9 และ At ที่มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 44, 84, 84 และ 100% ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่ม Susceptible (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและดัชนีการเข้าทำลายของโรค ของมันฝรั่งจำนวน 20 สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2561

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | Phrao | | MA | | MS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การเกิดโรค[1] (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค[1] (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) |
| C1 | 40.0 cde[2] | 2.3 e | 26.6 fgh | 0.7 g | 6.6 cd | 0.1 i | 10.0 de | 0.2 d |
| C2 | 19.8 de | 5.3 e | 20.0 gh | 6.0 defg | 13.2 cd | 0.2 i | 60.0 abc | 0.7 d |
| C3 | 80.0 ab | 8.2 de | 53.2 cdef | 13.8 defg | 0 d | 0.0 i | 40.0 cd | 0.5 d |
| C4 | 80.2 ab | 7.1 e | 26.6 fgh | 0.9 g | 6.6 cd | 0.7 hi | 80.0 ab | 2.2 d |
| C5 | 66.6 abc | 5.0 e | 46.6 defg | 1.9 g | 26.6 bc | 0.6 hi | 73.4 abc | 2.1 d |
| C6 | 26.8 de | 0.4 e | 33.0 efgh | 0.4 g | 46.6 b | 0.9 hi | 13.2 de | 0.2 d |
| C7 | 13.2 e | 0.1 e | 13.2 h | 2.0 g | 26.6 bc | 0.3 hi | 13.2 de | 0.1 d |
| C8 | 73.6 abc | 1.7 e | 6.6 h | 0.1 g | 26.6 bc | 0.7 hi | 0 e | 0.0 d |
| C9 | 100.0 a | 39.4 a | 100.0 a | 30.2 bc | 100.0 a | 68.7 a | 93.4 a | 39.1 ab |
| C10 | 66.8 abc | 1.1 e | 60.2 bcde | 3.6 fg | 86.6 a | 3.9 ghi | 46.6 bcd | 1.3 d |
| C11 | 53.4 bcd | 5.7 e | 60.0 bcde | 5.3 defg | 86.8 a | 14.4 efgh | 40.0 cd | 18.1 bcd |
| C12 | 66.8 abc | 2.3 e | 60.0 bcde | 18.8 bcd | 100.0 a | 18.7 def | 40.0 cd | 3.8 d |
| C13 | 93.4 a | 9.3 de | 86.8 ab | 30.0 bc | 100.0 a | 49.3 b | 46.6 bcd | 27.7 abc |
| C14 | 93.4 a | 24.1 bc | 73.4 abcd | 18.4 bcde | 100.0 a | 40.0 bc | 66.6 abc | 19.8 bcd |
| C15 | 66.6 abc | 1.7 e | 80.2 abc | 5.3 defg | 86.8 a | 17.4 defg | 53.2 bc | 2.2 d |
| C16 | 86.6 ab | 29.5 abc | 100.0 a | 31.3 b | 100.0 a | 29.7 cd | 93.4 a | 33.7 ab |
| C17 | 53.4 bcd | 8.5 de | 26.4 fgh | 1.8 g | 93.4 a | 26.7 cde | 46.8 bcd | 6.2 cd |
| A3 | 93.4 a | 34.5 abc | 80.0 abc | 4.7 efg | 100.0 a | 10.9 fghi | 93.4 a | 37.5 ab |
| A9 | 93.4 a | 22.0 cd | 63.4 bcde | 16.7 cdef | 100.0 a | 28.9 cd | 93.4 a | 45.4 a |
| At | 80.0 ab | 38.0 ab | 100.0 a | 48.0 a | 100.0 a | 65.5 a | 70.0 abc | 34.4 ab |
| **CV (%)** | **41.15** | **93.19** | **46.84** | **91.89** | **24.88** | **59.48** | **57.37** | **131.03** |

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

กรมวิชาการเกษตร

[2] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least significant difference

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยและระดับความต้านทานโรคของมันฝรั่งเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* หลังย้ายปลูก 35 49 60 วัน ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2561

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| C1 | 0 | 16 | 16 cd[2] | Resistant | 0 | 12 | 12 def | Resistant | 0 | 4 | 4 i | Highly Resistant | 0 | 4 | 4 e | Highly Resistant |
| C2 | 0 | 12 | 12 cd | Resistant | 0 | 4 | 8 ef | Resistant | 0 | 8 | 8 hi | Resistant | 0 | 12 | 12 de | Resistant |
| C3 | 0 | 20 | 24 c | Moderately Resistant | 0 | 16 | 24 cd | Moderately Resistant | 0 | 0 | 0 i | Highly Resistant | 0 | 16 | 16 cde | Resistant |
| C4 | 4 | 20 | 24 c | Moderately Resistant | 0 | 12 | 12 def | Resistant | 0 | 4 | 4 i | Highly Resistant | 0 | 20 | 20 cde | Resistant |
| C5 | 0 | 20 | 24 c | Moderately Resistant | 0 | 16 | 16 def | Resistant | 0 | 12 | 12 ghi | Resistant | 0 | 20 | 20 cde | Resistant |
| C6 | 0 | 8 | 8 d | Resistant | 0 | 20 | 20 cde | Resistant | 0 | 20 | 20 fgh | Resistant | 0 | 8 | 8 de | Resistant |
| C7 | 0 | 8 | 8 d | Resistant | 0 | 8 | 8 ef | Resistant | 0 | 12 | 12 ghi | Resistant | 0 | 8 | 8 de | Resistant |
| C8 | 0 | 20 | 20 cd | Resistant | 0 | 4 | 4 f | Highly Resistant | 0 | 12 | 12 ghi | Resistant | 0 | 0 | 0 e | Highly Resistant |
| C9 | 16 | 20 | 56 a | Susceptible | 16 | 20 | 48 a | Susceptible | 16 | 20 | 72 a | Susceptible | 8 | 24 | 48 ab | Susceptible |
| C10 | 0 | 20 | 20 cd | Resistant | 0 | 16 | 16 def | Resistant | 4 | 20 | 20 fgh | Resistant | 4 | 16 | 16 cde | Resistant |

กรมวิชาการเกษตร

| | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| C11 | 8 | 12 | 16 cd | Resistant | 4 | 20 | 24 cd | Moderately Resistant | 8 | 20 | 28 ef | Moderately Resistant | 0 | 12 | 28 bcd | Moderately Resistant |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 2** (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยและระดับความต้านทานโรคของมันฝรั่งเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* หลังย้ายปลูก 35 49 60 วัน ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2561

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค (%)[1] | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| C12 | 12 | 20 | 20 cd | Resistant | 0 | 16 | 32 bc | Moderately Resistant | 16 | 20 | 32 def | Moderately Resistant | 0 | 12 | 16 cde | Resistant |
| C13 | 8 | 20 | 24 c | Moderately Resistant | 12 | 20 | 44 a | Susceptible | 16 | 20 | 60 ab | Susceptible | 8 | 16 | 36 abc | Moderately Resistant |
| C14 | 16 | 20 | 40 b | Moderately Resistant | 0 | 20 | 32 bc | Moderately Resistant | 20 | 20 | 56 bc | Susceptible | 0 | 20 | 28 bcd | Moderately Resistant |
| C15 | 4 | 20 | 20 cd | Resistant | 0 | 20 | 20 cde | Resistant | 8 | 20 | 32 def | Moderately Resistant | 0 | 16 | 16 cde | Resistant |
| C16 | 0 | 20 | 48 ab | Susceptible | 20 | 20 | 48 a | Susceptible | 20 | 20 | 44 cd | Susceptible | 16 | 20 | 48 ab | Susceptible |
| C17 | 8 | 16 | 20 cd | Resistant | 0 | 16 | 16 def | Resistant | 20 | 20 | 44 cd | Susceptible | 16 | 16 | 20 cde | Resistant |
| A3 | 16 | 20 | 48 ab | Susceptible | 0 | 20 | 20 cde | Resistant | 8 | 20 | 24 fg | Moderately Resistant | 12 | 20 | 44 ab | Susceptible |
| A9 | 8 | 20 | 40 b | Moderately Resistant | 0 | 20 | 32 bc | Moderately Resistant | 16 | 20 | 40 de | Moderately Resistant | 20 | 20 | 56 a | Susceptible |
| At | 8 | 16 | 44 ab | Susceptible | 0 | 20 | 56 a | Susceptible | 12 | 20 | 72 a | Susceptible | 12 | 16 | 48 ab | Susceptible |
| CV (%) | | | 46.32 | | | | 50.51 | | | | 38.23 | | | | 70.37 | |

[1] จากค่าเฉลี่ยทั้งหมด 5 ซ้ำ

กรมวิชาการเกษตร

[2] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least significant difference

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 3** เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและดัชนีการเข้าทำลายของโรคของมันฝรั่งจำนวน 20 สายพันธุ์ ที่ปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2562

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | Phrao | | MA | | MS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การเกิดโรค[1] (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค[1] (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) | การเกิดโรค (%) | ดัชนีการเข้าทำลายของโรค (%) |
| C1 | 66.8 bc[2] | 18.5 efghi | 46.4 defg | 8.7 g | 80.2 abc | 24.8 fg | 60.2 b | 14.3 hijk |
| C2 | 59.8 cd | 10.5 i | 6.6 h | 8.7 g | 26.6 d | 15.2 hi | 20.0 c | 5.0 l |
| C3 | 100.0 a | 12.5 ghi | 13.4 fgh | 14.0 g | 73.2 bc | 30.3 def | 6.6 c | 5.7 l |
| C4 | 86.6 abc | 14.3 fghi | 33.2 efgh | 15.7 fg | 19.8 d | 23.3 fgh | 13.2 c | 8.3 kl |
| C5 | 86.8 abc | 22.7 defg | 13.2 gh | 12.0 g | 86.8 abc | 16.2 ghi | 6.6 c | 13.3 ijkl |
| C6 | 66.8 bc | 27.3 cde | 46.6 def | 11.0 g | 100.0 a | 32.0 def | 73.4 ab | 17.0 ghij |
| C7 | 80.0 abc | 21.3 efgh | 60.2 bcde | 26.0 cdef | 93.4 ab | 26.5 ef | 73.4 ab | 19.3 fghi |
| C8 | 33.2 d | 11.33 hi | 13.2 gh | 14.3 g | 40.0 d | 7.8 i | 26.6 c | 8.7 jkl |
| C9 | 93.4 ab | 23.3 def | 100.0 a | 30.0 cd | 86.8 abc | 28.0 ef | 93.4 a | 20.3 fghi |
| C10 | 100.0 a | 46.0 b | 93.4 ab | 30.0 cd | 100.0 a | 60.0 b | 93.4 a | 24.7 defg |
| C11 | 93.4 ab | 29.0 cde | 100.0 a | 32.3 bc | 93.4 ab | 38.2 cd | 73.4 ab | 22.0 efgh |
| C12 | 66.8 bc | 25.0 def | 66.8 abcd | 19.7 defg | 66.8 c | 28.8 def | 93.4 a | 27.7 cdef |
| C13 | 66.8 bc | 28.3 cde | 53.2 cde | 19.7 defg | 86.8 abc | 28.0 ef | 86.6 ab | 33.3 c |
| C14 | 86.8 abc | 24.3 def | 66.6 bcd | 28.0 cde | 100.0 a | 35.3 cde | 86.8 ab | 29.7 cde |
| C15 | 80.0 abc | 23.7 def | 100.0 a | 17.7 efg | 100.0 a | 44.2 c | 100.0 a | 31.0 cd |
| C16 | 93.4 ab | 38.0 bc | 93.4 ab | 30.7 cd | 100.0 a | 57.0 b | 80.0 ab | 25.7 cdef |
| C17 | 73.6 abc | 25.6 de | 46.8 cde | 10.7 g | 93.4 ab | 27.0 ef | 20.0 c | 8.3 kl |
| A3 | 80.2 abc | 33.0 cd | 80.0 abc | 42.3 b | 100.0 a | 54.7 b | 100.0 a | 78.3 b |
| A9 | 93.4 ab | 48.7 b | 60.2 bcde | 33.0 bc | 93.4 ab | 54.3 b | 100.0 a | 84.0 b |
| At | 100.0 a | 96.7 a | 86.6 ab | 79.7 a | 93.4 ab | 98.7 a | 100.0 a | 94.7 a |
| **CV (%)** | 31.7 | 29.36 | 44.71 | 37.80 | 23.86 | 20.41 | 37.82 | 24.01 |

กรมวิชาการเกษตร

[1] จากค่าเฉลี่ยทั้งหมด 5 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least significant difference

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยและระดับความต้านทานโรคของมันฝรั่งเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* หลังย้ายปลูก 35 49 60 วัน ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2562

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| C1 | 16 | 16 | 32 efg[2] | Moderately Resistant | 0 | 20 | 20 e | Resistant | 8 | 28 | 36 ghi | Moderately Resistant | 0 | 16 | 28 de | Moderately Resistant |
| C2 | 16 | 20 | 20 g | Resistant | 4 | 4 | 20 e | Resistant | 0 | 12 | 28 ij | Moderately Resistant | 0 | 8 | 20 e | Resistant |
| C3 | 20 | 20 | 24 fg | Moderately Resistant | 4 | 4 | 24 de | Moderately Resistant | 16 | 28 | 44 efg | Susceptible | 4 | 4 | 24 e | Moderately Resistant |
| C4 | 0 | 20 | 24 fg | Moderately Resistant | 8 | 16 | 32 cde | Moderately Resistant | 0 | 12 | 40 fgh | Moderately Resistant | 0 | 8 | 24 e | Moderately Resistant |
| C5 | 20 | 20 | 40 cde | Moderately Resistant | 8 | 8 | 24 de | Moderately Resistant | 16 | 20 | 32 hi | Moderately Resistant | 0 | 20 | 24 e | Moderately Resistant |
| C6 | 0 | 28 | 40 cde | Moderately Resistant | 12 | 12 | 28 de | Moderately Resistant | 20 | 28 | 44 efg | Susceptible | 20 | 20 | 28 de | Moderately Resistant |
| C7 | 0 | 28 | 32 efg | Moderately Resistant | 16 | 24 | 36 cd | Moderately Resistant | 24 | 36 | 44 efg | Susceptible | 12 | 20 | 36 cd | Moderately Resistant |
| C8 | 4 | 16 | 24 fg | Moderately Resistant | 4 | 8 | 32 cde | Moderately Resistant | 12 | 16 | 20 j | Resistant | 8 | 12 | 20 e | Resistant |
| C9 | 24 | 32 | 36 def | Moderately Resistant | 20 | 32 | 44 bc | Susceptible | 20 | 28 | 44 efg | Susceptible | 20 | 24 | 36 cd | Moderately Resistant |
| C10 | 0 | 28 | 52 bc | Susceptible | 20 | 40 | 44 bc | Susceptible | 48 | 60 | 64 b | Susceptible | 20 | 28 | 40 c | Moderately |

กรมวิชาการเกษตร

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Resistant |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 4** (ต่อ) เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยและระดับความต้านทานโรคของมันฝรั่งเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *Phytophthora infestans* หลังย้ายปลูก 35 49 60 วัน ณ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ปี 2562

| ไอโซเลท / พันธุ์ | KW | | | | Phrao | | | | MA | | | | MS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค | ความรุนแรงของโรค[1] (%) | | | ระดับความต้านทานโรค |
| | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | | 35 วัน | 49 วัน | 60 วัน | |
| C11 | 8 | 28 | 40 cde | Moderately Resistant | 20 | 40 | 44 bc | Susceptible | 20 | 44 | 52 cde | Susceptible | 24 | 28 | 40 c | Moderately Resistant |
| C12 | 20 | 24 | 40 cde | Moderately Resistant | 20 | 24 | 36 cd | Moderately Resistant | 16 | 20 | 44 efg | Susceptible | 16 | 28 | 40 c | Moderately Resistant |
| C13 | 12 | 28 | 44 bcde | Susceptible | 8 | 20 | 36 cd | Moderately Resistant | 20 | 20 | 40 fgh | Moderately Resistant | 24 | 36 | 44 c | Susceptible |
| C14 | 16 | 28 | 32 efg | Moderately Resistant | 16 | 28 | 44 bc | Susceptible | 12 | 36 | 48 def | Susceptible | 20 | 36 | 40 c | Moderately Resistant |
| C15 | 0 | 24 | 36 def | Moderately Resistant | 20 | 32 | 36 cd | Moderately Resistant | 24 | 44 | 56 bcd | Susceptible | 28 | 32 | 40 c | Moderately Resistant |
| C16 | 20 | 32 | 56 b | Susceptible | 24 | 40 | 44 bc | Susceptible | 4 | 44 | 60 bc | Susceptible | 16 | 28 | 40 c | Moderately Resistant |
| C17 | 20 | 20 | 40 cde | Moderately Resistant | 12 | 16 | 24 de | Moderately Resistant | 16 | 32 | 40 fgh | Moderately Resistant | 0 | 8 | 20 e | Resistant |
| A3 | 8 | 36 | 48 bcd | Susceptible | 4 | 36 | 56 b | Susceptible | 8 | 40 | 60 bc | Susceptible | 32 | 56 | 84.0 b | Susceptible |
| A9 | 16 | 48 | 56 b | Susceptible | 0 | 24 | 44 bc | Susceptible | 20 | 52 | 60 bc | Susceptible | 24 | 56 | 84.0 b | Susceptible |
| At | 24 | 68 | 100 a | Susceptible | 52 | 68 | 100 a | Susceptible | 24 | 60 | 100 a | Susceptible | 48 | 76 | 100 a | Susceptible |
| CV (%) | | | 23.5 | | | | 26.00 | | | | 17.21 | | | | 21.91 | |

[1] จากค่าเฉลี่ยทั้งหมด 5 ซ้ำ

กรมวิชาการเกษตร

[2] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Least significant difference

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

ทดสอบความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจาก *Phytophthora infestans* ของพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 17 สายพันธุ์ ได้แก่ 302428.20 (C1), 391002.6 (C2), 398098.119 (C3), 398098.205 (C4), 398180.144 (C5), 398180.253 (C6), 398180.292 (C7), 398190.200 (C8), 398190.404 (C9), 398190.530 (C10), 398190.605 (C11), 398190.735 (C12), 398192.41 (C13), 398192.592 (C14), 398193.650 (C15), 398201.510 (C16) และ 398208.620 (C17) ที่นำเข้าจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู โดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ทำการทดสอบในสภาพเรือนทดลอง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ 21 กรรมวิธี โดยการปลูกเชื้อรา *P. infestans* ที่ความเข้มข้น $1x10^4$ สปอร์แรงเจีย (sporangia) $ml^{-1}$ โดยมีพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A3) พันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ (A9) พันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบไหม้) ปลูกเชื้อและพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก ไม่ปลูกเชื้อเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ผลการทดสอบ พบว่า สายพันธุ์มันฝรั่ง 4 สายพันธุ์ คือ 302428.20 (CIP1) และ 398190.200 (CIP8) 391002.6 (CIP2) และ 398180.292 (CIP7) แสดงความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* ทั้ง 4 ไอโซเลต มากที่สุด ส่วนสายพันธุ์ 398190.530 (C10) และ 398201.510 (C16) แสดงความอ่อนแอโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* มากที่สุด ซึ่งข้อมูลที่ได้ดังกล่าวเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นในการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์เพื่อที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งของกรมวิชาการเกษตร ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อมีการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ใหม่ออกมาแล้ว เห็นควรให้มีการทดสอบเพิ่มเติมในแหล่งปลูกมันฝรั่งพื้นที่ต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาประเมินความแน่นอนของสายพันธุ์ในการต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans*

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.2.2 การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง

# Response of potato genotypes to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*


**ชื่อผู้วิจัย**

รุ่งนภา ทองเครั่ง[1] ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[1] บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[1] อรทัย วงค์เมธา[2]

Rungnapa Thongkhrong[1] Natthima Kositcharoenkul[1] Buranee Puawongphaet[1]

Orathai Wongmetha[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

โรคเหี่ยวเขียว (*Ralstonia solanacearum*) แบคทีเรีย (bacterial Wilt) สายพันธุ์ (variety) มันฝรั่ง (potato) และ ปฏิกิริยาพันธุ์ (response)



**บทคัดย่อ**

การทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2560–กันยายน 2562 ใช้เชื้อพันธุ์มันฝรั่งที่นำเข้ามาโดยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร จำนวน 18 สายพันธุ์ ทดสอบกับแบคทีเรีย *R. solanacearum* จำนวน 4 ไอโซเลท ทำการทดลองใน 2 ฤดู คือ ฤดูหนาว ระหว่างพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ และฤดูฝน ระหว่างมิถุนายนถึงสิงหาคม ผลการทดลองในฤดูหนาวพบว่าแบคทีเรีย *R. solanacearum* ไอโซเลท อ.ภูเรือ จ.เลย มีความรุนแรงในการก่อโรคมากที่สุด ต้นมันฝรั่งแสดงอาการเหี่ยวทุกสายพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับไอโซเลท อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย ไอโซเลท อ.พบพระ จ.ตาก และ ไอโซเลท อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ซึ่งต้นมันฝรั่งไม่แสดงอาการของโรคเหี่ยว ผ่าหัวมันฝรั่งตรวจเชื้อในห้องปฏิบัติการพบหัวมันฝรั่งแสดงอาการติดเชื้อประมาณ 20% ของหัวมันฝรั่งที่เก็บได้ของเชื้อแต่ละไอโลท จากผลการทดลองนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากระหว่างดำเนินการทดลองในเดือนธันวาคมและมกราคม ในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ขุนวาง มีสภาพอากาศค่อนข้างหนาวเย็น อุณหภูมิลดต่ำลงประมาณ 8°C ซึ่งส่งผลกระทบต่องานทดลองทำให้มันฝรั่งไม่แสดงอาการโรคเหี่ยว จากผลการประเมินโรคด้วยสายตาพบว่าแบคทีเรีย *R. solanacearum* ไอโซเลท อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย มีความรุนแรงในการก่อโรคมากที่สุด ไม่สามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรีย 3 ไอโซเลท ซึ่งต้นมันฝรั่งไม่แสดงอาการของโรคเหี่ยว ผลการผ่าหัวมันฝรั่งตรวจเชื้อในห้องปฏิบัติการพบว่า หัวมันฝรั่งแสดงอาการติดเชื้อแบคทีเรีย *R. Solanacearum* ทั้ง 18 สายพันธุ์ และตรวจพบเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลท จากผลการทดลองทั้ง 2 ฤดูปลูกพบว่ามันฝรั่งทั้ง 18 สายพันธุ์ที่ได้นำเข้าเชื้อพันธุ์มาจากต่างประเทศ แสดงอาการของโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียทุกสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันกับมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก พันธุ์ A3 และ A9 สามารถนำ


กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ต่อไป

---

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

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

**Abstract**

Resistance screening of potato germplasms to *Ralstonia solanacealum*, a bacterial causal agent, were carried out during October 2017–September 2018. Eighteen potato varieties were imported by Chiang Mai Royal Agricultural Research Center and tested against 4 *R. solanacealum* isolates. The experiments were carried out twice, during winter from November to February and rainy season from June to August. In the winter experiment, the result showed that all potato varieties showed wilt symptoms when challenged with Phu Ruea isolate but not with Wiang Pa Pao, Phob Phra and Fang isolates where no visual wilt symptoms were observed. Tubers from potato varieties challenged with Wiang Pa Pao, Phob Phra and Fang isolates were then cut to check for disease symptoms and only approximately 20 percent of the tubers showed symptoms. Therefore, the results were inconclusive due to low disease incidence which probably due to low temperature (8°C). In rainy season experiment, *R. solanacealum* Wiang Pa Pao isolate was the most virulence. No yield from all potato lines could be harvested. Potato wilt symptom was not observed in all potato varieties inoculated with Phu Ruea Phob Phra and Fang isolates; however, tubers from all 18 varieties showed sign of R. solanacearum infection and all bacterial isolates could be isolated from the infected tissue. From both experiment it could be concluded that all 18 imported potato varieties could be infected by all isolates of R. solanacearum used in the experiments which was not different from the control varieties Atlantic, A3 and A9.

กรมวิชาการเกษตร

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (potato) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Solanum tuberosum* L. จัดอยู่ในวงศ์มะเขือ (*Solanaceae*) มันฝรั่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือ ทำรายได้สูงมากให้แก่เกษตรกรเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นหลายชนิด (วงศ์, 2541) แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในจ.เชียงใหม่ ลำพูนและตาก ซึ่งมีผลผลิตรวมกันประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการผลิตมันฝรั่งในจ. เชียงราย สกลนคร และเลย โดยสามารถปลูกมันฝรั่งได้ถึง 200,000 ไร่ ร้อยละ 90 เป็นการผลิตมันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปส่งโรงงาน (สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มก, 2557) จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี 2558 จะมีเนื้อที่เพาะปลูกในประเทศรวม 44,485 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2557 จำนวน 5,627 ไร่ มีผลผลิตรวมทั้งหมด 115,541 ตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 17,077 ตัน โดยรวมทั้งพันธุ์โรงงานและพันธุ์บริโภค ซึ่งสาเหตุที่ที่การขยายเนื้อที่เพาะปลูกมาก เป็นผลมาจากการที่กระทรวงเกษตรฯ ได้ร่วมกับเอกชนที่มีโรงงานแปรรูป ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ 5 จ. ประกอบด้วยเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำพูน และตาก เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงานปี 2557-2560 ขึ้น ซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 1,500 ราย แจ้งความประสงค์สนใจจะปลูก โดยโครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงานจะทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

โรคเหี่ยว (bacterial wilt) ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* มีรายงานการพบครั้งแรกในปี 1890 ซึ่งพบในมันฝรั่ง ต่อมา Tryon (1894) ได้รายงานพบโรคเหี่ยวของมันฝรั่งใน Queensland และได้ทดสอบการเกิดโรคกับมะเขือเทศและมันฝรั่งโดย Smith (1896) เชื้อ *R. solanacearum* มีพืชอาศัยค่อนข้างกว้าง พืชที่มีรายงานว่าอ่อนแอต่อเชื้อนี้มาก คือ มันฝรั่ง มะเขือเทศ ยาสูบ มะเขือม่วง (eggplant) โรคนี้พบระบาดและสร้างความเสียค่อนข้างมากในมันฝรั่งที่ปลูกแถบเอเชีย แอฟริกา และอเมริกากลาง (Martin and French, 1985) ลักษณะอาการโรคเหี่ยวของมันฝรั่งที่เกิดจากแบคทีเรีย ในระยะแรกมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวที่ใบ กิ่งลู่ลง เฉพาะในช่วงกลางวันคล้ายอาการขาดน้ำ และฟื้นเป็นปกติในช่วงเวลากลางคืน จะแสดงลักษณะอาการแบบนี้ 3–5 วัน หลังจากนั้นมันฝรั่งจะแสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น และตายในที่สุด ซึ่งถ้าสังเกตบริเวณโคนต้นเหนือดินความสูงไม่เกิน 2.5 cm จะพบว่าตรงบริเวณโคนต้นมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำมาตัดลำต้นตามขวางแล้วแช่น้ำสะอาดจะพบของเหลวสีขาวเหมือนน้ำนม (bacterial oozes) ไหลออกมา ส่วนลักษณะอาการบนหัวมันฝรั่ง ถ้าสังเกตบริเวณผิวด้านนอกจะไม่เห็นความผิดปติ แต่เมื่อตัดหัวมันฝรั่งตามขวางจะพบว่าบริเวณท่อน้ำท่ออาหารเป็นสีน้ำตาล หรือแสดงอาการเน่าสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายอาการเน่าสีน้ำตาล ลักษณะอาการบนหัวมันฝรั่งจะขึ้นอยู่กับระยะพัฒนาการของโรคถ้าอาการของโรครุนแรงหัวมันฝรั่งก็จะแสดงอาการเน่า ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ตั้งแต่ภายนอก (EPPO, 2004)

การควบคุมและการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง ทำได้ค่อนข้างยากหากพบการระบาดของโรคในแปลงแล้ว เนื่องจากโรคนี้ไม่มีสารเคมีที่แนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ได้ วิธีการควบคุมและป้องกันกำจัดโรคนี้เน้นวิธีการเขตกรรม คือ การทำความสะอาดแปลงหลังเก็บเกี่ยวเสร็จแล้ว ให้เก็บเศษซากพืชออกจากแปลงไปเผาทำลายให้หมด เพื่อลดแหล่งสะสมของเชื้อโรค หรือเมื่อพบต้นเป็นโรคในแปลงให้รีบขุดออกจากแปลงทันทีแล้วโรยด้วยปูนขาวบริเวณที่ขุดต้นเป็นโรคออกไป ไถพลิกหน้าดินตากดินทำการอบดินด้วยยูเรียและปูนขาว

ลิขสิทธิ์การเกษตร

ก่อนปลูกพืช การปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ใช่พืชอาศัยของเชื้อสาเหตุ การใช้หัวพันธุ์ปลอดโรคแนะนำให้มีการตรวจหัวพันธุ์ก่อนปลูก นอกจากการควบคุมโรคด้วยวิธีทางเขตกรรมแล้ว ก็แนะนำให้ใช้ร่วมกับการควบคุมโรคด้วยชีววิธี เช่น การใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง รวมถึงการใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ทนทานและต้านทานต่อโรคนี้ (Muthoni *et al*., 2012)

การพัฒนาพันธุ์มันฝรั่งที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวได้ นับเป็นวิธีการจัดการโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้ยังไม่มีพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้วสามารถต้านทานต่อโรคนี้ได้ดี เนื่องจากความต้านทานโรคของพันธุ์มันฝรั่งมีความจำเพาะกับพื้นที่ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และสายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุด้วย ซึ่งพันธุ์มันฝรั่งที่สามารถปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาให้มีความต้านทานต่อโรคนี้ในพื้นที่ เมื่อนำมันฝรั่งพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกยังพื้นที่อื่น อาจสูญเสียลักษณะที่ต้านทานโรค (Muthoni *et al*., 2014) นอกจากนี้ยังพบว่ามันฝรั่งหลายๆพันธุ์ที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ ยังคงมีการติดเชื้อแฝงอยู่ในหัวพันธุ์และสามารถถ่ายทอดโรคผ่านหัวพันธุ์ได้โดยที่ไม่แสดงอาการของโรค หรือเรียกว่า การติดเชื้อแฝง (latent infection) ซึ่งหากนำหัวพันธุ์มันฝรั่งดังกล่าวไปปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นและสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การเกิดโรค ก็อาจจะแสดงอาการของโรคเหี่ยวได้ (Priou *et al*., 1999)

มีรายงานการศึกษามันฝรั่งพันธุ์ต้านทานต่อโรคเหี่ยว โดยใช้มันฝรั่งพันธุ์ ฝาง 60, Spunta, Kennebec, Atlantic, Agria, Dunja, Model, Ponto และ Hilta ผลการศึกษาคัดเลือกพบว่าไม่มีมันฝรั่งพันธุ์ใดที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวได้ แต่มีมันฝรั่ง 2 พันธุ์ ที่แสดงอาการทนต่อโรคนี้ได้ดีพอควร คือ พันธุ์ IBP-Selection 1xPPC 4-8 และพันธุ์ PPC 4-8 x CIP 376019-2 (วงศ์, 2536)

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>วิธีการ</u>

**1. พันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดสอบ**

ทดสอบมันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ที่นำเข้าโดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้แก่ 302428.20, 391002.6, 398098.119, 398098.205, 398180.144, 398180.253, 398180.292, 398190.200, 398190.404, 398190.530, 398190.605, 398190.735, 398192.41, 398192.592, 398193.650, 398201.510, 398208.620, 398208.704 และมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยทำการขยายต้นอ่อนมันฝรั่งโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง ย้ายเนื้อเยื่อจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (subculture) ทุก 2-3 สัปดาห์โดยใช้วิธีการตัดต้น 1 ข้อ เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS

**2. การเตรียมเชื้อ *Ralstonia solanacearum***

ใช้เชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* จำนวน 4 ไอโซเลท ในการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์ คือ

1. *R. solanacearum* ไอโซเลท อ. ฝาง จ.เชียงใหม่
2. *R. solanacearum* ไอโซเลท ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง ขุนวาง จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

3. *R. solanacearum* ไอโซเลท อ. พบพระ จ.ตาก

4. *R. solanacearum* ไอโซเลท จ.สกลนคร

โดยนำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ซึ่งแยกได้จากโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง ที่เก็บรักษาไว้ในหน่วยเก็บรักษาเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์โรคพืช ของกรมวิชาการเกษตร ทั้ง 4 โซเลท นำมาเลี้ยงบนอาหาร 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium Chloride medium (TZC) ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง คัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่มีสีชมพูอมขาว รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งเป็นลักษณะของโคโลนีที่มีความรุนแรง นำมาเลี้ยงบนอาหาร Wakimoto's medium (PSA) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PSA มาเลี้ยงเขย่าในอาหารเหลว TTC ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 36 ชั่วโมง วัดปริมาณเชื้อโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้มีประมาณเชื้อ $10^8$ หน่วยโคโลนี $ml^{-1}$

**3. การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum***

แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง ตามไอโซเลทของเชื้อ *R. solanacearum* โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD 21 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 5 ต้น

กรรมวิธีที่ 1 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง 302428.20 (CIP 1)

กรรมวิธีที่ 2 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง 391002.6 (CIP 2)

กรรมวิธีที่ 3 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398098.119 (CIP 3)

กรรมวิธีที่ 4 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398098.205 (CIP 4)

กรรมวิธีที่ 5 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง 398180.144 (CIP 5)

กรรมวิธีที่ 6 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398180.253 (CIP 6)

กรรมวิธีที่ 7 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398180.292 (CIP 7)

กรรมวิธีที่ 8 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398190.200 (CIP 8)

กรรมวิธีที่ 9 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398190.404 (CIP 9)

กรรมวิธีที่ 10 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398190.530 (CIP 10)

กรรมวิธีที่ 11 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398190.605 (CIP 11)

กรรมวิธีที่ 12 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398190.735 (CIP 12)

กรรมวิธีที่ 13 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398192.41 (CIP 13)

กรรมวิธีที่ 14 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398192.592 (CIP 14)

กรรมวิธีที่ 15 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398193.650 (CIP 15)

กรรมวิธีที่ 16 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398201.510 (CIP 16)

กรรมวิธีที่ 17 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398208.620 (CIP 17)

กรรมวิธีที่ 18 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง398208.704 (CIP 18)

กรรมวิธีที่ 19 มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (พันธุ์เปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 20 มันฝรั่งพันธุ์ A3 (พันธุ์เปรียบเทียบ)

กรรมวิธีที่ 21 มันฝรั่งพันธุ์ A9 (พันธุ์เปรียบเทียบ)

กรมวิชาการเกษตร

ขยายพันธุ์มันฝรั่งที่เลี้ยงในอาหารเทียมในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้การตัดข้อ (single node) และนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมขวดใหม่ เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน ย้ายปลูกลงในวัสดุปลูกที่อบฆ่าเชื้อ ในกระถางพลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ก่อนปลูกเชื้องดให้น้ำเป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นปลูกเชื้อลงพืชทดสอบโดยใช้มีดหรือคัตเตอร์ที่สะอาดตัดส่วนรากห่างจากต้น 1-2 cm ราดด้วยสารละลายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ที่เตรียมข้างต้นทันที โดยใช้อัตราส่วนสารละลายต่อดินในกระถาง 1: 10 (V/V) (~25ml/ต้น) (ณัฏฐิมา และเยาวภา, 2553)

<u>การประเมินโรค</u> บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ดังนี้

1 = พืชปกติ (healthy plant)
2 = ใบเหี่ยว 1 ใบต่อต้น (wilt of one leaf)
3 = ½ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of up to half the leaves)
4 = ¾ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of nearly all leaves)
5 = แสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น (complete wilt or death)

<u>การวิเคราะห์ผลการทดลอง</u> วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธี Analysis of Variance เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT คำนวณระดับความรุนแรงของการเกิดโรค

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช
โรงเรือนปลูกพืชทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

จากผลการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง จำนวน 18 สายพันธุ์ที่มีการนำเข้ามา ทดสอบกับเชื้อ *R. solanacearum* จำนวน 4 ไอโซเลท ในปีที่1 ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม พบว่าชุดการทดลองเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.ภูเรือ จ.เลย มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด มันฝรั่งสายพันธุ์ CIP1-CIP9 CIP13 และ CIP16 มีค่าดัชนีการเกิดโรค 100% หลังจากปลูกเชื้อไปแล้ว 56 วัน ชุดการทดลองเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.พบพระ จ.ตาก พบค่าดัชนีการเกิดโรคที่ใกล้เคียงกัน และชุดการทดลองเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบค่าเปอร์เซ็นต์ค่าดัชนีการเกิดโรคน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ไอโซเลท ระหว่างที่ทำการทดลองในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม มีอุณหภูมิลดต่ำประมาณ 8°C อากาศค่อนข้างหนาวมาก ซึ่งเป็นสาเหตุให้มันฝรั่งไม่แสดงอาการโรคเหี่ยวได้ หลังจากเช็คการเกิดโรคครบ 70 วันแล้วจึงทำการเก็บผลผลิตมันฝรั่ง พบว่าชุดการทดลองเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.ภูเรือ จ.เลย สามารถเก็บผลผลิตได้น้อยที่สุดเนื่องจากทุกกรรมวิธีมันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคค่อนข้างสูง และเมื่อนำหัวมันฝรั่งที่เก็บได้มาผ่าพบว่าหัวมันฝรั่งแสดงอาการโรคเหี่ยวทุกหัว สำหรับอีก 3 ชุดการทดลองสามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งได้ใกล้เคียงกัน เมื่อนำหัวมันฝรั่งมาผ่าดูก็พบว่ามีทั้งหัวมันฝรั่งที่แสดงอาการโรคเดี่ยวและหัวมันฝรั่งที่ไม่แสดงอาการโรคเหี่ยว จากผลการทดลองดังกล่าวในปีการทดลองที่ 2 จะเริ่มทำการทดลองซ้ำโดยจะทำการทดลองในช่วงฤดูฝนเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสภาวะอุณหภูมิลดต่ำมากในช่วงฤดูหนาว (ตารางที่ 1)

จากผลการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์ที่มีการนำเข้ามา ทดสอบกับเชื้อ *R. solanacearum* จำนวน 4 ไอโซเลท ในปีที่สอง ได้ทำการทดลองระหว่างเดือน กรกฎาคม-กันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน พบว่าทั้ง 4 ชุดการทดลองมันฝรั่งทุกสายพันธุ์แสดงอาการโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *R. solanacearum* จากการตรวจระดับความรุนแรงการเกิดโรคด้วยสายตาและจากการเปรียบเทียบค่าดัชนีการเกิดโรคพบว่า เชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และไอโซเลทจาก อ.พบพระ จ.ตาก มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากกว่าเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และ ไอโซเลทจาก อ.ภูเรือ จ.เลย (ตารางที่ 2) หลังจากเช็คการเกิดโรคครบ 70 วัน จึงทำการเก็บผลผลิตมันฝรั่ง พบว่าชุดการทดลองเชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย และไอโซเลทจาก อ.พบพระ จ.ตาก ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลยเนื่องจากทุกกรรมวิธีมันฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคค่อนข้างสูง ส่วนชุดการทดลองที่ใช้เชื้อ *R. solanacearum* ไอโซเลทจาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และ ไอโซเลทจาก อ.ภูเรือ จ.เลย สามารถเก็บผลผลิตมันฝรั่งได้บ้าง เมื่อนำหัวมันฝรั่งที่เก็บได้มาผ่าพบว่าหัวมันฝรั่งแสดงอาการโรคเหี่ยวทุกหัว

ปัจจุบันนี้ยังไม่มีพันธุ์มันฝรั่งที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้วสามารถต้านทานต่อโรคนี้ได้ดี เนื่องจากความต้านทานโรคของพันธุ์มันฝรั่งมีความจำเพาะกับพื้นที่ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และสายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุด้วย ซึ่งพันธุ์มันฝรั่งที่สามารถปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาให้มีความต้านทานต่อโรคนี้ในพื้นที่นึง เมื่อนำมันฝรั่งพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกยังพื้นที่อื่น อาจสูญเสียลักษณะที่ต้านทานโรค (Muthoni *et al*., 2014) นอกจากนี้ยังพบว่ามันฝรั่งหลาย ๆ พันธุ์ที่สามารถต้านทานต่อโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ ยังคงมีการติดเชื้อแฝงอยู่ในหัวพันธุ์และสามารถถ่ายทอดโรคผ่านหัวพันธุ์ได้โดยที่ไม่แสดงอาการของโรค หรือเรียกว่า การติดเชื้อแฝง (latent infection) ซึ่งหากนำหัวพันธุ์มันฝรั่งดังกล่าวไปปลูกในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น และสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การเกิดโรค ก็อาจจะแสดงอาการของโรคเหี่ยวได้ (Priou *et al*., 1999)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง เดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 2** ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง เดือนพฤศจิกายน–กุมภาพันธ์

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 3** ปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยว ของมันฝรั่ง เดือนมิถุนายน-สิงหาคม

| กรรมวิธี | ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | เชียงใหม่ | เชียงราย | ตาก | เลย |
| กรรมวิธีที่ 1 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP1 | 73.33 abc | 100.00 a | 73.33 ab | 6.67 fg |
| กรรมวิธีที่ 2 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP2 | 78.66 abc | 100.00 a | 86.67 a | 17.33 defg |
| กรรมวิธีที่ 3 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP3 | 86.66 a | 100.00 a | 86.67 a | 60.00 abcd |
| กรรมวิธีที่ 4 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP4 | 73.33 abc | 100.00 a | 86.67 a | 49.33 cdef |
| กรรมวิธีที่ 5 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP5 | 50.66 abcde | 93.33 ab | 80.00 a | 76.00 abc |
| กรรมวิธีที่ 6 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP6 | 67.99 abcd | 100.00 a | 86.67 a | 12.00 efg |
| กรรมวิธีที่ 7 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP7 | 80.00 ab | 100.00 a | 73.33 ab | 36.00 cdefg |
| กรรมวิธีที่ 8 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP8 | 78.66 abc | 93.33 ab | 86.67 a | 53.33 bcde |
| กรรมวิธีที่ 9 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP9 | 40.00 cde | 100.00 a | 80.00 a | 29.33 defg |
| กรรมวิธีที่ 10 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP10 | 34.66 de | 18.67 bc | 73.33 ab | 24.00 defg |
| กรรมวิธีที่ 11 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP11 | 39.99 cde | 100.00 a | 86.67 a | 29.33 defg |
| กรรมวิธีที่ 12 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP12 | 45.33 bcde | 80.00 bc | 85.33 a | 4.00 fg |
| กรรมวิธีที่ 13 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP13 | 13.33 e | 93.33 ab | 66.67 ab | 21.00 defg |
| กรรมวิธีที่ 14 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP14 | 73.33 abc | 100.00 a | 86.67 a | 25.33 defg |
| กรรมวิธีที่ 15 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP15 | 46.66 bcde | 100.00 a | 80.00 a | 20.00 defg |
| กรรมวิธีที่ 16 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP16 | 20.00 e | 100.00 a | 66.67 ab | 18.67 defg |
| กรรมวิธีที่ 17 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP17 | 26.66 e | 100.00 a | 86.67 a | 10.67 efg |
| กรรมวิธีที่ 18 มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic (เปรียบเทียบ) | 86.66 a | 100.00 a | 60.00 b | 100.00 a |
| กรรมวิธีที่ 19 มันฝรั่งพันธุ์ A3 (เปรียบเทียบ) | 73.33 abc | 100.00 a | 86.67 a | 92.00 ab |
| กรรมวิธีที่ 20 มันฝรั่งพันธุ์ A9 (เปรียบเทียบ) | 78.66 abc | 84.00 bc | 86.67 a | 46.67 cdef |
| **CV (%)** | **44.09** | **9.86** | **16.85** | **84.05** |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 4** ปริมาณผลผลิตมันฝรั่งการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อเชื้อ *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง เดือนมิถุนายน–สิงหาคม

| กรรมวิธี | ผลผลิต | | | |
|---|---|---|---|---|
| | เชียงใหม่ | เชียงราย | ตาก | เลย |
| กรรมวิธีที่ 1 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP1 | 8.18 bcdef | 24.60 ab | 18.52 bcdef | 0.86 e |
| กรรมวิธีที่ 2 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP2 | 10.06 bcde | 25.40 a | 22.88 ab | 0.86 e |
| กรรมวิธีที่ 3 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP3 | 13.36 ab | 25.32 a | 22.08 abc | 4.42 abcd |
| กรรมวิธีที่ 4 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP4 | 11.42 b | 23.54 ab | 22.00 abc | 2.46 cde |
| กรรมวิธีที่ 5 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP5 | 6.50 cdefg | 20.18 bcde | 19.10 abcdef | 5.26 abc |
| กรรมวิธีที่ 6 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP6 | 11.14 bc | 20.60 bcde | 21.66 abcd | 0.60 e |
| กรรมวิธีที่ 7 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP7 | 13.60 ab | 21.80 abcd | 17.26 cdefg | 2.72 cde |
| กรรมวิธีที่ 8 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP8 | 17.80 a | 22.86 abc | 21.60 abcd | 3.96 abcde |
| กรรมวิธีที่ 9 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP9 | 6.00 cdefg | 12.00 f | 21.48 abcd | 2.36 cde |
| กรรมวิธีที่ 10 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP10 | 5.22 defg | 22.28 abc | 15.84 defg | 1.56 cde |
| กรรมวิธีที่ 11 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP11 | 5.98 cdefg | 24.38 ab | 23.74 a | 1.46 cde |
| กรรมวิธีที่ 12 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP12 | 4.64 efg | 16.16 ef | 19.64 abcde | 0.20 e |
| กรรมวิธีที่ 13 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP13 | 2.54 g | 17.66 de | 13.74 fg | 0.12 e |
| กรรมวิธีที่ 14 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP14 | 9.86 bcde | 21.66 abcd | 18.90 abcdef | 3.62 bcde |
| กรรมวิธีที่ 15 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP15 | 4.66 efg | 20.46 bcde | 19.60 abcde | 2.18 cde |
| กรรมวิธีที่ 16 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP16 | 2.36 g | 23.82 ab | 17.44 cdefg | 2.84 cde |
| กรรมวิธีที่ 17 เชื้อพันธุ์มันฝรั่ง CIP17 | 2.98 fg | 23.62 ab | 14.38 efg | 0.96 de |
| กรรมวิธีที่ 18 มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic (เปรียบเทียบ) | 13.26 ab | 22.44 abc | 12.08 g | 7.40 ab |
| กรรมวิธีที่ 19 มันฝรั่งพันธุ์ A3 (เปรียบเทียบ) | 12.02 b | 22.94 ab | 24.52 a | 8.04 a |
| กรรมวิธีที่ 20 มันฝรั่งพันธุ์ A9 (เปรียบเทียบ) | 10.82 bcd | 18.54 cde | 20.60 abcd | 2.60 cde |
| **CV (%)** | **44.068** | **15.076** | **19.918** | **97.70** |

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพที่ 1** ลักษณะของหัวมันฝรั่งที่ติดเชื้อ *Ralstonia solanacearum* เมื่อผ่าหัวมันฝรั่งตามขวาง

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากผลการทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง ทั้ง 2 ฤดูปลูกพบว่ามันฝรั่งทั้ง 18 สายพันธุ์ที่ได้นำเข้าเชื้อพันธุ์มาจากต่างประเทศ แสดงอาการของโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียทุกสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันกับมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก พันธุ์ A3 และ A9 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.2.3 การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม
# Reaction of potato germplasms to root-knot nematodes


**ชื่อผู้วิจัย**

ไตรเดช ข่ายทอง[1] ธิติยา สารพัฒน์[1] วีรกรณ์ แสงไสย[1] อรทัย วงค์เมธา[2]

Tridej Khaithong[1] Thitiya Saraphat[1] Wirakorn Saengsai[1] Orathai Wongmetha[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ไส้เดือนฝอยรากปม (root-knot nematodes) มันฝรั่ง (potato) สายพันธุ์ (variety) และ ปฏิกิริยาพันธุ์ (reaction)



**บทคัดย่อ**

การทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์มันฝรั่ง 21 พันธุ์ ต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ประชากรจาก จ. ตาก จ.สุราษฎร์ธานี และ จ. ขอนแก่น ในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว ในเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่าปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* แต่ละประชากรค่อนข้างแตกต่างกัน ในไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ประชากรจาก จ. ตาก พบว่าอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในมันฝรั่งพันธุ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่น้อยกว่าพันธุ์แอตแลนติก สำหรับประชากรจาก จ. สุราษฎร์ธานี อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในมันฝรั่งพันธุ์ต่าง ๆ ทุกพันธุ์น้อยกว่าพันธุ์แอตแลนติก ส่วนประชากรจาก จ. ขอนแก่นพบว่าอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในมันฝรั่งพันธุ์ต่างๆ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดลองนี้อาจสามารถต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมได้เพียงบางประชากรเท่านั้น

**Abstract**

Reaction of potato cultivars to 3 populations (Tak, Surat Thani and Khon Kaen) of root-knot nematodes *M. incognita* in a greenhouse was carried out. Responses of potato cultivars to each population of root-knot nematodes were different. Reproduction of each root-knot nematode population on the same potato variety was different. Reproduction of Tak population in most potato cultivars was lower than the control cultivar. As same as Surat Thani population where the reproduction in all potato cultivars was lower than the control cultivar. However, in Khon Kaen population the reproduction in all potato cultivars was not different from the control cultivar. Therefore, the development of root-knot nematode resistant cultivars using potato cultivars from this experiment may resistant to some *M. incognita* population.


กรมวิชาการเกษตร

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

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

กรมวิชาการเกษตร

## บทนำ (Introduction)

โรคหัวหูดของมันฝรั่งเกิดจากไส้เดือนฝอยรากปมซึ่งส่วนใหญ่ที่พบคือ *M. incognita* และ *M. javanica* แต่ไส้เดือนฝอยรากปมชนิดอื่น ๆ ก็สามารถเข้าทำลายมันฝรั่งได้เช่นเดียวกัน ไส้เดือนฝอยรากปมทำความเสียหายให้กับหัวมันฝรั่งสำหรับส่งเข้าโรงงานผลิตมันฝรั่งแผ่นบางทอดกรอบ (potato chips) มันฝรั่งแผ่นที่ผลิตจากหัวมันที่เป็นโรคจะมีรอยไหม้บริเวณที่ไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย ทำให้ไม่สวยงาม เป็นเหตุให้โรงงานไม่รับซื้อหัวมันฝรั่งที่เป็นโรค (มนตรี และคณะ 2543) การระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมในพื้นที่ปลูกมันฝรั่งในเขตภาคตะวันตก โดยเฉพาะในเขตพื้นที่อ. พบพระ จ.ตาก ได้เกิดขึ้นมาเป็นระยะเวลานานและทำความเสียหายอย่างมาก

การจัดการไส้เดือนฝอยรากปมในปัจจุบัน ใช้การปลูกพืชที่ไม่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม เช่น ดาวเรือง ถั่วลิสง หมุนเวียนกับมันฝรั่ง บางพื้นที่ใช้การปลูกปอเทืองแล้วไถกลบในระยะออกดอก เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดและลดประชากรไส้เดือนฝอยในดินก่อนปลูก สารป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicides) ได้รับการขึ้นทะเบียน 2 ชนิด คือ cadusafos 10G และ fosthiazate 10G แต่ยังไม่มีการจำหน่ายในท้องตลาด การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่งทำได้ยาก ตัวอย่างเช่นการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne chitwoodi* ในพื้นที่ปลูกมันฝรั่ง ของรัฐ Oregon แถบตะวันตกของสหรัฐอเมริกา เป็นตัวอย่างของความยากในการควบคุมไส้เดือนฝอยชนิดนี้ ซึ่งการควบคุมโดยการใช้สารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีประเภท fumigant หรือ non-fumigant ก็ยังไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ แต่ต้องใช้สารเคมีมากกว่า 1 ชนิด และใช้มากกว่า 1 ครั้ง จึงสามารถควบคุมโรคได้ (Ingham *et al*., 2000; Ingham *et al*., 2007)

มันฝรั่งที่ใช้ปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานไส้เดือนฝอยรากปม ซึ่งทางสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตรมีโครงการปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรค โดยการนำเข้าพันธุ์จากต่างประเทศมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ จึงควรมีการทดสอบความต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมของพันธุ์มันฝรั่งในโครงการนี้ เพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งที่มีลักษณะต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

- หัวพันธุ์มันฝรั่ง วัสดุปลูก ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์สำหรับปลูกพืช อุปกรณ์แยกไข่ไส้เดือนฝอยจากรากพืช กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

<u>วิธีการ</u>

ทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมต่างๆ ของมันฝรั่ง จำนวน 18 เชื้อพันธุกรรมจากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ที่นำเข้าโดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้แก่ 302428.20, 391002.6, 398098.119, 398098.205, 398180.144, 398180.253, 398180.292, 398190.200, 398190.404, 398190.530, 398190.605, 398190.735, 398192.41, 398192.592, 398193.650, 98201.510, 398208.620, 398208.704 โดยทำการขยายต้นอ่อนมันฝรั่งโดย



กรมวิชาการเกษตร

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง ย้ายเนื้อเยื่อจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (subculture) ทุก 2-3 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการตัดต้น 1 ข้อ เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS

**การเตรียมตัวอ่อนระยะที่สองของไส้เดือนฝอยรากปม**

เลี้ยงไส้เดือนฝอยรากปมในรากมะเขือเทศในกระถาง โดยเริ่มจาก 1 กลุ่มไข่ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่บริสุทธิ์สำหรับการทดลอง ขยายเพิ่มปริมาณในรากมะเขือเทศพันธุ์สีดา แยกไข่ไส้เดือนฝอยจากรากโดยการตัดรากปมเป็นชิ้นขนาดยาวประมาณ 1 cm และเขย่าใน 0.52% Sodium Hypochlorite (คลอร็อก 10%) และเก็บไข่ไส้เดือนฝอยโดยการล้างผ่านตะแกรงที่มีขนาดช่อง 25 µm ด้วยน้ำสะอาด (Hussey and Barker, 1973) นำไข่ไส้เดือนฝอยใส่ลงบนตะแกรงไนลอนขนาดเล็กที่มีขนาดช่องประมาณ 25 µm ซึ่งวางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เก็บตัวอ่อนระยะที่สอง ซึ่งฟักออกมาจากไข่และอยู่ในน้ำในจานเลี้ยงเชื้อไปใช้

**การทดสอบปฏิกิริยาของมันฝรั่ง**

วางแผนการทดลองแบบ RCBD 21 กรรมวิธี 10 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีคือมันฝรั่งพันธุ์ต่างๆ และพันธุ์แอตแลนติกเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

กรรมวิธีที่ 1 มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic (Control)
กรรมวิธีที่ 2 มันฝรั่งพันธุ์ 302428.20
กรรมวิธีที่ 3 มันฝรั่งพันธุ์ 391002.6
กรรมวิธีที่ 4 มันฝรั่งพันธุ์ 398098.119
กรรมวิธีที่ 5 มันฝรั่งพันธุ์ 398098.205
กรรมวิธีที่ 6 มันฝรั่งพันธุ์ 398180.144
กรรมวิธีที่ 7 มันฝรั่งพันธุ์ 398180.253
กรรมวิธีที่ 8 มันฝรั่งพันธุ์ 398180.292
กรรมวิธีที่ 9 มันฝรั่งพันธุ์ 398190.200
กรรมวิธีที่ 10 มันฝรั่งพันธุ์ 398190.404
กรรมวิธีที่ 11 มันฝรั่งพันธุ์ 398190.530
กรรมวิธีที่ 12 มันฝรั่งพันธุ์ 398190.605
กรรมวิธีที่ 13 มันฝรั่งพันธุ์ 398190.735
กรรมวิธีที่ 14 มันฝรั่งพันธุ์ 398192.41
กรรมวิธีที่ 15 มันฝรั่งพันธุ์ 398192.592
กรรมวิธีที่ 16 มันฝรั่งพันธุ์ 398193.650
กรรมวิธีที่ 17 มันฝรั่งพันธุ์ 398201.510
กรรมวิธีที่ 18 มันฝรั่งพันธุ์ 398208.620
กรรมวิธีที่ 19 มันฝรั่งพันธุ์ 398208.704
กรรมวิธีที่ 20 มันฝรั่งพันธุ์ทนทานโรคใบไหม้ A3
กรรมวิธีที่ 21 มันฝรั่งพันธุ์ทนทานโรคใบไหม้ A9

กรมวิชาการเกษตร

ขยายพันธุ์มันฝรั่งจากต้นมันฝรั่งที่เลี้ยงในอาหารเทียมในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้การตัดข้อ (single node) และนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมขวดใหม่ เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน ย้ายปลูกลงในวัสดุปลูกที่อบฆ่าเชื้อ ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใส่ไข่ไส้เดือนฝอยรากปมลงในแต่ละกระถาง (inoculation) กระถางละ 1,000 ฟอง หลังจากย้ายปลูก 14 วัน ตรวจผลการทดลอง 60 วันหลังใส่ไส้เดือนฝอย โดยแยกไข่ไส้เดือนฝอยจากรากมันฝรั่ง และตรวจนับไข่ไส้เดือนฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT แปลงข้อมูลจำนวนนับให้อยู่ในรูป log (x+1) ก่อนวิเคราะห์ข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

ปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ไอโซเลต จ. ตากพบว่าจำนวนไข่ต่อรากของไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่งพันธุ์ต่างๆ น้อยกว่าพันธุ์แอตแลนติก ยกเว้นพันธุ์พันธุ์ 398180.292 และ พันธุ์ 398190.404 ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์แอตแลนติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ไอโซเลต จ. สุราษฎร์ธานี พบว่าจำนวนไข่ต่อรากของไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่งทุกพันธุ์น้อยกว่าพันธุ์แอตแลนติก

ปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ไอโซเลต จ. ขอนแก่น พบว่าจำนวนไข่ต่อรากของไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่งทุกพันธุ์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติก ยกเว้น พันธุ์ 398190.735 ซึ่งมีจำนวนไข่ต่อรากมากกว่าพันธุ์แอตแลนติก

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* แต่ละประชากรค่อนข้างแตกต่างกัน และบางพันธุ์มีอัตราการขยายพันธุ์ต่ำกว่าพันธุ์ควบคุม

ในการทดลองครั้งนี้การขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมอาจน้อยกว่าที่ควร เนื่องจากกระถางพลาสติกที่ใช้ในการทดลองมีขนาดใหญ่ และปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปมด้วยไข่ไส้เดือนฝอย 1,000 ฟอง ซึ่งอาจน้อยเกินไป ซึ่งในการทดลองต่อไปจะใช้กระถางขนาดเล็กลง เพื่อให้ไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่เข้าทำลายรากได้ง่ายขึ้น และเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอยรากปมที่ใช้ในการปลูกเชื้อเพื่อให้มีอาการของโรคที่ชัดเจนมากขึ้น

**ตารางที่ 1** จำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ที่แยกได้จาก จ.ตาก สุราษฎณ์ธานี และขอนแก่น ภายหลังการเติมเชื้อนาน 60 วัน

| Treatments | Number of egg† | | |
|---|---|---|---|
| | Tak | Surat Thani | Khon Kaen |
| Atlantic | 6,071 a | 11,933 a | 2,541 bcd |
| 302428.20 | 848 cd | 2,464 cd | 984 d |
| 391002.6 | 869 cd | 7,059 b | 3,511 bc |
| 398098.119 | 548 cd | 1,374 d | 1,135 d |
| 398098.205 | 1,034 cd | 481 d | 4,122 b |
| 398180.144 | 374 cd | - | 891 d |
| 398180.253 | 406 cd | 790 d | 492 d |
| 398180.292 | 5,152 ab | 1,329 d | 2,383 bcd |
| 398190.200 | - | 1,079 d | - |

กรมวิชาการเกษตร

| Treatments | Number of egg† | | |
|---|---|---|---|
| | Tak | Surat Thani | Khon Kaen |
| 398190.404 | 4,624 ab | 1,171 d | 481 d |
| 398190.530 | 1,738 cd | 841 d | 2,373 bcd |
| 398190.605 | 314 d | 749 d | 2,474 bcd |
| 398190.735 | 758 cd | - | 7,998 a |
| 398192.41 | 1,595 cd | 1,436 d | 2,796 bcd |
| 398192.592 | 3,050 bc | 4,985 bc | 1,250 cd |
| 398193.650 | 1,218 cd | 1,940 cd | 1,705 bcd |
| 398201.510 | 1,748 cd | 637 d | 1,320 cd |
| 398208.620 | 2,572 bcd | 131 d | 2,915 bcd |
| 398208.704 | - | - | - |
| A3 | 1,046 cd | 676 d | 1,798 bcd |
| A9 | 1,378 cd | 904 d | 975 d |
| **F-test** | ** | ** | ** |
| **C.V. (%)** | **122.5** | **156.9** | **109.9** |

† Numbers in the same column with the same letter are not significantly different at 95% level by DMRT

* = Significantly different at 95% level

** = Significantly different at 99% level ^ = No Data (Plants died)

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* แต่ละประชากรค่อนข้างแตกต่างกัน และบางพันธุ์มีอัตราการขยายพันธุ์ต่ำกว่าพันธุ์ควบคุม

# การทดลองที่ 1.2.4 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส *Potato virus* Y

# Evaluation of potato cultivars for resistance *Potato virus* Y


**ชื่อผู้วิจัย**

สิทธิศักดิ์ แสไพศาล[1] อรทัย วงค์เมธา[2]

sitthisak Saepaisal[1] Orathai Wongmetha[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

โรคใบด่าง (*Potato virus* $Y^n$) มันฝรั่ง (potato) ความต้านทาน (resistance) และทนทาน (tolerance)



**บทคัดย่อ**

การคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^n$ (strain n) จำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic ในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.ขุนวาง โดยใช้หัว G0 ปลูกในฤดูหนาวและเก็บหัวพันธุ์ในฤดูหนาวเพื่อปลูกในฤดูฝน ผลการตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสจากตัวอย่างใบของต้นมันฝรั่งด้วยเทคนิค indirect-ELISA ในสองฤดู ทั้ง 18 สายพันธุ์ ไม่พบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^n$ (strain n) โดยต้นมันฝรั่งแสดงอาการใบด่างไม่ชัดเจน (mild mosaic) อาการใบด้าน หนา ไปจนถึงแสดงอาการใบด่าง (mosaic) ให้เห็นชัดเจนในทุกสายพันธุ์ เมื่อมันฝรั่งอายุ 45–75 วัน แต่สายพันธุ์ 302428.20 และ 398098.205 ที่มีความทนทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^n$ (strain n) โดยพบการเกิดโรคไวรัสในระดับที่ต่ำในฤดูหนาวและยังต่ำในฤดูฝน เมื่อเทียบกับสายพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์อื่น

**Abstract**

The selection of 18 potatoes that contain the anti-virus $PVY^n$ (strain n) from International Potato Center (CIP) in Peru, the potatoes would be compared with Atlantic potatoes in Cold season and Rain season at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center in Khun Wang District. GO tubers had been grown in the cold season and collected the tubers in the cold season for growing again in the rain season. The result to the test for anti-virus form the sample of potato leaves with the indirect-ELISA method in the two seasons with 18 potatoes, No potato variants were found to be resistant to the virus. The plants shown mild mosaic, the leaves were thick and revealed mosaic clearly in each method after 45-75 days. However, in method 2 (variety 302428.20) and method 5 (variety 398098.205) contain resistance to the virus ($PVY^n$ (strain n) as the rate of disease from the virus is low in the cold season and the rain season comparing to other potatoes in each method.


กรมวิชาการเกษตร

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
[2] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

## บทนำ (Introduction)

ในประเทศไทย มันฝรั่งเป็นพืชความหวังหนึ่งของเกษตรกร เพราะตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ราคามันฝรั่งในตลาดมีราคาสูง ปริมาณการผลิตไม่เพียงพอต่อการบริโภค จูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชชนิดนี้กันมากขึ้น แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ อ.สันทราย แม่แตง เชียงดาว ไชยปราการ ฝาง จ.เชียงใหม่ อ.แม่สอด พบพระ จ.ตาก รวมทั้งบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ปัญหาหรืออุปสรรคของการปลูกมันฝรั่ง คือการต้องสั่งหัวพันธุ์มันฝรั่งนำเข้ามาปลูกทุกปี ซึ่งอาจมีความล่าช้าเลยช่วงปลูกไป ซึ่งการที่เกษตรกรไม่สามารถเก็บหัวพันธุ์ไว้ใช้เอง เพราะหัวพันธุ์ที่เก็บไว้มักมีการติดเชื้อไวรัสอยู่ ซึ่งไม่สามารถสังเกตหัวพันธุ์ที่ติดเชื้อไวรัสนี้ได้ และเมื่อนำหัวพันธุ์นี้ไปปลูกในชั่วต่อไป จะพบว่าผลผลิตลดลงอย่างมากและเป็นการเพิ่มการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส เชื้อไวรัสมันฝรั่งมีความสำคัญมากในการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร ซึ่งเชื้อไวรัสที่เข้าทำลายมันฝรั่ง มีมากกว่า 28 ชนิด (Smith, 1972; Hooker, 1981) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่จะนำมาปลูกต้องปลอดจากเชื้อไวรัสอย่างแท้จริง จึงจะให้ผลผลิตสูง ความเสียหายที่เกิดจากเชื้อไวรัสในมันฝรั่งนั้น เช่น พบว่าเชื้อ Potato leaf roll virus (PLRV) ทำความเสียหายให้กับผลผลิตมันฝรั่งประมาณ 40-60% (Bokx, 1972) เชื้อ Potato virus Y (PVY) เข้าทำความเสียหายให้กับผลผลิตมันฝรั่งร่วมกับ Potato virus X (PVX) บนมันฝรั่งพันธุ์ Kennebec ทำให้ผลผลิตมันฝรั่งลดลงประมาณ 18-20% (กิตติศักดิ์และคณะ, 2533) และเชื้อ Potato virus Y (PVY) อาจสูงถึง 80% บนมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก (สิทธิศักดิ์, 2555) จากปัญหาการติดเชื้อไวรัสที่ส่งผลต่อผลผลิต จำเป็นต้องมีการแก้ไขปัญหาในระยะยาวในการจัดการโรค หนึ่งในนั้นคือการศึกษาหาพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการต้านทานต่อเชื้อไวรัส จากจุดนี้ทางสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จึงได้มีการนำพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศเข้ามาเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์ และมีการทดสอบพันธุ์ที่นำเข้าถึงความต้านทานต่อเชื้อไวรัส และเพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณลักษณะต้านทานต่อเชื้อไวรัสนั้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผลผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งต่อไป งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งนำเข้าในโครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส PVY

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. หัวพันธุ์มันฝรั่งที่ใช้ในการทดสอบ G0
2. เชื้อไวรัส PVY
3. พืชทดสอบและพืชอาศัย
4. ตู้แช่แข็ง -20 และ -40$^{0}$C



กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

**1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

ทำการทดสอบพันธุ์มันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู ที่นำเข้าโดยสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้แก่ พันธุ์ 302428.20, 391002.6, 398098.119, 398098.205, 398180.144, 398180.253, 398180.292, 398190.200, 398190.404, 398190.530, 398190.605, 398190.735, 398192.41, 398192.592, 398193.650, 398201.510, 398208.620, 398208.704 และทำการเลี้ยงขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแล้วขยายลงปลูกเก็บหัวพันธุ์ในแต่ละพันธุ์ เพื่อใช้ในการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

**2. การเตรียมเชื้อไวรัส PVY สำหรับการปลูกเชื้อลงบนต้นมันฝรั่งพันธุ์ทดสอบ**

เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic โดยปลูกต้นมันฝรั่งไว้ในโรงเรือนปลูกต้นไม้ควบคุมอุณหภูมิ 25-27°C จำนวน 50 กระถาง ซึ่งเหมาะสมกับการเพิ่มปริมาณเชื้อไวรัส ทำการปลูกเชื้อเพิ่มปริมาณเชื้อ เลี้ยงให้เกิดโรคทั้งต้นและทำการเก็บใบไว้สำหรับปลูกเชื้อไวรัส PVY และมันฝรั่งที่ใช้สำหรับทดสอบเริ่มงอกมีใบจริง 3-4 ใบ จึงทำการปลูกเชื้อด้วยน้ำคั้นของเชื้อ PVY ลงบนต้นมันฝรั่งในแต่ละกรรมวิธี โดยบดใบมันฝรั่งเป็นโรคใน บัฟเฟอร์ที่แช่เย็นด้วยเครื่องปั่น ในอัตรา 1: 10 (ใบพืชเป็นโรค: บัฟเฟอร์) แล้วผสมผง celite ลงในน้ำคั้นพืช ทาน้ำคั้นลงบนใบของมันฝรั่ง เสร็จแล้วใช้บัวรดน้ำราดน้ำล้างใบที่ปลูกเชื้อ

**3. วางแผนการทดลองปลูก** มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 21 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ Atlantic ปลอดเชื้อ PVY
กรรมวิธีที่ 2 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 302428.20 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 3 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 391002.6 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 4 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398098.119 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 5 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398098.205 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 6 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398180.144 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 7 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398180.253 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 8 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398180.292 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 9 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398190.200 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 10 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398190.404 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 11 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398190.530 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 12 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398190.605 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 13 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398190.735 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 14 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398192.41 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 15 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398192.592 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 16 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398193.650 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 17 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398201.510 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 18 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398208.620 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 19 ปลูกด้วยหัวพันธุ์ 398208.704 ปลอดเชื้อ + PVY
กรรมวิธีที่ 20 Control Atlantic ที่ไม่ปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 21 Control Atlantic ที่ปลูกเชื้อ

**4. ตรวจสอบการติดเชื้อไวรัส**

ตรวจดูการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อแล้ว 14 วัน พร้อมทั้งปลูกเชื้อซ้ำอีกครั้งและทำการเก็บตัวอย่างใบของทุกกรรมวิธี 3 ครั้ง มาทำการตรวจหาเชื้อ PVY ด้วยวิธี ELISA

ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างใบหลังการปลูกเชื้อ แล้วประมาณ 3 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร

ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างใบตรวจครั้งที่ 2 เมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 45 วัน เป็นช่วงก่อนออกดอก

ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างใบตรวจครั้งที่ 3 เมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 75 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว 15 วัน เพื่อดูเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและหาค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของผลการตรวจหาเชื้อไวรัส PVY ที่ 405 nm ด้วยวิธี Indirect-ELISA ของทั้งการทดลองในฤดูหนาวและฤดูฝน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี DMRT

<u>เวลาและสถานที่</u>

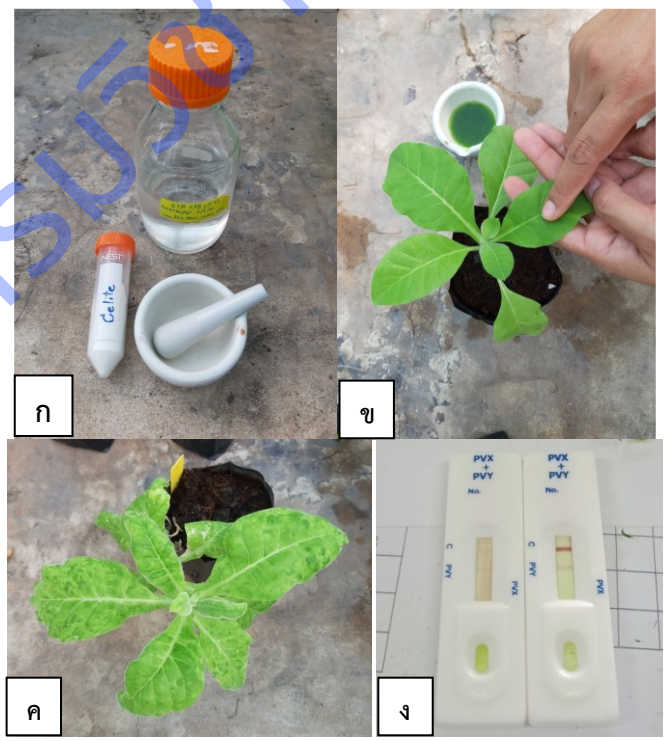
ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานไวรัสวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.
ห้องปฏิบัติการและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**1. การเตรียมเชื้อไวรัสและหัวพันธุ์มันฝรั่ง ต้นพืชทดสอบสำหรับการประเมินความต้านทาน**

เชื้อไวรัสที่ใช้เป็นแหล่งของเชื้อเพื่อนำมาทำการทดสอบความต้านทานของมันฝรั่ง เป็นเชื้อ *Potato virus* $Y^n$ (PVY strain n) จากแหล่งเก็บเชื้อพันธุ์ของกลุ่มงานไวรัสวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่ได้แยกเชื้อให้บริสุทธิ์ในพืชอาศัยและเก็บเป็นตัวอย่างแห้ง นำมาเพิ่มปริมาณเชื้อในต้นยาสูบ (*Nicotiana benthamiana*) (ภาพที่ 1)




**ภาพที่ 1** การเตรียมไวรัส PVY ในใบยาสูบ และตรวจสอบการเป็นไวรัสด้วยชุดตรวจสอบไวรัส GLIFT kit (ก-ง)

กรมวิชาการเกษตร

หัวพันธุ์มันฝรั่งจำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู นำมาเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและนำออกปลูกในโรงเรือนเตรียมหัวพันธุ์ให้ได้ G0 ในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้ทดสอบในแต่กรรมวิธี รวมทั้งหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ Atlantic ใช้เปรียบเทียบ จากนั้นทำการเก็บเข้าห้องเย็นพักตัวเพื่อรอทำการทดสอบ

เตรียมต้นมันฝรั่งทดสอบ นำหัวพันธุ์มันฝรั่งออกจากห้องเย็นมาผึ่ง ก่อนนำลงปลูกในถุงดำขนาดประมาณ 8 นิ้ว ปลูก 2 หัว/ถุง (คัดเหลือหนึ่งต้นหลังงอก) ทำการเตรียมทั้งหมด 105 ถุง (21 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ) เมื่อต้นพืชงอกอายุประมาณ 14 วัน จึงนำมาใช้ในการปลูกเชื้อในการประเมินความต้านทาน โดยในการประเมินจะใช้พันธุ์ Atlantic เป็นพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ดำเนินการเตรียมและวางต้นมันฝรั่งทั้งหมดไว้ที่โรงเรือนกันแมลง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงขุนวาง จ.เชียงใหม่ (ภาพที่ 2) ซึ่งเชื้อ PVY มีแมลงพาหะในกลุ่มเพลี้ยอ่อนอย่างน้อย 25 สปีชีส์ ที่สามารถถ่ายทอดและแพร่ระบาดได้ลักษณะ non-persistent โดยเพลี้ยอ่อน *Myzus persicae* มีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดดีที่สุด นอกจากนั้นยังมี *Aphid fabae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *M. certus*, *Phorodon humuli* และ*Rhopalosiphum insertum* (Kennedy *et al*., 1962)

**ภาพที่ 2** การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่ง 21 สายพันธุ์ และ ตรวจสอบการเกิดโรค 5 ครั้ง (ก-ค)

**2. การตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสในต้นมันฝรั่ง**

กรมวิชาการเกษตร

นำใบยาสูบที่เป็นแหล่งเพิ่มปริมาณของเชื้อไวรัส มาเตรียมเป็นน้ำคั้นสำหรับใช้ในการปลูกเชื้อ โดยนำใบมาบดในโกร่งกับ 0.01 M phosphate buffer pH 7.0 ที่แช่เย็น อัตราส่วน 1: 10 (ใบพืชเป็นโรค: บัฟเฟอร์) แล้วผสมผง celite ในอัตราประมาณ 0.5 g $ml^{-1}$ ลงในโกร่ง จากนั้นปลูกเชื้อไวรัสด้วยวิธีกล (mechanical inoculation) โดยทาลงบนใบจริงคู่แรกและคู่ที่สองของต้นกล้ามันฝรั่ง ภายหลังปลูกเชื้อ 15-20 นาที จึงล้างใบพืชทดสอบด้วยน้ำสะอาด และทำการปลูกเชื้อซ้ำอีกครั้งหลังปลูกเชื้อครั้งแรก 1 สัปดาห์ (ภาพที่ 3) ทำการประเมินโรค ครั้งที่ 1 (เก็บตัวอย่างใบหลังการปลูกเชื้อ 3 สัปดาห์) ครั้งที่ 2 (เก็บตัวอย่างใบเมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 45 วัน) และครั้งที่ 3 (เก็บตัวอย่างใบเมื่อมันฝรั่งมีอายุประมาณ 75 วัน) ดูลักษณะอาการของโรคที่ปรากฏ พร้อมทั้งนำตัวอย่างใบมาตรวจสอบหาเชื้อไวรัสด้วยเทคนิค indirect-ELISA นำค่าเฉลี่ยที่ได้ในฤดูหนาวและฤดูฝนมาคิดคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Percent infection) ตามวิธีของ Havey (1996)

กรมวิชาการเกษตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค} \times 100}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

**ภาพที่ 3** การปลูกถ่ายเชื้อไวรัสบนใบมันฝรั่งในแต่ละสายพันธุ์ (ก-ค) และ การเก็บตัวอย่างใบหลังจากปลูกถ่ายเชื้อไวรัส (ง)

พบว่าภายหลังการปลูกเชื้อไวรัส PVY ที่ 3 สัปดาห์ พืชแสดงอาการใบด่างไม่ชัดเจน (mild mosaic) แทบทุกสายพันธุ์ บางสายพันธุ์แสดงอาการใบด่าง (mosaic) ให้เห็นเล็กน้อยโดยเฉพาะใน treatment 17 และหลังปลูกเชื้อแล้วที่อายุ 45–75 วัน พืชทดสอบแสดงอาการใบหนา ด้าน และพบลักษณะใบด่างชัดเจนในทุกสายพันธุ์ (ภาพที่ 4) สำหรับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค พบว่าการปลูกในฤดูหนาวมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 6.67-86.67 (ตารางที่ 1) และการปลูกในฤดูฝนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 66.67-100.00 (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาผลตรวจด้วยเทคนิค Indirect-ELISA พบว่าการตรวจสอบเชื้อ *Potato virus* Y (PVY) โดยนำผลการตรวจสอบของตัวอย่างทั้งหมดเปรียบเทียบกับค่า $O.D._{405}$ ของ Negative control หรือ Healthy (0.090), Buffer (0.093) และ Positive PVY (0.807) พบว่าตัวอย่างใบมันฝรั่งในฤดูหนาวที่ตรวจสอบ มีค่า $O.D._{405}$ อยู่ในช่วง 0.086-0.353 โดยมีกรรมวิธีที่ 14, 16, 17, 18, 19 และ 20 (Control Atlantic ที่ไม่ปลูกเชื้อ) มีค่าต่ำกว่าและเมื่อทำการตรวจสอบตัวอย่างใบมันฝรั่งในฤดูฝนพบเชื้อไวรัส PVY ทุกตัวอย่าง ซึ่งมีค่า $O.D._{405}$ อยู่ในช่วง 0.112-0.789 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า $O.D._{405}$ ของ Negative control หรือ Healthy (0.094), Buffer (0.097) และ Positive PVY (0.147) มีค่าสูงกว่าทั้งหมด (ตารางที่ 3) ซึ่งทำให้สรุปผลการตรวจสอบการเกิดโรคไวรัส PVY ของมันฝรั่งในทุกสายพันธุ์ได้ว่า มันฝรั่งในแต่ละสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบหาความต้านทานนั้น ไม่พบสายพันธุ์มันฝรั่งที่มีความต้านทานต่อเชื้อไวรัส PVY แต่พบว่ามีบางสาย

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์ที่ทนทานต่อเชื้อไวรัส PVY คือ กรรมวิธีที่ 2 พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในฤดูหนาว 13.33 (เปอร์เซ็นต์ความทนทาน 86.67) ในฤดูฝนพบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 66.67 (เปอร์เซ็นต์ความทนทาน 33.33) และกรรมวิธีที่ 5 พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในฤดูหนาว 53.33 (เปอร์เซ็นต์ความทนทาน 46.67) ในฤดูฝนพบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 80.00 (เปอร์เซ็นต์ความทนทาน 20.00) ซึ่งยังมีความทนทานอยู่แม้จะนำมาปลูกในฤดูที่เกิดโรค

**ตารางที่ 1** ปฏิกิริยาของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์หลังจากปลูกถ่ายเชื้อไวรัสในมันฝรั่ง (Havey, 1996) ช่วงฤดูหนาว

| ชุดการทดลอง | จำนวนต้นทั้งหมด | จำนวนต้นที่เป็นโรค | การเกิดโรค (%) | ความต้านทาน (%) |
|---|---|---|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 | 15 | 2 | 13.33 | 86.67 |
| กรรมวิธีที่ 2 | 15 | 2 | 13.33 | 86.67 |
| กรรมวิธีที่ 3 | 15 | 3 | 20.00 | 80.00 |
| กรรมวิธีที่ 4 | 15 | 6 | 40.00 | 60.00 |
| กรรมวิธีที่ 5 | 15 | 8 | 53.33 | 46.67 |
| กรรมวิธีที่ 6 | 15 | 10 | 66.67 | 33.33 |
| กรรมวิธีที่ 7 | 15 | 13 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 8 | 15 | 10 | 66.67 | 33.33 |
| กรรมวิธีที่ 9 | 15 | 12 | 80.00 | 20.00 |
| กรรมวิธีที่ 10 | 15 | 14 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 11 | 15 | 12 | 80.00 | 20.00 |
| กรรมวิธีที่ 12 | 15 | 9 | 60.00 | 40.00 |
| กรรมวิธีที่ 13 | 15 | 9 | 60.00 | 40.00 |
| กรรมวิธีที่ 14 | 15 | 2 | 13.33 | 86.67 |
| กรรมวิธีที่ 15 | 15 | 6 | 40.00 | 60.00 |
| กรรมวิธีที่ 16 | 15 | 2 | 13.33 | 86.67 |
| กรรมวิธีที่ 17 | 15 | 1 | 6.67 | 93.33 |
| กรรมวิธีที่ 18 | 15 | 3 | 20.00 | 80.00 |
| กรรมวิธีที่ 19 | 15 | 13 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 20 | 15 | 0 | 00.00 | 100.00 |
| Control Atlantic ที่ไม่ปลูกเชื้อ | | | | |
| กรรมวิธีที่ 21 | 15 | 15 | 100.00 | 00.00 |
| Control Atlantic ที่ปลูกเชื้อ | | | | |

**ตารางที่ 2** ปฏิกิริยาของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์หลังจากปลูกถ่ายเชื้อไวรัสในมันฝรั่ง (Havey, 1996) ช่วงฤดูฝน

กรมวิชาการเกษตร

| ชุดการทดลอง | จำนวนต้นทั้งหมด | จำนวนต้นที่เป็นโรค | การเกิดโรค (%) | ความต้านทาน (%) |
|---|---|---|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 2 | 15 | 10 | 66.67 | 33.33 |
| กรรมวิธีที่ 3 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 4 | 15 | 13 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 5 | 15 | 12 | 80.00 | 20.00 |
| กรรมวิธีที่ 6 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 7 | 15 | 14 | 93.33 | 6.67 |
| กรรมวิธีที่ 8 | 15 | 14 | 93.33 | 6.67 |
| กรรมวิธีที่ 9 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 10 | 15 | 10 | 93.33 | 6.67 |
| กรรมวิธีที่ 11 | 15 | 11 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 12 | 15 | 13 | 86.67 | 13.33 |
| กรรมวิธีที่ 13 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 14 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 15 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 16 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 17 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 18 | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |
| กรรมวิธีที่ 19 | 15 | 14 | 93.33 | 6.67 |
| กรรมวิธีที่ 20 Control Atlantic ที่ไม่ปลูกเชื้อ | 15 | 0 | 0.00 | 100.00 |
| กรรมวิธีที่ 21 Control Atlantic ที่ปลูกเชื้อ | 15 | 15 | 100.00 | 0.00 |

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 3** การเกิดไวรัสในมันฝรั่งภายหลังตรวจสอบด้วยวิธีการ indirect-ELISA บนตัวอย่างใบมันฝรั่ง

| กรรมวิธี | ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง ที่ 405 nm | |
|---|---|---|
| | หลังการปลูกเชื้อไวรัส PVY ในฤดูหนาว | หลังการปลูกเชื้อไวรัส PVY ในฤดูฝน |
| กรรมวิธีที่ 1 | 0.110 | 0.113 |
| กรรมวิธีที่ 2 | 0.141 | 0.112 |
| กรรมวิธีที่ 3 | 0.216 | 0.652 |
| กรรมวิธีที่ 4 | 0.179 | 0.417 |

| กรรมวิธี | ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง ที่ 405 nm | |
|---|---|---|
| | หลังการปลูกเชื้อไวรัส PVY ในฤดูหนาว | หลังการปลูกเชื้อไวรัส PVY ในฤดูฝน |
| กรรมวิธีที่ 5 | 0.284 | 0.294 |
| กรรมวิธีที่ 6 | 0.353 | 0.470 |
| กรรมวิธีที่ 7 | 0.155 | 0.783 |
| กรรมวิธีที่ 8 | 0.224 | 0.678 |
| กรรมวิธีที่ 9 | 0.227 | 0.699 |
| กรรมวิธีที่ 10 | 0.264 | 0.406 |
| กรรมวิธีที่ 11 | 0.227 | 0.408 |
| กรรมวิธีที่ 12 | 0.129 | 0.193 |
| กรรมวิธีที่ 13 | 0.139 | 0.313 |
| กรรมวิธีที่ 14 | 0.092 | 0.341 |
| กรรมวิธีที่ 15 | 0.110 | 0.176 |
| กรรมวิธีที่ 16 | 0.087 | 0.430 |
| กรรมวิธีที่ 17 | 0.087 | 0.228 |
| กรรมวิธีที่ 18 | 0.098 | 0.465 |
| กรรมวิธีที่ 19 | 0.086 | 0.139 |
| กรรมวิธีที่ 20 Control Atlantic ที่ไม่ปลูกเชื้อ | 0.087 | 0.096 |
| กรรมวิธีที่ 21 Control Atlantic ที่ปลูกเชื้อ | 0.95 | 0.112 |
| Positive PVY | 0.807 | 0.147 |
| Healthy | 0.090 | 0.094 |
| Buffer | 0.093 | 0.097 |

กรมวิชาการเกษตร

**สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)**

การคัดเลือกสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส PVY$^{n}$ (strain n) จำนวน 18 สายพันธุ์ จากศูนย์มันฝรั่งระหว่างประเทศ (International Potato Center, CIP) ประเทศเปรู เปรียบเทียบกับพันธุ์ Atlantic ที่ปลูกในประเทศ โดยเปรียบเทียบในสภาพแวดล้อมเดียวกันทั้ง 2 ฤดูปลูก คือใช้หัว G0 ปลูกในฤดูหนาวและเก็บหัวพันธุ์ในฤดูหนาวเพื่อปลูกในฤดูฝน ผลการตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสจากตัวอย่างใบของต้นมันฝรั่งด้วยเทคนิค indirect-ELISA ในสองฤดู ทั้ง 18 สายพันธุ์ ไม่พบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ต้านทานต่อเชื้อไวรัส PVY$^{n}$ (strain n) โดยต้นมันฝรั่งแสดงอาการใบด่างไม่ชัดเจน (mild mosaic) อาการใบด้าน หนา ไปจนถึงแสดง

อาการใบด่าง (mosaic) ให้เห็นชัดเจนในทุกสายพันธุ์ เมื่อมันฝรั่งอายุ 45–75 วัน แต่สายพันธุ์ 302428.20 และสายพันธุ์ 398098.205 ที่มีความทนทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^{n}$ (strain n) โดยพบการเกิดโรคไวรัสในระดับที่ต่ำในฤดูหนาวและยังต่ำในฤดูถัดไปคือฤดูฝน เมื่อเทียบกับสายพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์อื่น

กรมวิชาการเกษตร

**กิจกรรมที่ 1.3 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

## การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic)

## Study of mother plants production in hydroponic system


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงค์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1] สาคร ยังผ่อง[1]
ฐิตาภรณ์ เรืองกูล[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Kittichai Saeyang[1] Onanong Sawangsuriyawong[1]
Nasakorn Youngpong[1] Thitaporn Ruangkul[1] Sirinanya Jarinthon[1] Weeraphan Tansao[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ต้นแม่พันธุ์ (Mother plants) ปักชำ (cuttings) มีเดียปลูก (media) ไฮโดรโพนิค (hydroponics) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (hydroponic) ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ ปี 2559-2560 วางแผนการทดลองแบบ T-test มี 2 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบมีเดียปลูก และการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 1x12 m ใช้ระยะปลูก 10x10 cm ตามกรรมวิธี ซึ่งดำเนินการทดสอบ 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาวและฤดูฝน พบว่าการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบมีเดียปลูกในฤดูฝน จะทำให้ต้นมันฝรั่งมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 33 cm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำมากที่สุด 9,084 ยอด มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 8 ครั้ง และมีต้นทุนยอดปักชำราคาต่ำสุด 4 บาท/ยอด รองลงมาได้แก่การผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ในฤดูหนาว มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 31.1 cm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำมากที่สุด 6,165 ยอด มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 5 ครั้ง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic และมีต้นทุนยอดปักชำราคาต่ำสุด 5 บาท/ยอด

**Abstract**

Study of mother plants production in hydroponic system was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai in cold and rainy seasons during 2016-2017.The experiment was designed t-test with two treatments and three replications of mother plants production in soil media system and production of mother plants hydroponic system. The plot size was kept 1 ×12 m for each treatment. The


กรมวิชาการเกษตร

row to row and plant to plant spacing were 10 and 10 cm, respectively. The growth of mother plants in soil media system in rainy season was showed significant higher (33 cm) than hydroponic system. Moreover, the number of stem cutting (9,084 shoots) and the times of cutting (8 times) were significant higher than other treatment. Follow by the growth of

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

mother plants in soil media system in cold season was showed the high of plantlet (31.1 cm) and number of stem cutting (6,165 shoots) and the times of cutting (5 times) were significant higher than other treatment. The soil media production in rainy season was showed the lowest unit cost (4 baht/shoot) and soil media production in cold season (5 baht/shoot).

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ.เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ.ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ.หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2559 มีพื้นที่ 43,819 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 39,692 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 4,127 ไร่ ผลผลิตรวม 142,303 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 129,760 ตัน พันธุ์บริโภค 12,543 ตัน ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยมีความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปปีละประมาณ 10,000 ตัน และความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทยประมาณ 150,000 ตัน ขณะที่เกษตรกรไทยสามารถผลิตได้ 120,000 ตัน จึงทำให้มีความต้องการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ทำพันธุ์ประมาณ อยู่ระหว่าง 15,000-18,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สก๊อตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

ถึงแม้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า แต่ก็ไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร นอกจากนี้เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งบางรายมีการเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กที่ไม่สามารถขายส่งเข้าโรงงานแปรรูป โดยเก็บรักษาหัวมันฝรั่งขนาดเล็กเหล่านี้ไว้เป็นหัวพันธุ์สำหรับปลูกในฤดูต่อไป ซึ่งประมาณการว่ามีปีละประมาณ 1,000 ตัน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรคไวรัส และโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* เมื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไปทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

จากปัญหาการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพมีการติดโรคมากับหัวพันธุ์ ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิคเปรียบเทียบกับระบบการผลิตในมีเดียปลูก เพื่อให้ได้ยอดปักชำปริมาณที่มากในเวลารวดเร็ว ซึ่งการผลิตต้นแม่พันธุ์จะเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตหัวพันธุ์ให้ได้คุณภาพ อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557)

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4, 24 ออนซ์, ฝา, กระบะปลูก, ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย, ตัวควบคุมตั้งเวลา, แผ่นโฟม, ใบมีด, น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี, ถุงดำ, สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C, สารเร่งการเจริญเติบโต
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ T-test มี 2 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

**กรรมวิธีที่ 1** การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมิเดียปลูก (Control)

**กรรมวิธีที่ 2** การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic

**ขั้นตอนที่ 1 ผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Pathogen-fee *in vitro* plantlets) (2559)**

ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยใช้ต้นอ่อนปลอดโรค พันธุ์ Atlantic สายพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ ทำการขยายโดยการ sub culture ทุก 2-3 สัปดาห์ เพื่อให้มีปริมาณพอเพียงสำหรับใช้ผลิตต้นแม่พันธุ์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง ใช้วิธีตัดต้น 1 ข้อ (Single-node cuttings) เลี้ยงในอาหารวุ้น ซึ่งสามารถเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ในปริมาณมาก

**ขั้นตอนที่ 2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ (Production of mother plants) (2559-2560)**

**กรรมวิธีที่ 1** การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก

1) เตรียมกะบะปลูกต้นแม่พันธุ์ ภายในโรงเรือนกันแมลง ซึ่งใช้มุ้งตาข่าย ขนาด 32 ช่อง/ตารางนิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่เป็นส่วนผสมของ ดิน: ทราย: ขุยมะพร้าว: แกลบดำ: แกลบดิบ อัตรา 1/2: 1: 1: 1: 1 ตามลำดับ อบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา ½-1 ชั่วโมง
2) ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยคอก ได้แก่ ปุ๋ยขี้ไก่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ในกะบะปลูก (ถ้าปุ๋ยคอกยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ให้อบฆ่าเชื้อพร้อมกับวัสดุปลูก)
3) หว่านเชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) เพื่อป้องกันเชื้อรา ในกะบะปลูกต้นแม่พันธุ์
4) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายลงปลูกในกระบะ โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด ใช้ระยะปลูก 10x10 cm
5) ควรมีการเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนประมาณ 3 ชั่วโมง/วัน (ปิดไฟประมาณ 1-2 ทุ่ม)
6) ภายหลังจากปลูกต้นแม่พันธุ์ได้ 1-2 สัปดาห์ ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชตามความจำเป็น

กรมวิชาการเกษตร

7) ภายหลังจากปลูก 30 วัน สุ่มตัวอย่างต้นแม่พันธุ์นำไปตรวจสอบโรคไวรัส และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย โดยวิธี antiserum ด้วยชุดทดสอบไวรัส และแบคทีเรีย (Glift kit-virus and bacteria wilt) บันทึกผลการสุ่มตรวจโรค
8) เมื่อต้นตอมันฝรั่งมีอายุได้ 45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5-6 ใบ ให้บันทึกผลการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

**กรรมวิธีที่ 2 การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic**

1) เตรียมอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด กว้างx ยาว 0.61x18 เมตร สูง 25 cm ปั๊มน้ำ และตัวควบคุมตั้งเวลาการไหลเวียนสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องเติมน้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์ม เอสพี สำหรับพืช (Desogerme SP vegetals) 3-4 ml/น้ำ 1,000 l และกักน้ำไว้ 1-2 วัน ก่อนนำไปใช้
2) นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายลงปลูกในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด ใช้ระยะปลูก 10x10 cm
3) ในสัปดาห์แรกหลังย้ายปลูกให้เฉพาะน้ำเปล่า หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B โดยให้รากแช่อยู่ในน้ำและสารละลายที่อยู่ใต้แผ่นโฟม
4) ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.0 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 1.1-2 ms/cm (ทุกช่วงปลูก)
5) ในช่วง 1-2 เดือน พ่นปุ๋ยน้ำทางใบเสริม
6) พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 70 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส และแบคทีเรีย โดยวิธี antiserum ด้วยชุดทดสอบไวรัส และแบคทีเรีย (Glift kit-virus and bacteria wilt) 2 ครั้ง และถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (cm), ความยาวของราก (cm), จำนวนยอด, จำนวนข้อ, เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (mm), จำนวนต้นตัดปักชำ จำนวนครั้งในการตัดปักชำ อายุการตัดปักชำ เปอร์เซ็นต์การรอดตาย เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไวรัสและแบคทีเรีย
3. ต้นทุนการผลิต

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2560

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

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**1. การเจริญเติบโตด้านความสูง**

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมันฝรั่ง ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนดำเนินการตัดปักชำ เฉลี่ยอายุการตัดปักชำอยู่ที่ 35 วัน ในฤดูหนาวและฤดูฝน การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก มีการเจริญเติบโตด้านความสูงที่สุด 31.1 และ 33 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การผลิตต้นแม่พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

ในระบบ hydroponic ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความสูง 12.5 และ 13 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามการปลูกมันฝรั่งต้องมีการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจึงจะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี ซึ่งคล้ายคลึงกับงานวิจัยของสมบุญ ที่รายงานว่าการเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายประการ ทั้งนี้เป็นปัจจัยภายใน เช่น พันธุกรรม และปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่สิ่งแวดล้อมต่างๆ แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการสร้างอาหารในพืช ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงสูงหรือต่ำเกินปริมาณความต้องการ จะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโต (สมบุญ, 2548) และต้องมีสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับต้นมันฝรั่งเพื่อใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่ง (อรทัย, 2558)

**2. ความยาวราก**

การเจริญเติบโตด้านความยาวของราก การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก มีค่าเฉลี่ยความยาวของรากดีที่สุดในฤดูหนาว 22 cm (ตารางที่ 1) แตกต่างทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวราก 15.8 cm (ตารางที่ 1) ส่วนในช่วงฤดูฝนการผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก มีค่าเฉลี่ยความยาวของรากดีที่สุด 19.8 cm (ตารางที่ 1) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic มีค่าเฉลี่ย 16.9 cm (ตารางที่ 1)

**3. จำนวนข้อ**

ดำเนินการวัดจำนวนข้อต้นมันฝรั่งก่อนตัดปักชำ โดยในฤดูหนาวการผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูกมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมากที่สุด 7 ข้อ (ตารางที่ 1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5 ข้อ (ตารางที่ 1) ส่วนในฤดูฝน การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูกมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมากที่สุด 7 ข้อ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อ 5 ข้อ (ตารางที่ 1)

**4. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น**

ดำเนินการเก็บข้อมูลเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 35 วัน ก่อนตัดปักชำ การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูกมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นดีที่สุดในฤดูหนาวและฤดูฝน 4.2 และ 4.1 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นในฤดูหนาวและฤดูฝน 1.5 และ 1.3 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**5. จำนวนยอดต่อต้น**

การตัดปักชำจำนวนยอดต่อต้นหลังย้ายปลูก 35 วัน การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝน มีจำนวนยอดเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด 3 และ 4 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดต่อต้นในฤดูหนาวและฤดูฝน 2 ยอด (ตารางที่ 1)

**6. จำนวนยอดต่อพื้นที่ 36 ตารางเมตร**

กรมวิชาการเกษตร

ดำเนินการตัดปักชำจำนวนยอดทั้งหมดต่อพื้นที่ 36 ตารางเมตร ในฤดูหนาวและฤดูฝนการผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก มีจำนวนยอดตัดปักชำมากที่สุด 6,165 และ 9,084 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic ซึ่งมีจำนวนยอดเฉลี่ยในฤดูหนาวและฤดูฝน 528 และ 4,484 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**7. จำนวนครั้งที่ดำเนินการตัดปักชำ**

ดำเนินการตัดปักหลังย้ายปลูก 35 วัน ในฤดูหนาวและฤดูฝน การผลิตต้นแม่พันธุ์ในมีเดียปลูก มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 5 และ 8 ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic โดยมีจำนวนครั้งที่ตัดปักชำ 2 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยความสูง, ความยาวราก, จำนวนข้อ, เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น, จำนวนยอดต่อต้น, จำนวนยอดต่อพื้นที่ 36 ตารางเมตร และจำนวนครั้งตัดปักชำในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. ปี 2559-2560

| ระบบการทดลอง | ความสูงของต้น (cm) | | ความยาวราก (cm) | | จน.ข้อ (ข้อ) | | เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (mm) | | จน.ยอด/ต้น (ยอด) | | จน.ยอด/ 36 ตร.ม. (ยอด) | | จน.ครั้งที่ตัดปักชำ (ครั้ง) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน | ฤดูหนาว | ฤดูฝน |
| **ระบบมีเดียปลูก** | 31.1 | 33 | 22 | 19.8 | 7 | 7 | 4.2 | 4.1 | 3 | 4 | 6,165 | 9,084 | 5 | 8 |
| **ระบบไฮโดรโพนิค** | 12.5 | 13 | 15.8 | 16.9 | 2 | 5 | 1.5 | 1.3 | 2 | 2 | 528 | 4,484 | 2 | 3 |
| **P-Value** | 0.006* | 0.019* | 0.014* | 0.35 | 0.02* | 0.15 | 0.003* | 0.003* | 0.024* | 0.033* | 0.0001* | 0.027* | 0.037* | 0.019* |

**หมายเหตุ:** ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการทดลองโดยการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ t-test (*, $p<0.05$)

กรมวิชาการเกษตร

**8. ต้นทุนการผลผลิต**

การผลิตต้นปักชำมันฝรั่งในมีเดียปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝน มีราคาการผลิตยอดปักชำถูกว่าการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic คิดเป็น 5 และ 4 บาท/ยอด ตามลำดับ ซึ่งการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic มีราคายอดปักชำ 84 และ 10 บาท/ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคและระบบมีเดียปลูก ในฤดูหนาวและฤดูฝน ที่ ศกล.ชม. ปี 2559-2560

| รายการ | ต้นทุนการผลิตมันฝรั่ง (บาท/36 ตร.ม.) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ฤดูหนาว | | ฤดูฝน | |
| | ระบบโฮโดรโพนิค | ระบบมีเดียปลูก | ระบบโฮโดรโพนิค | ระบบมีเดียปลูก |
| 1. ต้นทุนผันแปร | 44,469 | 28,418 | 44,469 | 34,978 |
| 1.1 ค่าแรงงานปลูกถึงเก็บเกี่ยว (ปี 56-57 ค่าแรง 200 บ./คน/วัน, ปี 58-60 ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน) | 13,800 | 10,800 | 13,800 | 10,800 |
| 1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัสและแบคทีเรีย) | 1,680 | 1,760 | 1,680 | 1,760 |
| 1.3 ค่าวัสดุการเกษตร | 19,089 | 10,318 | 19,089 | 10,878 |
| 1) ค่าวัสดุปลูก | - | - | - | - |
| 2) ค่าอุปกรณ์การเกษตร | - | 500 | - | 1,060 |
| 3) ค่าต้นพันธุ์ ต้นละ 4 บ. (จำนวน 2,130 ต้น ) | 8,520 | 8,520 | 8,520 | 8,520 |
| 4) ค่าปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี | 10,342 | 760 | 10,342 | 760 |
| 5) ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช | 227 | 538 | 227 | 538 |
| 1.4 ค่าซ่อมแซมโรงเรือน | 8,900 | - | 8,900 | 6,000 |
| 1.5 ค่าไฟฟ้า | 1,000 | - | 1,000 | - |
| 1.6 อื่นๆ (แก๊สอบดินและกาวกับดักแมลงฯ) | - | 5,540 | - | 5,540 |
| รวมต้นทุนผันแปร (บาท) | 44,469 | 28,418 | 44,469 | 34,978 |
| จำนวนครั้งที่ตัดปักชำ (จำนวนครั้ง) | 2 | 5 | 3 | 8 |
| จำนวนยอดปักชำทั้งหมด (2,130 ต้น) | 528 | 6,165 | 4,484 | 9,084 |
| ราคายอดปักชำ (บ./ยอด) | 84 | 5 | 10 | 4 |

**สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)**

กรมวิชาการเกษตร

การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบมีเดียปลูกในฤดูฝน จะทำให้ต้นมันฝรั่งมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 33 cm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำ/พื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร มากที่สุด 9,084 ยอด และ มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 8 ครั้ง รองลงมาได้แก่การผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในฤดูหนาว มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 31.1 cm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำมากที่สุด 6,165 ยอด และมีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 5 ครั้ง ซึ่งดีกว่าการผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบ hydroponic ส่วนต้นทุนการผลิตในระบบมีเดียปลูก มีต้นทุนยอดปักชำในฤดูฝนต่ำสุด 4 บาท/ยอด และในฤดูหนาว 5 บาท/ยอด ซึ่งถูกกว่าการผลิตในระบบ hydroponic

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค**

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


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงค์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] สาคร ยังผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1]
ฐิตาภรณ์ เรืองกูล[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Nasakorn Youngpong[1] Kittichai Saeyang[1]
Onanong Sawangsuriyawong[1] Thitaporn Ruangkul[1] Weeraphan Tansao[1] Sirinanya Jarinthon[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ต้นแม่พันธุ์ (Mother plants) ปักชำ (cuttings) BAP (6-benzylaminopurine)
ไฮโดรโพนิค (hydroponics) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

การทดสอบอิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (hydroponic) ) ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ ปี 2561 วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ไม่พ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (control) พ่น 6-benzylaminopurine (BAP) อัตรา 50 100 150 และ 200 mg $l^{-1}$ โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 1X2.4 เมตร ใช้ระยะปลูก 10x10 cm ตามกรรมวิธี พบว่าการพ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ จะทำให้ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 30 วัน มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 27.7 cm มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ และมีจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร มากที่สุด 1,305 ยอด แต่อย่างไรก็ตามจำนวนยอดตัดปักชำไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ 100 mg $l^{-1}$ ไม่มีการพ่นฮอร์โมน และ BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ มีจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ย 1,185 1,170 1,153 และ 1,020 ยอด ตามลำดับ

**Abstract**

Influence of hormone on the growth of potato mother plants production in hydroponic system was conducted in research center at the KhunWang Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Maewin, Maewang, Chiang Mai in cold seasons during 2018. The experiment was designed as a randomized complete block design (RCBD) with five treatments and three replications of differ 6-benzylaminopurine (BAP) concentrations; 0, 50, 100, 150 and 200 mg $l^{-1}$ production of mother plants hydroponic system. The plot size was


กรมวิชาการเกษตร

kept 1 m × 2.4 m for each treatment. The row to row and plant to plant spacing were 10 and 10 cm, respectively. The growth of mother plants in hydroponic system that treated with 50 mg $l^{-1}$ BAP after cutting 30 days was showed significant higher (27.7 cm) than other concentration. Moreover, the number of stem nodes (4 nodes) and stem cutting (1,305 shoots) in 36 $m^2$ area were significantly higher than other treatments. However, the number of stem cutting in 50 mg $l^{-1}$ BAP did not significant in 200 mg $l^{-1}$ BAP (1,185 shoots), 100 mg $l^{-1}$ BAP (1,170 shoots), no treated (1,153 shoots) and 150 mg $l^{-1}$ BAP (1,020 shoots), respectively.

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

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2559 มีพื้นที่ 43,819 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 39,692 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 4,127 ไร่ ผลผลิตรวม 142,303 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 129,760 ตัน พันธุ์บริโภค 12,543 ตัน ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยมีความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปปีละประมาณ 10,000 ตัน และความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทยประมาณ 150,000 ตัน ขณะที่เกษตรกรไทยสามารถผลิตได้ 120,000 ตัน จึงทำให้มีความต้องการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ทำพันธุ์ประมาณ อยู่ระหว่าง 15,000-18,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สก๊อตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

ถึงแม้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า แต่ไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร นอกจากนี้เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งบางรายมีการเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กที่ไม่สามารถขายส่งเข้าโรงงานแปรรูป โดยเก็บรักษาหัวมันฝรั่งขนาดเล็กเหล่านี้ไว้เป็นหัวพันธุ์สำหรับปลูกในฤดูต่อไป ซึ่งประมาณการว่ามีปีละประมาณ 1,000 ตัน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรคไวรัส และโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* เมื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไปทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

จากปัญหาการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรคมากับหัวพันธุ์ ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

ในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค เพื่อให้ได้ยอดปักชำปริมาณที่มากในเวลารวดเร็ว ซึ่งการผลิตต้นแม่พันธุ์จะเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตหัวพันธุ์ให้ได้คุณภาพ อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557)

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4, 24 ออนซ์, ฝา, กระบะปลูก, ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย, ตัวควบคุมตั้งเวลา, แผ่นโฟม, ใบมีด, น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี, ถุงดำ, สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C, ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต 6-benzylaminopurine (BAP)
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการพ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (control)
กรรมวิธีที่ 2 การพ่นฮอร์โมน BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$
กรรมวิธีที่ 3 การพ่นฮอร์โมน BAP อัตรา 100 mg $l^{-1}$
กรรมวิธีที่ 4 การพ่นฮอร์โมน BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$
กรรมวิธีที่ 5 การพ่นฮอร์โมน BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด กว้างx ยาว 0.61x18 ม. สูง 25 cm ปั๊มน้ำ และตัวควบคุมตั้งเวลาการไหลเวียนสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องเติมน้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์ม เอสพี สำหรับพืช (Desogerme SP vegetals) 3-4 ml/น้ำ 1,000 l และกักน้ำไว้ 1-2 วัน ก่อนนำไปใช้หรือใช้เครื่องโอโซนในการฆ่าเชื้อ
2. นำต้นอ่อนปลอดเชื้อมันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้ พันธุ์ ChiangMai 1 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด ย้ายลงปลูกในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ ใช้ระยะปลูก 10x10 cm
3. ในสัปดาห์แรกหลังปักชำให้เฉพาะน้ำเปล่า หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายปุ๋ยด้วยการให้รากมันฝรั่งแช่อยู่ใต้แผ่นโฟม และมีการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลา
4. เตรียมสารละลายปุ๋ยสูตร A ได้แก่ แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$) (15-0-0) อัตรา 47.5 kg, เหล็กคีเลท (Fe EDTA) อัตรา 1.1 kg /น้ำ 200 l ปุ๋ยสูตร B ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท ($KNO_3$) (13-0-46) อัตรา 40.5 kg โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ($NH_4H_2PO_4$) (12-60-0) อัตรา 7.75 kg แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (0-0-0+16) อัตรา 25 kg /น้ำ 200 l และ ปุ๋ยสูตร C ได้แก่ บอริกแอซิด ($H_3BO_3$) อัตรา 140 ก. $ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต) อัตรา 10 ก. แมงกานิสซัลเฟต ($MnSO_4$)

กรมวิชาการเกษตร

อัตรา 100 ก. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อัตรา 4 ก. และ แอมโมเนียมโมลิปเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}$) อัตรา 1 ก. /น้ำ 200 l (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

5. ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2-1.22 มิลลิซีเมนต์/cm (ms/cm) (ช่วงเริ่มปลูก-ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต
6. เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 2 สัปดาห์หลังปลูก พ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตตามแต่ละกรรมวิธี
7. พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และตรวจสอบโรคแบคทีเรีย ภายหลังเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง ด้วยชุดทดสอบแบคทีเรีย (Glift kit-bacteria wilt) และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง
8. เมื่อต้นต้นอ่อนมันฝรั่งมีอายุได้ 45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5-6 ใบ ดำเนินการตัดต้นปักชำ ทุก 3-7 วัน
9. บันทึกผลการทดลองในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (cm) ที่อายุก่อนปลูก 15 และ 30 วัน เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (mm) จำนวนยอด จำนวนข้อ จำนวนต้นตัดปักชำ จำนวนครั้งในการตัดปักชำ อายุการตัดปักชำ เปอร์เซ็นต์การรอดตาย เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไวรัสและแบคทีเรีย

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2561

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

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**1. การเจริญเติบโตด้านความสูง**

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคก่อนปลูก จะมีความสูงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.1-5.6 cm (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 15 วันหลังปลูก หรือหลังพ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต BAP 1 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ (ตารางที่ 1) ส่วนต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วันหลังปลูก หรือหลังจากพ่น BAP 16 วัน ด้วยอัตรา 50 mg $l^{-1}$ จะทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงดีที่สุด 27.7 cm ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การไม่พ่น BAP และพ่น BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ มีความสูงเฉลี่ย 27 และ 24.8 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ และ 100 mg $l^{-1}$ มีความสูงเฉลี่ย 24.2 และ 23.7 cm ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของจิระศักดิ์ และคณะ รายงานว่าการเติม BAP ที่ระดับ 2-6 mg $l^{-1}$ ทำให้ความสูงของหน่อลดลง เนื่องจากเป็นระดับความเข้มข้นสูงเกินไป จึงทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เพราะไซโทไคนินมีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์นิวคลีเอส (มานี, 2550)

กรมวิชาการเกษตร

**2. เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น**

การเจริญเติบโตเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคก่อนปลูก จะมีขนาดอยู่ระหว่าง 1.54-1.61 mm (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เส้นผ่านศูนย์กลางที่อายุ 15 วันหลังปลูก หรือหลังจากพ่น BAP 1 วัน ไม่มีเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วันหลังปลูก หรือหลังจากพ่น BAP 16 วัน การพ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด 5.77 mm รองลงมาคือ ไม่มีการพ่นฮอร์โมน พ่น BAP อัตรา 100 mg $l^{-1}$ 150 mg $l^{-1}$ และ 200 mg $l^{-1}$ มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 5.58 5.44 5.27 และ 5.20 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค ก่อนปลูก และ ที่อายุ 15 และ 30 วันหลังปลูก ที่ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561

| การพ่นฮอร์โมน | การเจริญเติบโต (cm) | | | เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ก่อนปลูก | 15 วัน | 30 วัน | ก่อนปลูก | 15 วัน | 30 วัน |
| ไม่มีการพ่นฮอร์โมน | 5.1 | 11.8 | 27 ab | 1.58 | 3.72 | 5.58 |
| BAP 50 mg $l^{-1}$ | 5.6 | 11.0 | 27.7 a | 1.54 | 3.76 | 5.77 |
| BAP 100 mg $l^{-1}$ | 5.3 | 12.3 | 23.7 c | 1.61 | 3.56 | 5.44 |
| BAP 150 mg $l^{-1}$ | 5.2 | 13.9 | 24.8 abc | 1.58 | 3.26 | 5.27 |
| BAP 200 mg $l^{-1}$ | 5.2 | 12.2 | 24.2 bc | 1.58 | 3.72 | 5.20 |
| **F-test** | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| **%cv** | 7.7 | 13.9 | 6.3 | 2.6 | 7.8 | 6.3 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**3. จำนวนยอด**

จำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร หลังย้ายปลูก 45 วัน การพ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด 87 ยอด รองลงมาคือ การพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ 100 mg $l^{-1}$ ไม่มีการพ่นฮอร์โมน และพ่น BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ มีจำนวนยอดเฉลี่ย 79 78 77 และ 68 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งจำนวนยอดตัดปักชำที่พ่นฮอร์โมนในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร หลังตัดชำที่อายุ 45 53 และ 62 วันหลังปลูก จำนวน 3 ครั้ง การพ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 1,305 ยอด รองลงมาคือ การพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ 100 mg $l^{-1}$ ไม่มีการพ่นฮอร์โมน และ พ่น BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ มียอดตัดปักชำเฉลี่ย 1,185 1,170, 1,153 และ 1,020 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกอัตราความเข้มข้นของ BAP แ/ย่าง

กรมวิชาการเกษตร

ไรก็ตามภายหลังการย้ายปลูก 50 วัน มีการระบาดของโรคใบไหม้เข้าทำลาย จึงทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ส่งผลให้จำนวนยอดตัดปักชำลดลง ทั้งนี้ Eihory *et al*. (2009) รายงานว่าการเพิ่มระดับ BAP เป็น 5.0 ไมโครโมลาร์ ทำให้ความยาวยอดลดลง และถ้าเพิ่ม BAP สูงเกินไปทำให้เกิดการแคระแกร็น และทำให้ยอดลดการเติบโตได้ (Azam *et al*., 2010)

**4. จำนวนข้อ**

จำนวนข้อ/ต้นมันฝรั่งก่อนตัดปักชำ การพ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ จะทำให้มีจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ ไม่มีความแตกต่างกับการพ่น BAP ที่อัตรา 200 mg $l^{-1}$ มีจำนวนข้อเฉลี่ย 3.6 ข้อ/ต้น แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น BAP อัตรา 100 mg $l^{-1}$ 150 mg $l^{-1}$ และไม่มีการพ่น BAP ซึ่งมีจำนวนข้อเฉลี่ย 3.5 3.5 และ 3.4 ข้อ/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**5. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้**

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ของต้นมันฝรั่งหลังจากพ่น BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยมากที่สุด 41.7% รองลงมาคือ การพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ ไม่มีการพ่น BAP และพ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ มีค่าเฉลี่ย 37 34.7 และ 33.6% ตามลำดับ ส่วนการพ่น BAP อัตรา 100 mg $l^{-1}$ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยต่ำที่สุด 30.1% (ตารางที่ 2) แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี

**6. เปอร์เซ็นต์การรอดตาย**

เปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นมันฝรั่งหลังจากพ่น BAP อัตรา 150 mg $l^{-1}$ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด 97% รองลงมาคือ การพ่น BAP อัตรา 200 mg $l^{-1}$ ไม่มีการพ่น BAP พ่น BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ และ 100 mg $l^{-1}$ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 96.7 96.5 96.5 และ 96% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งเปอร์เซ็นต์การรอดตายไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกอัตราความเข้มข้นของ BAP

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดปักชำต่อพื้นที่ปลูก 24 ตารางเมตร และ 36 ตารางเมตร จำนวนข้อ จำนวนต้น จำนวนครั้งในการตัดปักชำ อายุการตัดปักชำ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ เปอร์เซ็นต์การรอดตาย ที่ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561

| การพ่นฮอร์โมน | จน.ยอดตัดปักชำ/ 2.4 ตร.ม. (ยอด) | จน.ยอด/ 36 ตร.ม. (ยอด) | จน.ข้อ/ต้น (ข้อ) | จน.ครั้งตัดปักชำ (ครั้ง) | อายุการตัดปักชำ (วัน) | % การเกิดโรคใบไหม้ (%) | % การรอดตาย (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่มีการพ่นฮอร์โมน | 77 | 1,153 | 3.4 b | 3 | 45, 53, 62 | 34.7 | 96.5 |
| BAP 50 mg $l^{-1}$ | 87 | 1,305 | 4 a | 3 | 45, 53, 62 | 33.6 | 96.5 |
| BAP 100 mg $l^{-1}$ | 78 | 1,170 | 3.5 b | 3 | 45, 53, 62 | 30.1 | 96.0 |
| BAP 150 mg $l^{-1}$ | 68 | 1,020 | 3.5 b | 3 | 45, 53, 62 | 41.7 | 97.0 |
| BAP 200 mg $l^{-1}$ | 79 | 1,185 | 3.6 ab | 3 | 45, 53, 62 | 37.0 | 96.7 |
| **F-test** | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns |
| **%cv** | 14.0 | 14.1 | 6.3 | 0 | 0 | 12.3 | 1.7 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การพ่น BAP ในอัตราที่เหมาะสม 50 mg $l^{-1}$ ส่งผลให้ต้นมันฝรั่งมีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน ดีที่สุด 27.2 cm เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยใหญ่ที่สุด 5.77 mm มีจำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร มากที่สุด 87 ยอด และ ได้ 1,305 ยอด ในพื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร นอกจากนี้ยังช่วยชักนำให้มีจำนวนข้อมากที่สุด 4 ข้อ/ยอด ดังนั้นการใช้ BAP ที่ความเข้มข้น 50 mg $l^{-1}$ จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และช่วยเพิ่มจำนวนยอดในการตัดปักชำของต้นมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค

# Influence of Light intensity levels and types of the mesh on the potato production of stem cuttings Pre-basic seed (G0) in hydroponic systems


**ชื่อผู้วิจัย**

อนุภพ เผือกผ่อง[1] อรทัย วงค์เมธา[1] ศิริภรณ์ จรินทร[1] อนันต์ ปัญญาเพิ่ม[1] ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2] สิทธิศักดิ์ แสไพศาล[2]

Anupop Puakpong[1] Orathai Wongmetha[1] Anan Panyaperm[1] Natthima Kositcharoenkul[2] sitthisak saepaisal[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ต้นแม่พันธุ์ (Mother plants) ต้นปักชำ (stem cuttings) ไฮโดรโพนิค (hydroponics) แอโรโพนิค (aeroponic) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

อิทธิพลของระดับความเข้มและชนิดของตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ ปี 2560-2561 ในช่วงฤดูฝน วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ประกอบด้วย **ปัจจัยที่ 1** คือ ระดับความเข้มแสง ได้แก่ 1) 50% 2) 70% และ **ปัจจัยที่ 2** คือ สีของตาข่ายพรางแสง ได้แก่ 1) สีดำ 2) สีบรอนซ์ 3) สีเขียว 4) สีน้ำเงิน โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 0.6x12 เมตร ใช้ระยะปลูก 10x10 cm ตาข่ายพรางแสงสีเขียว 70% มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด 39.70 cm 4.66 mm และ 9.27 ข้อ ตามลำดับ เมื่อต้นต้นอ่อนมันฝรั่งมีอายุได้ 45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5-6 ใบ ดำเนินการตัดต้นปักชำนำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ (G0) ในระบบ Aeroponic หรือในวัสดุปลูก พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีแนวโน้มให้จำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 211.33 ยอด ส่วนการเกิดโรคใบไหม้ ตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์ 70% มีการเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยร้อยละ 2.99 ในการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค ตั้งแต่เริ่มปลูกควรมีการพรางแสงให้กับต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่ง และควรมีการพรางแสง ไม่เกิน 15 วันหลังปลูก จากนั้นควรให้แสงเต็มที่

**Abstract**

Influence of Light intensity levels and types of the mesh on the potato production of stem cuttings. Pre-basic seed (G0) in hydroponic systems was Conducted tests in rainy



กรมวิชาการเกษตร

season at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Khun Wang, Chiang Mai, 2017-2018. The experiment was designed 2x4 Factorial in RCBD to consist of Light intensity levels is 1) 50% 2) 70% and types of the mesh 1) black, 2) bronze, 3) green, 4) blue. By preparing plot size of 0.6x12 meters using a planting distance of 10x10 cm. Green mesh

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

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

กรมวิชาการเกษตร

light 70%, with average growth average diameter and the average number of articles is 39.70 cm. 4.66 mm. and 9.27 article respectively. Black mesh light 50% tendency for the number of stem cuttings to be cut is the highest 211.33 shoots and Bronze mesh light 70% with an average of 2.99% of late blight disease in potato. The planting on the production of potato cuttings in hydroponic systems. Since planting, there should be types of the mesh for the potato tissue and the light intensity should be more than 15 days after planting.

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลี และข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2559 มีพื้นที่ 43,819 ไร่ เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 39,692 ไร่ พันธุ์บริโภคสด 4,127 ไร่ ผลผลิตรวม 142,303 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 129,760 ตัน พันธุ์บริโภค 12,543 ตัน ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี โดยมีความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปปีละประมาณ 10,000 ตัน และความต้องการมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทยประมาณ 150,000 ตัน ขณะที่เกษตรกรไทยสามารถผลิตได้ 120,000 ตัน จึงทำให้มีความต้องการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ทำพันธุ์ประมาณ อยู่ระหว่าง 15,000-18,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศออสเตรเลีย สก๊อตแลนด์ แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา มาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

ถึงแม้ว่ากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สนับสนุนงบประมาณให้กรมวิชาการเกษตรในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งทดแทนการนำเข้า แต่ก็ไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร นอกจากนี้เกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งบางรายมีการเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กที่ไม่สามารถขายส่งเข้าโรงงานแปรรูป โดยเก็บรักษาหัวมันฝรั่งขนาดเล็กเหล่านี้ไว้เป็นหัวพันธุ์สำหรับปลูกในฤดูต่อไป ซึ่งประมาณการว่ามีปีละประมาณ 1,000 ตัน หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรคไวรัส และโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* เมื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไปทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

จากปัญหาการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพมีการติดโรคมากับหัวพันธุ์ ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิคเปรียบเทียบกับระบบการผลิตในมีเดียปลูก เพื่อให้ได้ยอดปักชำปริมาณที่มากในเวลารวดเร็ว ซึ่งการผลิตต้นแม่พันธุ์จะเป็น

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนหนึ่งในการผลิตหัวพันธุ์ให้ได้คุณภาพ อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557)

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ กระบะปลูก, ปั๊มน้ำ, ตัวควบคุมตั้งเวลา, แผ่นโฟม, ใบมีด, น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์ม, ถุงดำ, สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C, สารเร่งการเจริญเติบโต
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ ประกอบด้วย

**ปัจจัยที่ 1** คือ ระดับความเข้มแสง ได้แก่ 1) 50% 2) 70%

**ปัจจัยที่ 2** คือ สีของตาข่ายพรางแสง ได้แก่ 1) สีดำ 2) สีบรอนซ์ 3) สีเขียว 4) สีน้ำเงิน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ดำเนินการผลิตต้นปลอดเชื้อในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้ได้จำนวนต้นพันธุ์ปลอดเชื้อตามแผนการทดลอง
2. เตรียมวัสดุอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบไฮโดรโพนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด 0.6x12 เมตร สูง 20 cm ปิดด้วยแผ่นโฟมที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นอ่อนปลอดเชื้อในโรงเรือนกันแมลง ส่วนน้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องฆ่าเชื้อด้วยโอโซน และกักน้ำไว้ 1-2 วัน ก่อนนำไปใช้
3. นำต้นอ่อนปลอดเชื้อจากห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายลงปลูกในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ โดยนำต้นอ่อนปลอดเชื้อออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้หมด ดำเนินการปลูกและทดสอบตามแผนการทดลองที่กำหนด
4. เตรียมสารละลายสูตรอาหาร A ได้แก่ $Ca(NO_3)_2$ (15-0-0) อัตรา 1.8 kg, Fe EDTA อัตรา 120 g/น้ำ 200 lและสูตรอาหาร B ได้แก่ $KNO_3$ (13-0-46) อัตรา 5 kg, $KH_2PO_4$ (0-52-34) อัตรา 5 kg, $MgSO_4$ อัตรา 6 kg, $ZnSO_4$ อัตรา 20 g, จุลธาตุ 20 g/น้ำ 200 l
5. ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.0 สัปดาห์แรกหลังย้ายปลูกให้เฉพาะน้ำเปล่า หลังจากนั้นให้ปุ๋ย A และปุ๋ย B โดยให้รากแช่อยู่ในน้ำและสารละลายที่อยู่ใต้แผ่นโฟม ปรับค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.8-1.2 ms/cm ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ
6. ใช้ระยะปลูก 10x10 cm ให้น้ำและสารละลายธาตุอาหาร ด้วยระบบหมุนเวียนน้ำแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม /เนื่องกันตลอดเวลา ควรมีการเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนกันแมลง 3-4 ชม./วัน
7. เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30-60 วัน พ่นปุ๋ยน้ำทางใบเสริม
8. พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส โดยวิธี antiserum ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และถ้าพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

กรมวิชาการเกษตร

9. เมื่อต้นต้นอ่อนมันฝรั่งมีอายุได้ 45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5-6 ใบ ดำเนินการตัดต้นปักชำ นำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ (G0) ในระบบ Aeroponic หรือในวัสดุปลูก สามารถตัดปักชำยอดต้นแม่พันธุ์ได้ทุก 10-15 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (cm), จำนวนข้อ (ข้อ), ความยาวของข้อ(cm), เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (mm), จำนวนต้นตัดปักชำ (ต้น)
3. คุณภาพของผลผลิต ได้แก่ จำนวนครั้งในการตัดปักชำ, อายุการตัดปักชำ, เปอร์เซ็นต์การรอดตาย, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไวรัส, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้, สีใบ
4. ความเข้มแสง (LUX), ความชื้น (%), อุณหภูมิ (°C)

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2561

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

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

### 1. การเจริญเติบโตด้านความสูง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย 33.22 และ 29.20 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสง สีดำ สีเขียว สีน้ำเงิน สีบรอนซ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย 32.80, 32.80, 29.62 และ 29.61 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีเขียว 70% มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 39.70 cm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วมอื่นๆ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิมา และคณะ (2554) การไม่พรางแสงและพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ 50, 60 และ 70% พบว่า การพรางแสง 50% ส่งผลให้หงส์เหินมีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด และ ชฤทธิ์เดช (2556) รายงานว่าการปลูกสลัดแก้วโดยคลุมตาข่ายพรางแสงสีเขียว 50% มีแนวโน้มจะให้ความกว้างของทรงพุ่มและความสูงมากที่สุด ในการปลูกมันฝรั่งต้องมีการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจึงจะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายประการ ทั้งนี้เป็นปัจจัยภายใน เช่น พันธุกรรม และปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่สิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการสร้างอาหารในพืช ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงสูงหรือต่ำเกินปริมาณความต้องการ จะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโต (สมบุญ, 2548) และต้องมีสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับต้นมันฝรั่งเพื่อใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่ง (อรทัย, 2558)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยความสูงที่อายุ 30 วัน (cm), เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm), ความยาวข้อ (cm), จำนวนข้อ (ข้อ), จำนวนยอด (ยอด) , อัตราการรอดตาย (%) และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ (%) ของการทดลองปัจจัยที่ 1 คือ ปริมาณของแสง 50% และ 70%

| ปริมาณของแสง | ความสูง 30 วัน | เส้นผ่านศูนย์กลาง | จำนวนข้อ | จำนวนยอด | รอดตาย | การเกิดโรคใบไหม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (ซ.ม.) | (ม.ม.) | (ข้อ) | (ยอด) | (%) | (%) |
| 50% | 29.20 | 2.97 b | 7.67 b | 160.33 | 98.43 | 30.81 b |
| 70% | 33.22 | 3.67 a | 8.58 a | 163.50 | 98.62 | 11.68 a |
| F-test | ns | * | * | ns | ns | * |
| CV% | 10.28 | 10.66 | 8.10 | 7.11 | 2.10 | 75.48 |

**หมายเหตุ** ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยความสูงที่อายุ 30 วัน (cm), เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm), ความยาวข้อ (cm) จำนวนข้อ (ข้อ) จำนวนยอด (ยอด) อัตราการรอดตาย (%) และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ (%) ของการทดลองปัจจัยที่ 2 คือ สีของตาข่ายพรางแสง ได้แก่ 1. สีดำ 2. สีบรอนซ์ 3. สีเขียว 4. สีน้ำเงิน

| สีของตาข่ายพรางแสง | ความสูง 30 วัน | เส้นผ่านศูนย์กลาง | จำนวนข้อ | จำนวนยอด | รอดตาย | การเกิดโรคใบไหม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (ซ.ม.) | (ม.ม.) | (ข้อ) | (ยอด) | (%) | (%) |
| สีดำ | 32.80 | 3.57 a | 8.33 | 195.67 a | 99.42 | 20.65 ab |
| สีบรอนซ์ | 29.61 | 2.77 b | 8.07 | 145.67 b | 97.46 | 10.64 a |
| สีเขียว | 32.80 | 3.81 a | 7.97 | 151.33 b | 98.96 | 21.29 ab |
| สีน้ำเงิน | 29.62 | 3.13 b | 8.13 | 155.00 b | 98.27 | 32.39 b |
| F-test | ns | * | ns | * | ns | * |
| CV% | 10.28 | 10.66 | 12.24 | 7.11 | 2.10 | 75.48 |

**หมายเหตุ** ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยความสูงที่อายุ 30 วัน (cm), เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm), ความยาวข้อ (cm) จำนวนข้อ (ข้อ) จำนวนยอด (ยอด) อัตราการรอดตาย (%) และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ (%) ของการทดลองระหว่าง 2 ปัจจัย

| ปริมาณของแสง | สีของตาข่ายพราง | ความสูง 30 วัน | เส้นผ่านศูนย์กลาง | จำนวนข้อ | จำนวนยอด | รอดตาย | การเกิดโรคใบไหม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

กรมวิชาการเกษตร

| | แสง | (ซ.ม.) | (ม.ม.) | (ข้อ) | (ยอด) | (%) | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50% | สีดำ | 33.00 b | 2.97 b | 7.47 cd | 211.33 a | 98.84 | 23.93 bc |
| | สีบรอนซ์ | 29.06 b | 2.78 b | 8.13 abc | 143.67 c | 98.15 | 18.29 bc |
| | สีเขียว | 25.96 c | 2.97 b | 6.67 d | 151.33 c | 98.84 | 31.25 d |
| | สีน้ำเงิน | 28.80 b | 3.15 b | 8.40 abc | 135.00 c | 97.91 | 49.78 e |
| 70% | สีดำ | 32.60 bc | 4.16 a | 9.20 ab | 180.00 b | 100.00 | 17.36 bc |
| | สีบรอนซ์ | 30.16 bc | 2.76 b | 8.00 bc | 147.67 c | 96.76 | 2.99 a |
| | สีเขียว | 39.70 a | 4.66 a | 9.27 a | 151.33 c | 99.08 | 11.34 b |
| | สีน้ำเงิน | 30.43 bc | 3.11 b | 7.87 c | 175.00 b | 98.62 | 15.00 bc |
| F-test | | * | * | * | * | ns | * |
| CV% | | 10.63 | 11.72 | 5.99 | 7.14 | 2.06 | 78.28 |

**หมายเหตุ** ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**2. เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น**

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 3.67 และ 2.97 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสง สีเขียว สีดำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ตาข่ายพรางแสง สีน้ำเงิน สีบรอนซ์ มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย 3.81, 3.57, 3.13 และ 2.77 mm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีเขียว 70% มีการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4.66 mm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 4.16 mm แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วมอื่นๆ (ตารางที่ 3)

**3. จำนวนข้อ**

ดำเนินการวัดจำนวนข้อต้นมันฝรั่งก่อนตัดปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีจำนวนข้อเฉลี่ย 8.58 และ 7.67 ข้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสง สีดำ สีน้ำเงิน สีบรอนซ์ สีเขียว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย 8.33, 8.13, 8.07 และ 7.97 ข้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีเขียว 70% มีการเจริญเติบโตด้านจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด 9.27 ข้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตาข่ายพรางแสงสีดำ 70%, สีน้ำเงิน 50% และสีบรอนซ์ 50% มีจำนวนข้อเฉลี่ย 9.20, 8.40 และ 8.13 ข้อ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วมอื่นๆ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

**4. จำนวนยอดต่อต้น**

การตัดปักชำจำนวนยอดต่อต้นหลังย้ายปลูก 35 วัน ผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีจำนวนยอดต่อต้นเฉลี่ย 163.50 และ 160.33 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสง สีดำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ สีน้ำเงิน สีเขียว สีบรอนซ์ มีการเจริญเติบโตด้านจำนวนยอด/ต้นเฉลี่ย 195.67 155.00, 151.33 และ 145.67 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีการเจริญเติบโตด้านจำนวนยอด/เฉลี่ยมากที่สุด 211.33 ยอด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วมอื่นๆ (ตารางที่ 3)

**5. เปอร์เซ็นต์การรอดตาย**

การผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 98.62 และ 98.43% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสง สีดำ สีเขียว สีน้ำเงิน สีบรอนซ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 99.42, 98.96, 98.27 และ 97.46% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า ทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยมากที่สุด 100% (ตารางที่ 3)

**6. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้**

การผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ด้านปริมาณของแสง 70 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณของแสง 50% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ย 11.68 และ 30.81% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสีของตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตาข่ายพรางแสงสีเขียว สีดำ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสีน้ำเงิน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ย 10.64, 20.65, 21.29 และ 32.39% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วม พบว่า พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์ 70% มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยน้อยที่สุด 2.99% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ร่วมอื่นๆ (ตารางที่ 3)

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

อิทธิพลของระดับความเข้มและชนิดของตาข่ายพรางแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค ทดสอบในช่วงฤดูฝน จากข้อมูลเมื่อนำ 2 ปัจจัยมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีเขียว 70% มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด 39.70 cm 4.66 mm และ 9.27 ข้อ ตามลำดับ เมื่อต้นต้นอ่อนมันฝรั่งมีอายุได้ 45 วัน หรือเมื่อต้นอ่อนเจริญเติบโตมีใบ 5-6 ใบ ดำเนินการตัดต้นปักชำนำไปปักชำขยายพันธุ์ต่อเป็นต้นแม่พันธุ์ (G0) ในระบบ Aeroponic หรือในวัสดุปลูก พบว่า ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีแนวโน้มให้จำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 211.33 ยอด ส่วนการเกิดโรคใบไหม้ ตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์

กรมวิชาการเกษตร

70% มีการเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยร้อยละ 2.99 ในการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค ตั้งแต่เริ่มปลูก ควรมีการพรางแสงให้กับต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่ง และควรมีการพรางแสง ไม่เกิน 15 วันหลังปลูก จากนั้นควรให้แสงเต็มที่ ส่วนจำนวนยอดในการตัดปักชำที่ได้น้อยเนื่องจากเกิดโรคใบไหม้ ส่งผลทำให้จำนวนครั้งในการตัดต้นปักชำน้อยไปด้วย การทดลองนี้ควรมีการทดลองซ้ำในช่วงฤดูหนาวเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

# Microtubers production from mother plant by using temporary immersion bioreacter

**ชื่อผู้วิจัย**

นาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1] อรทัย วงค์เมธา[1]

Nara Chotimudom[1] Orathai Wongmetha[1]

**คำสำคัญ (Keywords)**

หัวพันธุ์มันฝรั่ง (Microtubers) ไบโอรีแอคเตอร์ (temporary Immersion bioreactor) และมันฝรั่ง (potato)

**บทคัดย่อ**

การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจอมชั่วคราว ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) จ.เชียงใหม่ ปี 2559-2560 วางแผนการทดลองแบบRCBD มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 7 ซ้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาวิธีผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในระบบปลอดเชื้อ ที่ได้ต้นแม่พันธุ์จากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว จากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงอาหารแข็ง 6 กรรมวิธี เป็นเวลา 4 เดือน พบว่าสามารถผลิตหัวพันธุ์จากอาหารแข็งในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 4 ซึ่งเริ่มเกิดหัวพันธุ์หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 2 เดือน โดยอาหารสูตร MS ให้จำนวนหัวมากที่สุด 5.52 หัว/ขวด และมีหัวขนาดใหญ่ที่สุด 45 mm รองลงมาได้แก่ อาหารสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$ จำนวน 4 หัว/ขวด ขนาด 39 mm และกรรมวิธีที่ 4 สูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$ จำนวน 3.29 หัว/ขวด ขนาด 33 mm จากผลการทดลองพบว่า สามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กจากต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ในอาหารแข็งสูตร MS โดยไม่ต้องเติมสารอาหารหรือสารเร่งการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยง

**Abstract**

The experiment: Microtubers production by mother plant from using Temporary Immersion bioreactor. The Experiment was conducted at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (Mae Hia), Chiang Mai, 2016-2017. Experimental design was RCBD with 6 treatments of 7 replication. The Experiment had proposed to find how to produce small potato tubers in sterile systems from mother plant in bioreactor system. Single nod of mother plant was cultured in 6 treatments of media for 4 mounts. Treatment 1 2 and 4 were produced microtuber within 2 months. Treatment 1, MS, gave the highest number of

กรมวิชาการเกษตร

microtuber at 5.52 seeds per bottle and had the largest seed size 45 mm Treatment 2, MS+ coconut water 100 ml per liter, gave microtuber 4 seeds per bottle and had seed size 39 mm and treatment 4, MS + BAP 1 mg per liter gave microtuber 3.29 seed and had seed size 33 mm. The results that: Production of microtuber from mother plant by Temporary Immersion bioreactor was effective on MS medium solid medium without added nutrients or plant growth promoters.

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

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดูภายในประเทศในการผลิตหัวมันฝรั่งให้ได้ปริมาณมาก ปลอดโรค เพื่อให้เกษตรกรทั่วไปได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก มีความทนทานต่อโรค และมีสุขภาพที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557) ทั้งยังเป็นการสนองนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่จะให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในการรวมกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community; AEC) (นาวิน, 2553)

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง
2. เครื่องไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราวแบบพร้อมใช้
3. สารเร่งการเจริญเติบโต BAP, Coumarin
4. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด
5. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
6. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

<u>วิธีการ</u>

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 7 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อาหารแข็งสูตร MS (Control)

กรรมวิธีที่ 2 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว + น้ำตาล

กรรมวิธีที่ 3 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP + Coumarin + น้ำมะพร้าว + น้ำตาล



กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 อาหารแข็งสูตร MS + BAP

กรรมวิธีที่ 5 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + ผงถ่าน + น้ำตาล

กรรมวิธีที่ 6 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP + ผงถ่าน + น้ำมะพร้าว + น้ำตาล

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

การผลิตหัวพันธุ์จากต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ทนทานโรคใบไหม้ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (microtubers production from mother plant by using TIB) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมขวด ขนาด 24 ออนซ์ พร้อมฝา และต่อเชื่อมอุปกรณ์แยกไว้เป็นชุดๆ ใส่ถุงพลาสติกร้อน
2. เตรียมอาหารเหลวสูตร MS ไม่ใส่วุ้น ใส่ลงในขวดขนาด 24 ออนซ์ ประมาณ 300 ซีซี ปิดฝาให้แน่น
3. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหารไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ ประมาณ 20 นาที นำออกมาใส่ตะกร้า ทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหาร และต้นมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในขั้นตอนที่ 1 เข้าตู้เขี่ยเชื้อ เช็ดด้วยแอลกอฮอลล์ 70%
5. ใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งเป็นข้อๆ โดยใช้ปากคีบคีบวางลงบนจานเพาะเลี้ยงที่มีกระดาษรอง จากนั้นนำไปใส่ในขวดเปล่า ขวดละ 50 ท่อนพันธุ์
6. ปิดฝาขวดด้วยชุดอุปกรณ์ ซึ่งเชื่อมต่อกับขวดอาหาร พันด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เขียนรายละเอียด ชื่อ วัน เดือน ปี ไว้บนฝาขวด
7. นำไปวางบนเครื่องไบโอรีแอคเตอร์ ที่ต่อเข้ากับชุดทำงานของเครื่องในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
8. ตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที ภายหลังจาก 3 สัปดาห์ พืชจะเจริญเติบโตเต็มที่ ให้ปิดระบบ และให้พืชปรับตัวในขวด 1 วัน
9. จากนั้นทำการ Subculture ต้นอ่อนมันฝรั่งลงในอาหารแข็งตามแต่ละกรรมวิธี จำนวน 7 ข้อ/ขวด จากนั้นใส่ลงในขวด ขนาด 4 ออนซ์ ประมาณ 12 ml ปิดฝาให้แน่น ดังนี้

   กรรมวิธีที่ 1 อาหารแข็งสูตร MS ใส่วุ้น และไม่ใส่สารเร่งการเจริญเติบโต

   กรรมวิธีที่ 2 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$+ น้ำตาล อัตรา 50 mg $l^{-1}$

   กรรมวิธีที่ 3 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$ + Coumarin อัตรา 25 mg $l^{-1}$ + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$+ น้ำตาล อัตรา 50 mg $l^{-1}$

   กรรมวิธีที่ 4 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$

   กรรมวิธีที่ 5 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + ผงถ่าน อัตรา 5 g$l^{-1}$ + น้ำตาล อัตรา 50 mg $l^{-1}$

   กรรมวิธีที่ 6 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$ + ผงถ่าน อัตรา 5 g $l^{-1}$ + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$ + น้ำตาล อัตรา 50 mg $l^{-1}$

10. จนกว่าพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่จนเกิดเป็นหัวพันธุ์ขนาดเล็ก ให้ทำการบันทึกข้อมูลในระยะนี้

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (cm) จำนวนใบ จำนวนข้อ จำนวนยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (mm) น้ำหนักหัว (mg) น้ำหนักหัว/ขวด จำนวนหัว/ต้น จำนวนหัว/ขวด ขนาดหัว (ความกว้าง-ยาว) เปอร์เซ็นต์การรอดตาย

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2560

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

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

การเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งและอาหารเหลว ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว) พบว่า ต้นที่เพาะเลี้ยงอาหารเหลวจะมีน้ำหนัก ส่วนสูง ความยาวราก จำนวนข้อ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น มากกว่าต้นที่เพาะในอาหารแข็ง (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1) เพราะฉะนั้นการผลิตต้นแม่พันธุ์เพื่อนำต้นมาขยายพันธุ์ต่อในระบบปลอดเชื้อจึงจำเป็นต้องเพาะในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว เพื่อให้ได้จำนวนข้อมากขึ้น ขนาดต้นใหญ่สมบูรณ์

นำต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากอาหารแข็งมาทำการ Subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว โดยตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที (ภาพที่ 2) เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 3 สัปดาห์ นำต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งจากขวดไบโอรีแอคเตอร์ Subculture ลงในอาหารแข็ง จำนวน 6 กรรมวิธี จำนวน 7 ข้อ/ขวด (ขวดขนาด 8 ออนซ์ อาหารประมาณ 30 ml) วางขวดอาหารแข็งบนชั้นที่มีแสงสว่าง 16 ชั่วโมง/วัน และอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4) นาน 1เดือน ทำการวัดการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งหลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง 1 เดือน (ตารางที่ 2) ได้ผลการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่ง ดังนี้

**ด้านความสูง** กรรมวิธีที่ 1 อาหารแข็งสูตร MS ใส่วุ้น และไม่ใส่สารเร่งการเจริญเติบโต มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 6.99 cm ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

**จำนวนข้อ** พบว่า การทดลองกรรมวิธีที่ 1-5 มีจำนวนข้อสูงสุด มีจำนวนข้อ 4.29 4.57 4.14 4.43 และ 3.71 ต่อต้น ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 6 ให้จำนวนข้อน้อยที่สุดคือ 2.29 ข้อ/ต้น ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**จำนวนใบ** กรรมวิธีที่ 2และ5 มีจำนวนใบสูงสุดเท่ากับ 8.43และ 8.57 ตามลำดับ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 3 และ4 เท่ากับ 6.29 5.57 และ 6.43 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 6 มีจำนวนใบน้อยที่สุด เท่ากับ 3.43 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**จำนวนยอด** พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$ + น้ำตาล อัตรา 50 mg $l^{-1}$ เกิดจำนวนยอดสูงสุด 3.57 ยอด/ขวด

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความสูง ความยาวราก จำนวนราก จำนวนข้อ จำนวนยอด และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ของต้นมันฝรั่งในอาหารเหลวและอาหารแข็ง

กรมวิชาการเกษตร

| ต้นมันฝรั่ง | น้ำหนัก (g) | ความสูง (cm) | ความยาวราก (cm) | จำนวนราก (ราก) | จำนวนข้อ (ใบ) | จำนวนยอด (ยอด) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MS+อาหารแข็ง** | 0.2091 | 9.1 | 4.6 | 6.6 | 4.23 | 1.4 | 0.88 |
| **MS+อาหารเหลว** | 0.2381 | 12.2 | 14.3 | 6.2 | 6.84 | 1 | 0.94 |

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยของความสูง จำนวนข้อ จำนวนใบ และจำนวนยอดของต้นมันฝรั่งหลังจากการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งตามกรรมวิธี อายุ 1 เดือน ในปี 2560

| การทดลอง | ความสูง | จำนวนข้อ | จำนวนใบ | จำนวนยอด |
|---|---|---|---|---|
| MS (Control) | 6.99 a | 4.29 a | 6.29 b | 2.71 |
| MS + CW | 4.81 b | 4.57 a | 8.43 a | 3.57 |
| MS + BAP+ Coumarin + CW | 3.53 c | 4.14 a | 5.57 b | 1.14 |
| MS + BAP | 3.67 c | 4.43 a | 6.43 b | 1.29 |
| MS + AC | 5.67 b | 3.71 a | 8.57 a | 2.57 |
| MS + BAP + AC + CW | 1.86 d | 2.29 b | 3.43 c | 1 |
| CV % | 21.4 | 20.5 | 25.2 | 41.3 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

CW= Coconut water, BAP = 6-benzylaminopurine, AC= Activated Charcoal

**ภาพที่ 1** เมื่อต้นอ่อนมันฝรั่งมีอายุ 3 สัปดาห์ จะทำการย้ายลงอาหารแข็ง

กรมวิชาการเกษตร

การชั่งน้ำหนัก วัดความสูงต้น และความยาวราก

ต้นมันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง อายุ 1 วัน

**ภาพที่ 2** การเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งและอาหารเหลว

**จำนวนวนหัวพันธุ์ขนาดเล็ก** พบว่า เกิดหัวพันธุ์ขนาดเล็กในกรรมวิธีที่ 1 2 และ4 มีจำนวนหัวพันธุ์เท่ากับ 5.52 4 3.29 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

**น้ำหนักหัวพันธุ์ขนาดเล็ก** พบว่า กรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักหัวเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 76.80 mg รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 43.94 mg และกรรมวิธีที่4 เท่ากับ 32.87 mg (ตารางที่ 3)

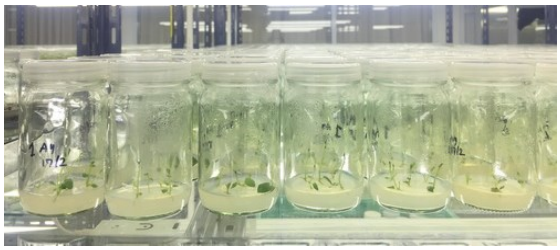
เมื่อต้นมันฝรั่งอายุครบ 1 เดือน นำผ้าสีดำมาคลุมบนขวดอาหาร เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างหัวขนาดเล็ก หลังจากคลุมผ้าสีดำไว้ 2 เดือนพบว่าในอาหารกรรมวิธีที่ 1 2 และ 4 เริ่มเกิดหัวขนาดเล็กบนต้นมันฝรั่งในขวดเพาะเลี้ยง (ภาพที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

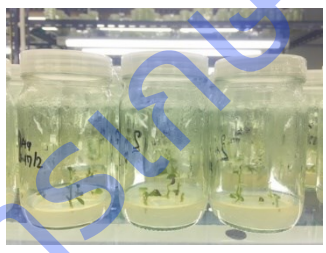
**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยจำนวนหัวพันธุ์ขนาดเล็กบนต้นมันฝรั่งในขวดอาหารเพาะเลี้ยง หลังจากคลุมผ้าสีดำไว้ 2 เดือน และขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก หลังจากเพาะเลี้ยงในขวดอาหาร 4 เดือน

| การทดลอง | น้ำหนักหัว (mg) | จำนวนหัว/ขวด | กว้าง(มม.) | ยาว(มม.) |
|---|---|---|---|---|
| MS (Control) | 76.80 | 5.52 | 45 | 46 |
| MS + CW | 43.94 | 4 | 39 | 37 |
| MS + BAP+ Coumarin + CW | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MS + BAP | 32.87 | 3.29 | 33 | 38 |
| MS + AC | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MS + BAP + AC + CW | 0 | 0 | 0 | 0 |

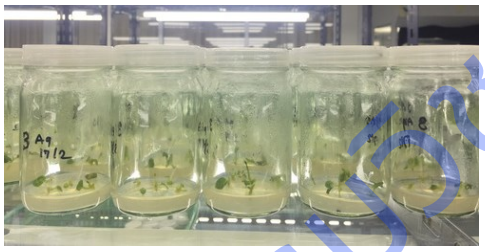
CW= Coconut water, BAP = 6-benzylaminopurine, AC= Activated Charcoal



MS (Control)



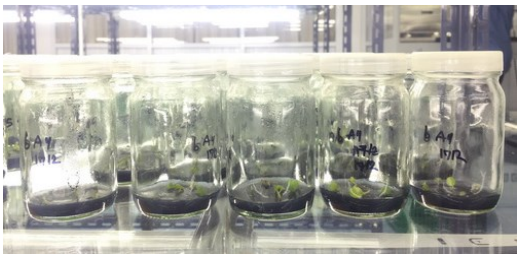
MS + CW



MS + BAP+ Coumarin + CW

MS + BAP

MS + AC



MS + BAP + AC + CW

**ภาพที่ 3** ต้นมันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง อายุ 1 สัปดาห์

เมื่อต้นมันฝรั่งอายุครบ 4 เดือน นำหัวพันธุ์ขนาดเล็กออกจากขวดเพาะเลี้ยงเพื่อนำมาวัดขนาดและนับจำนวนทั้งหมด ในการทดลองนี้พบว่ากรรมวิธีที่ 1 2 และ 4 เกิดหัวขนาดเล็กบนต้นมันฝรั่งในขวดเพาะเลี้ยง ซึ่งหัวพันธุ์มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 45 39 33 mm ความยาวเฉลี่ย 46 37 38 mm ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

(ภาพที่ 4) เก็บรักษาหัวพันธุ์ขนาดเล็กที่ได้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรักษาสภาพไว้ใช้ในการปลูกทดสอบต่อไป

อาหารแข็งสูตร MS | อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$ | อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$

**ภาพที่ 4** ขนาดหัวพันธุ์ขนาดเล็กในขวดเพาะเลี้ยง ในอาหารแข็งแต่ละสูตร หลังคลุมผ้าดำ 4 เดือน

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก ที่ได้ต้นแม่พันธุ์มาจากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว สามารถผลิตหัวพันธุ์จากอาหารแข็งในกรรมวิธีที่ 1 2 และ4 ซึ่งเริ่มเกิดหัวพันธุ์หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 2 เดือน โดยอาหารสูตร MS ให้จำนวนหัวมากที่สุด 5.52 หัว/ขวด และมีหัวขนาดใหญ่ที่สุด 45 mm รองลงมาได้แก่ อาหารสูตร MS ดัดแปลง + น้ำมะพร้าว อัตรา 100 ml $l^{-1}$ จำนวน 4 หัว/ขวด ขนาด 39 mm และอาหารสูตร MS ดัดแปลง + BAP อัตรา 1 mg $l^{-1}$ จำนวน 3.29 หัว/ขวด ขนาด 33 mm สามารถผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กจากต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ในอาหารแข็งสูตร MS โดยไม่ต้องเติมสารอาหารหรือสารเร่งการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยง

กรมวิชาการเกษตร

# การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่

# The kind of the appropriate bio-product on preventing important diseases in seed potato field


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงค์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] สาคร ยังผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1]
ฐิตาภรณ์ เรืองกูล[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Sakorn Youngpong[1] Kittichai Saeyang[1]
Onanong Sawangsuriyawong[1] Thitaporn Ruangkul[1] Weeraphan Tansao[1] Sirinanya Jarinthon[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

เชื้อรา Arbuscular mycorrhiza (Arbuscular mycorrhiza)
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (Microorganism phosphate) และมันฝรั่ง (Potato)



**บทคัดย่อ**

การทดสอบชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่ ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ ปี 2560-2561 วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์, การรองก้นหลุมด้วยเชื้อรา Arbuscular mycorrhiza (AM), การรองก้นหลุมด้วยจุลินทรีย์ฟอสเฟต (P) และรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P โดยเตรียมแปลงปลูกขนาด 4x6 m ใช้ระยะปลูก 85x20 cm ตามกรรมวิธี การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีผลผลิตมันฝรั่ง/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ มากที่สุด 1,150 kg ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการรองก้นหลุมด้วย P ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และรองก้นหลุมด้วย AM ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1,143 1,123 และ 1,074 kg ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบของผลผลิต ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ มีเปอร์เซ็นต์แป้ง และความแน่นเนื้อมากที่สุด 16.8% และ 51.9 นิวตัน ตามลำดับ ด้านน้ำตาลของหัวมันฝรั่งหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต การรองก้นหลุมด้วย AM มีน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุตโตส TSS และน้ำตาลซูโคส ดีที่สุด 5.6 5.7 5.5 กับ 5 $^{o}$Brix ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ AM ร่วมกับ P รองก้นหลุมก่อนปลูกมันฝรั่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่ชัดเจนว่าช่วยลดอัตราการเกิดโรคใบไหม้ในมันฝรั่งได้


กรมวิชาการเกษตร

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

กรมวิชาการเกษตร

## Abstract

The kind of the appropriate bio-product on preventing important diseases in seed potato field was conducted in research center at the KhunWang Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Maewin, Maewang, Chiang Mai in cold seasons during 2017-2018. The experiment was designed as a randomized complete block design (RCBD) with four treatments and four replications of basal dressing with bio-product; untreated (control), Arbuscular mycorrhiza (AM), Phosphate solubilizing micro-organisms for biofertilizer (P) and AM combine with P. The area size was kept 4 m × 6 m for each treatment. The row to row and plant to plant spacing were 85 and 20 cm, respectively. The yield of G1 potato in AM combine with P treatment (1,150 kg/rai) was showed higher than P (1,143 kg/rai), untreated (1,123 kg/rai) and AM (1 ,074 kg/rai) but did not significant in any treatments. Moreover, AM combine with P was represented lower glucose (5 °Brix), fructose (5.1 °Brix) and sucrose (4.6 °Brix) than other bio-products. Then, the basal dressing with AM combine with P was the best treatment for increase potato yield. However, it did not clear to reduce lateblight diseases incident.


## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด 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 ผลผลิวม 107,103 ตัน เป็นมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน 101,080 ตัน พันธุ์บริโภค 6,023 ตัน การปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจที่ขยายตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) โดยมีความต้องการเพื่อใช้ในการแปรรูปตลอดปีประมาณ 12,500 ตัน/เดือน หรือ 150,000 ตัน/ปี แต่เกษตรกรผลิตได้เพียง 100,000 ตันต/ปี ผลผลิตไม่เพียงพอต่อการแปรรูป ทำให้ผู้ประกอบการต้องขอนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศ ปีละ 34,000-35,000 ตัน เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค คิดเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) ปัจจุบันวัตถุดิบมันฝรั่งเพื่อการแปรรูป ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศ ทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการมีความต้องการมันฝรั่งสดเพื่อส่งโรงงานแปรรูป เหตุนี้จึงทำให้บริษัทผู้ประกอบการได้ขอนำเข้ามันฝรั่งสดจากต่างประเทศเป็นหลัก (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2555) และนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งปีละ 15,000-18,000 ตัน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ส่งผลให้

กรมวิชาการเกษตร

ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง เนื่องจากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรค ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ

จากปัญหาการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้เกษตรกรเก็บหัวพันธุ์ไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ มีการติดโรค เมื่อนำไปปลูกเกิดการระบาดของโรคทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ไม่คุ้มกับการลงทุน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาสารชีวภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเชื้อรา Arbuscular mycorrhiza (AM) และ จุลินทรีย์ฟอสเฟต (P) ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่ อันจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่ดี มีคุณภาพ และปลอดจากโรค

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่า, จุลินทรีย์ฟอสเฟต, ปูนขาว, ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21, ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, จอบ, เมทริบูซิน, คาร์โบซัลแฟน, แมนโคแซ็บ, เครื่องชั่งน้ำหนัก, เมทาแล็กซิล, จอบ, เสียม, ไม้ไผ่ปักหลัก, ป้าย Tag, กระสอบ และตะกร้าพลาสติก
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

<u>วิธีการ</u>

ดำเนินการวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใช้สารชีวภัณฑ์และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช (Control)
กรรมวิธีที่ 2 รองก้นหลุมด้วยเชื้อรา Arbuscular mycorrhiza (AM)
กรรมวิธีที่ 3 รองก้นหลุมด้วยจุลินทรีย์ฟอสเฟต (P)
กรรมวิธีที่ 4 รองก้นหลุมด้วย AM + P

<u>วิธีดำเนินงาน</u>

1. เตรียมแปลงปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 (basic seed production) สายพันธุ์ตามแต่ละกรรมวิธี ขนาด 4x6 เมตร จำนวน 20 แปลง ในแต่ละช่วงฤดูปลูก
2. ทำการหว่านปูนขาว อัตรา 200 kg/ไร่ (ค่า pH 6.0-6.5) และใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 100 kg/ไร่ เพื่อปรับสภาพดินในแปลงปลูก
3. ทำการไถเตรียมดินก่อนปลูก ประมาณ 2 สัปดาห์-1 เดือน
4. นำหัวพันธุ์ G0 (Production of pre-basic seed) ที่ปลูกในระบบ aeroponic แต่ละกรรมวิธีที่เก็บรักษาในห้องเย็นระยะเวลา 5-6 เดือน ออกผึ่งบนชั้นในโรงเก็บแบบพรางแสง ประมาณ 1-2

กรมวิชาการเกษตร

สัปดาห์ หัวพันธุ์จะมีหน่องอก คัดเลือกหัวพันธุ์ที่มีหน่อแข็งแรงพร้อมที่จะนำไปปลูกลงแปลงในสภาพไร่ โดยใช้หัวพันธุ์ 300 kg/ไร่

5. ทำการใส่ปุ๋ยขี้ไก่อัดเม็ด อัตรา 100 kg/ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 kg/ไร่
6. รองก้นหลุมตามแต่ละกรรมวิธี และคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ (Control)

กรรมวิธีที่ 2 สารชีวภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ AM อัตรา 5 g/ ต้น

กรรมวิธีที่ 3 สารชีวภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ P อัตรา 30 g/ ต้น

กรรมวิธีที่ 4 สารชีวภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของ AM อัตรา 5 g/ ต้น ร่วมกับ P อัตรา 30 g/ ต้นวางหัวพันธุ์บนดินปลูก ใช้ระยะปลูกมันฝรั่ง 85x20 cm (ระยะปลูกระหว่างต้น 20 cm ระหว่างแถว 85 cm) จำนวนหลุม/ไร่ ประมาณ 4,500-6,500 หลุม ปลูกแบบแถวเดี่ยว จำนวน 4 แถว/แปลง แล้วพูนโคน สูงประมาณ 30 cm

7. ให้น้ำทุก 7-10 วัน หรือตามความเหมาะสม
8. หลังปลูก 2 สัปดาห์ เมื่อต้นมันฝรั่งงอก ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100 kg/ไร่ ผสมกับปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 kg/ไร่
9. ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต 90-110 วันหลังปลูก หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้มในแปลงมันฝรั่ง โดยหยุดให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 7-10 วัน และนำหัวพันธุ์ G1 ที่เก็บเกี่ยวได้ไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5$^{O}$C เพื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไป
10. การบันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต, ผลผลิต, คุณภาพผลผลิต และต้นทุนการผลิต

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว และวันที่ปฏิบัติดูแลรักษา
2. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น 60 วัน (cm)
3. จำนวนผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัว/หลุม, จำนวนหัว/ต้น, จำนวนหัว/พื้นที่ 1 ตร.ม., น้ำหนักหัว/หลุม (kg/หลุม), น้ำหนัก/พื้นที่เก็บเกี่ยว (kg /พื้นที่ 1 ตร.ม.), น้ำหนัก/ไร่ (kg)
4. คุณภาพผลผลิต ได้แก่ ขนาดหัว/ต้น แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 45 mm (mm/พื้นที่) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 45 mm (mm/พื้นที่), น้ำหนักหัว (g), ขนาดหัว (ยาว-กว้าง) (cm), ความแน่นเนื้อ, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS), เปอร์เซ็นต์แป้งในหัว
5. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้, ไวรัส, แบคทีเรีย
6. ตรวจโรคเชื้อสาเหตุในดินก่อนและหลังดำเนินการทดลอง

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2561

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

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

กรมวิชาการเกษตร

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**1. ความสูงของมันฝรั่ง**

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วัน การรองก้นหลุมด้วย Arbuscular mycorrhiza (AM) ร่วมกับ จุลินทรีย์ฟอสเฟต (P) มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 36.8 cm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรองก้นหลุมด้วย AM รองก้นหลุมด้วย P และไม่มีการใช้สารชีวภัณฑ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความสูง 36.5 35.8 และ 35.1 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามการปลูกมันฝรั่งต้องมีการดูแล และการจัดการที่ดี เพื่อช่วยในการพัฒนาการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันฝรั่ง (อรทัย, 2558) นอกจากนี้ พักตร์เพ็ญ (2556) รายงานว่าการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพยังสามารถใช้สารชีวภัณฑ์ เพื่อลดการใช้สารเคมี ดังเช่น เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต สามารถช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (สมจิตร, 2549)

**2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต**

**2.1 ผลผลิต**

**1) จำนวนหัวต่อหลุม**

ต้นมันฝรั่งที่ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ รองก้นหลุมด้วย AM P และ AM ร่วมกับ P มีจำนวนหัว/หลุมเฉลี่ย 7 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการทดลองของ Adavi and Tadayoun (2014) ที่รายงานว่า การรองก้นหลุมด้วย AM ทำให้มีจำนวนหัว/หลุมมากขึ้น

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยความสูง จำนวนหัว/หลุม น้ำหนัก/หลุม น้ำหนัก/24 ตร.ม. น้ำหนัก/ไร่ น้ำหนักได้เกรด/ไร่ และน้ำหนักตกเกรด/ไร่ ที่ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2560-2561

| สารชีวภัณฑ์ | ความสูง (cm) 60 วัน | จน.หัว/หลุม (หัว) | นน./หลุม (g) | นน./24 ตร.ม. (kg) | นน./ไร่ (kg) | นน.ได้เกรด/ไร่ (kg) | นน.ตกเกรด/ไร่ (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ไม่มีการใช้สาร (Control)** | 35.1 | 7 | 217.4 | 16.8 | 1,123 | 580 | 543 |
| **AM** | 36.5 | 7 | 260.9 | 16.1 | 1,074 | 550 | 524 |
| **P** | 35.8 | 7 | 229.6 | 17.1 | 1,143 | 607 | 536 |
| **AM + P** | 36.8 | 7 | 242.6 | 17.2 | 1,150 | 611 | 539 |
| **F-test** | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| **%cv** | 5.1 | 13.6 | 14.7 | 14.3 | 14.3 | 21.7 | 14.5 |

**หมายเหตุ:** - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

- น้ำหนักได้เกรด = เส้นผ่าศูนย์กลาง > 45 มม. และน้ำหนักตกเกรด = เส้นผ่าศูนย์กลาง < 45 มม.

กรมวิชาการเกษตร

**2) น้ำหนักต่อหลุม**

การรองก้นหลุมด้วย AM มีน้ำหนัก/หลุมเฉลี่ยมากที่สุด 260.9 g รองลงมาคือ รองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P รองด้วย P และไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ มีน้ำหนัก/หลุมเฉลี่ย 242.6 229.6 และ 217.4 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งในทุกกรรมวิธีไม่มีน้ำหนักต่อหลุมแตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Poomipan *et al*. (2011) รายงานว่าพืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากจะได้รับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น และส่งผลทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

**3) น้ำหนักต่อพื้นที่ปลูก 24 ตร.ม.**

การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีน้ำหนักเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 24 ตร.ม. มากที่สุด 17.2 kg ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการรองก้นหลุมด้วย P ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และรองก้นหลุมด้วย AM ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 17.1 16.8 และ 16.1 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับงานทดลองของ Rafiq, 2015 รายงานว่าการใช้เชื้อรา AM ทำให้หัว และน้ำหนักสูงกว่าที่ไม่ได้ใส่เชื้อด้วย AM และการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีประสิทธิภาพในการละลายหินฟอสเฟต ช่วยให้พืชเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตที่สำคัญ (ภาวนาและคณะ, มปป)

**4) น้ำหนักต่อไร่**

การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีน้ำหนักเฉลี่ย/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ มากที่สุด 1,150 kg รองลงมาคือ การรองก้นหลุมด้วย P ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และรองก้นหลุมด้วย AM มีค่าเฉลี่ย 1,143 1,123 และ 1,074 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีการเข้าทำลายของโรคใบไหม้เฉลี่ย 56 % จึงส่งผลให้ผลผลิตลดลง ซึ่งโรคใบไหม้ (late blight) เป็นโรคที่สำคัญมากโรคหนึ่งในมันฝรั่ง มีการระบาดในทุกพื้นที่ที่มีการปลูกมันฝรั่ง และระบาดไปทั่วโลก สร้างความเสียหายรุนแรงต่อผลผลิต (วิวัฒน์ และจารุฉัตร, 2555)

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่มีหัวขนาดใหญ่ (Ø>45 mm) ผ่านเกณฑ์โรงงาน/ไร่ พบว่าการรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P ทำให้มีผลผลิต/ไร่ที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด 661 kg/ไร่ รองลงมาคือ การรองก้มหลุมด้วย P ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และรองก้นหลุมด้วย AM มีผลผลิตได้เกรดเฉลี่ย 607 580 และ 550 kg/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลผลิต/ไร่ที่มีหัวขนาดเล็ก (Ø<45 มม.) ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ มีผลผลิตขนาดเล็กไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน/ไร่เฉลี่ยสูงที่สุด 543 kg/ไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P การรองก้มหลุมด้วย P และรองก้นหลุมด้วย AM ซึ่งมีน้ำหนักตกเกรดเฉลี่ย 539 536 และ 524 kg/ไร่ (ตารางที่ 1)

**2.2 องค์ประกอบของผลผลิต**

**1) เปอร์เซ็นต์แป้ง**

เปอร์เซ็นต์แป้งหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และการรองก้นหลุม AM มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 16.8 % ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ รองก้นหลุมด้วย P และรองก้นหลุม AM ร่วมกับ P ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 16.6 % (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองของ



กรมวิชาการเกษตร

Adavi and Tadayoun (2014) ที่รายงานว่าการใส่เชื้อรา AM ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากขึ้น เมื่อเทียบกับไม่ใส่เชื้อรา AM

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง, ความแน่นเนื้อ, กลูโคส, ฟรุตโตส, TSS, กรดมาลิก และการเกิดโรคใบไหม้ ที่ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2560-2561

| สารชีวภัณฑ์ | เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) | ความแน่นเนื้อ (N) | TSS (°Brix) | กูลโคส (°Brix) | ฟรุตโตส (°Brix) | ซูโคส (°Brix) | กรดมาลิก (%) | การเกิดโรคใบไหม้ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ไม่มีการใช้สาร (Control)** | 16.8 | 51.9 | 5.5 a | 5.1 b | 5.3 bc | 4.8 | 1.5 | 52 b |
| **AM** | 16.8 | 50.3 | 5.5 a | 5.6 a | 5.7 a | 5.0 | 1.5 | 60 a |
| **P** | 16.6 | 52.1 | 5.5 a | 5.4 a | 5.4 b | 4.7 | 1.6 | 57 ab |
| **AM + P** | 16.6 | 51.7 | 5.2 b | 5 b | 5.1 c | 4.6 | 1.5 | 53 ab |
| **F-test** | ns | ns | * | * | * | ns | ns | * |
| **%cv** | 2.0 | 4.5 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 8.5 | 14.8 | 7.4 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรไม่เหมือนกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**2) ความแน่นเนื้อ**

การรองก้นหลุมด้วย P มีความแน่นเนื้อดีที่สุด 52.1 นิวตัน รองลงมาคือ ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P และการรองก้นหลุมด้วย AM มีค่าเฉลี่ย 51.9 51.7 และ 50.3 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**3) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)**

ต้นมันฝรั่งที่ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ รองก้นหลุมด้วย AM และรองก้นหลุมด้วย P มีปริมาณ TSS เฉลี่ยมากที่สุด 5.5 °Brix แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีปริมาณ TSS เฉลี่ย 5.2 °Brix (ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

**4) น้ำตาลกลูโคส**

การรองก้นหลุมด้วย AM มีน้ำตาลกลูโคสมากที่สุด 5.6 °Brix ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ การรองก้นหลุมด้วย P ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.4 °Brix แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และการรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ย 5.1 และ 5 °Brix ตามลำดับ (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Zhongguo และคณะ ที่รายงานว่า การใส่เชื้อรา AM มีปริมาณสูง ซึ่งจะช่วยในการเจริญเติบโต และการพัฒนาของรากดีขึ้น

**5) น้ำตาลฟรุคโตส**

การรองก้นหลุมด้วย AM มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสในหัวพันธุ์มันฝรั่งมากที่สุด 5.7 °Brix แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ รองก้นหลุมด้วย P ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ และรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P มีค่าเฉลี่ย 5.4 5.3 และ 5.21 °Brix ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**6) น้ำตาลซูโคส**

การรองก้นหลุมด้วย AM มีปริมาณน้ำตาลซูโคสมากที่สุด 5 °Brix รองลงมาคือ ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ การรองก้นหลุมด้วย P และรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.8 4.7 และ 4.6 °Brix ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไม่เป็นไปตามการทดลองของ Zhongguo และคณะ ที่รายงานว่า การใส่เชื้อรา AM จะมีปริมาณซูโคสต่ำ

**7) กรดมาลิก**

การรองก้นหลุมด้วย P มีกรดมาลิกมากที่สุด 1.6 % รองมาคือ ไม่มีการรองก้นหลุมด้วยสารชีวภัณฑ์ การรองก้นหลุมด้วย AM และ AM ร่วมกับ P มีค่าเฉลี่ย 1.5 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**3. การเกิดโรคใบไหม้**

การเกิดโรคใบไหม้ของต้นมันฝรั่งที่ไม่มีการรองก้นหลุม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำที่สุด 52 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การรองก้นหลุมด้วย AM + P และรองก้นหลุมด้วย P ซึ่งมีการเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ย 53 และ 57% ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรองก้นหลุมด้วย AM ซึ่งมีการเกิดโรคใบไหม้สูงที่สุด 60% (ตารางที่ 2) ผลการทดลองในครั้งนี้ไม่สัมพันธ์กับการทดลองของ Torres-Barragán *et al*. (1996) กล่าวว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำให้พืชมีความทนทานต่อการเกิดโรคพืชทางระบบรากได้ดี เช่น ทำให้พืชมีความทนทานต่อโรคเน่าจากเชื้อสาเหตุโรคพืช *Sclerotium cepivorum* โรครากเน่าจาก *Helicobasidium mompa* และ *Fusarium oxysporum* (Kasiamdari *et al*., 2002; Matsubara *et al*., 2002) โรคเหี่ยวจาก *Verticillium dahlia* (Karagiannidis *et al*., 2002) และโรครากและลำต้นเน่าจาก *Rhizoctonia solani* (Kjøller and Rosendahl, 1996) เป็นต้น นอกจากนี้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังทำให้พืชมีความทนทานต่อการเข้าทาลายของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* (Oyekanmi *et al*., 2007) และไส้เดือนฝอย *Pratylenchus penetrans* (Talavera *et al*., 2001) ได้ด้วย ซึ่งการเข้าอยู่อาศัย

กรมวิชาการเกษตร

ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช ช่วยให้พืชมีความทนทานต่อการเกิดโรคพืชในระบบราก แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้ จึงทำให้ต้นมันฝรั่งเกิดความเสียหายส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตน้อย

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยการใช้ AM ร่วมกับ P รองก้นหลุม ทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก 24 ตารางเมตร และ 1 ไร่ มากที่สุด 17.2 และ 1,150 kg ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำให้มี TSS น้อยที่สุด 5.2 °Brix ปริมาณน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุตโตส และน้ำตาลซูโคส ต่ำที่สุด 5 5.1 และ 4.6 °Brix ดังนั้นการรองก้นหลุมก่อนปลูกมันฝรั่งด้วย AM อัตรา 5 g/ต้น ร่วมกับ P อัตรา 30 g/ต้น จะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตามการรองก้นหลุมด้วย AM ร่วมกับ P ไม่ได้ทำให้ต้นมันฝรั่งมีความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคใบไหม้

กรมวิชาการเกษตร

**กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดู**

**กิจกรรมที่ 2.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู**

# การทดลองที่ 2.1.1 การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบน และภาคเหนือตอนล่าง

# The trial of potato late blight resistant varieties for off-season production in in northern part of Thailand


**ชื่อผู้วิจัย**

วราภรณ์ อุดมดี[1] รุ่งทิวา ดารักษ์[2] อรทัย วงค์เมธา[3] พินิจ เขียวพุ่มพวง[4]

Waraporn Udomdee[1] Rungtiwa Darak[2] Orathai Wongmetha[3] Phinit Kheawpumpuang[4]



**คำสำคัญ (Keywords)**

มันฝรั่ง (potato) พันธุ์มันฝรั่ง (variety) โรคใบไหม้ (late blight) และนอกฤดู (off-season)



**บทคัดย่อ**

การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และ อ.พบพระ จ.ตาก ดำเนินการโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ในระหว่างปี 2559-2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์มันฝรั่งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในแต่ละฤดูปลูก โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot โดย main plot คือ พันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ 3 พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ A3 A9 และพันธุ์แอตแลนติก sub plot คือ ช่วงเวลาการปลูกมันฝรั่ง ได้แก่ ฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-ธันวาคม) ฤดูฝนช่วงแรก (เมษายน-พฤษภาคม) และฤดูฝนช่วงที่ 2 (สิงหาคม-กันยายน) พบว่า การปลูกมันฝรั่งในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อน้ำหนักหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อต้น ปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน ปริมาณแป้ง และความแน่นเนื้อของมันฝรั่ง โดยสายพันธุ์ A3 ที่ปลูกในฤดูฝนช่วงแรก มีน้ำหนักหัวต่อต้นดีที่สุด คือ 617 g ส่วนพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในฤดูแล้งมีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด คือ 12.6 หัว ในฤดูฝนช่วงแรก คือ สายพันธุ์ A3 10.7 หัว และในฤดูฝน 11.3 หัว ส่วนปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน ในฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 คือ สายพันธุ์ A3 จำนวน 1,019 และ 685 kg ตามลำดับ ปริมาณแป้งที่ดีที่สุดในฤดูแล้งและฤดูฝนช่วงแรก คือ สายพันธุ์ A9 เท่ากับ 19.4 และ 17.5% ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนช่วงที่ 2 ได้แก่ สายพันธุ์ A3 มีปริมาณ 18.6% และปริมาณความแน่นเนื้อมากที่สุดเมื่อปลูกมันฝรั่งสายพันธุ์ A9 ในฤดูแล้ง มีค่าเท่ากับ 49.3 นิวตัน ส่วนในฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 พันธุ์แอตแลนติกมีความแน่นเนื้อ 46.2 และ 47.9 นิวตัน ตามลำดับ และสายพันธุ์ A9 มีความแน่นเนื้อ 45.5 และ 47 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนความสูงของต้นเมื่ออายุ 60 วัน สายพันธุ์


กรมวิชาการเกษตร

A9 มีความสูงมากที่สุด คือ 42.5 cm และฤดูฝนช่วงที่ 2 จะมีความสูงดีที่สุด น้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว สายพันธุ์ A3 และฤดูแล้งมีน้ำหนักมากที่สุด คือ 35 และ 48.9 kg ตามลำดับ ผลผลิตต่อไร่มากที่สุดในฤดูแล้ง

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 268 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก 65 ม.6 ต.แม่ท้อ อ.เมืองตาก จ.ตาก 508987

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

[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร 13 ม.6 ต.โรงช้าง อ.เมือง จ.พิจิตร 66000

และสายพันธุ์ A3 ได้แก่ 2,891 และ 1,848 kg ผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูปน้อยที่สุดคือฤดูฝนช่วงที่ 2 ได้แก่ 404 kg ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในฤดูแล้งและฤดูฝนช่วงที่ 2 มีปริมาณมากที่สุด คือ 5.42 และ 5.26 °Brix และอัตราการงอกของหัวมันฝรั่งที่ดีที่สุดในฤดูแล้ง คือ 97.1%

ในขณะที่พื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อความสูงของต้น น้ำหนักหัว/ต้น จำนวนหัว/ต้น น้ำหนักหัว/พื้นที่เก็บเกี่ยว ปริมาณผลผลิต/ไร่ ปริมาณผลผลิตที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูป และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยมันฝรั่งสายพันธุ์ A3 และ A9 ที่ปลูกในฤดูฝนช่วงที่ 2 มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 91 และ 82.9 cm ตามลำดับ น้ำหนักหัว/ต้นมากที่สุดเมื่อปลูกสายพันธุ์ A3 ในฤดูฝนช่วงที่ 1 คือ 300 g จำนวนหัวต่อต้นที่มากที่สุดคือพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในฤดูฝนช่วงที่ 1 คือ 8 หัว ส่วนน้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวที่มากที่สุดคือสายพันธุ์ A9 ที่ปลูกในฤดูฝนช่วงที่ 2 คือ 72.8 kg ในขณะที่ฤดูแล้ง สายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิตต่อไร่มากที่สุด คือ 3,066 kg ปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูป ในฤดูแล้ง คือ พันธุ์แอตแลนติก มีจำนวน 1,893 kg ในฤดูฝนช่วงแรก สายพันธุ์ A3 ไม่ต่างจาก A9 โดยมีจำนวน 1,989 และ 1,512 kg ตามลำดับ และในฤดูฝนช่วงที่ 2 สายพันธุ์ A3 ไม่ต่างจาก A9 โดยมีจำนวน 1,924 และ 1,919 kg ตามลำดับ ส่วนปริมาณผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูปน้อยที่สุดเมื่อปลูกพันธุ์แอตแลนติกในฤดูแล้ง คือ 870 kg และปลูกสายพันธุ์ A3 ในฤดูฝน คือ 1,020 kg ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสายพันธุ์ A3 และ A9 มีมากที่สุด คือ 4.6 และ 4.65 °Brix เมื่อปลูกในฤดูแล้ง ส่วนปริมาณแป้งและความแน่นเนื้อไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก โดยปริมาณแป้งสูงที่สุดในฤดูแล้ง คือ 17.2% และสายพันธุ์ A3 17.9% และความแน่นเนื้อของพันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A9 ไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 48.6 และ 49.1 นิวตัน และฤดูแล้งมีค่ามากที่สุด คือ 52.9 นิวตัน

กรมวิชาการเกษตร

## Abstract

The trial of potato late blight resistant varieties for off-season production in Chiangmai and Tak province were conducted by Tak Agricultural Research and Development Center and Chiangmai Royal Agricultural Research Center during 2016-2017. The experiment design was split plot with main plot as potato late blight resistant varieties (A3, A9 and Atlantic) and production seasons (dry, rainy, and late rainy) as sup plot. In Chiangmai, results showed the interaction of varieties and production seasons significant ($P<0.05$) effect on tuber weight per plant, the number of tubers per plant, good yield, gross solid and solid

density. The great yield was found in A3 variety when planted in rainy and late rainy season. Whereas, no significantly different among three varieties when planted in dry season. Moreover, A9 variety showed the highest gross solid in dry and rainy seasons, even as, A3 variety demonstrated gross solid in rainy and late rainy. Meanwhile, in Tak results showed the interaction of varieties and production seasons significant ($P<0.05$) effect on plant height, tuber weight per plant, the number of tubers per plant, yield per harvesting area, total yield, good yield, yield loss and total soluble solid. The results showed that Atlantic variety illustrated the highest good yield when planted in dry season. Meanwhile, A3 and A9 varieties showed the greatest number of good yield when planted in rainy and late rainy. Moreover, the maximum quantity of total soluble solid has found in A3 variety.

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ตาก เชียงราย พะเยา ลำพูน ลำปาง และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น หนองคาย สกลนคร และเลย จำแนกเป็นมันฝรั่งสำหรับการบริโภคสดและการแปรรูป การผลิตมันฝรั่งสำหรับการแปรรูปซึ่งปริมาณผลผลิตในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนของปี มีปริมาณค่อนข้างเพียงพอต่อความต้องการของโรงงาน แต่ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยช่วงครึ่งปีหลัง หรือในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม-ธันวาคม) จะมีการขาดแคลนอย่างมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) โดยการปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน) เป็นฤดูการผลิตหลัก และฤดูฝน (กรกฎาคม-ธันวาคม) ซึ่งสามารถปลูกได้ในบางพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็น ในช่วงฤดูแล้งส่วนใหญ่จะปลูกในเขตพื้นที่ราบ หลังการเก็บเกี่ยวข้าวตั้งแต่เดือน พฤศจิกายนถึงธันวาคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือน กุมภาพันธ์ถึงมีนาคม และในช่วงฤดูฝนจะปลูกในเขตพื้นที่สูงระดับความสูงตั้งแต่ 750 เมตร จากน้ำทะเลขึ้นไป การปลูกในฤดูฝนจะมี 2 ช่วงการปลูก คือ ช่วงแรกตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง พฤษภาคม เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ส่วนช่วงที่สองปลูกในเดือนสิงหาคม-กันยายน และเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งความต้องการวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานมีปริมาณสูง แต่อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมในช่วงฤดูฝนเหมาะสมกับการเกิดโรคใบไหม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* จะแพร่ระบาดทุกช่วงการเจริญเติบโต และเกิดได้ทั้งที่ใบ ลำต้น และหัวของมันฝรั่ง อีกทั้งเชื้อราสามารถกระจายไปได้อย่างรวดเร็ว หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม คือ มีความชื้นสูงกว่า 85% และอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 12-15°C) ทำให้ผลผลิตต่ำหรือเมื่อมีการระบาดมากต้นจะตายก่อนการลงหัวและไม่ให้ผลผลิต ซึ่งมันฝรั่งพันธุ์ Atlantic เป็นพันธุ์สำหรับการแปรรูปที่มีการปลูกมากที่สุดในประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2541; วิวัฒน์และจารุฉัตร, 2555) แต่เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคใบไหม้ (สุรชาติ และคณะ, 2540) ดังนั้นการวิจัยหาพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ และสามารถผลิตได้ในช่วงฤดูฝนให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่โรงงานกำหนด จึงมีความจำเป็น เพื่อเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกร ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและมีคุณภาพชีวิตที่ดี และยังทำให้มีผลผลิตมันฝรั่งเข้าสู่โรงงานผลิตอย่างต่อเนื่อง

กรมวิชาการเกษตร

ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้ กรมวิชาการเกษตรจึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันฝรั่งมาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2554-2556 กรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ ทำการคัดพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้จากสายต้น Atlantic ได้จำนวน 4 สายต้น ได้แก่ A1 A3 A5 และ A9 ในปี 2557-2559 จึงได้นำไปทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกรของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ อ.ฝาง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ และ อ.ทุ่งหัวช้าง จ.ลำพูน และภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ อ.พบพระ จ.ตาก พบว่าสายพันธุ์ A3 และ A9 สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ไม่พบการเกิดโรคใบไหม้ในมันฝรั่ง มีแนวโน้มปลูกได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว จึงได้ทำการทดสอบเพื่อหาศักยภาพในการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานเพื่อการแปรรูปต่อไป

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุการเกษตร ได้แก่ หัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก A3 และ A9 ปูนขาว ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 15-15-15 และ 13-13-21 สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ เมทริบูซิน คาร์โบซัลแฟน แมนโคแซ็บ และเมทาแล็กซิล อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ จอบ เสียม ไม้ไผ่ปักหลัก ป้าย Tag กระสอบ พลาสติกตาข่าย ตะกร้าพลาสติก ถุงพลาสติก
2. วัสดุชั่ง ตวง วัด ได้แก่ ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ สายวัด เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง เครื่องวัดความหวาน เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ
4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์ กระดาษสำหรับพิมพ์
5. วัสดุโฆษณา เผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

<u>วิธีการ</u>

1. วางแผนการทดลองแบบ Split plot โดย
   - main plot คือพันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ 3 พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ A3 A9 และพันธุ์แอตแลนติก
   - sup plot คือ ช่วงเวลาการปลูกมันฝรั่ง ได้แก่ ฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-ธันวาคม) ฤดูฝนช่วงแรก (เมษายน- พฤษภาคม) และฤดูฝนช่วงที่ 2 (สิงหาคม- กันยายน)
2. เตรียมพื้นที่ปลูกก่อนปลูก 2-3 สัปดาห์ โดยการไถพรวน ใส่ปูนขาว 200 kg/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 50 kg/ไร่ และเตรียมแปลงปลูกขนาด 6x6 เมตร จำนวน 8 แปลง (1 ไร่) โดยใช้ระยะปลูก 80×20 cm
3. ใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูกด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 150 kg/ไร่ และหลังปลูก 20-30 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 150 kg/ไร่ พร้อมพูนโคน
4. หลังปลูกพ่นสารเคมีควบคุมการงอกของวัชพืชได้แก่ เมทริบูซิน อัตรา 30 g/น้ำ 20 l
5. ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ทุก 7-10 วัน หรือตามความเหมาะสม

กรมวิชาการเกษตร

6. เก็บเกี่ยวผลผลิต 90-110 วันหลังปลูก หรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและต้นล้มในแปลงมันฝรั่ง โดยหยุดให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 7-10 วัน โดยใช้แรงงานคนร่วมกับเครื่องขุดมันฝรั่ง

7. ปลูกปอเทืองหมุนเวียนในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์

<u>บันทึกข้อมูล</u>

- การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น (cm) เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก
- จำนวนผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัว/หลุม (หัว) จำนวนหัว/ต้น (หัว) จำนวนหัว/พื้นที่เก็บเกี่ยว (6 ตารางเมตร) (หัว) น้ำหนักหัว/หลุม (kg) น้ำหนัก/พื้นที่เก็บเกี่ยว (kg) น้ำหนัก/ไร่ (kg)
- คุณภาพผลผลิต ได้แก่ ขนาดหัว (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 45-95 mm) น้ำหนักหัว (g) ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) (โดยวัดด้วยเครื่อง Shimadzu precision universal tester) ปริมาณแป้ง (%) (โดยการวัดความถ่วงจำเพาะ) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) (ด้วยเครื่องวัด Refractometer)

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง สถานที่ทำการทดลอง ต.รวมไทยพัฒนา อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**1. ความสูงต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 60 วัน**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อความสูงต้น โดยสายพันธุ์ A3 ในฤดูฝนช่วงที่ 2 มีความสูงต้นเฉลี่ยเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก มากที่สุด คือ 91.0 cm แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 62.9 cm แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 82.9 cm ส่วนการปลูกมันฝรั่งในฤดูฝนช่วงแรกพันธุ์แอตแลนติกมีความสูงต้นเฉลี่ยเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก มากที่สุด คือ 66.2 cm แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A9 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 54.9 cm แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A3 มีความสูงต้นเฉลี่ย 63.7 cm ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของมันฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง โดยพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 มีความสูงต้นเฉลี่ย 59.3 57 และ 63.9 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ความสูงของต้นมันฝรั่ง (cm) ของแต่ละพันธุ์ เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูกในแต่ละฤดูปลูก ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 59.3 | 66.2 a | 62.9 b |
| A3 | 57.0 | 63.7 ab | 91.0 a |
| A9 | 63.9 | 54.9 b | 82.9 a |

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

| | |
|---|---|
| **C.V. a (%)** | 6.00 |
| **C.V. b (%)** | 10.8 |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ พันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยมันฝรั่งสายพันธุ์ A3 และ A9 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 41.6 และ 42.5 cm แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีความสูง 37.6 cm และฤดูฝนช่วงที่ 2 มันฝรั่งมีความสูงมากที่สุดคือ 45.2 cm แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฤดูฝนช่วงแรก และฤดูแล้ง ที่มีความสูง 39.8 และ 36.7 cm ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ความสูงของต้นมันฝรั่ง (cm) ของแต่ละพันธุ์ เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูกในแต่ละฤดูปลูก ที่ปลูกใน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| **พันธุ์/สายพันธุ์** | **ฤดูปลูก** | | | **ค่าเฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|
| | **แล้ง** | **ฝนช่วงแรก** | **ฝนช่วงที่ 2** | |
| Atlantic | 35.3 | 38.2 | 39.3 | 37.6 b |
| A3 | 35.6 | 40.9 | 48.3 | 41.6 a |
| A9 | 39.4 | 40.3 | 47.8 | 42.5 a |
| ค่าเฉลี่ย | 36.7 c | 39.8 b | 45.2 a | |
| **C.V. a (%)** | | 7.80 | | |
| **C.V. b (%)** | | 7.20 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**2. น้ำหนักหัวต่อต้นของมันฝรั่ง**

พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อน้ำหนักหัวต่อต้น ทั้งในพื้นที่จ.ตากและเชียงใหม่ โดยในพื้นที่ปลูกจ.ตาก พันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A3 ที่ปลูกในฤดูแล้ง มีน้ำหนักหัวต่อต้นมากที่สุด คือ 264 และ 251 g ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ สายพันธุ์ A9 ที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 192 g ในฤดูฝนช่วงแรก สายพันธุ์ A3 มีน้ำหนักหัว/ต้นมากที่สุด คือ 300 g ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 270 g แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 240 g และในฤดูฝนช่วงที่ 2 พบว่า สายพันธุ์ A9 มีน้ำหนักหัว/ต้นมากที่สุด 200 g ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A3 ที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 170 g แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 129 g (ตารางที่ 3)

ในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกในฤดูแล้ง โดยพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 มีน้ำหนักหัว/ต้น 511 524 และ 498 g ตามลำดับ เช่นเดียวกับฤดูฝนช่วงที่ 2 ที่มีน้ำหนักหัว/ต้น 316 344 และ 410 g ตามลำดับ ในขณะที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในฤดูฝน

ศูนย์วิชาการเกษตร

ช่วงแรก โดยสายพันธุ์ A3 มีน้ำหนักหัว/ต้นมากที่สุด 617 g รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ A9 467 g และพันธุ์แอตแลนติกมีน้ำหนักหัว/ต้นน้อยที่สุด คือ 323 g (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** น้ำหนักหัวต่อต้น (g) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| **สถานที่** | **อ.พบพระ จ.ตาก** | | | **อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **พันธุ์/สายพันธุ์** | **ฤดูปลูก** | | | **ฤดูปลูก** | | |
| | **แล้ง** | **ฝนช่วงแรก** | **ฝนช่วงที่ 2** | **แล้ง** | **ฝนช่วงแรก** | **ฝนช่วงที่ 2** |
| Atlantic | 264 a | 240 b | 129 b | 511 | 323 c | 316 |
| A3 | 251 a | 300 a | 170 ab | 524 | 617 a | 344 |
| A9 | 192 b | 270 ab | 200 a | 498 | 467 b | 410 |
| **C.V. a (%)** | | 20.90 | | | 11.70 | |
| **C.V. b (%)** | | 13.20 | | | 14.50 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**3. จำนวนหัวต่อต้น**

พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกที่ต่างกันต่อจำนวนหัวต่อต้น ทั้งในพื้นที่จ.ตากและเชียงใหม่ โดยในพื้นที่ปลูกจ.ตาก มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในฤดูแล้งให้จำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด คือ 8 หัว แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 และ A9 ที่มีจำนวนหัว/ต้น 6.35 และ 6.65 หัว ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนทั้งสองช่วง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยในฤดูฝนช่วงแรก พันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 มีจำนวนหัว/ต้น 6.63 7.2 และ 6.53 หัว ตามลำดับ และฤดูฝนช่วงที่ 2 มีจำนวนหัว/ต้น 3.03 3.63 และ 3.88 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

พื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกในฤดูแล้ง โดยพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 มีจำนวนหัว/ต้น 12.63 11.98 และ 11.90 หัว ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ A3 และ A9 มีจำนวนหัว/ต้นมากที่สุด คือ 10.75 และ 10.4 หัว ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีจำนวนหัว/ต้น 6.45 หัว ในขณะที่เมื่อปลูกพันธุ์แอตแลนติกในฤดูฝนช่วงที่ 2 นั้น กลับมีจำนวนหัว/ต้นมากที่สุด คือ 11.3 หัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีจำนวนหัว/ต้น 9.53 หัว แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 ที่มีจำนวนหัว/ต้น 8.28 หัว (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** จำนวนหัวต่อต้น (หัว) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| **สถานที่** | **อ.พบพระ จ.ตาก** | **อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่** |
|---|---|---|
| **พันธุ์/สาย** | **ฤดูปลูก** | **ฤดูปลูก** |

ศูนย์วิทยทรัพยากร

| พันธุ์ | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Atlantic | 8.00 a | 6.63 | 3.03 | 12.63 | 6.45 b | 11.30 a |
| A3 | 6.35 b | 7.20 | 3.63 | 11.98 | 10.75 a | 8.28 b |
| A9 | 6.65 b | 6.53 | 3.88 | 11.90 | 10.40 a | 9.53 ab |
| **C.V. a (%)** | | 11.4 | | | 17.7 | |
| **C.V. b (%)** | | 20.5 | | | 11.6 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**4. น้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อน้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (36 ตารางเมตร) โดยสายพันธุ์ A3 มีน้ำหนักหัว/พื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุดในฤดูแล้งและฤดูฝนช่วงที่ 2 คือ 69 และ 66.3 kg ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีน้ำหนัก 62 kg แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A9 ที่มีน้ำหนัก 45.5 kg ส่วนในฤดูฝนช่วงที่ 2 ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีน้ำหนัก 72.8 kg แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีน้ำหนัก 43.8 kg (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** น้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (kg) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 62.0 ab | 50.8 | 43.8 b |
| A3 | 69.0 a | 63.5 | 66.3 a |
| A9 | 45.5 b | 57.0 | 72.8 a |
| **C.V. a (%)** | | 13.8 | |
| **C.V. b (%)** | | 20.5 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกน้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว โดยสายพันธุ์ A3 มีน้ำหนักหัว/พื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุด คือ 35 kg แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติก และสายพันธุ์ A9 ที่มีน้ำหนัก 28 และ 31 kg ตามลำดับ ส่วนฤดูที่มีน้ำหนักสูงที่สุด คือ ฤดูแล้ง รองลงมา คือ ฤดูฝนช่วงแรก และฤดูฝนช่วงที่ 2 โดยมีน้ำหนัก 48.9 25.8 และ 19.3 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 6** น้ำหนักหัวต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (kg) ของแต่ละพันธุ์ เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูกในแต่ละฤดูปลูก ที่ปลูกใน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |
| Atlantic | 48.3 | 21.3 | 14.5 | 28.0 b |
| A3 | 49.8 | 32.8 | 22.5 | 35.0 a |
| A9 | 48.8 | 23.3 | 21.0 | 31.0 b |
| ค่าเฉลี่ย | 48.9 a | 25.8 b | 19.3 c | |
| **C.V. a (%)** | | 14.6 | | |
| **C.V. b (%)** | | 12.3 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**5. ผลผลิตต่อไร่**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อผลผลิต/ไร่ โดยในฤดูแล้ง สายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิต/ไร่มากที่สุด คือ 3,066 kg ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีปริมาณผลผลิต 2,763 kg แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิต 2,019 kg/ไร่ ส่วนในฤดูฝนทั้ง 2 ช่วง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มันฝรั่ง โดยในฤดูฝนช่วงแรก ผลผลิต/ไร่ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 ได้แก่ 2,261 2,818 และ 2,535 kg ตามลำดับ และในฤดูฝนช่วงที่ 2 ผลผลิต/ไร่ของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 ได้แก่ 1,936 2,944 และ 3,236 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ผลผลิตต่อไร่ (kg) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 2,763 ab | 2,261 | 1,936 |
| A3 | 3,066 a | 2,818 | 2,944 |
| A9 | 2,019 b | 2,535 | 3,236 |
| **C.V. a (%)** | | 13.5 | |
| **C.V. b (%)** | | 20.5 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อผลผลิตต่อไร่ โดยสายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ 1,848 kg แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติก และสาย

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิต 1,517 และ 1,660 kg/ไร่ โดยมันฝรั่งที่ปลูกในฤดูแล้งจะให้ผลผลิตมากที่สุด คือ 2,891 kg/ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 ที่มีปริมาณผลผลิต 1,138 และ 996 kg/ไร่ (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** ผลผลิตต่อไร่ (kg) ของแต่ละพันธุ์ เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูกในแต่ละฤดูปลูก ที่ปลูกใน อ.แม่วาง จ. เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |
| Atlantic | 2,839 | 940 | 772 | 1,517 b |
| A3 | 2,952 | 1,451 | 1,142 | 1,848 a |
| A9 | 2,884 | 1,022 | 1,074 | 1,660 b |
| ค่าเฉลี่ย | 2,891 a | 1,138 b | 996 b | |
| **C.V. a (%)** | | 15.7 | | |
| **C.V. b (%)** | | 12.4 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**6. ผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน**

ในพื้นที่ปลูกทั้ง 2 จ. พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน คือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวระหว่าง 45-95 mm โดยในพื้นที่ปลูกจ.ตาก เมื่อปลูกในฤดูแล้ง พันธุ์แอตแลนติกมีผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์สูงที่สุด คือ 1,893 kg แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 และ A9 ที่มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน 1,170 และ 771 kg ในขณะที่ในฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 สายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด 1,989 และ 1,924 kg ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ 1,512 และ 1,912 kg ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ 1,294 และ 1,076 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ในจ.เชียงใหม่ ปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานของพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 ที่ปลูกในฤดูแล้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณ 1,610 1,606 และ 1,551 kg ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนช่วงแรก สายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด คือ 1,019 kg แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ 594 และ 652 kg ตามลำดับ และในฤดูฝนช่วงที่ 2 สายพันธุ์ A3 มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด คือ 685 kg ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิต 646 kg แต่แตกต่างจากพันธุ์แอตแลนติกที่มีปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ 445 kg (ตารางที่ 9)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 9** ผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน (kg) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก และ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| สถานที่ | อ.พบพระ จ.ตาก | | | อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ฤดูปลูก | | |
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 1,893 a | 1,294 b | 1,076 b | 1,610 | 594 b | 445 b |
| A3 | 1,170 b | 1,989 a | 1,924 a | 1,606 | 1,019 a | 685 a |
| A9 | 771 b | 1,512 ab | 1,912 a | 1,551 | 652 b | 646 ab |
| **C.V. a (%)** | | 28.4 | | | 36.0 | |
| **C.V. b (%)** | | 26.3 | | | 14.0 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**7. ผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน**

ในจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน โดยพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในฤดูแล้งมีปริมาณผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด คือ 870 kg แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 และ A3 ที่มีปริมาณผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 1,248 และ 1,896 kg ตามลำดับ เช่นเดียวกับฤดูฝนช่วงที่ 2 ที่พันธุ์แอตแลนติกมีปริมาณผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด คือ 860 kg ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์ 1,020 kg แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณผลผลิตไม่ผ่านเกณฑ์ 1,324 kg (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** ผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน (kg) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 870 a | 968 | 860 a |
| A3 | 1,896 c | 830 | 1,020 ab |
| A9 | 1,248 b | 1,023 | 1,324 b |
| **C.V. a (%)** | | 17.7 | |
| **C.V. b (%)** | | 21.4 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในขณะเดียวกัน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ โดยฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 มีปริมาณผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คือ 383 และ

กรมวิชาการเกษตร

404 kg น้อยกว่าพันธุ์แอตแลนติกอย่างมีนัยสำคัญ (1,302 kg) และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 ที่มีปริมาณผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์ เท่ากับ 634 745 และ 710 kg ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

**ตารางที่ 11** ผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงาน (kg) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |
| Atlantic | 1,228 | 347 | 326 | 634 |
| A3 | 1,345 | 432 | 458 | 745 |
| A9 | 1,333 | 370 | 428 | 710 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,302 b | 383 a | 404 a | |
| **C.V. a (%)** | | 32.0 | | |
| **C.V. b (%)** | | 19.5 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**8. ปริมาณแป้งของมันฝรั่ง**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อปริมาณแป้งของมันฝรั่ง โดยมันฝรั่งสายพันธุ์ A3 มีปริมาณแป้งสูงที่สุด คือ 17.9% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณแป้ง 15.8 และ 16.2% ส่วนฤดูปลูกที่มีปริมาณแป้งมากที่สุดคือฤดูแล้ง โดยมีปริมาณแป้ง 17.2% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฤดูฝนช่วงแรกและช่วงที่ 2 ที่มีปริมาณแป้ง 16.2 และ 16.6% ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 12** ปริมาณแป้ง (%) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |
| Atlantic | 16.3 | 15.2 | 15.9 | 15.8 b |
| A3 | 18.6 | 17.6 | 17.6 | 17.9 a |
| A9 | 16.6 | 15.8 | 16.4 | 16.2 b |
| ค่าเฉลี่ย | 17.2 a | 16.2 c | 16.6 b | |
| **C.V. a (%)** | | 1.80 | | |
| **C.V. b (%)** | | 3.40 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ในขณะที่ พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อปริมาณแป้งของมันฝรั่งที่ปลูกในจ. เชียงใหม่ โดยสายพันธุ์ A9 ที่ปลูกในฤดูแล้งมีปริมาณแป้งสูงที่สุด คือ 19.4% ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณแป้งเท่ากับ 19.1% แต่แตกต่างกับพันธุ์แอตแลนติก ที่มีปริมาณแป้งเท่ากับ 18.7% ส่วนการปลูกในฤดูฝนนั้น พบว่า สายพันธุ์ A9 ให้ปริมาณแป้งสูงที่สุด คือ 17.5% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 และพันธุ์แอตแลนติกที่มีปริมาณแป้ง 16.9 และ 16.3% ตามลำดับ และในฤดูฝนช่วงที่ 2 สายพันธุ์ A3 มีปริมาณแป้ง 18.6 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณแป้ง 17.9 และ 17.3% ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

**ตารางที่ 13** ปริมาณแป้ง (%) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 18.7 b | 16.3 c | 17.9 b |
| A3 | 19.1 ab | 16.9 b | 18.6 a |
| A9 | 19.4 a | 17.5 a | 17.3 c |
| **C.V. a (%)** | | 2.20 | |
| **C.V. b (%)** | | 1.90 | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

มันฝรั่งที่มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงแสดงว่ามีค่าปริมาณแป้งมาก ซึ่งจะเพิ่มมูลค่าของหัวมันให้มีราคาสูงขึ้น โดยมาตรฐานของโรงงานแปรรูปมันฝรั่งทอดชนิดแผ่น (potato chip) ตามมาตรฐานสากลจะมีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.085 สำหรับโรงงานแปรรูปในประเทศไทยกำหนดให้มีค่าความถ่วงจำเพาะไม่ต่ำกว่า 1.065 หรือ ปริมาณแป้ง (gross solid) ไม่ต่ำกว่า 17.06% (อภิรักษ์, 2557) สำหรับปริมาณแป้งที่สูงในหัวมันฝรั่งจะต้องขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพดิน อายุการเก็บเกี่ยว อุณหภูมิ และช่วงแสง (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

**9. ความแน่นเนื้อ**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อความแน่นเนื้อของมันฝรั่ง โดยมันฝรั่งสายพันธุ์ A9 และพันธุ์แอตแลนติก มีปริมาณความแน่นเนื้อสูงที่สุด ได้แก่ 49.1 และ 48.6 นิวตัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณความแน่นเนื้อ 46.5 นิวตัน (ตารางที่ 14)

**ตารางที่ 14** ความแน่นเนื้อ (N) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |
| Atlantic | 51.7 | 47.3 | 46.9 | 48.6 a |
| A3 | 52.2 | 42.8 | 44.5 | 46.5 b |
| A9 | 54.7 | 45.7 | 46.9 | 49.1 a |
| ค่าเฉลี่ย | 52.9 a | 45.3 b | 46.1 b | |
| **C.V. a (%)** | | 4.80 | | |
| **C.V. b (%)** | | 3.60 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในขณะที่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อความแน่นเนื้อของมันฝรั่งที่ปลูกในจ.เชียงใหม่ โดยมันฝรั่งสายพันธุ์ A9 ที่ปลูกในฤดูแล้ง มีปริมาณความแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 49.3 นิวตัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากพันธุ์แอตแลนติกและสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณความแน่นเนื้อ 44.9 และ 46.4 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนช่วงแรกพันธุ์แอตแลนติกมีปริมาณความแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 46.2 นิวตัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณความแน่นเนื้อ 45.5 นิวตัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณความแน่นเนื้อ 43.4 นิวตัน (ตารางที่ 15)

**ตารางที่ 15** ความแน่นเนื้อ (N) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ. แม่วาง จ.เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 44.9 b | 46.2 a | 47.9 a |
| A3 | 46.4 b | 43.4 b | 43.9 b |
| A9 | 49.3 a | 45.5 ab | 47.0 a |
| **C.V. a (%)** | | 3.30 | |
| **C.V. b (%)** | | 3.30 | |

กรมวิชาการเกษตร

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

**10. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้**

ในพื้นที่ปลูกจ.ตาก พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มันฝรั่งและฤดูปลูกต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยในฤดูแล้ง มันฝรั่งสายพันธุ์ A3 และ A9 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.6 และ 4.65 °Brix ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์แอตแลนติก ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4 °Brix ในฤดูฝนช่วงแรก มันฝรั่งสายพันธุ์ A3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด คือ 4.25 °Brix ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แอตแลนติกที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.08 °Brix แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 3.95 °Brix ส่วนฤดูฝนช่วงที่ 2 นั้น พบว่า พันธุ์แอตแลนติกมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 5 °Brix ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ A9 ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.78 °Brix แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ A3 ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.73 °Brix (ตารางที่ 16)

**ตารางที่ 16** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ.พบพระ จ.ตาก

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | |
|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 |
| Atlantic | 4.00 b | 4.08 ab | 5.00 a |
| A3 | 4.60 a | 4.25 a | 4.73 b |
| A9 | 4.65 a | 3.95 b | 4.78 ab |
| **C.V. a (%)** | 5.00 | | |
| **C.V. b (%)** | 3.70 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ในพื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ มีเพียงฤดูปลูกที่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยในฤดูแล้งมีปริมาณมากที่สุด คือ 5.42 °Brix ไม่แตกต่างทางสถิติกับฤดูฝนช่วงที่ 2 ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 5.26 °Brix แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับฤดูฝนช่วงแรก ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.91 °Brix (ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ. แม่วาง จ.เชียงใหม่

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูปลูก | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | แล้ง | ฝนช่วงแรก | ฝนช่วงที่ 2 | |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Atlantic | 5.40 | 5.15 | 5.05 | 5.20 |
| A3 | 5.53 | 4.90 | 5.45 | 5.29 |
| A9 | 5.32 | 4.68 | 5.28 | 5.09 |
| ค่าเฉลี่ย | 5.42 a | 4.91 b | 5.26 a | |
| **C.V. a (%)** | | 5.6 | | |
| **C.V. b (%)** | | 5.8 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

ปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่ง มีความสำคัญต่อการกำหนดคุณภาพในการแปรรูปเป็นมันฝรั่งทอดแบบแผ่น (potato chip) (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541) ซึ่งโรงงานแปรรูปมันฝรั่งต้องการมันฝรั่งที่มีเปลือกหนา มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงและค่าน้ำตาลน้อย ผิวเปลือกต้องไม่มีสีเขียวเนื่องจากถูกแสงแดดระหว่างการเติบโตของหัว หัวมันต้องสมบูรณ์ไม่มีรอยช้ำ เน่า และร่องรอยการเข้าทำลายของโรคหรือแมลง เนื้อด้านในไม่กลวง และแผ่นมันฝรั่งหลังทอดมีสีขาว (สนอง และคณะ, 2551)

**11. การงอกของมันฝรั่งที่ปลูกในอ.แม่วาง จ.เชียงใหม่**

ฤดูปลูกมีผลต่ออัตราการงอกของมันฝรั่ง โดยฤดูแล้งมีอัตราการงอกสูงที่สุด คือ 97.1% สูงกว่ามันฝรั่งที่ปลูกในฤดูฝนทั้ง 2 ช่วง อย่างมีนัยสำคัญ โดยในฤดูฝนช่วงที่ 2 มีอัตราการงอก 71.4% และในฤดูฝนช่วงแรกมีอัตราการงอกต่ำที่สุด คือ 17.6% (ตารางที่ 18)

**ตาราง 18** อัตราการงอก (%) ของมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ ที่ปลูกในฤดูปลูกแล้ง ฝนช่วงแรก และฝนช่วงที่ 2 ที่ปลูกใน อ. แม่วาง จ.เชียงใหม่

| **พันธุ์/สายพันธุ์** | **ฤดูปลูก** | | | **ค่าเฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|
| | **แล้ง** | **ฝนช่วงแรก** | **ฝนช่วงที่ 2** | |
| Atlantic | 98.8 | 15.2 | 71.3 | 61.7 |
| A3 | 96.3 | 20.9 | 75.6 | 64.2 |
| A9 | 96.3 | 16.9 | 71.4 | 61.5 |
| ค่าเฉลี่ย | 97.1 a | 17.6 c | 72.8 b | |
| **C.V. a (%)** | | 6.20 | | |
| **C.V. b (%)** | | 5.70 | | |

[1]/= ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT

โดยทั่วไปเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในจ.เชียงใหม่ที่อยู่ในพื้นที่ราบและอยู่ในเขตชลประทาน เกษตรกรนิยมใช้วิธีปล่อยน้ำไปตามร่องเพื่อให้น้ำไหลซึมไปสู่บริเวณราก หรือบางพื้นที่อาจเป็นการให้น้ำแบบระบบน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

หยด ส่วนในเขตพื้นที่สูงโดยเฉพาะในการปลูกฤดูวน เกษตรกรที่มีแหล่งน้ำจะให้น้ำแบบสปริงเกอร์ และจะหยุดให้เมื่อฝนตกตามฤดูกาล ซึ่งในการทดลองในฤดูฝนช่วงแรกนั้น เกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงติดต่อกันยาวนานประมาณ 3 สัปดาห์ ทำให้อัตราการงอกต่ำ โดยปกติมันฝรั่งมีความต้องการน้ำประมาณ 6-8 ml/วัน หรือตลอดระยะการเจริญเติบโตไม่ต่ำกว่า 900 ml (มาโนช, 2541; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557)

**12. การเกิดโรคของมันฝรั่ง**

ไม่พบการเกิดโรคเหี่ยวเขียว และโรคใบไหม้ ในการปลูกมันฝรั่งที่จ.ตาก เนื่องจากมีการปลูกปอเทืองสลับระหว่างฤดูปลูก โดยทำการไถกลบเมื่ออายุ 45 วัน ซึ่งถือเป็นการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคและแมลงบางชนิด

ในขณะที่พื้นที่ปลูกจ.เชียงใหม่ พบการเกิดโรคเหี่ยวเขียวที่ปลูกในฤดูฝนช่วงแรกของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 เท่ากับ 8.75 6.5 และ 8.37% ตามลำดับ และในฤดูฝนช่วงที่ 2 เท่ากับ 18.9 17.3 และ 20.9% ตามลำดับ ซึ่งการเกิดโรคส่วนใหญ่มักจะเกิดในระยะเริ่มต้นคือใบเหลืองซีด ห่อ เหี่ยว ยอดซบตกลงสู่ดิน เมื่อพบการเกิดโรคทำการถอนต้นทำลายโดยทันที ทำให้ไม่มีการระบาดในปริมาณที่รุนแรง

ในขณะที่การเกิดโรคใบไหม้ เกิดเฉพาะในฤดูฝนช่วงที่ 2 โดยพันธุ์แอตแลนติก สายพันธุ์ A3 และ A9 มีอัตราการเกิดโรคเท่ากับ 48.8 45 และ 37.3%

โรคใบไหม้ (late blight) เป็นโรคที่สำคัญมากโรคหนึ่งในมันฝรั่ง มีการระบาดในทุกพื้นที่ที่มีการปลูกมันฝรั่งและระบาดไปทั่วโลก สร้างความเสียหายรุนแรงต่อผลผลิต มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora infestans* ซึ่งโรคนี้เกิดได้ทั้งที่ใบ ลำตน และหัวของมันฝรั่ง อาการที่ใบ โรคใบไหมจะเกิดบนใบบริเวณส่วนล่างของต้นมันฝรั่งก่อน เริ่มแรกแผลมักปรากฏที่ปลายใบและขอบใบเป็นจุดช้ำฉ่ำน้ำ แผลมีลักษณะกลมหรือค่อนข้างกลม แผลจะลุกลามขยายจนเปนแผลใหญภายใน 2-3 วัน บริเวณตรงกลางแผลมีลักษณะแหงเปนสีน้ำตาล ขอบแผลมีลักษณะเปยกชื้นเปนสีดำ เนื้อเยื่อใบรอบๆ ขอบแผลมีสีเหลืองซีดและมีลักษณะฉ่ำน้ำ ในสภาพอากาศชื้นหรือมีหมอกลงจัดเมื่อพลิกดูดานใต้ใบจะเห็นเสนใยสีขาวหรือเทาขึ้นที่วงรอบนอกของแผลอยางชัดเจน ถาสภาพอากาศแหงความชื้นน้อยลงแผลจะเปลี่ยนเปนสีน้ำตาลและแหงไป อาการที่ลำต้น แผลบนลำต้นและกิ่งก้านมีลักษณะเปนแผลตามยาวสีน้ำตาลหรือสีดำ เมื่อเป็นแผลมากจนรอบลำตนและกิ่งกานจะทำใหเกิดการหักพับ จากนั้นสวนของลำตนและกิ่งกานจะแหงตาย อาการที่หัวมันฝรั่งการติดเชื้อของหัวมันฝรั่งมักเกิดจากสปอร์ที่ถูกน้ำฝนชะจากใบและลำตนลงไปในดิน หัวที่ติดเชื้อจะมีลักษณะเปนแผลแหงสีน้ำตาลจากผิวลงไปในเนื้อเยื่อ ภายหลังเมื่อมีจุลินทรีย์ชนิดอื่น เขาร่วมทำลาย จะทำให้เกิดการเน่าเละตามมา (วิวัฒน์ และจารุฉัตร, 2555)

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบผลผลิตที่โรงงานแปรรูปกำหนดที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตต่อไร่ ปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโรงงานแปรรูป ปริมาณแป้ง และอัตราการเกิดโรค สามารสรุปได้ว่า มันฝรั่งที่ปลูกในจ.เชียงใหม่ สายพันธุ์ A3 มีปริมาณหัวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานแปรรูปมากที่สุดเมื่อปลูก

กรมวิชาการเกษตร

ในฤดูฝนทั้ง 2 ช่วง และในฤดูแล้งไม่มีความแตกต่างของแต่ละพันธุ์ ส่วนสายพันธุ์ A9 จะมีปริมาณแป้งสูงที่สุดในฤดูแล้งและฤดูฝนช่วงแรก และสายพันธุ์ A3 จะมีปริมาณแป้งมากที่สุดในฤดูฝนช่วงที่ 2 ในขณะที่จ.ตากพันธุ์แอตแลนติกมีปริมาณหัวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานแปรรูปมากที่สุดเมื่อปลูกในฤดูแล้ง และสายพันธุ์ A3 และ A9 จะมีปริมาณหัวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานแปรรูปมากที่สุดเมื่อปลูกในฤดูฝนทั้ง 2 ช่วง ส่วนปริมาณแป้ง สายพันธุ์ A3 มีปริมาณมากที่สุด โดยไม่มีปฏิสัมพันธ์กับฤดูปลูก นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกมันฝรั่งได้ตลอดทั้งปีในพื้นที่เดิม แต่ต้องมีการจัดการพื้นที่อย่างถูกต้อง การเตรียมดินที่ดี มีการปลูกพืชหมุนเวียนบำรุงดินและตัดวงจรการระบาดของโรค

ดังนั้นหากต้องการแนะนำให้เกษตรกรในภาคเหนือตอนบนปลูกมันฝรั่งในฤดูฝน ควรเลือกปลูกสายพันธุ์ A3 ส่วนในฤดูแล้งสามารถเลือกปลูกได้ทั้ง 3 พันธุ์ ส่วนเกษตรกรในภาคเหนือตอนล่างในฤดูแล้งเลือกปลูกพันธุ์แอตแลนติก และสายพันธุ์ A3 หรือ A9 เหมาะสำหรับการปลูกในฤดูฝน ถึงอย่างไรก็ตาม เกษตรกรจำเป็นที่จะต้องดูแลเอาใจใส่ในทุกขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพตามมาตรฐานที่โรงงานแปรรูปกำหนด

กรมวิชาการเกษตร

## การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง

## Effect of Jasmonic acid on yield and quality of potato tubers


**ชื่อผู้วิจัย**

วิศรุต สันม่าแอ[1] เกษตริน ฝ่ายอุประ[2] สัจจะ ประสงค์ทรัพย์[1]

Wisarut Sanmaae[1] Kestarin Faiupara[2] Satja Prasongsap[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

กรดจัสโมนิก (Jasmonic acid) ผลผลิต (yield) คุณภาพ (quality) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

กรดจัสโมนิกเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตมีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการลงหัวในพืช หัว (Tuberization) ช่วยให้เซลล์บริเวณ Storage Root มีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากขึ้น ทำให้พร้อมสะสมแป้งและโปรตีนมากขึ้น อีกทั้งการเคลื่อนย้ายโปรตีนและแป้งทำให้ง่ายขึ้น รวมไปถึงการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ที่ดีและสมบูรณ์จะช่วยให้การลงหัวดีและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ในการปลูกมันฝรั่งในปัจจุบันประสบปัญหาทางด้านคุณภาพของผลผลิตหัวพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าเกณฑ์โรงงาน ดังนั้นการใช้กรดจัสโมนิกเป็นทางเลือกหนึ่งที่อาจช่วยด้านคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง จึงได้ดำเนินการศึกษาผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก อ.พบพระ จ.ตาก ระหว่างเดือน ตุลาคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2562 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 mM เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า การทดลอง 2561 พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความ 20 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 76,443 และ 57,993 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 5,252 และ, 4,482 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 20.01 และ 1.079% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 72,532 และ 51,448 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 5,032 และ, 4,184 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 19.90 และ1.078% ผลการทดลอง 2562 พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 53,331 และ 30,357 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 3,023 และ 2,436 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 17.48 และ 1.067% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 52,599 และ 26,773 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่


กรมวิชาการเกษตร

ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 2,814 และ 2,150 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 16.85 และ1.064%

---

[1] สถาบันวิจัยพืชสวน 50 ซอย สุวรรณวาจกกสิกิจ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก 65 ม.6 ต.แม่ท้อ อ.เมืองตาก จ.ตาก 508987

จากผลการทดลองทั้ง 2 ปี สรุปได้ว่า การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานและคุณภาพหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานรวมทั้งผลตอบแทนได้มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

## Abstract

Jasmonic acid, a growth regulator, plays an important role in regulating the downing process in tubers.Tuberization helps the cells in the storage root to be larger and larger, ready to accumulate starch. More protein it also makes it easier to move protein and starch. Including photosynthesis. A good and complete photosynthesis will allow for a better and more complete head-off. In today's potato cultivation, there are problems with yield quality, tubers with lower starch percentage and specific gravity. Therefore, using Jasmonic acid is an alternative that may improve the quality of potato tubers. Therefore, the effect of jasmonic acid on the yield and quality of potato tubers was conducted at Tak Agricultural Research and Development Center, Pop Phra District, Tak Province between October 2017 and September 2019), There were 5 processes in 4 repications, namely jasmonic acid spraying at concentrations of 5, 10,15 and 20 mM compared to the water spraying process. The results of the experiment in 2018 found that the jasmonic acid spraying process at 20 mM gave yielded the number of potato tubers and the number of potato tubers that the highest standard grade according to factory criteria (Ø> 4 c.m.) were 76,443 and 57,993 tubers per rai. The highest average standard grade of potato tuber yield weight was 5,252 and, 4,482 kg per rai. In terms of yield quality, the percentage of starch and the highest specific gravity were 20.01 and 1.079%, not statistically different from the control process. The average number of potato tubers and the number of potato tubers with standard grade were 72,532 and 51,448 heads per rai. The average weight of potato tubers that passed standard grade was 5,032 and, 4,184 kg per rai. In terms of yield quality, the starch percentage and the highest specific gravity were 19.90 and 1.078%. The results of the 2019 experiment showed

กรมวิชาการเกษตร

that the jasmonic acid spraying method at 20 mM yielded the highest number of potato tubers and the highest number of potato tubers that passed were 53,331. And 30,357 tubers per rai yielded potato tubers and the highest average standard grade potato tuber yield weight was 3,023 and, 2,436 kg per rai. In terms of yield quality, the percentage of starch and the highest specific gravity were 17.4 and 1.067%. The average number of potato tubers and tubers standard grade were 52,599 and 26,773 per rai. Weight of potato tubers that passed the average factory criteria were 2,814 and 2,150 kg per rai. In terms of yield quality, the percentage of starch and the highest specific gravity were 16.85 and 1.064%

From the results of the 2 years of experiments, it was concluded that spraying of jasmonic acid at a concentration of 20 mM was able to increase the efficiency of potato tubers and increase standard grade of tubers per rai also. Produced potato tuber weight and yield weight of potato tuber that standard grade according to factory criteria and quality of potato tubers were higher than control methods.

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด มันฝรั่งไม่ใช่พืชอาหารหลักของประเทศไทย แต่มีความสำคัญในด้านเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ย 15,000-25,000 บาท จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่ปลูกมันฝรั่งในปี 2563 มีพื้นที่ 47,297 ไร่ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 4 ผลผลิต 138,782 ตัน เพิ่มขึ้น ร้อยละ 8 โดยผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว เฉลี่ย 2,943 kg/ไร่ เพิ่มขึ้น จากปี 2562 จำนวน 92 kg/ไร่ หรือร้อยละ 3 โดยเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น เนื่องจากบริษัทผู้รับซื้อมันฝรั่งมีแผนความต้องการและส่งเสริมให้ขยายการผลิตในปี 2561-2563 ซึ่งขอเพิ่มโควตานำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์โรงงาน ส่งผลทำให้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูก ประกอบกับสภาพภูมิอากาศเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง และบริษัทผู้รับซื้อมันฝรั่ง ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้หัวพันธุ์ที่ได้มาตรฐาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปัจจุบันอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chip) จึงทำให้มีความต้องการวัตถุดิบมันฝรั่งเพื่อป้อนโรงงานในปริมาณสูง รวมทั้งบางส่วนยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งพบว่าผลผลิตมันฝรั่งสำหรับแปรรูปในภาคอุตสาหกรรมที่ผลิตได้ในประเทศไทย มีผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 2.5-3 ตัน/ไร่ เมื่อเทียบกับต่างประเทศที่ได้ผลผลิต 6-8 ตัน/ไร่ นอกจากนั้นเปอร์เซ็นต์แป้งค่อนข้างต่ำเช่นกัน คือ ประมาณ 17 - 19 % (อภิรักษ์, 2557) หัวมันฝรั่งจะต้องมีคุณสมบัติและมาตรฐานการรับซื้อที่ประกอบด้วยสายพันธุ์มันฝรั่งที่บริษัทกำหนดมีเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุในพันธสัญญา คือ เส้นผ่านศูนย์กลางหัวมันฝรั่งไม่น้อยกว่า 4.0 cm

กรมวิชาการเกษตร

และไม่เกิน 9.0 cm และเปอร์เซ็นต์แป้งไม่ต่ำกว่า 17.06 (Gross Solid) หรือมีความถ่วงจำเพาะ ไม่ต่ำกว่า 1.065 ซึ่งเปอร์เซ็นต์แป้งหัวมันฝรั่งถ้ายิ่งสูงมีน้ำหนักแห้งหรือค่าความถ่วงจำเพาะสูง ก็จะเพิ่มมูลค่าของหัวมันฝรั่งให้มีราคาสูงขึ้น (อภิรักษ์และคณะ,2557) ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานโรงงานแปรรูป คือ 22-24% หัวพันธุ์ไม่มีคุณภาพและมีไม่เพียงพอซึ่งเกษตรกรไม่สามารถผลิตมันฝรั่งให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงาน (สนองและคณะ,2551; อรทัย, 2557,และ สถาบันวิจัยพืชสวน, 2559) จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงเห็นสมควรให้มีการศึกษาวิธีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่ง ซึ่งการผลิตหัวมันฝรั่งให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงและมีคุณภาพ ประกอบด้วยหลายปัจจัย อาทิ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม อุณหภูมิ ช่วงความยาวของวัน สภาพดิน การจัดการดินและปุ๋ย พันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยว (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) นอกจากนั้นยังมีอีกวิธีหนึ่งก็คือ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (Plant Growth Regurators: PGRs)

สำหรับกรดจัสโมนิกมีบทบาทที่สำคัญ คือ การควบคุมกระบวนการลงหัวในพืชหัว (tuberization) เมื่อพืชได้รับกรดจัสโมนิกจะช่วยให้เซลล์บริเวณ Storage Root มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนมากขึ้นทำให้พร้อมสะสมแป้งและโปรตีนมากขึ้น อีกทั้งการเคลื่อนย้ายโปรตีนและแป้งทำให้ง่ายขึ้น รวมไปถึงการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ที่ดีและสมบูรณ์จะช่วยให้การลงหัวดีและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (ภัคภณ, 2558) กรดจัสโมเนท (Jasmonate) เป็นกลุ่มของสารประกอบ cyclopentanone ซึ่งมีปฏิกิริยาเหมือนกับ jasmonic acid และ/หรือสาร methylester ของกรดจัสโมนิก มีการพบจัสโมเนทในพืช 206 ชนิด ใน 150 สกุล ซึ่งรวมไปถึงเฟิร์น มอส และรา แสดงให้เห็นว่าสารนี้มีทั่วไปในอาณาจักรพืชปัจจุบันพบว่าตัวแทนที่สำคัญของสารกลุ่มจัสโมเนท คือ กรดจัสโมนิก, JA และสาร stereoisomers ของมัน [(+)-7-iso-JA] มีผลใน การยับยั้งการเจริญเติบโต และสามารถเพิ่มการแสดงออกของยีนที่ควบคุมบางลักษณะของพืช รวมถึงการตอบสนองต่อการเกิดแผล (wounding) การสังเคราะห์แสง จัสโมเนทพบมากที่สุดในส่วนปลายยอด (stem apex) ใบอ่อน ผลอ่อน และปลายราก นอกจากนั้นยังส่งเสริมการ เกิด การเสื่อมตามอายุการร่วงของก้านใบ การสร้างราก การพันของมือจับ (tendril coiling) การสร้างเอทธิลีน และ การสร้างเบตาคาร์โรทีน รวมถึงยับยั้งการงอกของเมล็ด การเจริญของแคลลัส การเจริญของราก การสร้างคลอโรฟิลล์ และการงอกของละอองเรณูอีกด้วย ระดับของกรดจัสโมนิกภายในต้นพืชนั้นเพิ่มขึ้นในทางตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก (external stimuli) เช่น บาดแผล แรงที่มากระทบ สารที่ปลดปล่อยออกมา เนื่องจากการเข้าทำลายของโรคพืช และความเครียดออสโมติก (ปรารถนา และคณะ, 2559) จากคุณสมบัติข้างต้นทำให้มีการศึกษาค้นคว้าและใช้กันอย่างกว้างขวางในการควบคุมลักษณะต่างๆ ให้เป็นไปตามต้องการ รวมถึงการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชหลายชนิด เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี ผลไม้ และ ผัก (เกรียงศักดิ์, 2533) รวมทั้งในพืชหัวและมันฝรั่ง (ภัคภณ, 2558 และ Manjula *et al*., 1995) นอกจากนั้นมีการใช้กรดอินทรีย์และกรดจัสโมนิกในพืชตระกูลหัวทุกชนิด อาทิ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ หอม กระเทียม และ เผือก สามารถ ส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการลงหัวให้พืช (tuberization) เป็นกระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ (meristem cell) ที่อยู่บริเวณปลายรากของพืชหัวเมื่อมันได้รับสารบางตัว ซึ่งเปรียบเสมือนฮอร์โมนที่จำเป็นที่ทำให้เซลล์ดังกล่าวก็จะขยายตัว (cell enlargement) เพื่อรองรับการสะสมแป้งและโปรตีน อีกทั้งเซลล์ก็ยังจะแบ่งตัว (cell division) ในแนวขวาง (lateral growth) และหยุดการแบ่งตัวในแนวยาว (elongation

กรมวิชาการเกษตร

growth)เพื่อให้เกิดการขยายเซลล์รากให้บวมขึ้นเป็นหัว (tuber)และเปลี่ยนหน้าที่เซลล์ (cell differentiate) เพื่อทำให้ stolon หรือ root เปลี่ยนมาทำหน้าที่สะสมอาหารแทน โดย จะทำให้ระดับน้ำตาลในเซลล์สูงขึ้นทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ในแนวรัศมีของลำต้นมากขึ้นเซลล์ขยายตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มีพื้นที่พร้อมที่จะสะสมแป้งและโปรตีนมากขึ้น ซึ่งสารเคมีที่โดยปกติพืชลงหัวต้องสร้างขึ้นตามธรรมชาติในช่วงระหว่าง เริ่มลงหัว การลงหัว (tuberization) จะดีขึ้นและหัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ยังขึ้นอยู่กับระดับน้ำตาลในต้นพืชด้วย ดังนั้นการสังเคราะห์แสง(photosynthesis) ที่ดีและสมบูรณ์จะช่วยให้การลงหัวดีและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ประกอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของกระบวนการลงหัว (tuberization) ยังประกอบไปด้วยระยะเวลาที่พืชได้รับแสงต่อวันและอุณหภูมิ ( photoperiod ) ซึ่งจะมีผลต่อการลงหัวของพืช และ เมื่อพืชได้รับแสงเหมาะสม และอุณหภูมิที่ลดต่ำลงพืชจะสังเคราะห์ Jasmonic acid (JA) ที่ใบ และหลังจากนั้นก็จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังลำต้นที่ทอดเป็นแนวราบไปตามดิน (stolon) หรือราก (Root) จนทำให้เกิดหัวเป็นแนวรัศมี (radial growth) เป็นจำนวนมาก “การลงหัว” เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์ ที่เซลล์เนื้อเยื่อเจริญ (subapical meristem cell) ที่อยู่บริเวณปลายรากและปลายยอดของพืช หลังจากได้รับ Jasmonic acid (JA) ในปริมาณที่เหมาะสม (ภัคภณ, 2558 ) และการใช้ Methyl jasmonate อัตรา 10 mM ที่ Norland Canada ให้ผลผลิตหัวมันฝรั่งรวมเพิ่มขึ้น 6-16% จำนวนหัวมันฝรั่งต่อต้นเพิ่มขึ้น 5-40% และรวมไปถึงในด้านคุณภาพหัวมันฝรั่งอีกด้วย (Manjula *et al*., 1994) นอกจากนั้นการใช้กรดจัสโมนิกในการชักนำไหลมันฝรั่งให้เกิดหัวซึ่งปลูกโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในสภาพที่มืด พบว่า อัตรา 10 µM มีผลต่อการส่งเสริมการเกิดหัวของไหลมันฝรั่งหลังจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 30 วัน ได้ 100% ซึ่งมากกว่าไคเนติน ซึ่งได้เพียง 80-100% ทั้งจำนวนหัว/ไหล อัตราการเกิดหัว และน้ำหนัก/หัวมากกว่าด้วย (Pelacho and Mingo-Castel, 1991) จากคุณสมบัติของกรดจัสโมนิกข้างต้น ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพแปลงกับมันฝรั่งมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพให้กับเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่งอันจะนำไปสู่การผลิตมันฝรั่งคุณภาพดีและเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตมันฝรั่งของเกษตรเพื่อส่งโรงงานแปรรูปให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (PGRs) กรดจัสโมนิก/ผลผลิตและคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อเป็นแนวทางให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันฝรั่งในการเพิ่มศักยภาพการผลิตมันฝรั่งต่อไป

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

1. หัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก
2. สารควบคุมการเจริญเติบโตกรดจัสโมนิก
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ,46-0-0, 13-31-21 และ 0-0-50
4. โดโลไมท์ หรือ ปูนขาว
5. ปุ๋ยคอก

กรมวิชาการเกษตร

6. สารป้องกันโรคและแมลง

7.สารป้องกันวัชพืช

วิธีการ

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นน้ำเปล่า (Control)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 5 mM

กรรมวิธีที่ 3 พ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mM

กรรมวิธีที่ 4 พ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15 mM

กรรมวิธีที่ 5 พ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM

วิธีปฏิบัติการทดลอง

**การเตรียมดิน**

ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เพื่อทำการปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูก หลังจากนั้นไถเตรียมดินด้วยผาน 7 จำนวน 1 รอบ และไถด้วยโรตารี จำนวน 1 รอบ ให้ลึกอย่างน้อย 20 cm หว่านปูนขาวอัตรา 200-500 kg/ไร่ หรือตามค่าวิเคราะห์ดิน ตากดินไว้ 10-15 วัน

การปลูก

เตรียมแปลงปลูกขนาดแปลง 4x5 เมตร จำนวน 20 แปลง ปลูกมันฝรั่งแบบแถวเดี่ยวไม่ยกร่อง ใช้ระยะปลูก 20x90 cm จำนวน 1 หัว/หลุม ขุดหลุมลึก 15 cm

การใส่ปุ๋ย

ก่อนปลูกรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12 g /หลุม (100 กก/ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กก/ไร่ + ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-50 อัตรา 6 g/หลุม (50 กก/ไร่ ) และเมื่อมันฝรั่งอายุได้ 25-30 วัน และ 40-45 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 1.5 g/ต้น (12.5 kg/ไร่) โดยใส่โรยเป็นแถวข้างต้นพร้อมกับพูนดินกลบโคนสูง 30 cm และกำจัดวัชพืชอีกครั้ง

การพ่นกรดจัสโมนิก

พ่นกรดจัสโมนิกให้แก่ต้นมันฝรั่งตามระดับความเข้มข้นตามที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี โดยทำการพ่นกรดจัสโมนิกให้แก่ต้นมันฝรั่ง จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 4-5 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 6-7 สัปดาห์ (หลังพ่นครั้งแรก 2 สัปดาห์)

**การดูแลรักษา**

**กำจัดวัชพืช** ใช้สารเคมีพ่นป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความเหมาะสมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและให้น้ำตามความเหมาะสม

**การเก็บเกี่ยว**

**1. ด้านปริมาณ** เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งเมื่อต้นมันฝรั่งแห้ง พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2.7x4 เมตร เพื่อบันทึกข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

1.1 จำนวนหัวมันฝรั่ง/ไร่ จำนวนหัวที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 cm ขึ้นไป และจำนวนหัวมันฝรั่งที่ไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน ร้อยละของจำนวนหัวที่ผ่านเกณฑ์โรงงานที่เพิ่มขึ้น และสัดส่วนของจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน

1.2 น้ำหนักผลผลิต น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน ร้อยละของน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานที่เพิ่มขึ้น และสัดส่วนของน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน

**2. ด้านคุณภาพหัวมันฝรั่ง** เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งเมื่อต้นมันฝรั่งแห้ง พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2.7x4 เมตร เพื่อบันทึกข้อมูล

2.1 เปอร์เซ็นต์แป้ง และความถ่วงจำเพาะ นำหัวมันฝรั่งในแต่ละกรรมวิธี ๆ ละ 3 kg/กรรมวิธี ไปวัดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์แป้งโดยการวัดความถ่วงจำเพาะ ซึ่งตามมาตรฐานบริษัทกำหนดจะต้องมีเปอร์เซ็นต์แป้งไม่ต่ำกว่า 17.06 (Gross Solid) หรือมีความถ่วงจำเพาะ ไม่ต่ำกว่า 1.065

**การเตรียมสารละลายกรดจัสโมนิก**

1. นำกรดจัสโมนิก ขนาด 10 mg มาละลายด้วยน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ ภายในตู้ดูดกลิ่น
2. เตรียมน้ำบริสุทธิ์ จำนวน 1,000 ml เทลงใน volume metric flask จำนวน 950 ml แล้วนำสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg ที่เตรียมไว้มาเทใส่ลงไปใน volume metric flask แล้วเติมน้ำให้ครบปริมาตร 1,000 ml
3. การนำสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg/l ไปใช้ในการทดลองตามอัตราความเข้มข้นดังนี้

3.1 กรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 5 mM ให้ดูดสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg/l จำนวน 5 ml ผสมน้ำ 1 l หรือ 100 ml ผสมน้ำ 20 l

3.2 กรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mM ให้ดูดสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg/l จำนวน 10 ml/l ผสมน้ำ 1 l หรือ 200 ml ผสมน้ำ 20 l

3.3 กรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15 mM ให้ดูดสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg/l จำนวน 15 ml ผสมน้ำ 1 l หรือ 300 ml ผสมน้ำ 20 l

3.4 กรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้ดูดสารละลายกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mg/l จำนวน 20 ml ผสมน้ำ 1 l หรือ 400 ml ผสมน้ำ 20 l

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. บันทึกการเจริญเติบโต เช่น ความสูง จำนวนใบ พื้นที่ใบก่อนและหลังพ่นกรดจัสโมนิก และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบมันฝรั่ง
2. บันทึกข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่ง ได้แก่ จำนวนหัวมันฝรั่ง/ไร่ จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน และคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะ
3. ข้อมูลอื่น ๆ ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดิน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

กรมวิชาการเกษตร

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรตาก ตำบลพบพระ อ.พบพระ จ.ตาก

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

การศึกษาผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง เพื่อศึกษาอัตราการใช้ของจัสโมนิกที่เหมาะสมต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่ง ประกอบด้วย จำนวนหัวมันฝรั่ง/ไร่ จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน และ คุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

**1.จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่**

การทดลองในปี 2561 พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่ง/ไร่เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 76,443 หัว/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ เฉลี่ย 73,938, 73,777, 70,755 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ เฉลี่ย 72,532 หัว/ไร่ (ตารางที่ 1) การทดลองในปี 2562 พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 53,331 หัว/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่เฉลี่ย 52,937, 52,798 และ 50,487 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ เฉลี่ย 52,599 หัว/ไร่ (ตารางที่ 2)

จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้จำนวนมันฝรั่งต่อไร่เฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งพบว่าจำนวนหัวเพิ่มขึ้น 3,911 และ 732 หัว/ไร่ ตามลำดับ สอดคล้องกับภัคภณ (2558 ) รายงานว่า การใช้กรดอินทรีย์และกรดจัสโมนิก ในพืชตระกูลหัวทุกชนิด อาทิ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ หอม กระเทียม และ เผือก สามารถส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการลงหัวให้พืช (tuberization) เป็นกระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ (meristem cell) ที่อยู่บริเวณปลายรากของพืชหัวเมื่อมันได้รับสารบางตัว ซึ่งเปรียบเสมือนฮอร์โมนที่จำเป็นที่ทำให้เซลล์ดังกล่าวขยายตัว (cell enlargement) เพื่อรองรับการสะสมแป้งและโปรตีน อีกทั้งเซลล์มีการแบ่งตัว (Cell Division) ในแนวขวาง (lateral growth) และหยุดการแบ่งตัวในแนวยาว (elongation growth) เพื่อให้เกิดการขยายเซลล์รากให้บวมขึ้นเป็นหัว (tuber) และเปลี่ยนหน้าที่เซลล์ (cell differentiate) เพื่อทำให้ stolon หรือ root เปลี่ยนมาทำหน้าที่สะสมอาหารแทน โดยจะทำให้ระดับน้ำตาลในเซลล์สูงขึ้นทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ในแนวรัศมีของลำต้นมากขึ้นเซลล์ขยายตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มีพื้นที่พร้อมที่จะสะสมแป้งและโปรตีนมากขึ้น ซึ่งสารเคมีที่โดยปกติพืชลงหัวต้องสร้างขึ้นตามธรรมชาติในช่วงระหว่างเริ่มลงหัว การลงหัว (tuberization) จะดีขึ้นและหัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ยังขึ้นอยู่กับระดับน้ำตาลในต้นพืชด้วย

กรมวิชาการเกษตร

ดังนั้นการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ที่ดีและสมบูรณ์จะช่วยให้การลงหัวดีและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าองค์ประกอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของกระบวนการลงหัว (tuberization) ยังประกอบไปด้วยระยะเวลาที่พืชได้รับแสงต่อวันและอุณหภูมิ (photoperiod ) ซึ่งจะมีผลต่อการลงหัวของพืช และ เมื่อพืชได้รับแสงเหมาะสม และอุณหภูมิที่ลดต่ำลงพืชจะสังเคราะห์ Jasmonic acid (JA) ที่ใบและหลังจากนั้นก็จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังลำต้นที่ทอดเป็นแนวราบไปตามดิน (stolon) หรือราก (root) จนทำให้เกิดหัวเป็นแนวรัศมี (radial growth) เป็นจำนวนมาก “การลงหัว” เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์ ที่เซลล์เนื้อเยื่อเจริญ (subapical meristem cell) ที่อยู่บริเวณปลายรากและปลายยอดของพืช หลังจากได้รับ Jasmonic acid (JA) ในปริมาณที่เหมาะสม เหมาะสม และยังสอดคล้องกับ Manjula *et al*., (1994) พบว่าการใช้ Methyl jasmonate อัตรา 10 mM ที่ Norland Canada ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อต้นเพิ่มขึ้น 5-40 % (ตารางที่ 1 และ 2)

**ตารางที่ 1** ผลผลิต (จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่) ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โรงงานในปี 2561

| ความเข้มข้นของกรดจัสโมนิก | จำนวนหัว/ไร่ (หัว) | จำนวนหัวมันฝรั่งอ้างอิงจากบริษัท | | ผลผลิตมันฝรั่ง (%) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) |
| 1. Control | 72,532 | 51,448 | 21,084 | 70.93 | 28.98 |
| 2. 5 mM | 70,755 (-1,777) | 46,217 | 24,538 | 65.32 (- 5.61) | 34.68 |
| 3. 10 mM | 73,777 (1,245) | 53,550 | 21,935 | 72.58 (1.65) | 29.06 |
| 4. 15 mM | 73,938 (1,406) | 53,975 | 19,963 | 73.00 (2.07) | 27.00 |
| 5. 20 mM | 76,443 (3,911) | 57,993 | 18,450 | 75.86 (4.93) | 24.14 |
| CV (%) | 8.70 ns | 10.40 ns | | | |

In a column, means followed by a common letter are significantly different at the 5 % level by DMRT

**ns** = not significantly difference

( ) = data compared with control

**2. จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานได้มาตรฐาน**

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองในปี 2561 จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานซึ่งหัวมันฝรั่งจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวตั้งแต่ 4.0 cm และสูงสุดไม่เกิน 9.0 cm พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 57,993 หัว/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10, และ 5 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ย 53,975, 53,550, และ 46,217 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ เฉลี่ย 51,448 หัว/ไร่ (ตารางที่ 1)

การทดลองในปี 2562 พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 31,336 หัว/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20, 15, และ 5 mM ให้จำนวนหัวมันฝรั่งเฉลี่ย 30,357, 30,229 และ 29,501 หัว/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ เฉลี่ย 26,773 หัว/ไร่ (ตารางที่ 2)

จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุดและทำให้จำนวนหัวเพิ่มขึ้น 4.93 และ 6.02% ตามลำดับ การใช้กรดจัสโมนิกช่วยทำให้มีการสะสมอาหารในหัวเพิ่มขึ้น ทำให้หัวมีขนาดเพิ่มขึ้น รวมทั้งจำนวนหัวเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับภัคภณ (2558 ) และ Manjula *et al*. (1994) อย่างไรก็ตามการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น ตั้งแต่ 5, 10, 15 และ 20 mM สามารถช่วยเพิ่มจำนวนหัวต่อไร่และโดยเฉพาะการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้มีจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ สูงสุดและมากกว่ากรรมวิธีควบคุมซึ่งผลการทดลองในปี 2561 พบว่า มีจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่สูงกว่าปี 2562 เนื่องจากอุณหภูมิในเวลากลางวันสำหรับการปลูกมันฝรั่ง ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2560–กุมภาพันธ์ 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.98°C ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและส่งผลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่งสูงกว่าในปี 2562 ซึ่ง พบว่าอุณหภูมิในการปลูกมันฝรั่งตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561–กุมภาพันธ์ 2562 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.88°C ทำให้จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ต่ำกว่าปี 2561 ประมาณ 43.85-47.65% ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อภิรักษ์ (2557) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกมันฝรั่งโดยเฉลี่ยประมาณ 16-20°C จะเหมาะสมในการสร้างหัวอุณหภูมิในเวลากลางวันไม่ควรเกิน 28°C และในเวลากลางคืนไม่ควรเกิน 18°C (ตารางที่ 1 และ 2, ภาพที่ 1 a และ b)

**ตารางที่ 2** ผลผลิต (จำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่) ที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โรงงานในปี 2562

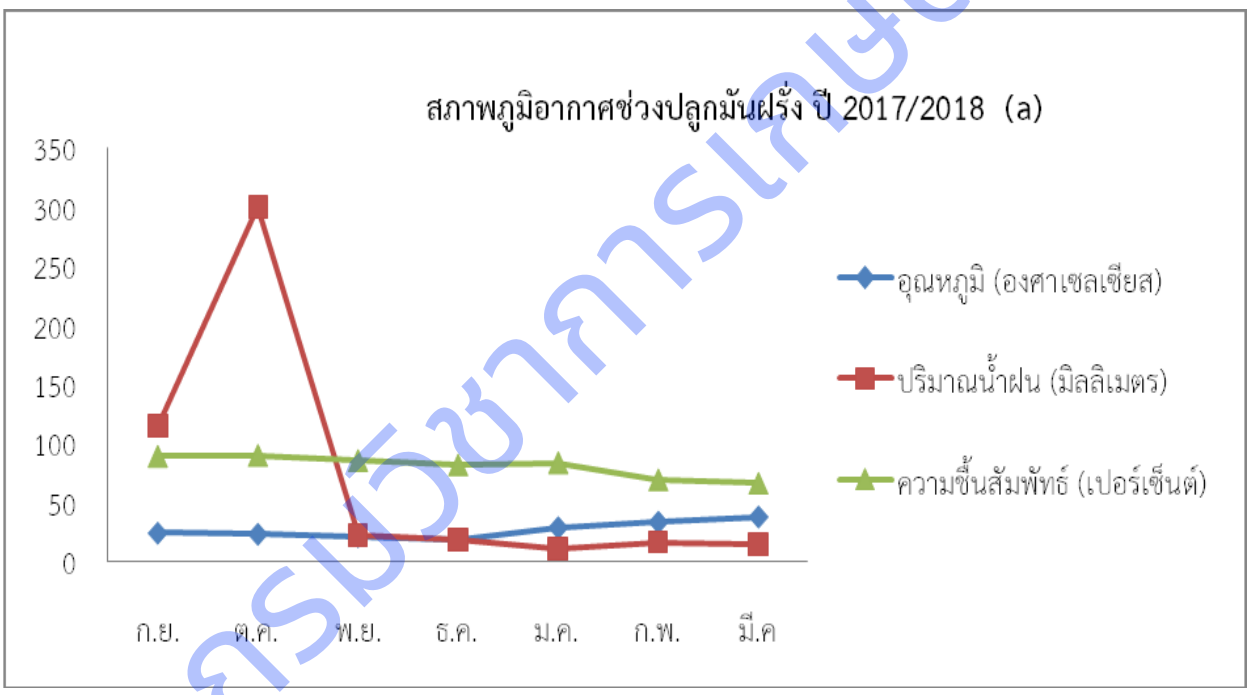
| ความเข้มข้นของกรดจัสโมนิก | จำนวนหัว/ไร่ (หัว) | จำนวนหัวมันฝรั่งอ้างอิงจากบริษัท | | ผลผลิตมันฝรั่ง (%) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) | ไม่ผ่านเกณฑ์โรงงาน (Ø<4.0 cm) |
| 1. Control | 52,599 | 26,773 | 25,826 | 50.90 | 49.09 |
| 2. 5 mM | 50,487 (-2,112) | 29,501 | 20,986 | 58.43 (7.53) | 44.12 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. 10 mM | 52,798 (199) | 31,336 | 21,462 | 59.35 (8.45) | 40.65 |
| 4. 15 mM. | 52,937 (338) | 30,229 | 22,708 | 57.10 (0.54) | 42.90 |
| 5. 20 mM | 53,331 (732) | 30,357 | 22,974 | 56.92 (6.02) | 43.08 |
| CV (%) | 11.97 ns | 14.40 ns | 11.10 ns | | |

In a column, means followed by a common letter are significantly different at the 5 % level by DMRT

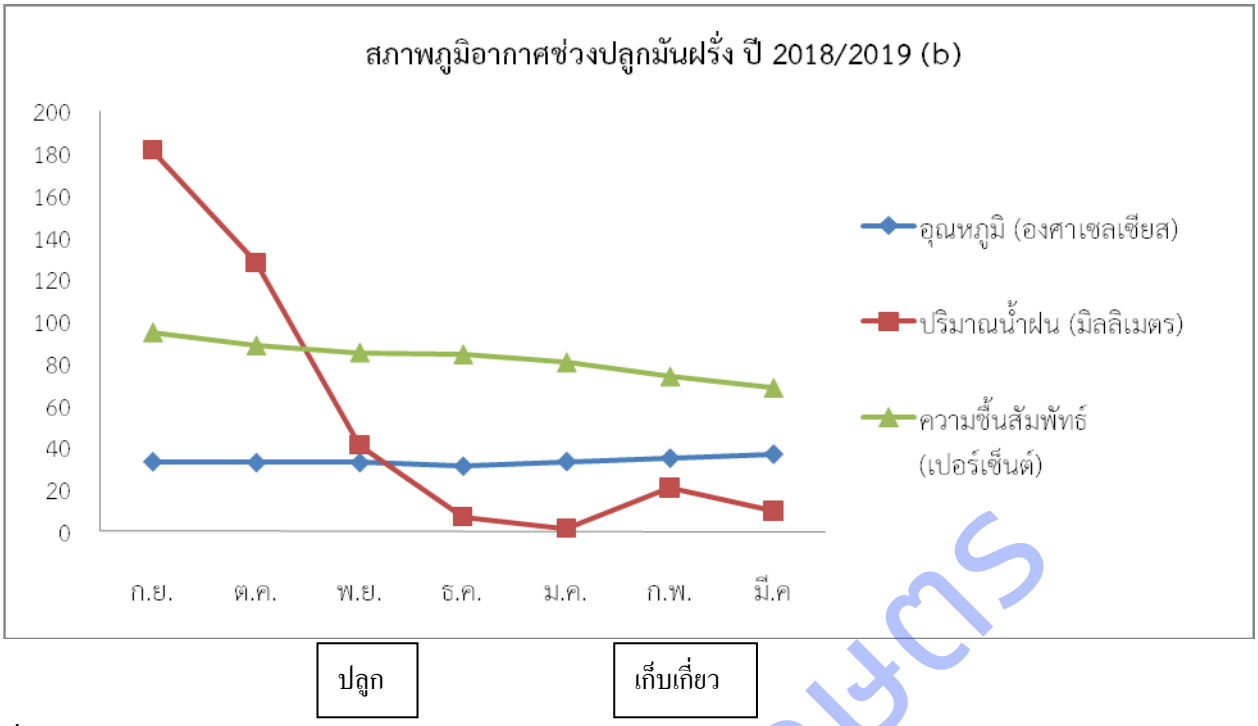
**ns** = not significantly difference

( ) = data compared with control




ปลูก เก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร




**ที่มา:** สถานีอุตินิยมวิทยา อ.พบพระ จ.ตาก

**ภาพที่ 1** Average temperature, rainfall and humidity during September – March in 2017-2019

### 3. น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม

การทดลองในปี 2561 น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5,252 kg/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวม เฉลี่ย 5,198, 5,146 และ 4,553 kg/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งรวม เฉลี่ย 5,032 kg/ไร่ (ตารางที่ 3)

การทดลองในปี 2562 กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3,023 kg/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10, 15 และ 5 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่ง เฉลี่ย 2,917, 2,832 และ 2,751 kg/ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งรวม เฉลี่ย 2,814 kg/ไร่ (ตารางที่ 3) จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งรวมเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับภัคภณ (2558 ) และManjula *et al*., (1994)

**ตารางที่ 3** ผลผเวมต่อไร่ของหัวมันฝรั่งด้านน้ำหนักและคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์โรงงานในปี 2561-2562

| ความเข้มข้นของกรดจัสโมนิก | ผลผลิต/ไร่ (kg) | น้ำหนัก (kg) | | คุณภาพ | | น้ำหนักผลผลิตมันฝรั่ง (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ผ่านเกณฑ์ | ไม่ผ่านเกณฑ์ | แป้ง | ความถ่วง | ผ่านเกณฑ์ | ไม่ผ่าน |

ศูนย์วิทยทรัพยากร

| ปี 2018 | | โรงงาน (Ø<4.0 cm) | โรงงาน (Ø<4.0 cm) | (%) | จำเพาะ | โรงงาน | เกณฑ์โรงงาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Control | 5,032 | 4,184 | 849 | 19.90 | 1.078 | 83.15 | 16.87 |
| 2. 5 mM | 4,553 | 3,615 | 938 | 19.90 | 1.078 | 79.40 (-3.75) | 20.60 |
| 3. 10 mM | 5,146 | 4,340 | 806 | 19.91 | 1.078 | 84.34 (1.19) | 15.66 |
| 4. 15. mM | 5,198 | 4,391 | 807 | 20.01 | 1.079 | 84.47 (1.32) | 15.52 |
| 5. 20 mM | 5,252 | 4,482 | 770 | 20.01 | 1.079 | 85.34 (2.19) | 14.66 |
| CV (%) | 10.40 | 13.40 | 28.20 | 1.70 | 1.70 | | |
| | ns | ns | ns | ns | ns | | |
| **ปี 2019** | | | | | | | |
| 1. Control | 2,814 | 2,150 | 664 | 16.85 | 1.064 | 76.40 | 23.60 |
| 2. 5 mM | 2,751 | 2,220 | 531 | 17.27 | 1.066 | 80.70 (4.30) | 19.30 |
| 3. 10 mM | 2,917 | 2,255 | 662 | 17.27 | 1.066 | 77.31 (0.91) | 22.69 |
| 4. 15. mM | 2,832 | 2,331 | 501 | 17.27 | 1.066 | 82.31 (5.91) | 17.69 |
| 5. 20 mM | 3,023 | 2,436 | 587 | 17.48 | 1.067 | 80.58 (4.18) | 19.42 |
| CV (%) | 10.40 | 14.40 | 33.00 | 1.70 | 1.70 | | |
| | ns | ns | ns | ns | ns | | |

In a column, means followed by a common letter are significantly different at the 5 % level by DMRT

ns = not significantly difference

( ) = data compared with control

**4. น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน**

สำหรับคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งจะต้องมีคุณสมบัติและมาตรฐานการรับซื้อที่ประกอบด้วยสายพันธุ์มันฝรั่งที่บริษัทกำหนดมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุในพันธสัญญา คือ เส้นผ่านศูนย์กลางหัวมันฝรั่งตั้งแต่ 4.0 cm และไม่เกิน 9.0 cm (อภิรักษ์และคณะ, 2557)

การทดลองในปี 2561 น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4,482 kg/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย 4,391, 4,340 และ 3,615 kg/ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย 4,184 kg/ไร่ (ตารางที่ 3)

การทดลองในปี 2562 น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2,436 kg/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10, และ 5 mM ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย 2,331, 2,255 และ 2,220 kg/ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย 2,150 kg/ไร่ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี พบว่าการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงที่สุด และเพิ่มขึ้น 2.19 และ 4.18% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น ตั้งแต่ 10 ,15 และ 20 mM โดยเฉพาะการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้มีน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่สูงสุดและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งผลการทดลองในปี 2561 พบว่า มี น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ สูงกว่าปี2562 เนื่องจากอุณหภูมิในเวลากลางวันสำหรับการปลูกมันฝรั่งตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2560–กุมภาพันธ์ 2561 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.98ºC ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและส่งผลต่อน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่สูงกว่าในปี 2562 ซึ่ง พบว่าอุณหภูมิในการปลูกมันฝรั่งตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561–กุมภาพันธ์ 2562 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.88 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ต่ำกว่าปี 2561 ประมาณ 45.65-45.79% (ตารางที่ 3 และภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกมันฝรั่ง (อภิรักษ์, 2557) และการใช้กรดอินทรีย์และกรดจัสโมนิกในพืชตระกูลหัว (ภัคภณ, 2558)

**5. คุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง**

สำหรับคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งจะต้องมีคุณสมบัติและมาตรฐานการรับซื้อที่ประกอบด้วยสายพันธุ์มันฝรั่งที่บริษัทกำหนดมีเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่ระบุในพันธสัญญา คือ เปอร์เซ็นต์แป้งไม่ต่ำกว่า 17.06 (Gross Solid)มีความถ่วงจำเพาะ ไม่ต่ำกว่า 1.065 ซึ่งเปอร์เซ็นต์แป้งหัวมันฝรั่งถ้ายิ่งสูงมีน้ำหนักแห้งหรือค่าความถ่วงจำเพาะสูงสามารถเพิ่มมูลค่าของหัวมันฝรั่งให้มีราคาสูงขึ้น (อภิรักษ์และคณะ, 2557)

การทดลองในปี 2561 ทางด้านคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 และ 15 mM ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุด คือ 20.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมากรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 และ 5 mM ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 19.91 และ 19.90% ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 19.90 % สำหรับความถ่วงจำเพาะ พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 และ15 mM ให้ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.079 รองลงมากรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 10 และ 5 mM ให้ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.078 ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าให้ความถ่วงจำเพาะ เฉลี่ย 1.078 (ตารางที่ 3)

การทดลองในปี 2562 คุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุด คือ 17.48% รองลงมากรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยเท่ากัน คือ 17.27% ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 16.85% สำหรับความถ่วงจำเพาะ พบว่า กรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ให้ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.067 รองลงมากรรมวิธีพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 15, 10 และ 5 mM ให้ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.066, 1.066, และ1.066 ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าให้ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.064 (ตารางที่ 3)

จากผลการทดลอง ทั้ง 2 ปี การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 5, 10 ,15 และ 20 mM โดยเฉพาะการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM ทำให้คุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งและ

กรมวิชาการเกษตร

ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง ปี 2561 สูงกว่าปี 2562 เนื่องจากอุณหภูมิในเวลากลางวันสำหรับการปลูกมันฝรั่งตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2560–กุมภาพันธ์ 2561 และตุลาคม 2561–กุมภาพันธ์ 2562 โดยมีการปลูกมันฝรั่งในเดือน พฤศจิกายน และจะเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง ต้นเดือนกุมภาพันธุ์ของแต่ละปีในระหว่างการปลูกมันฝรั่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.98 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1 a และ 1b) ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของมันฝรั่งและส่งผลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่งสูงปี 2560/2561 กว่าการปลูกมันฝรั่งในปี 2561/2562 ซึ่ง พบว่าอุณหภูมิในการปลูกมันฝรั่งตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2561–กุมภาพันธ์ 2562 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32.88℃ ทำให้คุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่ง โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า ประมาณ 2.63% และความถ่วงจำเพาะสูงกว่า ประมาณ 0.013% ส่งผลต่อผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพของหัวมันฝรั่ง คือ ในกรรมวิธีควบคุมหัวมันฝรั่งที่ให้ความถ่วงจำเพาะ 1.064 และเปอร์เซ็นต์แป้ง (Gross solid) 16.85 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์โรงงานที่กำหนดว่าจะต้องไม่ต่ำกว่า 1.065 หรือเปอร์เซ็นต์แป้งไม่ต่ำกว่า 17.06 (Gross solid) นอกจากนั้นยังพบว่า ในปี 2562 ขนาดของหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์ที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนน้อยมาก

จากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดเจนว่าถ้าหากไม่มีการพ่นกรดจัสโมนิกในปีที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตคุณภาพของหัวมันฝรั่งเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะจะต่ำกว่าเกณฑ์โรงงาน ซึ่งจะต้องไม่ต่ำกว่า 1.065 หรือเปอร์เซ็นต์แป้งไม่ต่ำกว่า 17.06 (Gross solid) และจะส่งผลต่อการปลูกมันฝรั่งเป็นของเกษตรกร โดยเฉพาะด้านคุณภาพผลผลิตหัวมันฝรั่งเป็นอย่างมากที่ไม่สามารถขายผลผลิตหัวมันฝรั่งให้กับโรงงานได้ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกมันฝรั่ง (อภิรักษ์, 2557) นอกจากนั้นการพ่นกรดจัสโมนิกสามารถส่งเสริมและกระตุ้นกระบวนการลงหัวในมันฝรั่งอีกด้วย อย่างไรก็ตามถ้าปีไหนที่อุณหภูมิต่ำต่อเนื่องจะส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับภัคภณ (2558 ) และ Manjula *et al*. (1994)

**6. ต้นทุนการผลิตมันฝรั่ง**

ต้นทุนการผลิตมันฝรั่งพันธุ์ต่อไร่จากน้ำหนักผลลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน การทดลองปี 2561 พบว่า การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 20 mM มีรายได้สูงสุด คือ 55,511 บาทต่อไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 33,366 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 1,760 บาท/ไร่ รองลงมา คือ การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 15, 10, 5 mM มีรายได้ 54,542 , 53,934และ 45,724 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 32,757, 32,509 และ 24,659 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 1,151, 757 และ- 6,947 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีรายได้ 52,211 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 31,606 บาท/ไร่ (ตารางที่ 4)

การทดลองปี 2562 พบว่า การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 20 mM มีรายได้สูงสุด คือ 34,550 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 12,405 บาท/ มีรายได้เพิ่มขึ้น 2,079 บาท/ไร่ รองลงมา คือ การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 15, 10, 5 mM มีรายได้ 32,878 , 32,338 และ 31,474 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 11,003 10,913 และ 10,409 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 677, 587, และ 83 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีรายได้ 30,931 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 10,326 บาท/ไร่ (ตารางที่ 5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

**ตารางที่ 4** ต้นทุนการผลิตและรายได้ของผลผลิตมันฝรั่งต่อไร่ (บาท) ในปี 2561

| **รายละเอียดต้นทุน** | **กรรมวิธี** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Control | 5 mM. | 10 mM | 15.mM. | 20 mM |
| **A - material cost** | | | | | |
| - tuber (350 k.g x 18b) | 6,300 | 6,300 | 6,300 | 6,300 | 6,300 |
| **-** Herbicide | 425 | 425 | 425 | 425 | 425 |
| - fertilizer 13-13-21 rate100 k.g/rai (1) | 1,680 | 1,680 | 1,680 | 1,680 | 1,680 |
| - fertilizer 15-15-15 rate100 k.g/rai (1) | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 |
| - fertilizer 46-0-0 rate12.50 k.g/rai (2) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| - lime/dolomit | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| **B – Labor costs** | | | | | |
| - Soil preparation | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| - Plow 4 (1 round) | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 |
| - Plow with rotary (1 cycle) | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 |
| - Raised the planting groove | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| - Planting cost | 2,200 | 2,200 | 2,200 | 2,200 | 2,200 |
| - Water along the furrows every | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| 7-10 days | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| - Labor weeding 1-2 times | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| - Harvesting | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| - Shipping cost | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - Spraying Jasmonic acid | | | | | |
| **C – other cost** | | | | | |
| - Gasoline | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| - Jasmonic acid | 0 | 360 | 720 | 1,080 | 1,440 |
| **Total cost** | **20,605** | **21,065** | **21,425** | **21,785** | **22,145** |
| **D – produce** | | | | | |
| D1 1) Standard produce (k.g.) | 4,184 | 3,615 | 4,340 | 4,391 | 4,482 |
| D2 2) Under standard produce (k.g.) | 849 | 938 | 806 | 807 | 770 |
| **E – Income** | | | | | |
| E1 1) Standard produce (11.87 B) | 49,664 | 42,910 | 51,516 | 52,121 | 53,201 |
| E2 2) Under standard produce (3 B) | 2,547 | 2,814 | 2,418 | 2,421 | 2,310 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Total income** | **52,211** | **45,724** | **53,934** | **54,542** | **55,511** |
| **E – Net income** | 31,606 | 24,659 | 32,509 | 32,757 | 33,366 |
| | | (- 6,947) | (757) | (1,151) | (1,760) |

**ตารางที่ 5** ต้นทุนการผลิตและรายได้ของผลผลิตมันฝรั่งต่อไร่ (บาท) ในปี 2562

| **รายละเอียดต้นทุน** | **กรรมวิธี** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Control | 5 mM | 10 mM | 15 mM | 20 mM |
| **A - material cost** | | | | | |
| - tuber (350 k.g x 18b) | 6,300 | 6,300 | 6,300 | 6,300 | 6,300 |
| **-** Herbicide | 425 | 425 | 425 | 425 | 425 |
| - fertilizer 13-13-21 rate100 k.g/rai (1) | 1,680 | 1,680 | 1,680 | 1,680 | 1,680 |
| - fertilizer 15-15-15 rate100 k.g/rai (1) | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 |
| - fertilizer 46-0-0 rate12.50 k.g/rai (2) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| - lime/dolomit | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| **B – Labor costs** | | | | | |
| - Soil preparation | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| - Plow 4 (1 round) | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 |
| - Plow with rotary (1 cycle) | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 | 1,100 |
| - Raised the planting groove | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| - Planting cost | 2,200 | 2,200 | 2,200 | 2,200 | 2,200 |
| - Water along the furrows every | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| 7-10 days | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| - Labor weeding 1-2 times | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| - Harvesting | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| - Shipping cost | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| - Spraying Jasmonic acid | | | | | |
| **C – other cost** | | | | | |
| - Gasoline | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| - Jasmonic acid | 0 | 360 | 720 | 1,080 | 1,440 |
| **Total cost** | **20,605** | **21,065** | **21,425** | **21,785** | **22,145** |
| **D – produce** | | | | | |
| **D1 1)** Standard produce (k.g.) | 2,150 664 | 2,220 | 2,255 | 2,331 | 2,436 |
| **D2 2)** Under standard produce (k.g.) | | 531 | 662 | 501 | 587 |

กรมวิชาการเกษตร

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **E – Income** | | | | | |
| **E1 1)** Standard produce (13.46 B) | 28,939 | 29,881 | 30,352 | 31,375 | 32,789 |
| **E2 2)** Under standard produce (3 B) | 1,992 | 1,593 | 1,986 | 1,503 | 1,761 |
| **Total income** | **30,931** | **31,474** | **32,338** | **32,878** | **34,550** |
| **E – Net income** | 10,326 | 10,409 | 10,913 | 11,003 | 12,405 |
| | | (83) | (587) | (677) | (2,097) |

กรมวิชาการเกษตร

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การศึกษาผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง ที่มีการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 mM เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า สามารถสรุปผลได้ดังนี้

การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 5, 10, 15 และ 20 mM สามารถเพิ่มจำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งต่อไร่ และน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน รวมทั้งสามารถเพิ่มคุณภาพของหัวมันฝรั่งในด้านเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะได้มากกว่าการพ่นน้ำเปล่าโดยเฉพาะในปีที่สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงทำให้อุณหภูมิไม่หนาวเย็นอย่างต่อเนื่องจะส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง

1. การพ่นกรดจัสโมนิกที่ความ 20 mM ปี 2561 ทำให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 76,443 และ 57,993 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 5,252 และ 4,482 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 20.01 และ 1.079 % ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 72,532 และ 51,448 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 5,032 และ, 4,184 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 19.90 และ 1.078% สำหรับปี 2562 การพ่นกรดจัสโมนิกในอัตราเดียวกัน ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 53,331 และ 30,357 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ยสูงสุด คือ 3,023 และ, 2,436 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 17.48 และ 1.067% ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ให้จำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 52,599 และ 26,773 หัว/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและ น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานเฉลี่ย คือ 2,814 และ 2,150 kg/ไร่ ในด้านคุณภาพผลผลิตให้เปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะสูงสุด คือ 16.85 และ 1.064%

2. การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 20 mM ปี 2561 ทำให้มีรายได้สูงสุด คือ 55,511 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 33,366 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 1,760 บาท/ไร่ รองลงมา คือ การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 15, 10 และ 5 mM มีรายได้ 54,542, 53,934 และ 45,724 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 32,757, 32,509 และ 24,659 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 1,151, 757 และ- 6,947 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีรายได้ 52,211 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 31,606 บาท/ไร่ สำหรับปี 2562 การพ่นการพ่นกรดจัสโมนิก ในอัตราเดียวกัน ทำให้มีรายได้สูงสุด คือ 34,550 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 12,405 บาท/ มีรายได้เพิ่มขึ้น 2,079 บาท/ไร่ รองลงมาคือ การพ่นกรดจัสโมนิก อัตรา 15, 10 และ 5 mM มีรายได้, 32,338 และ 31,474 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 11,003 10,913 และ 10,409 บาท/ไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้น 677, 587 และ 83 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีรายได้ 30,931 บาท/ไร่ คิดเป็นรายได้สุทธิ 10,326 บาท/ไร่

กรมวิชาการเกษตร

จากผลการทดลองทั้ง 2 ปี ผลการทดลองไปในทำนองเดียวกัน คือ กรรมวิธีที่พ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM สามารถเพิ่มจำนวนหัวมันฝรั่งต่อไร่ จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งต่อไร่ และน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงาน รวมทั้งสามารถเพิ่มคุณภาพของหัวมันฝรั่งในด้านเปอร์เซ็นต์แป้งและความถ่วงจำเพาะได้มากกว่าการพ่นน้ำเปล่า และสามารถมีรายได้สูงสุดและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ดังนั้น ความเข้มข้นที่เหมาะสมของการพ่นกรดจัสโมนิกต่อการเพิ่มผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง คือ ความเข้มข้น 20 mM

กรมวิชาการเกษตร

## กิจกรรมที่ 3 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชสำคัญของมันฝรั่ง

## กิจกรรมที่ 3.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการแมลงศัตรูสำคัญของมันฝรั่งการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู

# การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง Efficacy test of Insecticides for controlling Scarab beetle, *Holotrichea* sp. on Potato


**ชื่อผู้วิจัย**

อุราพร หนูนารถ[1] สมรวย รวมชัยอภิกุล[1] อิทธิพล บรรณาการ[1] วรวิช สุดจริตธรรมจาริยางกูร[1]
สุเมธ พากเพียร[2]

Uraporn Nunat[1] Somruay Ruamchaiapikul[1] Ittipon Bannakan[1]
Worawit Sudcharitthamjariyangkul[1] Sumet Pakpian[2]



**คำสำคัญ (Keywords)**

ด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง (*Holotrichea* sp) สารฆ่าแมลง (Insecticides) และมันฝรั่ง (Potato)



**บทคัดย่อ**

เตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง และสำรวจแปลงทดลอง เริ่มดำเนินการสำรวจการระบาดและชนิดของด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง ที่ อ.พบพระ จ.ตาก พบว่าเป็นแมลงนูน *Holotrichea* sp. (Scarab Beetle) โดยพบลงทำลายมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงหน้าฝน หนอนและตัวเต็มวัยลงทำลายกัดกินส่วนหัวมันฝรั่งและต้น จากผลการทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกและโรยรอบต้นทุก 1 เดือน มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดด้วง โดยทุกกรรมวิธีที่สารไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นมันฝรั่ง

**Abstract**

Efficacy test of insecticides for controlling Scarab beetle, *Holotrichea* sp. on potato was prepared and investigated at Phop Phra, Tak for study pest infestation and species of potato tuber moth. The results found that *Holotrichea* sp. (Scarab Beetle) was damaged potato tuber in the rainy season. The pest which damaged potato tuber and shoot was lava and mature stages. The results of the efficiency of insecticides for control scarab beetle on potato indicated that the treatments were basal with insecticide and applied every month


กรมวิชาการเกษตร

after planting gave the effective result to protect Scarab beetle. Moreover, those treatments not negatively affected on potato plant.

---

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

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

กรมวิชาการเกษตร

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (Irish potato, *Solanum tuberosum* Linnaeus) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดทางแถบที่ราบสูงของเทือกเขาแอนดิสในอเมริกาใต้ ปลูกกันมานานแล้ว แถบที่มีพื้นที่ปลูกมาก ได้แก่ ยุโรปตะวันตก เอเชีย อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ และประเทศแถบอัฟริกาอันดับหนึ่งของโลก ทุกวันนี้มันฝรั่งเปนพืชที่มีความสำคัญเปนอันดับ 4 รองจากขาวโพด ขาวเจา และขาวสาลี ซึ่งปลูกอยูใน 150 ประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยที่ปจจุบันนิยม บริโภคอาหารแบบตะวันตกเพิ่มมากขึ้น การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยมี 2 ประเภท คือการปลูกสำหรับบริโภคสดและการปลูกเพื่อสงโรงงานแปรรูป เกษตรกรในภาคเหนือนิยมปลูกมันฝรั่งเนื่องจากใหผลตอบแทนสูงเมื่อเทียบกับพืชอื่นๆหลายชนิด โดยจะมีกำไรอยูระหวาง 6,000 ถึง 9,000 บาทตอไร แหลงปลูกที่สำคัญอยูในจ.เชียงใหมและตาก ซึ่งมีผลผวมกันประมาณ รอยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมด (กรมสงเสริมการเกษตร, 2541)

สำหรับในประเทศไทยการปลูกมันฝรั่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือ เนื่องจากทำรายได้ให้แก่เกษตรกรสูง ซึ่งร้อยละ 90 ของผลผลิตที่ได้นำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chips) จากการที่มีการขยายพื้นที่ปลูกและปลูกอย่างต่อเนื่อง ในบางพื้นที่ เช่น เขตอ.พบพระ จ.ตาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทำให้มีแมลงศัตรูที่สำคัญบางชนิดลงทำลายเสมอๆ จากการศึกษาวิจัยและสำรวจพบว่า แมลงศัตรูที่พบทำลายมันฝรั่งมีมากมายหลายชนิด แต่ที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง หากเกษตรกรไม่ทำการป้องกันกำจัด หรือใช้วิธีป้องกันกำจัดไม่ถูกต้อง และเหมาะสมแล้วก็จะทำให้หัวมันฝรั่งที่เก็บไว้ได้รับความเสียหาย ชนิดของแมลงศัตรูมันเทศที่พบระบาดในมันฝรั่ง หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง (Potato tuber moth) *Phthorimaea operculella* Zeller, เพลี้ยไฟฝ้าย,เพลี้ยไฟพริก (Cotton thrips, Chili thrips) *Thrips palmi* Karny *Scirtothrips dorsalis* Hood, หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm) *Spodoptera exigua* (Hubner), หนอนกระทู้ผัก (Comm cutworm) *Spodoptera litura* (Fabricius), หนอนกระทู้กัดต้น (Black cutworm), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), หนอนแมลงวันชอนใบ (Leaf miner) *Liriomyza brassicae* Riley, เพลี้ยอ่อน (Aphid) *Myzus persicae* Sulzer *Aphis gossypii* Glover, หนอนเจาะสมอฝ้าย (Cut bollworm) *Helicoverpa armigera* (Hubner) และด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง ซึ่งในปัจจุบันพบระบาดทำลาย โดยกัดกินต้น และหัวมันฝรั่ง พิสุทธิ์ (2550) กล่าวว่าแมลงศัตรูมันฝรั่งในสภาพไร่ที่พบเสมอได้แก่ 1) หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm) *Spodoptera litura* (F.) นอกจากกัดกินใบและยอดแล้ว เมื่อหนอนหลบซ่อนตัวในดินยังสามารถกัดกินหัวมันฝรั่ง ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้อีกด้วย, 2) เพลี้ยไฟดูดกินน้ำเลี้ยงจากตาดอก ยอดอ่อน ทำให้ใบหงิกงอ ไม่ยืดขยายตามปกติ เพลี้ยไฟที่พบมีหลายชนิดเช่น เพลี้ยไฟพริก (Chili thrips) *Scirtothrips dorsalis* Hood และเพลี้ยไฟฝ้าย (Cotton thrips) Thrips palmi Karny, 3) เพลี้ยจักจั่นฝ้าย (Cotton leafhopper) *Amrasca biguttula* (Ishida) พืชอาศัยมีมากมาย เช่น ฝ้าย มันฝรั่ง ปอแก้ว มะเขือ ทานตะวัน กระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น และ 4) หนอนเจาะสมอฝ้าย (Cotton bollworm) *Helicoverpa armigera* (Hubner) หนอนมีทั้งสีเขียว และสีน้ำตาลปนเหลือง ลำตัวมีขนละเอียดเล็กๆ ที่เป็นหนามแข็ง หนอนมีนิสัยค่อนข้างดุกว่าหนอนกระทู้ทั่วไป ชอบกินดอกมันฝรั่งมากกว่าใบ ทำให้ดอกเสียหาย เป็นแมลงที่มีพืชอาหารมากมายเช่น ฝ้าย มันฝรั่ง ข้าวโพด ถั่ว มะเขือ ส้ม เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์

- แปลงมันฝรั่ง
- สารฆ่าแมลง fipronil (Regent 0.3% G), cartap 4 G, dinotefuran 1 G, fipronil, thiamethoxam, dinotefuran 10%, imidacloprid (Provador 70% WG)
- เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง
- ปุ๋ยเคมี 15-15-15
- อุปกรณ์ในการตรวจนับแมลง เช่น สมุดบันทึก ถุงพลาสติก เป็นต้น

วิธีการ

ในปีที่ 1

1 สำรวจการระบาด และชนิดของด้วงที่พบทำลายในมันฝรั่ง

2. การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 fipronil 0.3% GR (Regent 0.3% G) อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธที่ 2 dinotefuran 1% GR cartap 4 G อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธีที่ 3 carbosulfan 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธีที่ 4 chlorpyrifos 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธีที่ 5 cartap hydrochloride + isoprocarb 3+3% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธีที่ 6 cartap hydrochloride 4% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก

กรรมวิธีที่ 7 ไม่ใช้สาร

แปลงปลูกมันฝรั่งของเกษตรกร ขนาดแปลงย่อย 24 ตารางเมตร เมื่อมันฝรั่ง มีอายุ 1 เดือน พ่นสารฆ่าแมลงบริเวณโคนต้น ด้วยอัตรา 100 l/ไร่ และใช้สารฆ่าแมลงครั้งสุดท้ายก่อนเก็บผลผลิต 2 สัปดาห์ กรณีสาร fipronil (Regent 0.3% G) และ cartap 4 G ใช้วิธีรองก้นหลุม ก่อนปลูก และโรยรอบๆ โคนต้นทุก ๆ 1 เดือน ทำการเปรียบเทียบการทำลายของด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง ระหว่างแปลงใช้สารและไม่ใช้สาร โดยตรวจนับหัวที่ถูกทำลายและไม่ถูกทำลาย น้ำหนักผลผลิตที่ได้คุณภาพ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์หัวดี และวิเคราะห์พิษตกค้างของสารฆ่าแมลงในหัวมันฝรั่ง พร้อมทั้งบันทึกอาการเป็นพิษต่อพืช แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง แปลงเกษตรกร อ.พบพระ จ.ตาก

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

กรมวิชาการเกษตร

เตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง และสำรวจแปลงทดลอง เริ่มดำเนินการสำรวจการระบาดและชนิดของด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง ที่ อ.พบพระ จ.ตาก พบว่าเป็นแมลงนูน *Holotrichea* sp. (Scarab Beetle) โดยพบลงทำลายมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงหน้าฝน หนอนและตัวเต็มวัยลงทำลายกัดกินส่วนหัวมันฝรั่งและต้น

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกและโรยรอบต้นทุก 1 เดือน มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดด้วง โดยทุกกรรมวิธีที่สารไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นมันฝรั่ง จากผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูก กรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกมีจำนวนหัวดีที่มีคุณภาพ 107.33-128.00 หัวซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารซึ่งมีจำนวนหัวดีที่มีคุณภาพ 77.33 หัวเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพบว่า กรรมวิธี fipronil 0.3% GR (Regent 0.3% G) อัตรา 2 g /หลุม ปลูกdinotefuran 1% GR cartap 4 G อัตรา 2 g/หลุมปลูก, carbosulfan 5% GR อัตรา 2 g /หลุมปลูก chlorpyrifos 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก, cartap hydrochloride + isoprocarb 3+3% GR อัตรา 2 g /หลุมปลูก และ cartap hydrochloride 4% GR อัตรา 2 g /หลุมปลูก มีมีจำนวนหัวดีที่มีคุณภาพ 107.33, 113.00, 111.67, 109.67, 124.00 และ 128.00 หัว ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการเปรียบเทียบจำนวนหัวเสียที่ถูกทำลายโดยด้วง พบว่า กรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูก กรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกมีจำนวนหัวเสีย 17.00-28.67 หัว ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารซึ่งมีจำนวนหัวเสีย 54.33 หัว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพบว่า กรรมวิธี fipronil 0.3% GR (Regent 0.3% G) อัตรา 2 กรัม/หลุม ปลูกdinotefuran 1 % GR cartap 4 G อัตรา 2 g/หลุมปลูก, carbosulfan 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก chlorpyrifos 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก, cartap hydrochloride + isoprocarb 3+3% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก และ cartap hydrochloride 4% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก มีจำนวนหัวเสีย 28.67, 17.00, 27.33, 18.00, 25.33 และ 19.67 หัว ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดี พบว่า กรรมวิธีที่ใช้สารรองก้นหลุมก่อนปลูกมีน้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดี 35.70-40.50 kg/30 ตารางเมตร ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สารซึ่งได้ น้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดี 20.50 kg/30 ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพบว่า กรรมวิธี fipronil 0.3% GR (Regent 0.3% G) อัตรา 2 g/หลุม ปลูกdinotefuran 1 % GR cartap 4 G อัตรา 2 g/หลุมปลูก, carbosulfan 5% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก chlorpyrifos 5% GR อัตรา 2 g/หลุม ปลูก cartap hydrochloride + isoprocarb 3+3% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก และ cartap hydrochloride 4% GR อัตรา 2 g/หลุมปลูก มีน้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดี 35.70, 36.40, 35.80, 36.80, 37.50 และ 40.50 kg/30 ตารางเมตร ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 1** น้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพดีของมันฝรั่งจากการทดสอบประสิทธิภาพสารไรการป้องกันกำจัดด้วงในมันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

| กรรมวิธี | อัตรา (กรัม/หลุมปลูก) | จำนวนหัวดี[1/] (หัว) | จำนวนหัวเสีย (หัว) | น้ำหนักผลผลิตที่ได้คุณภาพ (กิโลกรัม) |
|---|---|---|---|---|
| 1. fipronil 0.3% GR | 1 | 107.33 a | 28.67 a | 35.70 a |
| 2. dinotefuran 1% GR | 1 | 113.00 a | 17.00 a | 36.40 a |
| 3. carbosulfan 5% GR | 1 | 111.67 a | 27.33 a | 35.80 a |
| 4. chlorpyrifos 5% GR | 1 | 109.67 a | 18.00 a | 36.80 a |
| 5. cartap hydrochloride + isoprocarb 3+3% GR | 1 | 124.00 a | 25.33 a | 37.50 a |
| 6. cartap hydrochloride 4% GR | 1 | 128.00 a | 19.67 a | 40.50 a |
| 7. control | - | 77.33 a | 54.33 b | 20.50 |
| cv | | 14.2 | 31.6 | 19.1 |

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกัน ซึ่งตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ผลโดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

## การทดลองที่ 3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง

## Field trial on effective of some insecticides for controlling thrips in potatoes


**ชื่อผู้วิจัย**

สุเมธ พากเพียร[1] อุราพร หนูนารถ[2] อรทัย วงค์เมธา[1] ไว อินต๊ะแก้ว[3] นาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1]

Sumet Pakpian[1] Uraporn Nunat[2] Orathai Wongmetha[1] Wai Intakaew[3] Nara Chotimudom[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

เพลี้ยไฟ (Thrips) ยาฆ่าแมลง (Insecticides) และมันฝรั่ง (Potato)



**บทคัดย่อ**

การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้วิธีและอัตราการใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง ปลอดภัยต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ คือ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imidacloprid 10% SL อัตรา 40 ml/น้ำ 20 l กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร thiamethoxam 25% WG อัตรา 3 g/น้ำ 20 l กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร cypermethrin 10% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร abamectin 1.8% EC อัตรา 30 ml/น้ำ 20 l กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 lกรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 8 ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) ดำเนินการในพื้นที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และ แปลงเกษตรกร จ.เชียงใหม่ ระยะเวลา ปี 2559-2560 จากผลการทดลองพบว่า หลังพ่นสารแล้ว 3 5 และ 7 วัน กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12%SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่งมากที่สุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ด้านประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารฆ่าแมลงกับเพลี้ยไฟพบว่า สาร spinosad 12% SC มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สาร emamecthrin benzoate 1.92% EC และ สาร fipronil 5% SC ตามลำดับ ด้านต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงพบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ spinosad 12% SC emamecthrin benzoate 1.92% EC และ fipronil 5% SC สารฆ่าแมลงที่มีต้นทุนต่ำสุดคือ การพ่นสาร fipronil 5% SC รองลงมาคือ การพ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC และ การพ่นสาร spinosad 12% SC ตามลำดับ


**Abstract**

กรมวิชาการเกษตร

Field Trial on Effective of Some Insecticides for Controlling Thrips in Potatoes. The purpose is to obtain effective methods and rates of insecticide to control thrips in potatoes, Safe natural enemies consumer and the environment. The experimental design was RCBD 8 treatment 3 replications is treatment 1 spraying imidacloprid 10% SL rate of 40 ml/20 liters of water. Treatment 2 spraying thiamethoxam 25% WG rate of 3 g/20 liters of water. Treatment 3 spraying cypermethrin 10% EC rate of 20 ml./20 liters of water. Treatment 4 spraying abamectin 1.8% EC rate of 30 ml/20 liters of water. Treatment 5 spraying fipronil 5%SC 19.2% EC rate of 20 ml./20 liters of water. Treatment 6 spraying emamecthrin benzoate 1.92% EC rate of 20 ml./20 liters of water. Treatment 7 spraying spinosad 12% SC rate of 10 ml./20 liters of water and Treatment 8 non insecticide (control). Operate in the area Chiang Rai Horticultural Research Center and farmers at Chiang Mai, during 2016-2017. From the experimental results found that after spraying 3 5 and 7 days, treatment 7 spraying spinosad 12% SC rate of 10 ml/20 liters of water is effective to control thrips in potatoes most. Followed by treatment 6 spraying emamecthrin benzoate 1.92% EC rate of 20 ml./20 liters of water and treatments 5 fipronil 5% SC rate of 20 ml/20 liters of water respectively. Significantly different from other treatments. The effective of insecticide for control thrips in potato, spinosad 12% SC was the most effective, followed by the best of emamecthrin benzoate 1.92% EC and fipronil 5% SC respectively. The cost of spraying insecticides, the most effective insecticides were spinosad 12% SC emamecthrin benzoate 1.92% EC and fipronil 5% SC. The lowest cost insecticide is fipronil 5% SC, followed by emamecthrin benzoate 1.92% EC and spinosad 12% SC respectively.

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

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

กรมวิชาการเกษตร

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอุตสาหกรรมพืชหนึ่ง ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลกสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในเขตภาคเหนือ โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อไร่อยู่ระหว่าง 6,000-8,000 บาท แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในเขตภาคเหนือ โดยมีผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 98 ของผลผลิตทั้งประเทศ มีแหล่งปลูกที่สำคัญ เช่น เชียงใหม่ ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา เป็นต้น และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น สกลนคร และเลย พื้นที่ปลูกปี 2557 มีพื้นที่ปลูกรวม 42,949 ไร่ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 5.04 ผลผลิตรวม 112,950 ตัน เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 7.41 ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยประมาณ 2,63 kg เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 13.12 เมื่อเทียบกับปี 2556 ปัจจุบันความต้องการมันฝรั่งและผลิตภัณฑ์ได้เพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของ

อุตสาหกรรมในประเทศที่ต้องการมันฝรั่งเพื่อการแปรรูป ทั้งในรูปมันฝรั่งทอดกรอบ มันฝรั่งทอดแท่ง และขนมขบเคี้ยวอื่นๆ ที่ทำจากแป้งมันฝรั่ง และบางส่วนยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (ชนิตาและคณะ, 2553; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศ ทำให้มีความต้องการวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chip) มีปริมาณสูงถึง 10,300 ตัน/เดือน ซึ่งปริมาณผลผลิตในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนของปี มีปริมาณค่อนข้างจะเพียงพอต่อความต้องการของโรงงาน แต่ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยช่วงครึ่งปีหลัง หรือในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม-ธันวาคม) จะมีการขาดแคลนอย่างมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) การผลิตมันฝรั่งภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปที่มีกำลังการลิตค่อนข้างสูง จึงต้องมีการนำเข้า โดยเฉพาะช่วงขาดแคลนในฤดูฝน ภาคเอกชนจึงขออนุญาตภาครัฐในการนำเข้ามันฝรั่งโดยไม่เสียภาษีนำเข้า เพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูป ในช่วงขาดแคลน จากผลการประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ของกระทรวง เกษตรฯ ที่ได้มีมติเห็นชอบเปิดตลาดนำเข้าสินค้าเกษตรสินค้าหัวหอมใหญ่ เมล็ดพันธุ์หอมหัวใหญ่ และมันฝรั่ง ปี 2555–2557 ตามข้อผูกพัน WTO สามารถนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งไม่จำกัดจำนวน เป็นระยะเวลา 3 ปี อัตราภาษีในโควตาร้อยละ 0 และอัตราภาษีนอกโควตาร้อยละ 125 โดยกำหนดว่าผู้นำเข้าต้องเป็นนิติบุคคล และราคาขายหัวพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์โรงงานไม่เกินกิโลกรัมละ 35 บาท โดยกำหนดราคารับซื้อผลผลิตขั้นต่ำในฤดูแล้งกิโลกรัมละ 9.90 บาท และฤดูฝนกิโลกรัมละ 14 บาท (รัฐบาลไทย, 2555) ในอนาคตการนำเข้ามันฝรั่งมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเกษตรกรใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งภายในประเทศมาทำการเพาะปลูก โดยที่เกษตรกรบางรายมีการเก็บหัวพันธุ์ไว้ใช้ในการเพาะปลูกเอง และมีการส่งเสริมจากภาครัฐในการใช้เทคนิคใหม่ๆ เพื่อช่วยให้หัวพันธุ์ในฝรั่งมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (ชนิตา และคณะ, 2553)

จากปัญหาการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง มีการปนเปื้อนของโรคและแมลงติดมากับหัวพันธุ์มันฝรั่ง การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองก็ไม่มีคุณภาพ มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง เช่น โรคใบไหม้ โรคเหี่ยว ไส้เดือนฝอยรากปม เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน หนอนกระทู้ หนอนแมลงวันชอนใบ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย รวมทั้งลดโอกาสและความสามารถในการแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านเมื่อมีการเปิดตลาดเขตการค้าเสรีอาเซียน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการวิจัยและพัฒนาการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งภายในประเทศให้สามารถลดการนำเข้าได้บางส่วนและลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกร

มันฝรั่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือ เนื่องจากทำรายได้ให้แก่เกษตรกรสูง ซึ่งร้อยละ 90 ของผลผลิตที่ได้นำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chips) นอกจากที่มีการขยายพื้นที่ปลูกและปลูกอย่างต่อเนื่องในบางพื้นที่ เช่น อ.พบพระ จ.ตาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทำให้มีแมลงศัตรูที่สำคัญบางชนิดลงทำลายเสมอ แต่ที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง หากเกษตรกรไม่ทำการป้องกันกำจัด หรือใช้วิธีป้องกันกำจัดไม่ถูกต้องและเหมาะสมแล้ว จะทำให้หัวมันฝรั่งที่

เก็บไว้ได้รับความเสียหาย นอกจากนี้แล้วยังพบ เพลี้ยไฟฝ้าย เพลี้ยไฟพริก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้กัดต้น หนอนแมลงวันชอนใบ เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะสมอฝ้าย อีกด้วย (สมศักดิ์ และคณะ, 2554)

แมลงศัตรูมันฝรั่งมีหลายชนิด ซึ่งจะเข้าทำลายทุกระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ย้ายลงแปลงปลูกจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว และระยะการเก็บรักษา ทำให้ผลผลิตมันฝรั่งที่ได้ลดลง ไม่มีคุณภาพ และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด แมลงศัตรูที่สำคัญของมันฝรั่ง ได้แก่ หนอนเจาะหัวมันฝรั่ง (Potato tuber moth) เพลี้ยไฟฝ้าย (Cotton thrips) เพลี้ยไฟพริก (Chili thrips) หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm) หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm) หนอนกระทู้กัดต้น (Black cutworm) หนอนแมลงวันชอนใบ (leaf miner flies) เพลี้ยอ่อน (Aphid) ในการควบคุมแมลงศัตรูมันฝรั่งทำได้โดย พวกเพลี้ยอ่อน พ่นด้วยสารคาร์บาริล (Carbaryl) สลับกับคาร์โบซัลแฟน (Carbosulfan) ทุก 10 วัน ถ้ามีหนอนแมลงวันชอนใบและเพลี้ยไฟระบาดควรพ่นด้วยอิมิดาโคลพริด (Imidacloprid) สลับกับไซเพอร์เมทริน/โฟซาโลน (*Cypermetthrin/Phosalone*) หรือ อะบาเม็กติน (Abamectin) + ปิโตรเลียม ออยล์ ฉีดพ่นทุกๆ 5-7 วัน (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557)

พิสุทธิ์ (2550) กล่าวว่า แมลงศัตรูมันฝรั่งในสภาพไร่ที่พบเสมอได้แก่ หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm) *Spodoptera litura* (F.) นอกจากกัดกินใบและยอดแล้ว เมื่อหนอนหลบซ่อนตัวในดินยังสามารถกัดกินหัวมันฝรั่ง ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้อีกด้วย เพลี้ยไฟดูดกินน้ำเลี้ยงจากตาดอก ยอดอ่อน ทำให้ใบหงิกงอ ไม่ยืดขยายตามปกติ เพลี้ยไฟที่พบมีหลายชนิดเช่น เพลี้ยไฟพริก (Chili thrips) *Scirtothrips dorsalis* Hood และเพลี้ยไฟฝ้าย (Cotton thrips) *Thrips palmi* Karny เพลี้ยจักจั่นฝ้าย (Cotton leafhopper) *Amrasca biguttula* (Ishida) พืชอาศัยมีมากมาย เช่น ฝ้าย มันฝรั่ง ปอแก้ว มะเขือ ทานตะวัน กระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น หนอนเจาะสมอฝ้าย (Cotton bollworm) *Helicoverpa armigera* (Hubner) หนอนมีทั้งสีเขียว และสีน้ำตาลปนเหลือง ลำตัวมีขนละเอียดเล็กๆ ที่เป็นหนามแข็ง หนอนมีนิสัยค่อนข้างดุกว่าหนอนกระทู้ทั่วไป ชอบกินดอกมันฝรั่งมากกว่าใบ ทำให้ดอกเสียหาย เป็นแมลงที่มีพืชอาหารมากมายเช่น ฝ้าย มันฝรั่ง ข้าวโพด ถั่ว มะเขือ ส้ม เป็นต้น

จากการศึกษาการป้องกันและควบคุมแมลงพาหะของเชื้อไวรัสในมันฝรั่งพอสรุปได้เบื้องต้นว่า สารคาร์โบซัลแฟน และ อะบาแม็กติน รวมทั้ง ปิโตเลียมออยล์ ไวท์ออยล์ สารสกัดสะเดา และฟูราดาน ไม่สามารถลดการระบาดของโรคได้ แม้ว่าจะช่วยลดปริมาณแมลงพาหะของโรคได้ก็ตาม เนื่องจากไวรัสที่ติดไปกับแมลงพาหะเมื่อแมลงดูดกินต้นที่เป็นโรคแล้วไปดูดกินต้นที่ปกติ ถึงแม้ปริมาณแมลงพาหะเพียงไม่กี่ตัวก็สามารถเกิดโรคได้ (สิทธิศักดิ์, 2553)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการวิจัยเพื่อหา เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญของมันฝรั่งในแปลงเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรทั่วไปได้ใช้หัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีคุณภาพ ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพ และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สร้างรายได้สู่เกษตรกร และสร้างรายได้เข้าประเทศ

## ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

<u>อุปกรณ์</u>

กรมวิชาการเกษตร

1) แปลงมันฝรั่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย และ แปลงมันฝรั่งของเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่
2) สารฆ่าแมลง imidacloprid 10% SL, thiamethoxam 25% WG, cypermethrin 10% EC, abamectin 1.8% EC, fipronil 5% SC, emamecthrin benzoate 1.92% EC และ spinosad 12% SC
3) ไม้หลักและป้ายสำหรับทำเครื่องหมายแปลงทดลอง
4) กระบอกตวงสารขนาด 100 ml และ ถังน้ำพลาสติกขนาด 20 l
5) กระดาษบันทึกผลการทดลอง

<u>วิธีการ</u>

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 | พ่นสาร imidacloprid 10% SL | อัตรา 40 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 2 | พ่นสาร thiamethoxam 25% WG | อัตรา 3 g/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 3 | พ่นสาร cypermethrin 10% EC | อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 4 | พ่นสาร abamectin 1.8% EC | อัตรา 30 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 5 | พ่นสาร fipronil 5% SC | อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 6 | พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC | อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 7 | พ่นสาร spinosad 12% SC | อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 8 | ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) | |

ดำเนินการในแปลงปลูกมันฝรั่ง ขนาดแปลงย่อย 4x6 เมตร จำนวน 24 แปลง ใช้หัวพันธุ์แอตแลนติกจากโครงการผลิตหัวพันธุ์ปลอดโรคที่ผ่านการพักตัว เตรียมดินโดยไถลึกและตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ ไถพรวนอีก 1-2 ครั้ง แล้วเตรียมแปลงโดยยกเป็นแปลงย่อยขนาด 4×6 เมตร แปลงสูง 30 cm ระยะปลูก 20x85 cm ดูแลแปลงมันฝรั่งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยห้ามพ่นยาฆ่าแมลงทุกชนิด

ตรวจนับปริมาณเพลี้ยไฟในแปลงมันฝรั่ง โดยวิธีสุ่มนับจากมันฝรั่งบริเวณ 4 แถวกลางแปลงย่อยๆ ละ 10 ต้น ไม่ตรวจนับแถมริม เริ่มพ่นสารตามกรรมวิธีเมื่อพบเพลี้ยไฟระบาด ทำการตรวจนับแมลงก่อนพ่นสารและหลังพ่นสารทุก 3 5 และ 7 วัน พ่นซ้ำเมื่อพบการระบาดของแมลง บันทึกข้อมูลปริมาณเพลี้ยไฟ ความเป็นพิษต่อพืช ต้นทุน ทำการวิเคราะห์และสรุปผล

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น กันยายน 2559 สิ้นสุด กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย
แปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

กรมวิชาการเกษตร

ในปี 2559 ทำการทดลอง ณ แปลงมันฝรั่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย พบว่า ก่อนพ่นสารพบจำนวนเพลี้ยไฟในกรรมวิธีต่างๆ เฉลี่ย 0.90-1.90 ตัว/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี analysis of variance

หลังพ่นสารแล้ว 3 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92%EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 0.63 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imidacloprid 10% SL อัตรา 40 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร cypermethrin 10% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.77 ตัว/ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 8 ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร thiamethoxam 25% WG กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร abamectin 1.8% EC และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5%SC ตามลำดับ หลังพ่นสารแล้ว 5 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92%EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 0.17 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร abamectin 1.8% EC อัตรา 30 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.23 ตัว/ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 8 ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร cypermethrin 10% EC กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imidacloprid 10% SL และ กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร thiamethoxam 25% WG ตามลำดับ

หลังพ่นสารแล้ว 7 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 0.12 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.17 ตัว/ต้น และ กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร thiamethoxam 25% WG อัตรา 3 g/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.19 ตัว/ต้น ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 8 ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร imidacloprid 10% SL กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร cypermethrin 10% EC และ กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร abamectin 1.8% EC ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** จำนวนเพลี้ยไฟที่พบในแปลงมันฝรั่ง ก่อนและหลังการพ่นสารกรรมวิธีต่างๆ ณ แปลงมันฝรั่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย (ตุลาคม 2558–กุมภาพันธ์ 2559)

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (g หรือ ml/น้ำ 20 l) | จำนวนเพลี้ยไฟ (ตัว/ต้น) [1/] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ก่อนพ่นสาร | หลังพ่นสาร (วัน) | | |
| | | | 3 | 5 | 7 |
| 1. imidacloprid 10%SL | 40 | 1.63 | 0.77 a | 0.33 a | 0.23 a |
| 2. thiamethoxam 25%WG | 3 | 1.53 | 0.87 a | 0.35 a | 0.19 a |
| 3. cypermethrin 10%EC | 20 | 1.50 | 0.77 a | 0.40 a | 0.26 a |
| 4. abamectin 1.8%EC | 30 | 1.90 | 1.00 a | 0.32 a | 0.27 a |
| 5. fipronil 5%SC | 20 | 1.80 | 1.00 a | 0.23 a | 0.17 a |
| 6. emamecthrin benzoate | 20 | 1.30 | 0.63 a | 0.17 a | 0.12 a |

กรมวิชาการเกษตร

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (g หรือ ml/น้ำ 20 l) | จำนวนเพลี้ยไฟ (ตัว/ต้น) [1/] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ก่อนพ่นสาร | หลังพ่นสาร (วัน) | | |
| | | | 3 | 5 | 7 |
| 1.92%EC | 10 | 1.47 | 0.80 a | 0.23 a | 0.12 a |
| 7. spinosad 12%SC | - | 1.30 | 1.80 b | 1.63 b | 1.37 b |
| 8. ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) | | | | | |
| C.V. (%) | | 22.7 | 20.8 | 32.8 | 36.9 |

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวเลขเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารฆ่าแมลงกับเพลี้ยไฟ**

หลังพ่นสาร 3 วัน พบว่า ไม่พบสารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ โดยสารที่ดีที่สุดคือ ได้ดีที่สุดคือ imidacloprid 10% SL เท่ากับ 52.76% รองลงมาคือ emamecthrin benzoate 1.92% EC เท่ากับ 51.54% และ cypermethrin 10%EC เท่ากับ 48.67% ตามลำดับ

หลังพ่นสาร 5 วัน พบว่า สารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุดคือ fipronil 5%SC เท่ากับ 77.77% รองลงมาคือ emamecthrin benzoate 1.92% EC เท่ากับ 73.02 และ spinosad 12%EC เท่ากับ 71.25% ตามลำดับ

หลังพ่นสาร 7 วัน พบว่า ไม่พบสารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ โดยสารที่ดีที่สุดคือ ได้ดีที่สุดคือ cypermethrin 10% EC เท่ากับ 56.67% รองลงมาคือ spinosad 12% SC เท่ากับ 47.83% และ thiamethoxam 25% WG เท่ากับ 45.74% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสารชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง ณ แปลงมันฝรั่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (ก. หรือ ml/ น้ำ 20 l) | ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (%) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | หลังพ่นสาร (วัน) | | |
| | | 3 | 5 | 7 |
| 1. imidacloprid 10% SL | 40 | 52.76 | 57.14 | 30.30 |
| 2. thiamethoxam 25% WG | 3 | 43.14 | 59.77 | 45.71 |
| 3. cypermethrin 10% EC | 20 | 48.67 | 48.05 | 56.67 |
| 4. abamectin 1.8% EC | 30 | 47.37 | 68.00 | 15.63 |
| 5. fipronil 5% SC | 20 | 44.44 | 77.00 | 26.09 |
| 6. emamecthrin benzoate 1.92% EC | 20 | 51.54 | 73.02 | 29.41 |
| 7. spinosad 12% SC | 10 | 45.58 | 71.25 | 47.83 |

หมายเหตุ : สารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง ต้องมากกว่า 70%

กรมวิชาการเกษตร

ในปี 2560 ทำการทดลอง ณ แปลงเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ พบว่า ก่อนพ่นสารพบจำนวนเพลี้ยไฟในกรรมวิธีต่างๆ เฉลี่ย 24.83-26.80 ตัว/ต้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี analysis of variance

หลังพ่นสารแล้ว 3 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 5.30 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 6.13 ตัว/ต้น และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 6.57 ตัว/ต้น ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น

หลังพ่นสารแล้ว 5 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 1.23 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 1.57 ตัว/ต้น และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 1.67 ตัว/ต้น ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น

หลังพ่นสารแล้ว 7 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l พบจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุด เท่ากับ 0.21 ตัว/ต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.30 ตัว/ต้น และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l เท่ากับ 0.39 ตัว/ต้น ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร abamectin 1.8% EC อัตรา 30 ml/น้ำ 20 l (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** จำนวนเพลี้ยไฟที่พบในแปลงมันฝรั่ง ก่อนและหลังการพ่นสารกรรมวิธีต่างๆ ณ แปลงเกษตรกร อ. สันทราย จ.เชียงใหม่ (ตุลาคม 2559 – กุมภาพันธ์ 2560)

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (g หรือ ml/น้ำ 20 l) | จำนวนเพลี้ยไฟ (ตัว/ต้น) [1/] | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ก่อนพ่นสาร | หลังพ่นสาร (วัน) | | |
| | | | 3 | 5 | 7 |
| 1. imidacloprid 10% SL | 40 | 26.57 | 14.27 b | 7.30 b | 3.40 c |
| 2. thiamethoxam 25% WG | 3 | 24.83 | 11.87 b | 5.87 b | 2.30 bc |
| 3. cypermethrin 10% EC | 20 | 26.10 | 13.37 b | 7.17 b | 3.53 c |
| 4. abamectin 1.8% EC | 30 | 25.67 | 13.00 b | 4.70 b | 1.47 ab |
| 5. fipronil 5% SC | 20 | 25.53 | 6.57 a | 1.67 a | 0.39 a |
| 6. emamecthrin benzoate 1.92% EC | 20 | 26.23 | 6.13 a | 1.57 a | 0.30 a |
| 7. spinosad 12% SC | 10 | 26.80 | 5.30 a | 1.23 a | 0.21 a |
| 8. ไม่ใช้สารฆ่าแมลง (Control) | - | 26.03 | 22.10 c | 13.90 c | 8.07 d |
| C.V. (%) | | 13.50 | 11.10 | 25.60 | 33.90 |

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีตัวเลขเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารฆ่าแมลงกับเพลี้ยไฟ**

กรมวิชาการเกษตร

หลังพ่นสาร 3 วัน พบว่า สารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุดคือ spinosad 12% SC เท่ากับ 80.22% รองลงมาคือ emamecthrin benzoate 1.92% EC เท่ากับ 76.63% และ fipronil 5% SC เท่ากับ 74.27% ตามลำดับ หลังพ่นสาร 5 วัน พบว่า สารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุดคือ spinosad 12% SC เท่ากับ 76.79% รองลงมาคือ fipronil 5% SC เท่ากับ 74.58% และ emamecthrin benzoate 1.92% EC เท่ากับ 74.39% ตามลำดับ

หลังพ่นสาร 7 วัน พบว่า สารที่แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุดคือ spinosad 12% SC เท่ากับ 82.93% รองลงมาคือ emamecthrin benzoate 1.92% EC เท่ากับ 80.89% และ fipronil 5% SC เท่ากับ 76.65% และ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสารชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง ณ แปลงเกษตรกร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (ก. หรือ ml/ น้ำ 20 l) | ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด (%) หลังพ่นสาร (วัน) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 5 | 7 |
| 1. imidacloprid 10%SL | 40 | 46.29 | 48.84 | 53.42 |
| 2. thiamethoxam 25%WG | 3 | 52.19 | 50.55 | 60.82 |
| 3. cypermethrin 10%EC | 20 | 48.77 | 46.37 | 50.77 |
| 4. abamectin 1.8%EC | 30 | 49.36 | 63.85 | 68.72 |
| 5. fipronil 5%SC | 20 | 74.27 | 74.58 | 76.65 |
| 6. emamecthrin benzoate 1.92%EC | 20 | 76.63 | 74.39 | 80.89 |
| 7. spinosad 12%SC | 10 | 80.22 | 76.79 | 82.93 |

หมายเหตุ : สารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลง ต้องมากกว่า 70%

**ต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลง**

ต้นทุนในการพ่นสารฆ่าแมลงใน 1 ครั้ง พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ spinosad 12%SC emamecthrin benzoate 1.92%EC และ fipronil 5%SC มีต้นทุนเท่ากับ 270 436 และ 65 บาท/ไร่/ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** ต้นทุนการพ่นสารป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (ก. หรือ ml/ น้ำ 20 l)[2/] | ราคาสาร [1/] (บาท/l หรือ kg) | ต้นทุน | |
|---|---|---|---|---|
| | | | บาท/20 l | บาท/ไร่/ครั้ง |
| 1. imidacloprid 10%SL | 40 | 550 | 20 | 100 |
| 2. thiamethoxam 25%WG | 3 | 5,500 | 16.5 | 82.5 |
| 3. cypermethrin 10%EC | 20 | 380 | 7.6 | 38 |

กรมวิชาการเกษตร

| กรรมวิธี | อัตราการใช้ (ก. หรือ ml/น้ำ 20 l)[2/] | ราคาสาร [1/] (บาท/l หรือ kg) | ต้นทุน | |
|---|---|---|---|---|
| | | | บาท/20 l | บาท/ไร่/ครั้ง |
| 4. abamectin 1.8%EC | 30 | 380 | 11.4 | 57 |
| 5. fipronil 5%SC | 20 | 650 | 13 | 65 |
| 6. emamecthrin benzoate 1.92%EC | 20 | 4,360 | 87.2 | 436 |
| 7. spinosad 12%SC | 10 | 5,400 | 54 | 270 |

[1/] ราคาสารเมื่อ เดือนกุมภาพันธ์ 2560

[2/] อัตราการพ่นสารในมันฝรั่ง ใช้น้ำประมาณ 100 l/ไร่

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากการการทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่งพบว่า หลังพ่นสารแล้ว 3 5 และ 7 วัน กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่งได้ดีที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร spinosad 12%SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92%EC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l และ กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร fipronil 5%SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่น ด้านประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดของสารฆ่าแมลงกับเพลี้ยไฟพบว่า สาร spinosad 12%SC มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สาร emamecthrin benzoate 1.92%EC และ สาร fipronil 5%SC ตามลำดับ ด้านต้นทุนการพ่นสารฆ่าแมลงพบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ spinosad 12%SC emamecthrin benzoate 1.92%EC และ fipronil 5%SC สารฆ่าแมลงที่มีต้นทุนต่ำสุดคือ การพ่นสาร fipronil 5%SC รองลงมาคือ การพ่นสาร emamecthrin benzoate 1.92%EC และ การพ่นสาร spinosad 12%SC ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* Riley) ในมันฝรั่ง**

**Efficacy test of insecticides for controlling the Cabbage leafminer; *Liriomyza brassicae* (Riley) on potato**

**ชื่อผู้วิจัย**

สมรวย รวมชัยอภิกุล[1] อุราพร หนูนารถ[1] วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร[1]

Somruay Ruamchaiapikul[1] Uraporn Nunat[1] Worawit Sudcharitthamjariyangkul[1]

**คำสำคัญ (Keywords)**

มันฝรั่ง (Potato) หนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* (Riley)) ยาฆ่าแมลง insecticides

**บทคัดย่อ**

การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบในมันฝรั่ง ดำเนินการทดลอง ที่แปลงเกษตรกร อ.แม่สอด จ.ตาก ระหว่างเดือน สิงหาคม-กันยายน 2559 และ กรกฎาคม-สิงหาคม 2560 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ พ่นสาร fipronil 5% SC, white oil 67% EC, dinotefuran 10% WP, spinetoram 12% SC, deltamethrin 3% EC, emamectin benzoate 1.92% EC และ triazophos 40% EC อัตรา 20, 80, 10 g, 10, 20, 10 และ 40 mlน้ำ 20 l ตามลำดับ และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง(น้ำเปล่า) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดี คือ spinetoram 12% SC และ fipronil 5% SC อัตรา 10 และ 20 mlน้ำ 20 l ตามลำดับ และ สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC และ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 10 g, 20 และ 10 mlน้ำ 20 l ตามลำดับ ควรพ่นสารสลับกันเพื่อป้องกันความต้านทานของสารกำจัดแมลง

**Abstract**

Efficacy of insecticides and their application rates for controlling the cabbage leafminer; *Liriomyza brassicae* (Riley) on Potato. The experiment was conducted at farmer's field, Maesod district, Tak during August-September 2016 and during July-August 2017. The experimental design was randomized complete block design with 8 treatments and 3 replications. The treatments were dinotefuran 10% WP, fipronil 5% SC, white oil 67% EC, spinetoram 12% SC, deltamethrin 3% EC, emamectin benzoate 1.92% EC and triazophos 40% EC at the rate of 10 g, 20, 80, 10, 20, 10 and 40 mlper 20 litres of water respectively and the untreated. The treatments insecticides were sprayed 7 days with high pressure sprayer. The result of investigation on number of cabbage leafminer lavae showed that the

กรมวิชาการเกษตร

effective insecticides were spinetoram 12% SC, fipronil 5%SC, dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC and emamectin benzoate 1.92% EC.

---

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

## บทนำ

มันฝรั่ง (Irish potato, *Solanum tuberosum* Linnaeus) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดทางแถบที่ราบสูงของเทือกเขาแอนดิสในอเมริกาใต้ ปลูกกันมานานแล้ว แถบที่มีพื้นที่ปลูกมาก ได้แก่ ยุโรปตะวันตก เอเชีย อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ และประเทศแถบอัฟริกา ทุกวันนี้มันฝรั่งเปนพืช ที่มีความสำคัญเปนอันดับ 4 รองจาก ขาวโพด ขาวเจา และขาวสาลี ซึ่งปลูกอยูใน 150 ประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยที่ปจจุบันนิยมบริโภคอาหารแบบตะวันตกเพิ่มมากขึ้น การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยมี 2 ประเภท คือการปลูกสำหรับบริโภคสด และการปลูกเพื่อสงโรงงานแปรรูป เกษตรกรในภาคเหนือนิยมปลูกมันฝรั่งเนื่องจากใหผลตอบแทนสูงเมื่อเทียบกับพืชอื่นๆ หลายชนิด โดยจะมีกำไรอยูระหวาง 6,000 ถึง 9,000 บาทตอไร แหลงปลูกที่สำคัญอยูในจ.เชียงใหม และตาก ซึ่งมีผลผเวมกันประมาณรอยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมด สำหรับในประเทศไทยการปลูกมันฝรั่งจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือ เนื่องจากทำรายได้ให้แก่เกษตรกรสูง ซึ่งร้อยละ 90 ของผลผลิตที่ได้นำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chips) จากการที่มีการขยายพื้นที่ปลูกและปลูกอย่างต่อเนื่อง ในบางพื้นที่ เช่น เขตอ.พบพระ จ.ตาก อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทำให้มีแมลงศัตรูที่สำคัญบางชนิดลงทำลายเสมอๆ จากการศึกษาวิจัยและสำรวจพบว่า แมลงศัตรูที่พบทำลายมันฝรั่งมีมากมายหลายชนิด แต่ที่สำคัญและก่อให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ หนอนแมลงวันชอนใบ หนอนผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง เพลี้ยไฟฝ้าย เพลี้ยไฟพริก หนอนกระทู้หอม และหนอนกระทู้ผัก เป็นต้น (สมศักดิ์ และ คณะ, 2554) โดยเฉพาะหนอนแมลงวันชอนใบ พบว่าระยะตัวหนอนจะชอนไชทำลายอยู่ใต้ผิวใบพืช ทำให้ใบพืชได้รับความเสียหาย ถ้าลงทำลายรุนแรง ก็จะทำให้ใบแห้ง และร่วงหล่น ต้นพืชจะชะงักการเจริญเติบโต หรือตายได้ หากเกษตรกรไม่ทำการป้องกันกำจัด หรือใช้วิธีป้องกันกำจัดไม่ถูกต้อง และเหมาะสมแล้วก็จะทำให้หัวมันฝรั่งที่เก็บไว้ได้รับความเสียหาย

## ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>อุปกรณ์</u>

1. แปลงมันฝรั่ง
2. สารกำจัดแมลง fipronil 5% SC (Ascend), white oil 67% EC, dinotefuran 10% WP (Staekle), spinetoram 12% SC (Exsal), deltamethrin 3% EC (Desis 3), emamectin benzoate 1.92%EC (Proclaim 019 EC), และ triazophos 40% EC (Hostathion 40 EC)
3. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำ
4. ปุ๋ยเคมี, สารป้องกันกำจัดโรคพืช และ สารจับใบ

กรมวิชาการเกษตร

5. กระบอกตวงขนาดเล็ก และ ถังน้ำพลาสติก

6. แผ่นป้ายแสดงกรรมวิธี และอุปกรณ์จดบันทึกข้อมูล

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

| | |
|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร fipronil 5% SC | อัตรา 20 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร white oil 67% EC | อัตรา 80 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร dinotefuran 10% WP | อัตรา 10 g/น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร spinetoram 12% SC | อัตรา 10 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร deltamethrin 3% EC | อัตรา 20 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร emamectin benzoate 1.92% EC | อัตรา 10 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร triazophos 40% EC | อัตรา 40 มล./น้ำ 20 l |
| กรรมวิธีที่ 8 ไม่พ่นสารกำจัดแมลง (น้ำเปล่า) | |

วิธีปฏิบัติการทดลอง

เริ่มพ่นสารกำจัดแมลงตามกรรมวิธี เมื่อพบการระบาดของหนอนแมลงวันชอนใบเกิน 10% ช่วงพ่นสารกำจัดแมลง 7 วัน พ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำ อัตราการพ่นสาร 120 l ต่อไร่ โดยตรวจนับเปอร์เซ็นต์การทำลาย ก่อนการพ่นสารกำจัดแมลงครั้งแรก และหลังพ่นสารกำจัดแมลง 7 วัน สุ่มตรวจนับเปอร์เซ็นต์การทำลาย จากต้นมันฝรั่ง 10 ยอดต่อแปลงย่อยและตรวจนับเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบ และให้คะแนนการทำลายดังนี้

คะแนน 1= พื้นที่ใบถูกทำลายประมาณ 0-5 %

คะแนน 2 = พื้นที่ใบถูกทำลายประมาณ 6-25 %

คะแนน 3 = พื้นที่ใบถูกทำลายประมาณ 26-50%

คะแนน 4 = พื้นที่ใบถูกทำลายประมาณ 51% ขึ้นไป

บันทึกผล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติที่เหมาะสม และคำนวณต้นทุนการใช้สารกำจัดแมลงในแต่ละกรรมวิธี เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง แปลงมันฝรั่งของเกษตรกร ที่อ.แม่สอด จ.ตาก

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองที่ 1 ที่อ.แม่สอด จ.ตาก ระหว่างเดือน สิงหาคม-กันยายน 2559 (ตารางที่ 1)

ก่อนพ่นสารกำจัดแมลง.. พบว่าทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ยระหว่าง 21.33-28.67 เปอร์เซ็นต์/ 10 ยอด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

หลังจากพ่นสารกำจัดแมลงแล้ว 7 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร fipronil 5%SC, white oil 67% EC, dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC, emamectin benzoate 1.92% EC และ triazophos 40% EC อัตรา 20, 80, 10 g, 20, 10 และ 40 mlน้ำ 20 l มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 11.33, 8.67, 10.00, 7.33, 9.33 และ 10.00%/ 10 ยอด ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 10 ml /น้ำ 20 l ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 4.67 เปอร์เซ็นต์/10 ยอด และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 4.67-11.33%/10 ยอด มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 26.00%/10 ยอด

**ตารางที่ 1** ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงบางชนิดในการควบคุมหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* Riley) ในมันฝรั่งในแปลงเกษตรกร อ.แม่สอด จ.ตาก ระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน 2559

| Treatment | Dosage (g,ml/20 l of water) | Cost (baht/rai) | Average percentage of damage [1/] | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Before application | 7 day after application |
| 1. fipronil 5% SC | 20 | 82.20 | 28.67 | 11.33 b |
| 2. white oil 67% EC | 80 | 72.00 | 25.33 | 8.67 b |
| 3. dinotefuran 10% WP | 10 | 102.00 | 26.00 | 10.00 b |
| 4. spinetoram 12% SC | 10 | 324.00 | 21.33 | 4.67 a |
| 5. deltamethrin 3% EC | 20 | 120.00 | 25.33 | 7.33 b |
| 6. emamectin benzoate 1.92% EC | 10 | 216.00 | 27.33 | 9.33 b |
| 7. triazophos 40% EC | 40 | 72.00 | 23..33 | 10.00 b |
| 8. Untreated | - | - | 22.67 | 26.00 c |
| CV (%) | - | - | 57.8 | 82.6 |

[1/] Mean of 4 replication; in a column, means followed by a common letter are not significantly different 5% level by DMRT.

แปลงทดลองที่ 2 ระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2560 อ.แม่สอด จ.ตาก (ตารางที่ 2)

ก่อนพ่นสารกำจัดแมลง.. พบว่าทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ยระหว่าง 30.67-35.67 เปอร์เซ็นต์/ 10 ยอด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

หลังจากพ่นสารกำจัดแมลงแล้ว 7 วัน พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร white oil 67% EC และ triazophos 40% EC อัตรา 80 และ 40 mlน้ำ 20 l มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 30.33 และ 28.00 %/ 10 ยอด ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร fipronil 5% SC และ spinetoram 12% SC อัตรา 20 และ 10 ml น้ำ 20 l ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 18.00 และ 15.33%/ 10 ยอด ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC และ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 10 g, 20 และ 10 mlน้ำ 20 l มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 22.67, 21.67 และ 20.33%/ 10 ยอด และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลง มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 15.33-30.33%/ 10 ยอด มีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลงซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ย 45.67%/ 10 ยอด

ต้นทุนสารกำจัดแมลง จากการวิเคราะห์ต้นทุนการพ่นสารกำจัดแมลง โดยคำนวณจากอัตราการพ่นสาร 120 l/ไร่ พบว่าสาร white oil 67% EC, triazophos 40% EC, fipronil 5% SC, dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC, emamectin benzoate 1.92% EC และ spinetoram 12% SC อัตรา 80, 40, 20, 10 g, 20,10 และ 10 mlน้ำ 20 l มีต้นทุนการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 72.00, 72.00, 82.20, 102.00, 120.00, 216.00 และ 324.00 บาท/ไร่/ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากการทดลองเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพ และ ต้นทุน สารกำจัดแมลงที่แนะนำให้ใช้อันดับแรก คือ fipronil 5% SC อัตรา 20 ml/น้ำ 20 l และ สารกำจัดแมลงอื่นๆ ได้แก่ dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC และ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 10 g, 20 และ 10 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ เลือกพ่นสารสลับกันเพื่อป้องกันความต้านทานของสารกำจัดแมลง ในระดับที่มีการระบาดของหนอนแมลงวันชอนใบเฉลี่ยน้อยกว่า 40.00%/10 ยอด แต่ถ้ามีการระบาดของหนอนแมลงวันชอนใบมากกว่านั้น อาจใช้ สารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC อัตรา 10 ml/น้ำ 20 l ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุด และมีความเป็นพิษน้อย แต่มีต้นทุนที่สูง และสารกำจัดแมลงที่ทดลองในทุกกรรมวิธีไม่เป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อยอด ใบ และดอกมันฝรั่ง สำหรับการพ่นสารกำจัดแมลงดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพดีนั้น ต้องทำการพ่นโดยใช้อัตรา 120 l/ไร่ โดยเน้นให้ละอองสารกำจัดแมลงตกบนส่วนกลางของลำต้น และควรหมั่นสำรวจการระบาดของแมลง

**ตารางที่ 2** ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงบางชนิดในการควบคุมหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* Riley) ในมันฝรั่งในแปลงเกษตรกร อ.แม่สอด จ.ตาก ระหว่างเดือนกรกฎคม-สิงหาคม 2560

| Treatment | Dosage (g,ml/20 l of water) | Cost (baht/rai) | Average percentage of damage [1/] | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Before application | 7 day after application |
| 1. fipronil 5% SC | 20 | 82.20 | 28.67 | 11.33 b |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2. white oil 67% EC | 80 | 72.00 | 25.33 | 8.67 b |
| 3. dinotefuran 10% WP | 10 | 102.00 | 26.00 | 10.00 b |
| 4. spinetoram 12% SC | 10 | 324.00 | 21.33 | 4.67 a |
| 5. deltamethrin 3% EC | 20 | 120.00 | 25.33 | 7.33 b |
| 6. emamectin benzoate 1.92% EC | 10 | 216.00 | 27.33 | 9.33 b |
| 7. triazophos 40% EC | 40 | 72.00 | 23..33 | 10.00 b |
| 8. Untreated | - | - | 22.67 | 26.00 c |
| CV (%) | - | - | 57.8 | 82.6 |

1/ Mean of 4 replication; in a column, means followed by a common letter are not significantly different 5% level by DMRT.

**สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ**

การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ *Liriomyza brassicae* (Riley) ในมันฝรั่ง ผลการทดลองพบว่าสารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดี คือ spinetoram 12% SC และ fipronil 5% SC อัตรา 10 และ 20 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ และ สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพรองลงมา ได้แก่ dinotefuran 10% WP, deltamethrin 3% EC และ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 10 g, 20 และ 10 ml/น้ำ 20 l ตามลำดับ เลือกพ่นสารสลับกันเพื่อป้องกันความต้านทานของสารกำจัดแมลง

กรมวิชาการเกษตร

**กิจกรรมที่ 4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว**

**กิจกรรมที่ 4.1 การยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

# การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง
# Effect of ozone levels to prolong the shelf life in seed potato


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงค์เมธา[1] อนุภพ เผือกผ่อง[1] กิตติชัย แซ่ย่าง[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1] สาคร ยังผ่อง[1]
ฐิตาภรณ์ เรืองกูล[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1] ศิรินันท์ญา จรินทร[1]

Orathai Wongmetha[1] Anupop Puakpong[1] Kittichai Saeyang[1] Onanong Sawangsuriyawong[1]
Nasakorn Youngpong[1] Thitaporn Ruangkul[1] Weeraphan Tansao[1] Sirinanya Jarinthon[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

โอโซน (Ozone) อายุการเก็บรักษา (the shelf life) มันฝรั่ง (potato)
และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (postharvest)



**บทคัดย่อ**

ผลของระดับโอโซนในการยืดอายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่ง ดำเนินการปี 2560-2561 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ ได้แก่ การไม่รมโอโซน การรมโอโซนที่ความเข้มข้น 1 3 และ 5 ppm นาน 15 นาที ภายในภาชนะพลาสติกแบบปิด บันทึกข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักสดและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการรมหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm ภายหลังการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ หรือ 6 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด คือ 7.22% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ปริมาณน้ำตาล และกรดมาลิกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยความเข้มข้นของโอโซนที่ระดับ 1 ppm ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรักโทส และกรดมาลิกต่ำที่สุด คือ 7.30, 5.76, 7.22, 7.30% และ 1.76% ตามลำดับ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนทุกระดับความเข้มข้นเริ่มงอกพร้อมกัน หลังจากเก็บรักษา 4 เดือน ทุกกรรมวิธีไม่ปรากฏการเกิดโรคจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย

**Abstract**

**Firstly, the effect of ozone levels to prolong the shelf life in seed potato** during 2017-2018. The experiment was designed as a randomized complete block design (RCBD) with four treatments and five replicates. The treatments including without ozone, ozone gas concentrations at 1, 3, and 5 ppm for 15 minutes under the plastic chamber and recorded


กรมวิชาการเกษตร

the data of fresh weight and quality attributes between storage. Seed potato treated with 5 ppm ozone after storage for 24 weeks or 6 months was showed the lowest percentage of weight loss at 7.22% without significantly different compared with other treatments. The sugar level and malic acid were trended to increase during storage. At 1 ppm ozone was represented the lowest of total soluble solids (TSS), sucrose, glucose, fructose, and malic acid at 7.30, 5.76, 7.22, 7.30, and 1.76%, respectively. Seed potato treated with different ozone levels were germinated at the same time in 4 months. All treatments were disappeared seed potato diseases caused by fungi, viruses, and bacteria.

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

## บทนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้ในเขตอบอุ่น-หนาว มีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด นิยมปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าวในช่วงฤดูหนาว (Kittipadakul *et al*., 2016) สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมปลูก 2 สายพันธุ์หลัก ได้แก่ พันธุ์ Spunta เพื่อการบริโภคสด และพันธุ์ Atlantic เพื่อการแปรรูป ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมรับประทานมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบเป็นอาหารทานเล่น บริษัทผู้ผลิตหลักในประเทศไทย ได้แก่ บริษัท Pepsi-Cola (Thai) Trading Co.,Ltd. (แบรนด์ Frito Lays) และ Berli Jucker Foods Limited (แบรนด์ Testo) ซึ่งเป็นผู้แปรรูปมันฝรั่งเป็นแผ่นทอดกรอบ ประมาณร้อยละ 80 และ 20 ของส่วนแบ่งตลาดทางการค้าตามลำดับ โดยผู้ประกอบการทั้งสองบริษัทต่างมีความต้องการมันฝรั่งสายพันธุ์ atlantic เพื่อใช้ในการแปรรูป ส่งผลให้เกษตรกรมีความต้องการหัวพันธุ์หลัก (G1) และหัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) เพื่อปลูกในพื้นที่ของตน (Wongmetha, 2017a) มันฝรั่งเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็นพืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท (Wongmetha, 2017b) จ.ที่มีการปลูกมันฝรั่งมากที่สุด คือ จ. เชียงใหม่ รองลงมาได้แก่ จ. ตาก ลำพูน เชียงราย พะเยา ลำปาง เพชรบูรณ์ และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ. หนองคาย สกลนคร เลย และนครพนม พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งในปี 2561 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) ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทั้งมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปและมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศมาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) นอกจากนี้ปัญหาต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง จากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์รับรอง ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาการติดโรคมากับหัวพันธุ์มันฝรั่งและการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้ผลผลิตได้รับความเสียหายไม่สามารถนำไปใช้เป็นหัวพันธุ์ต่อได้ ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

มันฝรั่งภายหลังเก็บเกี่ยวจะถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำที่ 5±1°C แต่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเพียง 3 เดือน และภายหลังจากนั้นมันฝรั่งจะเริ่มงอก ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาลดลง ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีโอโซนรวมถึงการใช้สารต้านอนุมูลอิสระมาใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรอย่างกว้างขวางมากขึ้น ด้านเทคโนโลยีการใช้โอโซน โอโซนคือ สารประกอบของออกซิเจน 3 อะตอม ที่ไม่มีความเสถียร สลายได้เองตามธรรมชาติ สามารถก่อให้เกิดอนุมูลของสารไฮดรอกซิลและอนุมูลอิสระอื่น ๆ หรือทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์บริเวณพื้นผิว (Perez *et al*., 1999) ปัจจุบันโอโซนจึงเป็นอีกทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการช่วยรักษาคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (Bataller *et al*., 2010) รวมทั้งเป็นที่ยอมรับด้านความปลอดภัยและไม่ทิ้งสารตกค้าง นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคสูงกว่าคลอรีน 52% และเร็วกว่า 3,000 เท่า ระดับการใช้โอโซนเพื่อกำจัดเชื้อแบคทีเรียคือที่ความเข้มข้น 1-2 ppm สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ 99% ใช้ระยะเวลากำจัดเชื้อนานอย่างน้อย 2-4 นาที แต่ความเข้มข้นของโอโซนที่ใช้ในการกำจัดเชื้อราจะต้องสูงกว่าที่ใช้กับไวรัสและแบคทีเรีย เนื่องจากเชื้อรามีการสร้างสปอร์ เพราะฉะนั้นต้องใช้ปริมาณโอโซนสูงถึง 2-5 ppm นาน 3-5 นาที และขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของเชื้อรา (Nigwe, 2558) นอกจากนี้โอโซนยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร ในหลายประเทศได้นำโอโซนมาใช้กับผักผลไม้หลากหลายชนิด เนื่องจากโอโซนมีประสิทธิภาพในการลดปฏิกิริยาทางเคมีของสารเอทธิลีน จึงช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ (Tran *et al*., 2013) เช่น มันฝรั่ง (Pikki *et al*., 2003) สตรอเบอร์รี่ (Perez *et al*., 1999) มะเขือเทศ (Bataller *et al*., 2010) และมะม่วง (Tran *et al*., 2013) ผลจากการวิจัย เช่น การใช้โอโซนกับ blackberries ที่ความเข้มข้น 0.3 ppm ในระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น 20% (Barth *et al*., 1995) นอกจากนี้มีการรมผลเงาะด้วยก๊าซโอโซน ที่ความเข้มข้น 1 ppm นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อที่ผิวลงได้ 93.9% ในขณะที่การจุ่มผลเงาะในน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 0.3 ppm นาน 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อที่ผิวลงได้เพียง 79.2% (ดวงธิดา และคณะ, 2549)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเทคโนโลยีด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมันฝรั่งที่มีคุณภาพ โดยดำเนินการศึกษาผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาวะห้องเย็น นอกจากนี้ยังเป็นการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณผิวของหัวพันธุ์มันฝรั่ง ซึ่งจะช่วยลดโอกาสในการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวได้

## ระเบียบวิธีการวิจัย

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องผลิตโอโซน เซนเซอร์วัดระดับโอโซน กล่องอะคริลิค เครื่องวัดความแน่นเนื้อ เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (ซูโครส กลูโคส ฟรักโตส TSS) เครื่องวัดกรดมาลิก และอุปกรณ์เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์
2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ หัวพันธุ์มันฝรั่ง

<u>วิธีการ</u>

กรมวิชาการเกษตร

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete design (RCBD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 5 หัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่รมโอโซน (Control)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 1 ppm นาน 15 นาที

กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 3 ppm นาน 15 นาที

กรรมวิธีที่ 4 รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 5 ppm นาน 15 นาที

วิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. เก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 ภายหลังการเพาะปลูกนาน 90 วัน หรือเมื่อลำต้นและใบเหี่ยว จำนวน 1,800 หัว ภายในโรงเรือนของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จ.เชียงใหม่ นำมาทำความสะอาด คัดมันฝรั่งที่มีผิวเรียบ สะอาด มีขนาด น้ำหนัก และสีใกล้เคียงกัน
2. นำหัวพันธุ์มันฝรั่งเรียงในกล่องพลาสติกใสที่ภายในบรรจุด้วยแสง UV ซึ่งเป็นแหล่งผลิตโอโซน จากนั้นรมด้วยโอโซนตามแต่ละกรรมวิธี เพื่อควบคุมการเกิดโรค ไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C
3. บันทึกข้อมูลการสูญเสียน้ำหนัก และอายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งทุก 15 วัน ได้แก่ 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 เดือน และข้อมูลคุณภาพผลผลิตทุกเดือน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันเก็บเกี่ยว วันคัดขนาด และวันเก็บผลผลิตในห้องเย็น
2. คุณภาพผลผลิต
   - 2.1 น้ำหนักหัว (g)
   - 2.2 ความแน่นเนื้อ บันทึกค่าจากการใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ Shimadzu EZ test โดยใช้พื้นที่วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 mm ที่ระดับความลึก 10 mm ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ/หัวพันธุ์มันฝรั่ง นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย และรายงานผลด้วยหน่วยนิวตัน (N)
   - 2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) โดยใช้น้ำคั้นจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง วัดค่าด้วยเครื่อง digital hand refractometer (Atago Pocket refracto-meter PAL-1) และรายงานผลด้วยหน่วยบริกซ์ (°Brix)
   - 2.4 ปริมาณน้ำตาล (Sucrose, Glucose, Fructose) โดยใช้น้ำคั้นจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง และวัดค่าด้วยเครื่อง refractometer (Extech Refracto-meter RF11, Atago Pocket refracto-meter PAL-14S and Atago Pocket refracto-meter PAL-15S ตามลำดับ) รายงานผลด้วยหน่วยบริกซ์ (°Brix)
   - 2.5 กรดมาลิก (malic acid) โดยใช้น้ำคั้นจากหัวพันธุ์มันฝรั่ง วัดค่าด้วยเครื่อง acidity meter (Apple Acidity Meter GMK-855) และรายงานผลด้วยค่าร้อยละ
   - 2.6 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด จากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักก่อนการเก็บรักษาและน้ำหนักภายหลังการเก็บรักษา โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักภายหลังการเก็บรักษา}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}}$$

2.7 การงอกของตา พิจารณาบันทึกข้อมูลจากตาที่มีความยาวตั้งแต่ 3 mm (Shibairo *et al*., 2006) โดยนับจำนวนตาทั้งหมดจากตัวอย่างหัวพันธุ์มันฝรั่ง และบันทึกจากด้านที่มีความกว้างและความยาวของตามากที่สุด

2.8 อายุการเก็บรักษา พิจารณาจากการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งหรือมีข้อจำกัดที่จะยอมรับได้ และบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์ โดยบันทึกจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีการงอกตาความยาวตั้งแต่ 3 mm ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ด้านข้อจำกัดที่จะยอมรับได้ซึ่งปรากฏในหัวพันธุ์มันฝรั่ง ประกอบด้วย มีการงอกของตา ลักษณะเหี่ยว มีการเกิดโรคในผลผลิตแต่ละหัว ซึ่งไม่เหมาะสมเพื่อใช้ในการจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์

3. เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย, เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเชื้อรา, ไวรัสและแบคทีเรีย

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น 2560-สิ้นสุด 2563

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ)

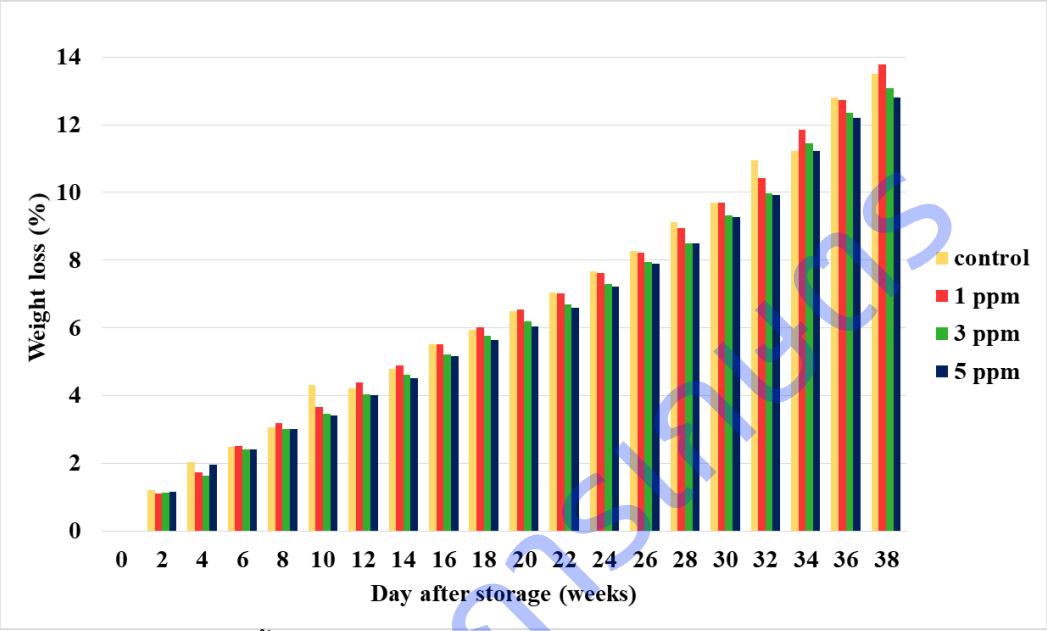
## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 1. ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการรมโอโซน

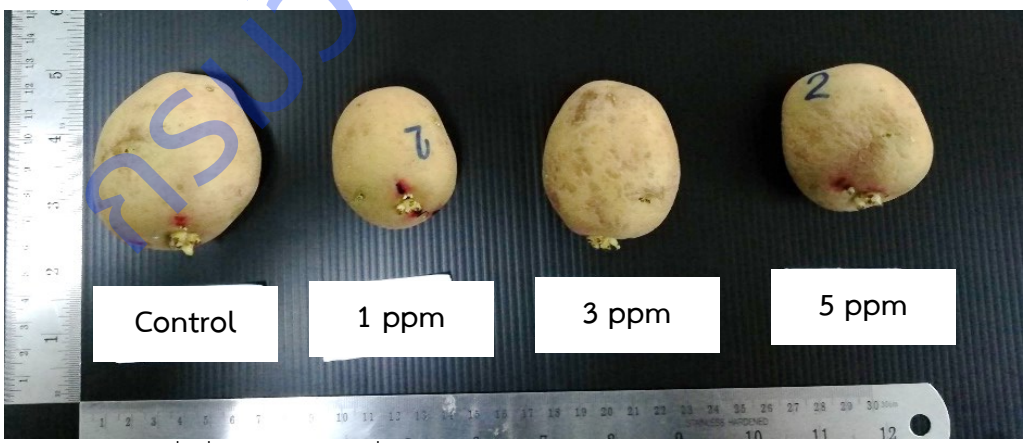
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการรมโอโซน เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากกระบวนการหายใจของผลผลิตในการเปลี่ยนน้ำตาลและแป้งไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ อีกทั้งเกิดการสูญเสียความชื้นจากความแตกต่างระหว่างความดันไอภายในผลผลิตและอากาศภายนอก (Butchbaker *et al*., 1973) อย่างไรก็ตามการรมโอโซนในแต่ละกรรมวิธีนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลิตหลังการรมโอโซนที่อายุ 16 สัปดาห์ หรือประมาณ 4 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด 5.16% รองลงมาได้แก่ การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm การไม่รมโอโซน และ 1 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 5.22 5.52 และ 5.52% ตามลำดับ ที่อายุ 24 สัปดาห์ หรือ 6 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด 7.22% รองลงมาได้แก่ การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm 1 ppm และ การไม่รมโอโซน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.28 7.62 และ 7.66% ตามลำดับ (ภาพที่ 1) หลังการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด 6.14% โดยเพิ่มขึ้นจาก 0% เป็น 12.80% รองลงมาได้แก่ การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm 1 ppm และ การไม่รมโอโซน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 6.20 6.49 และ 6.51% ตามลำดับ (ภาพที่ 2, 3) นอกจากนี้โอโซนยังช่วยยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ลดกระบวนการหายใจในผลไม้ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก

กรมวิชาการเกษตร

(Concha-Meyer *et al*., 2015) โดยการสูญเสียน้ำหนักมีความสอดคล้องกับการทดลองของ Tran *et al*. (2013) พบว่าการรมมะม่วงด้วยโอโซนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และให้ผลเช่นเดียวกับสตรอเบอร์รี่ (Perez *et al*., 1999) แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองของ Spencer (2003) รายงานว่าการประยุกใช้โอโซน (10-20 mg O3/kg/hr) ร่วมกับ Purogene® (Chlorine dioxide; 200 ppm) นาน 1 วัน ที่ระยะกึ่งกลางของช่วงเวลาการเก็บรักษาในฤดูหนาวไม่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเวลาในการเก็บรักษาแล้ว

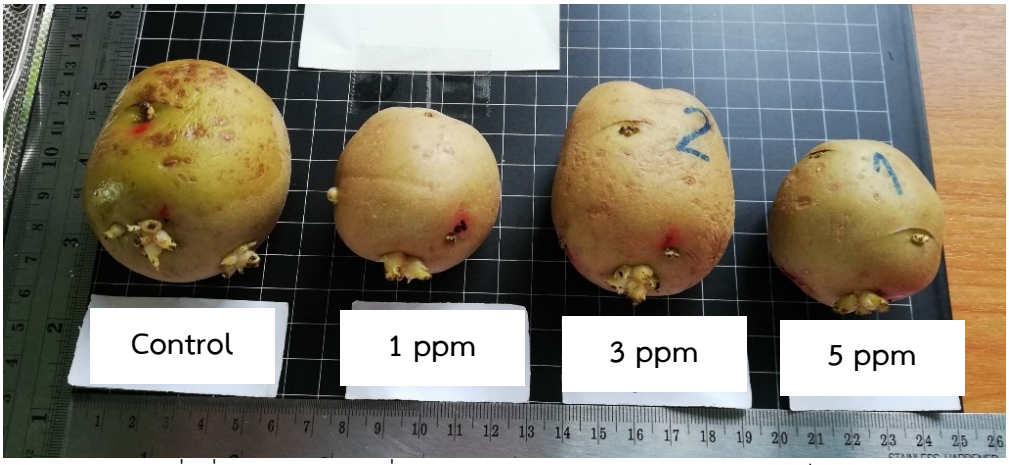



**ภาพที่ 1** ค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่




**ภาพที่ 2** หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (6 เดือน) ณ ศกล.เชียงใหม่ ปี 2560-2561

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร



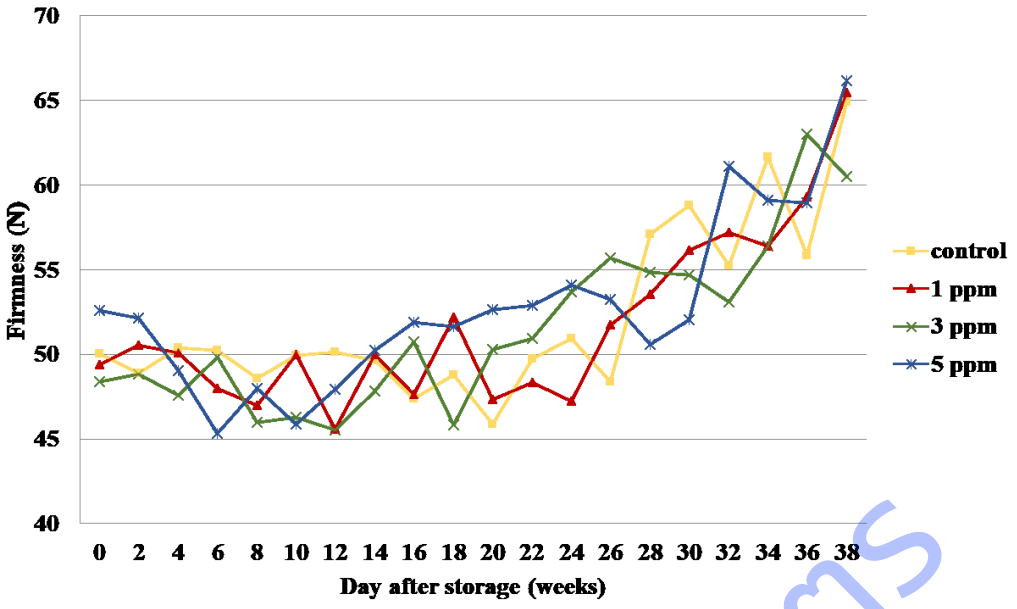

**ภาพที่ 3** หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ณ ศกล.เชียงใหม่ ปี 2560-2561

**2. ข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการรมโอโซน**

**ความแน่นเนื้อ**

ความแน่นเนื้อของหัวพันธุ์มันฝรั่งมีแนวโน้มไม่คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 16 สัปดาห์ หรือ 4 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงที่สุดหลังการเก็บรักษา 53.9 N มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาได้แก่ 3 ppm การไม่รมโอโซน และ 1 ppm ซึ่งมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยลดลงคิดเป็น 53.4 51.6 และ 50.4 N ตามลำดับ นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อายุ 24 สัปดาห์ หรือ 6 เดือน ที่ระดับความเข้มข้นโอโซน 3 ppm มีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงที่สุด 53.9 N มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาได้แก่ 5 ppm การไม่รมโอโซน และ 1 ppm คิดเป็น 53.7 51.9 และ 49.1 N (ภาพที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีปริมาณความแน่นเนื้อเฉลี่ยสูงที่สุด 52.1 N มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 1 ppm และ 3 ppm มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยลดลงคิดเป็น 51.8 51.4 และ 51.1 N ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดส่งผลให้มีระดับความแน่นเนื้อมากที่สุดเช่นกัน (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Salvador *et al*., 2006 กล่าวว่าการรมลูกพลับด้วยแก๊สโอโซนช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ โดยเพิ่มระดับความแน่นเนื้อของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้ อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาสตอเบอร์รี่โดยชักนำให้ผลผลิตอ่อนนุ่มช้าลงและช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต (Perez *et al*., 1999) โดยระดับความแน่นเนื้อที่คงที่อาจเนื่องมาจากความสามารถในการเก็บรักษาความชุ่มชื้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต ซึ่งสามารถอธิบายได้ถึงลักษณะเหี่ยวและลักษณะเต่งตึงในผลไม้

กรมวิชาการเกษตร



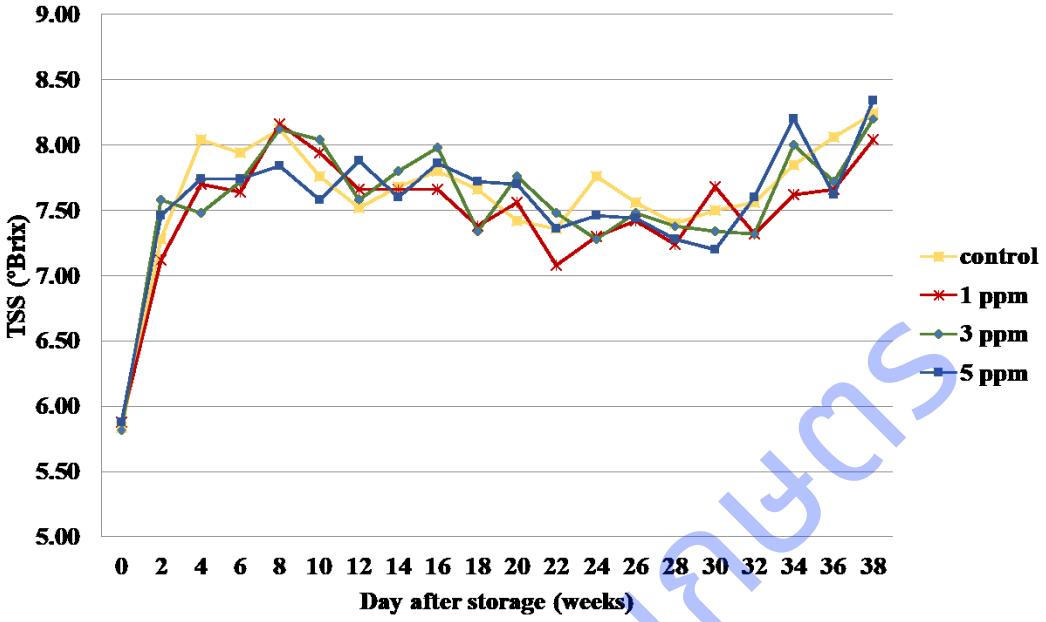

**ภาพที่ 4** ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)**

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง หลังจากนั้นจะมีมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา จนถึงสัปดาห์ที่ 28 หรือ 7 เดือน ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 9 เดือน ภายหลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 4 เดือน การรมโอโซนที่ความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยน้อยที่สุด 7.66 °Brix ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 3 ppm และ 5 ppm ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็น 7.80 7.86 และ 7.98 °Brix ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาผลผลิตนาน 6 เดือน การรมโอโซนที่ความเข้มข้น 3 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.28 °Brix มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 1 ppm 5 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น 7.30 7.46 และ 7.76 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนที่ความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยน้อยที่สุด 7.49 °Brix แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 3 ppm 5 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นคิดเป็น 7.57 7.58 และ 7.62 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 3, 5) ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษาจะเกิดกระบวนการหายใจ ผลผลิตและมีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลส่งผลให้มีปริมาณน้ำตาลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Isherwood, 1973) การทดลองมีความสอดคล้องกับ Sapers *et al*. (2006) ซึ่งได้รับการอ้างอิงโดย Kute *et al*. (1955) พบว่าการใช้โอโซนกับผลสตรอเบอร์รี่ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 หรือ 0.7 ppm ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ภายหลังการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับรายงานของ Alencar *et al*. (2017) กล่าวว่า เมื่อมีการรมลูกแพร์ด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100

กรมวิชาการเกษตร

ppm นาน 60 นาที แสดงให้เห็นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเก็บรักษาสั้น ๆ แต่เมื่อระยะการเก็บรักษายาวนานมากขึ้น พบว่าปริมาณน้ำตาลก็จะลดลงตามช่วงอายุของผลไม้

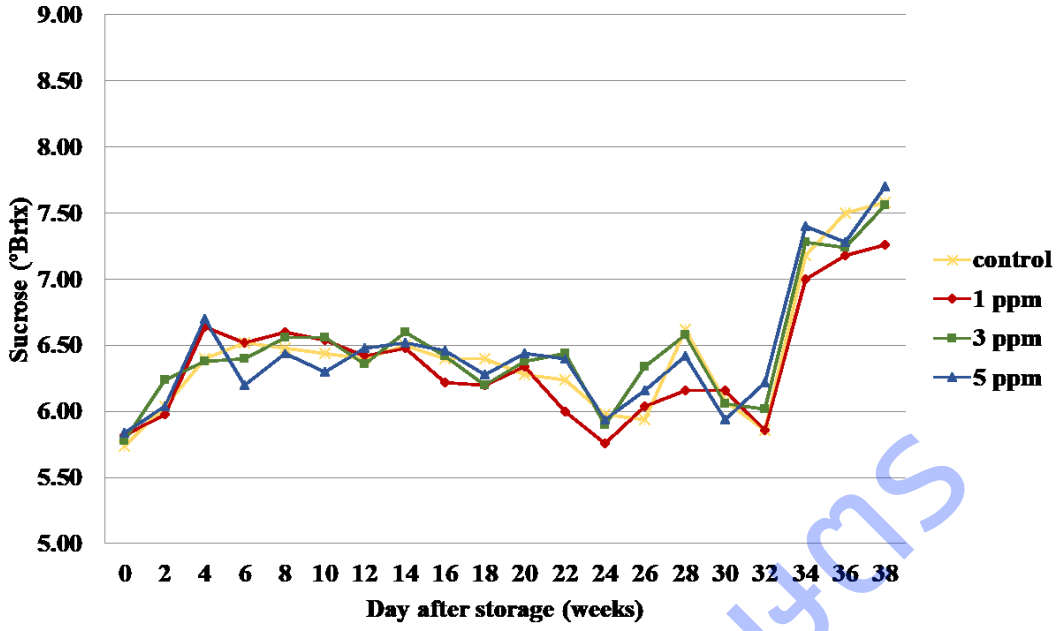



**ภาพที่ 5** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**ปริมาณน้ำตาลซูโครส**

ปริมาณน้ำตาลซูโครสจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังการรมโอโซนที่อายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน เนื่องจากโดยทั่วไปกระบวนการหายใจในหัวมันฝรั่งจะก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล ดังนั้นปริมาณน้ำตาลจึงเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (Isherwood, 1973) การรมโอโซนผลผลิตที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.22 °Brix ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 3 ppm และ 5 ppm มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น 6.40 6.42 และ 6.46 °Brix ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาหัวพันธุ์จนอายุ 6 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยน้อยที่สุด 5.76 °Brix อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 3 ppm 5 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น 5.90 5.94 และ 5.98 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 8) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนผลผลิตที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.36 °Brix มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 5 ppm และ 3 ppm มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น 6.43 6.46 และ 6.47 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 3, 6) พบว่าระดับน้ำตาลกลูโคสบริเวณส่วนของเพอริเดอมและผิวมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา แต่ระดับน้ำตาลซูโคสและน้ำตาลรีดิวซิงค์จะเริ่มมีบทบาทสำคัญ โดยจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเกิดการงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Benkeblia *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

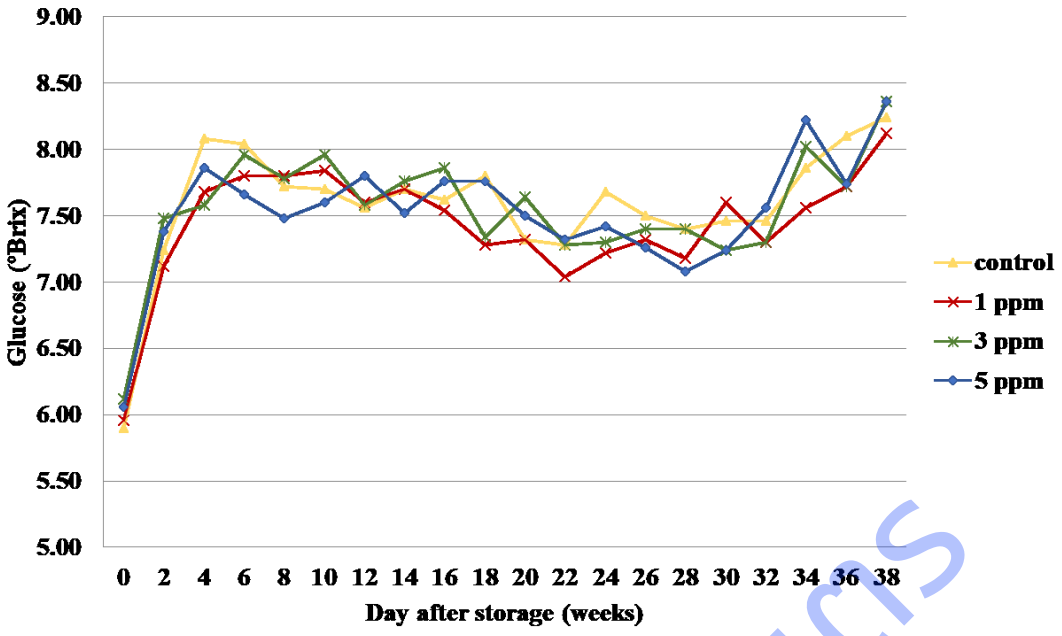



**ภาพที่ 6** ค่าเฉลี่ยน้ำตาลซูโครสในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**ปริมาณน้ำตาลกลูโคส**

ปริมาณน้ำตาลกลูโคสของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์ หลังจากนั้นจะมีมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา จนถึงสัปดาห์ที่ 28 หรือ 7 เดือน ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 9 เดือน หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์ด้วยการรมโอโซน 4 เดือน หัวพันธุ์ที่รมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.54 °Brix ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 5 ppm และ 3 ppm มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.62 7.76 และ 7.86 °Brix ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาได้ 6 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.22 °Brix มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 3 ppm 5 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.30 7.42 และ 7.68 °Brix ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.44 °Brix อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ 5 ppm 3 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.53 7.55 และ 7.58 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 7) นอกจากนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับกับการสัมผัสโอโซน (Pikki *et al*., 2003) ซึ่งระดับน้ำตาลกลูโคสจะเพิ่มสูงก่อนหมดระยะการพักตัวหรือก่อนการงอกของตาในหัวมันฝรั่ง Benkeblia *et al*. (2008) นอกจากนี้หัวมันฝรั่งสดที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ ภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่ามีระดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสเพิ่มสูงเช่นเดียวกันกับระดับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)

กรมวิชาการเกษตร

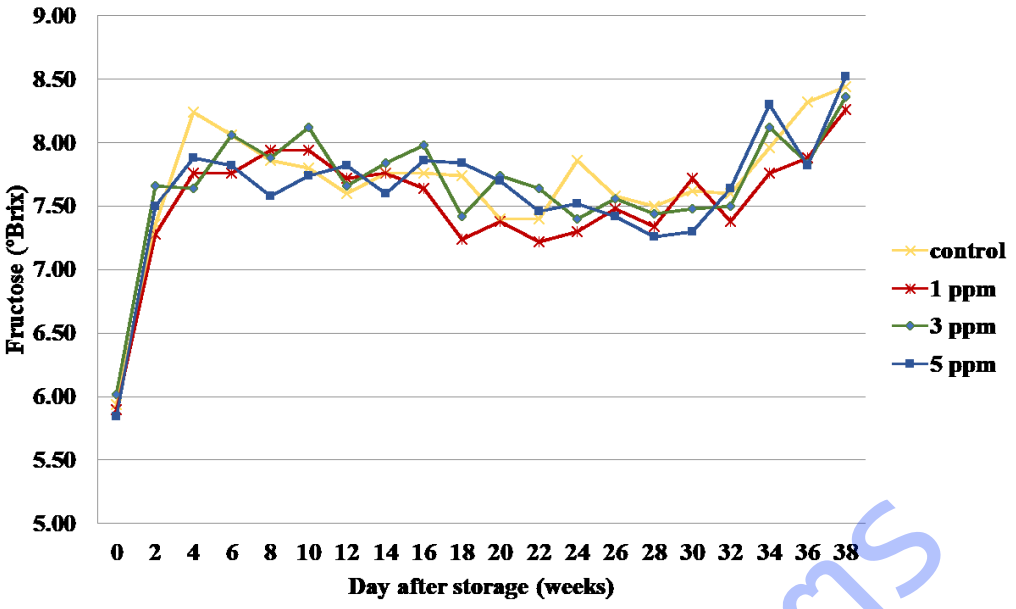



**ภาพที่ 7** ค่าเฉลี่ยน้ำตาลกลูโคสในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส**

ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์ หลังจากนั้นจะมีมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา จนถึงสัปดาห์ที่ 28 หรือ 7 เดือน ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 9 เดือน หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์ 4 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.64 °Brix ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 5 ppm และ 3 ppm มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ย 7.76 7.86 และ 7.64 °Brix ตามลำดับ หลังการเก็บรักษาผลผลิตนาน 6 เดือน การใช้โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.30 °Brix อย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 3 ppm 5 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ย 7.40 7.52 และ 7.86 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 8) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การใช้โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.53 °Brix มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา ได้แก่ 5 ppm 3 ppm และ การไม่รมโอโซน มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.62 7.67 และ 7.69 °Brix ตามลำดับ (ภาพที่ 3, 8) นอกจากนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการสัมผัสโอโซน (Pikki *et al.*, 2003) พบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลฟรุกโตสจะเพิ่มสูงขึ้นก่อนหมดระยะการพักตัวหรือก่อนการงอกของตาในหัวมันฝรั่ง Benkeblia *et al*. (2008) นอกจากนี้หัวมันฝรั่งสดที่เจริญเติบโตเต็มที่ ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีระดับปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเพิ่มสูงเช่นเดียวกันกับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)

ศูนย์วิทยทรัพยากร



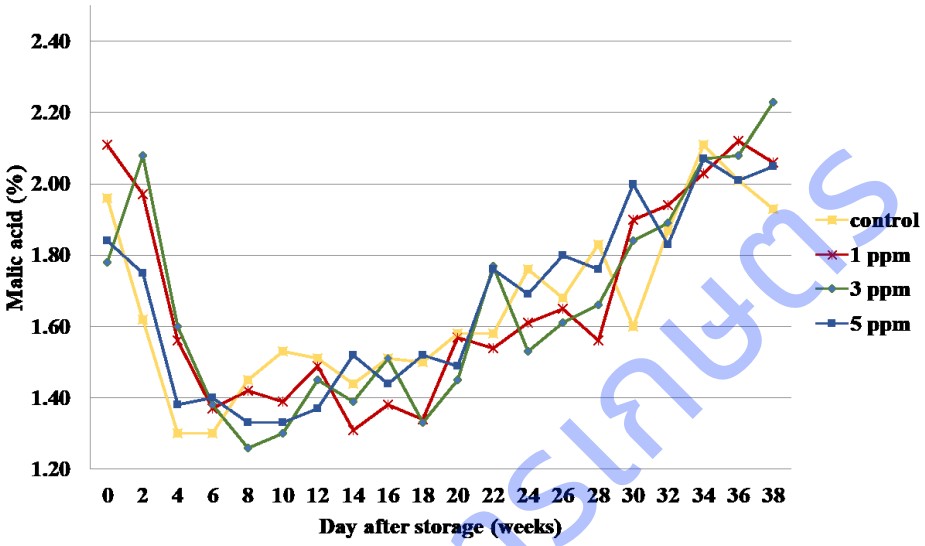

**ภาพที่ 8** ค่าเฉลี่ยน้ำตาลฟรุกโตสในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**ปริมาณกรดมาลิก**

ปริมาณกรดมาลิกของหัวพันธุ์จะลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 6-8 หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนสิ้นสุดกาเก็บรักษา โดยหัวพันธุ์ที่ไม่รมโอโซนหลังจากเก็บรักษา 4 เดือน มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ยสูงที่สุด 1.81% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ 5 ppm 3 ppm และ 1 ppm มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ยลดลง 1.74 1.73 และ 1.63% ตามลำดับ หลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์ที่อายุ 6 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ยสูงที่สุด 1.92% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ การไม่รมโอโซน 1 ppm และ 3 ppm มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ยลดลง 1.91 1.76 และ 1.75% ตามลำดับ (ภาพที่ 8) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน การรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm และ 5 ppm มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากัน 1.73% อย่างไรก็ตาม ในทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการไม่รมโอโซนและการรมโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm ที่มีปริมาณกรดมาลิกเฉลี่ย คิดเป็น 1.71% (ภาพที่ 3, 9) ในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตนั้นจะพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดมาลิก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับศึกษาของ Khanal and Uprety, 2014 กล่าวว่าหลังการเก็บรักษาผลผลิตมันฝรั่งที่อุณหภูมิ 7°C นาน 6 เดือน พบปริมาณกรดมาลิกเพิ่มสูงขึ้นถึง 14% กรดมาลิกคือ กรดอินทรีย์ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเมทตาบอลิซึมทั่วไปของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว (Kays, 1991) และอาจเกี่ยวข้องในกระบวนการแคทตาไลท์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Wichrowska *et al*., 2009) และการเปลี่ยนสีของผลผลิตหลังนำมาปรุงอาหาร (Sweeney *et al*., 1969) กรดมาลิกที่เริ่มลดลงในระหว่างการเก็บรักษานาน 6 เดือน อาจเนื่องจากกรดมาลิกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ระหว่างกระบวนการเมทตาบอลิซึมของน้ำตาล และคาดว่ามีบทบาทสำคัญคือมีการหมุนเวียนเพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ อีกจำนวนมาก โดยสามารถเปลี่ยน

กรมวิชาการเกษตร

รูปเป็นกรดซิตริกได้ง่าย (Wichrowska *et al*., 2009) นอกจากนี้ พบว่ากรดมาลิกในหัวพันธุ์มันฝรั่งภายหลังการเก็บรักษานาน 6-8 สัปดาห์ มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลจากการทดลองมีความสอดคล้องกับ Khanal and Uprety (2014) แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของกรดมาลิกในหัวพันธุ์มันฝรั่งเพิ่มสูงขึ้น 14% ภายหลังการเก็บรักษที่อุณหภูมิ 7°C นาน 6 เดือน แต่อย่างไรก็ตาม Pikki *et al*. (2003) สังเกตพบว่าระดับความเข้มข้นของกรดมาลิกมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการใช้โอโซน




**ภาพที่ 9** ค่าเฉลี่ยกรดมาลิกในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

**การงอกของตามันฝรั่งและอายุการเก็บรักษา**

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 1 3 และ 5 ppm และไม่มีการรมโอโซน ภายหลังเก็บรักษาได้ 16 สัปดาห์หรือ 4 เดือน จะเกิดการงอกของตาพร้อมกันยาวประมาณ 1-2 mm และต่อมาหลังการเก็บรักษาได้ 24 สัปดาห์หรือ 6 เดือน ตามันฝรั่งจะงอกยาวประมาณ 1-1.5 cm ส่งผลให้หัวพันธุ์มันฝรั่งเริ่มมีคุณภาพลดลง แต่ยังสามารถนำไปใช้ในการปลูกได้ ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 38 สัปดาห์ หรือ 9 เดือน ตาจะงอกยาว 4-6 cm ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการผลิตเป็นหัวพันธุ์ (ตารางที่ 1 and ภาพที่ 3) ดังนั้นอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่มีความเหมาะสมจึงอยู่ที่ช่วง 4-6 เดือน สอดคล้องกับ Baranovskaya *et al*. (1979) กล่าวว่าการเก็บรักษามันฝรั่งในสภาพที่มีโอโซน 3 ppm อุณหภูมิ 6-14°C ความชื้นสัมพัทธ์ 93-97 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นาน 6 เดือน และเห็นได้ว่าอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผึ่งไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ จะสามารถเก็บไว้ได้ 3 เดือน จึงมีการงอกของตา เนื่องจากพ้นการพักตัว (break dormancy) ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (อรทัย, 2561) การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pringle *et al*., 2009) Shibairo *et al*. (2006) รายงานว่าตาของหัวมันฝรั่งจะสามารถสังเกตเห็นได้เมื่อมีความยาวตั้งแต่ 3 mm และภายหลังการเก็บรักษา (38 สัปดาห์หรือ 9.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีความยาวของตาเพิ่มขึ้นระหว่าง 3.27-3.33 mm ซึ่งไม่เหมาะสำหรับ

กรมวิชาการเกษตร

จำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ แต่ยังคงสามารถใช้ปลูกในแปลงของเกษตรกรได้ และการรมด้วยโอโซนที่ความระดับ 1 และ 5 ppm แล้วเก็บรักษานาน 32 สัปดาห์ จะมีความยาวของตาน้อยกว่า 3 mmและยังคงสามารถใช้เพื่อจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ได้

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 1** การงอกของตามันฝรั่งในหัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 38 สัปดาห์ (9.5 เดือน) ที่ 5°C ณ ศกล.เชียงใหม่

| Ozone fumigation | Seed potato tuber after storage (weeks) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Number of sprouts/ tuber | | | | Sprout length (mm) | | | | Sprout diameter (mm) | | | |
| | 18 | 24 | 32 | 38 | 18 | 24 | 32 | 38 | 18 | 24 | 32 | 38 |
| control | 6 | 9 | 11 b | 13 b | 1.01 | 1.60 | 3.31 | 4.02 | 1.12 | 1.46 | 2.81 | 3.17 |
| 1 ppm | 5 | 8 | 9 a | 10 a | 0.93 | 1.58 | 2.46 | 3.27 | 0.83 | 1.41 | 2.25 | 2.90 |
| 3 ppm | 5 | 9 | 10 ab | 11 a | 1.00 | 1.61 | 3.33 | 4.13 | 1.05 | 1.57 | 2.74 | 3.43 |
| 5 ppm | 5 | 9 | 10 ab | 11 a | 1.03 | 1.66 | 2.59 | 3.29 | 0.99 | 1.48 | 2.18 | 2.86 |
| F-test | ns | ns | * | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| CV% | 16.4 | 7.2 | 7.6 | 8.3 | 17.9 | 8.3 | 23.1 | 23.9 | 17.1 | 8.4 | 16.6 | 16.9 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

**ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา**

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ความเข้มข้น 1 3 และ 5 ppm และไม่มีการรมโอโซน ไม่พบการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย (ภาพที่ 2 และ 3) เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5±1°C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) สอดคล้องกับการทดลองของ Ketteringham *et al*. (2006) กล่าวว่า การล้างพริกหวานด้วยโอโซนที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.3-3.95 mg ozone/น้ำ 1 l นาน 20-30 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ถึง 0.72 log10 cfu/g ช่วยลดการเน่าเสียของผลผลิตได้ และสอดคล้องกับ Baranovskaya *et al*. (1979) รายงานว่าการรมด้วยโอโซนระดับ 3 ppm เก็บที่อุณหภูมิ 16-14°C ที่ระดับความชื้น 93-97% สามารถเก็บรักษากัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน 6 เดือน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน 3 เดือน จากนั้นตาจะเริ่มงอกเนื่องจากหมดระยะพักตัว (Wongmetha, 2017b) Perez *et al*. (1999) แสดงให้เห็นว่าโอโซนช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ และ Alencar *et al*. (2014) ค้นพบว่าเมื่อรมลูกแพร์ด้วยโอโซนระดับ 100 ppm นาน 60 นาที จะช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นาน 13 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C โดยปราศจากการเกิดโรคจากจุลินทรีย์ ธนะชัย และอรุโณทัย (2545) พบว่าการให้โอโซนกับลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิในอัตรา 100 mg ต่อชั่วโมง นาน 30 40 และ 60 นาที ก่อนนำมาเก็บรักษาที่ 10°C สามารถลดอัตราการเน่าเสียได้นาน 24 วัน โดยโอโซนไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ปริมาณแอนโทไซยานิน และการเกิดสีบนเปลือกผล

## สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

กรมวิชาการเกษตร

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่รมด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 1 ppm นาน 15 นาที มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด จำนวนตา ความยาวตา ความกว้างตา และความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งความเข้มข้นของโอโซนทั้งสองระดับช่วยรักษาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรดมาลิก และอายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นานถึง 32 สัปดาห์ (8 เดือน) โดยที่หัวพันธุ์ไม่มีความเสียหายที่เกิดจากโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และ แบคทีเรีย

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

**Efficiency of antioxidant to prolong the storage life of seed potato**


**ชื่อผู้วิจัย**

อรทัย วงค์เมธา[1] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1] สุรัสวดี ปัญญาเพิ่ม[1] วีระพรรณ ตันเส้า[1]
เสกสรณ์ ย่างกุลไพโรจน์[1] เลิศวิริยะกุล ชัยยา[1]

Orathai Wongmetha[1] Onanong Sawangsuriyawong[1] Surasawadee Panyaperm[1]
Weeraphan Tansao[1] Seksorn Yangkunphairotn[1] Lerdwiriyakool chaiya[1]



**คำสำคัญ (Keywords)**

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) อายุการเก็บรักษา (storage life) การงอกของตา (sprout) หัวพันธุ์ (seed) และมันฝรั่ง (potato)



**บทคัดย่อ**

**ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง** ดำเนินการ ปี 2562-2563 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ประกอบด้วย 21 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ การพ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% เปรียบเทียบกับการไม่พ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (น้ำเปล่า) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C นาน 32 สัปดาห์ (8 เดือน) บันทึกข้อมูลการสูญเสียน้ำหนักสด และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วย L-Cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อายุ 32 สัปดาห์ หรือ 8 เดือน จะมีการชะลอการงอกของตามันฝรั่ง ชะลอการเกิดตาใหม่ และความแน่นเนื้อดีที่สุด รองลงมาคือ calcium chloride 3% และ calcium nitrate 0.5% จึงนำสารดังกล่าวมา**ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของตา และยืดอายุการเก็บรักษา** ในปี 2563 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ได้แก่ การพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride 3%, calcium nitrate 0.5%, L-cysteine 1% และ L-cysteine 3% และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C นาน 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) พบว่าการพ่นด้วย calcium nitrate 0.5% มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.13 % รองลงมาพ่นสาร L-Cysteine 3% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 9.18 % ความแน่นเนื้อของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ ที่พ่น L-Cysteine 3% มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด 62.5 N และมีปริมาณของแข็งที่ลายน้ำได้ น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส และจำนวนการงอกของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.39 6.28 6.88 7.02 % และ 11.6 ตา ตามลำดับ ดังนั้นการพ่นสาร


กรมวิชาการเกษตร

ต้านอนุมูลอิสระ Calcium nitrate 0.5% และ L-Cysteine 3% จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน)

---

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

**Abstract**

**Efficiency of antioxidant to prolong the storage life of seed potato** was conducted at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai during 201-2020. The first experiment was designed as a Randomized complete block design (RCBD) with 21 treatments (antioxidant types) of citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate and L-cysteine in 0.1, 0.5, 1 and 3% concentrations compared with untreated (control), four replications and storage at 5±1°C in 32 weeks (8 months). The weight loss and quality attributes after storage were evaluated. Seed potato that sprayed with 3% and 1% L-Cysteine concentrations after storage 32 weeks were delayed sprout germination and firmness of seed potato, followed by 3% calcium chloride and 0.5% calcium nitrate. Therefore, these antioxidants were treated seed potato for sprout inhibition and prolonged the shelf life in 2020. The second experiment was laid out using a randomized completely block design (RCBD) with five treatments of various antioxidants (3% calcium chloride, 0.5% calcium nitrate, 1% L-cysteine and 3% L-cysteine) compared with untreated (control) and four replications after that storage at 5±1°C in 30 weeks (7.5 months). Weight loss of seed potato that sprayed with 0.5% calcium nitrate was showed the lowest (9.13%) in seed tuber, followed by 3% L-Cysteine (9.18%). Seed potato that sprayed with 3% L-Cysteine was higher firmness (62.5 N), TSS (7.39%), sucrose (6.28%), glucose (6.88%), fructose (7.02%) and number of sprout (11.6 sprouts) than other concentration after storage 24 weeks. In summary, the seeds that sprayed with 0.5% calcium nitrate และ 3% L-Cysteine were prolonged the shelf life and maintained quality attributes during stored at 5±1°C in 30-32 weeks (7.5-8 months)

## บทนำ (Introduction)

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่ปลูกได้เขตอบอุ่น-หนาว ซึ่งมีความสำคัญอยู่ในอันดับที่สี่ของโลกรองจาก ข้าว ข้าวสาลีและข้าวโพด เป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าหลายพันล้านบาท จัดเป็น



กรมวิชาการเกษตร

พืชที่ทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 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 2561 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) ซึ่งการปลูกมันฝรั่งมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทั้งมันฝรั่งเพื่อใช้บริโภคทั่วไปและมันฝรั่งเพื่อใช้แปรรูปในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557; อรทัย, 2557) เนื่องจากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูก จึงทำให้มีการนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งจากต่างประเทศมาปลูกมากขึ้นทุกปี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557) นอกจากนี้ปัญหาต้นทุนการผลิตมันฝรั่งสูง จากค่าแรงและค่าหัวพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง หัวพันธุ์รับรอง (certified seed หรือ G2-G3) ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิต และเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาการติดโรคมากับหัวพันธุ์มันฝรั่งและการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้ผลผลิตได้รับความเสียหายไม่สามารถนำไปใช้เป็นหัวพันธุ์ต่อได้ ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร

มันฝรั่งภายหลังเก็บเกี่ยวจะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ภายหลังการเก็บรักษา 4 เดือน ตามันฝรั่งจะเริ่มงอก ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาลดลง ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ที่พบในผักและผลไม้ ได้แก่ citric acid มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ในขณะที่ ascorbic acid ช่วยในการรักษาสีและความสดใหม่ของผักและผลไม้ ป้องกันการเกิดจุดสีน้ำตาล (Washburn and Jensen, 2017) และ การใช้เกลือ calcium จะช่วยรักษาความแข็งแรงของผนังเซลล์ รักษาความแน่นเนื้อ และชะลอการสลายโมเลกุลไขมันของเนื้อเยื่อ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้นานขึ้น (Zeraatgar *et al*., 2018) ลดการคายน้ำหรือสูญเสียน้ำ ลดความเสียหายจากการเกิดไส้สีน้ำตาล ลดความเสียหายทางกายภาพ และลดการเกิดโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว (เฉลิมชัย, 2018) เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นสารประกอบที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น เช่น การใช้สาร ascorbic acid 1% ผสม oxalic acid 0.1% จุ่มนาน 10 นาที สามารถชะลอการเกิดเปลือกสีน้ำตาล และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในลำไย และยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน (สนอง และคณะ, 2550) Marshall *et al*. (2000) เก็บผลลำไยสดที่ 5°C สามารถเก็บรักษาได้ 21 วัน (อรรณพ และคณะ, 2534) และเก็บรักษาได้นาน 2-4 สัปดาห์ (Kader, 2001) ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-5°C จะเก็บได้นานถึง 30 วัน (สถาบันอาหาร, 2541) การใช้ calcium chloride 4% เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ salicylic acid 5 mM, ascorbic acid 11 mM และ citric acid 5 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล และรักษาคุณภาพของผลโลควอท และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) นอกจากนี้ L-cysteine เป็นสารที่ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รส ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล และยืดอายุการเก็บรักษาน้ำมะนาว (ศิวาพร และคณะ, 2545)

ดังนั้นจึงดำเนินวิจัยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้สารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และสาร L-cysteine ร่วมกับการควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อุณหภูมิที่ 5±1°C ในห้องเย็น จะช่วยยืดอายุ และลดโอกาสในการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวได้

## ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ สาร citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และสาร L-cysteine เครื่องวัดความแน่นเนื้อ เครื่องวัดปริมาณน้ำตาล (ซูโครส กลูโคส ฟรักโตส TSS) เครื่องวัดกรดมาลิก และอุปกรณ์เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์
2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ ปากกาเมจิก ปากกา ดินสอ ไม้บรรทัด ป้ายแท็กแข็ง
3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์
4. วัสดุโฆษณาเผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีการ

**ขั้นตอนที่ 1 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสม**

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ประกอบด้วย 21 กรรมวิธี (treatments) ได้แก่ การไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ/พ่นน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) การพ่นด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% ascorbic acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% และ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3%

| กรรมวิธี | ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ | ระดับความเข้มข้นของสาร (%) |
|---|---|---|
| 1 | ไม่พ่นสาร (control) | 0 |
| 2 | citric acid (CA) | 0.1 |
| 3 | citric acid (CA) | 0.5 |
| 4 | citric acid (CA) | 1 |
| 5 | citric acid (CA) | 3 |
| 6 | ascorbic acid (AA) | 0.1 |
| 7 | ascorbic acid (AA) | 0.5 |
| 8 | ascorbic acid (AA) | 1 |
| 9 | ascorbic acid (AA) | 3 |
| 10 | calcium chloride (CC) | 0.1 |
| 11 | calcium chloride (CC) | 0.5 |

กรมวิชาการเกษตร

| กรรมวิธี | ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ | ระดับความเข้มข้นของสาร (%) |
|---|---|---|
| 12 | calcium chloride (CC) | 1 |
| 13 | calcium chloride (CC) | 3 |
| 14 | calcium nitrate (CN) | 0.1 |
| 15 | calcium nitrate (CN) | 0.5 |
| 16 | calcium nitrate (CN) | 1 |
| 17 | calcium nitrate (CN) | 3 |
| 18 | L-cysteine (LC) | 0.1 |
| 19 | L-cysteine (LC) | 0.5 |
| 20 | L-cysteine (LC) | 1 |
| 21 | L-cysteine (LC) | 3 |

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 จำนวน 1,200 หัว โดยคัดมันฝรั่งที่มีผิวเรียบสะอาด มีขนาด น้ำหนัก และสีใกล้เคียงกัน
2. นำสารละลายที่เตรียมได้ ปริมาณ 500 ml ในแต่ละกรรมวิธี มาพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ทั่วทั้งหัว เป่าให้แห้งด้วยลมเย็น เพื่อควบคุมการเกิดโรค ไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C
3. ตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 และ 32 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันเก็บเกี่ยว วันคัดขนาด และวันเก็บผลผลิตในห้องเย็น
2. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การงอกของตา (จำนวนตา ความกว้าง-ยาว) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) อายุการเก็บรักษา และความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

**ขั้นตอนที่ 2 การหาชนิดของสารที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete design (RCBD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 หัว ดังนี้

**กรรมวิธีที่ 1** ไม่พ่นสารละลาย (control)

**กรรมวิธีที่ 2** พ่นสารละลาย calcium Chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3%

**กรรมวิธีที่ 3** พ่นสารละลาย calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5%

**กรรมวิธีที่ 4** พ่นสารละลาย L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1%

**กรรมวิธีที่ 5** พ่นสารละลาย L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3%

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 จำนวน 1,400 หัว โดยคัดมันฝรั่งที่มีผิวเรียบสะอาด มีขนาด น้ำหนักและสีใกล้เคียงกัน
2. นำสารละลายที่เตรียมได้ ปริมาณ 500 ml ในแต่ละกรรมวิธี มาพ่นหัวพันธุ์มันฝรั่งให้ทั่วทั้งหัว เป่าให้แห้งด้วยลมเย็น เพื่อควบคุมการเกิดโรค ไวรัส แบคทีเรียและเชื้อรา นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C
3. ตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก อายุการเก็บรักษา และคุณภาพผลผลิตของหัวพันธุ์มันฝรั่งทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 และ 30 วัน

การบันทึกข้อมูล

1. วันที่ทำการทดสอบ ได้แก่ วันเก็บเกี่ยว วันคัดขนาด และวันเก็บผลผลิตในห้องเย็น
2. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) การงอกของตา (จำนวนตา ความกว้าง-ยาว) อายุการเก็บรักษา และ ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้การทดสอบ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มทดลอง โดยใช้ Tukey's HSD (honestly significant difference) test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมทางสถิติ Statistix

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เริ่มต้น 2562 สิ้นสุด 2563

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

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

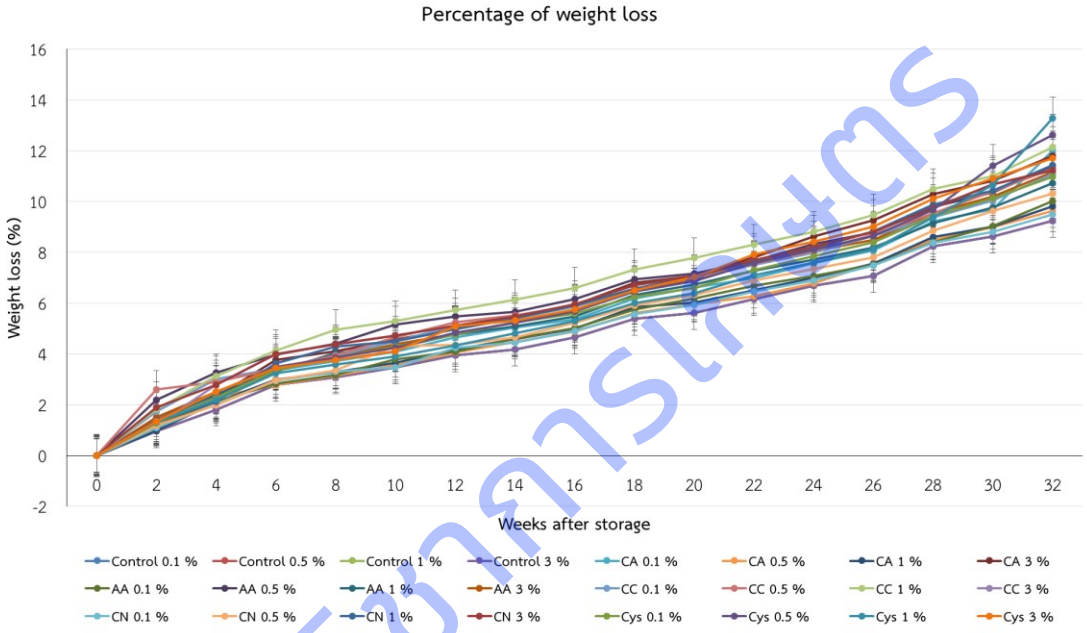
### 1. คุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา

#### 1.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสาร อายุหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์

การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากกระบวนการหายใจของผลผลิตในการเปลี่ยนน้ำตาลและแป้งไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ อีกทั้งเกิดการสูญเสียความชื้นจากความแตกต่างระหว่างความดันภายในผลผลิตและอากาศภายนอก (Butchbaker *et al*., 1973) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) การไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด 9.2% รองลงมาคือ การพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% สาร citric acid ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สาร ascorbic acid ระดับความเข้มข้น 0.5% และสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% มีค่าเฉลี่ย 9.49 9.64 9.81 10.2 และ 10.32% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ (ภาพที่ 1, ตารางผนวกที่ 1) ดังนั้นการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน ไม่ได้ช่วยลด

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Lodhi and Tiwari (2017) ใช้สาร calcium nitrate ที่ความเข้มข้นที่ 1% สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะขามป้อมได้ระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ Rabiei *et al*. (2011) ใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% กับแอปเปิลพันธุ์ Jonagold ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญ การใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในผลผลิตแอปเปิลพันธุ์ Anna ได้ดีที่สุด (Ashour, 2020) และ การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ ascorbic acid อัตรา 6 g $l^{-1}$ and N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g $l^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015)




**ภาพที่ 1** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ (8 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

### 1.2 การงอกของตา

#### 1) จำนวนตา

จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต เนื่องจากตาของมันฝรั่งจะงอกภายใน 3 เดือน ภายหลังจากผ่านการพักตัว (break dormancy) ภายหลังการเก็บเกี่ยว (อรทัย, 2562) ซึ่งเกิดจากการพักตัวแบบ endodormancy เป็นการพักตัวที่เกิดจากปัจจัยภายในตัวพืช ซึ่งพืชไม่สามารถชักนำให้เกิดการงอกของตาได้แม้จะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็ตาม หลังจากผ่านการพักตัวพืชเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเกิดการงอกของตาขึ้น (Sonnewald and Sonnewald, 2013) มันฝรั่งจะเริ่มมีการงอกของตาภายหลังเก็บรักษาที่ 18 สัปดาห์ (4.5 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5±1°C จำนวน 3.5-9.1 ตา เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7 เดือน) จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% มีการงอก

ของตาน้อยที่สุด 10.7 ตา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% และ 3% สาร L-cysteine ระดับความเข้มข้น 0.1% สาร calcium chloride ระดับความเข้มข้น 1% 0.1% และ 0.5% สาร L-cysteine ระดับความเข้มข้น 1% 3% และ 0.5% สาร calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร ascorbic acid ระดับความเข้มข้น 3% และ 0.1% และ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 1% มีค่าเฉลี่ยจำนวนตาที่งอก 12.6 12.9 13.5 13.7 14.0 14.1 14.3 14.3 14.6 และ 14.7 ตา ตามลำดับ แต่แตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ พ่นสาร citric acid ทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 5) นอกจากนี้การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pringle *et al*., 2009) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019) นอกจากนี้ เอนไซม์ซิสเตอีนโปรติเอส (cysteine protease) ที่พบในพืชชั้นสูง เช่น ปาเปน และโบรมีเลน ซึ่งสามารถย่อยสลายโปรตีน (กิตตินาถ, 2558) ซึ่งกิจกรรมโปรตีเอสของซีสเทอีนจะช่วยชะลอการงอกของตามันฝรั่งในที่มืด (Grandellis *et al*., 2016) อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้มีความแตกต่างจาก Marvin *et al*. (2017) รายงานว่าการจุ่มสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% นาน 10 นาที ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาแรดิชภายหลังเก็บรักษา 8 วันได้ และ การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.2% ในเมล็ดมะเขือม่วง ช่วยส่งเสริมมการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้นที่ระดับอุณหภูมิต่ำ 35°C (Salles *et al*., 2019)

**ตารางที่ 5** จำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษา 18-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 8.9 b | 9.3 bc | 9.6 ab | 9.7 | 14.0 ab | 15.4 bc | 15.9 cd | 16.0 abcd |
| Citric acid | 0.1 % | 7.4 ab | 8.1 abc | 8.7 ab | 8.7 | 11.6 ab | 17.1 c | 16.2 d | 16.3 abcd |
| | 0.5 % | 6.7 ab | 7.9 abc | 8.0 ab | 8.0 | 12.7 ab | 15.1 bc | 15.1 cd | 17.7 abcd |
| | 1 % | 7.4 ab | 7.9 abc | 7.9 ab | 7.9 | 12.7 ab | 15.5 bc | 16.1 d | 19.5 d |
| | 3 % | 9.1 b | 9.3 bc | 9.4 ab | 9.4 | 13.3 ab | 15.2 bc | 15.5 cd | 19.8 d |
| Ascorbic acid | 0.1 % | 7.6 ab | 9.6 bc | 10.0 ab | 10.0 | 13.3 ab | 13.5 abc | 14.7 abcd | 19.9 d |
| | 0.5 % | 5.9 ab | 7.5 abc | 7.5 ab | 7.5 | 12. ab | 14.7 abc | 15.6 cd | 20.1 d |
| | 1 % | 7.7 ab | 8.2 abc | 8.2 ab | 8.3 | 11.3 ab | 14.1 abc | 15.7 cd | 19.2 cd |
| | 3 % | 8.9 b | 9.7 bc | 10.1 ab | 10.7 | 13.2 ab | 13.6 abc | 14.6 abcd | 20.0 d |
| Calcium chloride | 0.1 % | 5.5 ab | 7.0 abc | 8.1 ab | 9.9 | 11.6 ab | 13.3 abc | 13.5 abcd | 18.2 bcd |
| | 0.5 % | 7.3 ab | 9.1 abc | 9.7 ab | 10.8 | 12.3 ab | 12.8 ab | 13.7 abcd | 17.7 abcd |
| | 1 % | 6.0 ab | 8.0 abc | 8.3 ab | 9.6 | 11.6 ab | 12.7 ab | 12.9 abcd | 17.8 abcd |
| | 3 % | 6.03 ab | 6.5 abc | 7.6 ab | 8.2 | 10.2 ab | 10.5 a | 10.7 a | 14.3 ab |
| Calcium nitrate | 0.1 % | 4.8 ab | 8.0 abc | 8.2 ab | 8.5 | 9.7 a | 10.7 a | 11.1 ab | 14.4 ab |
| | 0.5 % | 5.43 ab | 10.7 c | 11.0 b | 12.0 | 13.5 ab | 14.3 abc | 14.3 abcd | 16.8 abcd |
| | 1 % | 5.3 ab | 7.0 abc | 8.2 ab | 10.6 | 12.8 ab | 14.0 abc | 14.9 bcd | 16.9 abcd |
| | 3 % | 3.7 a | 6.1 ab | 7.0 ab | 8.6 | 10.7 ab | 11.4 ab | 11.9 abc | 13.5 a |

กรมวิชาการเกษตร

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| L-Cysteine | 0.1 % | 4.0 a | 7.1 abc | 7.9 ab | 10.2 | 13.0 ab | 11.9 ab | 12.6 abcd | 15.1 abc |
| | 0.5 % | 4.1 a | 5.0 a | 6.2 a | 9.1 | 12.5 ab | 13.1 abc | 14.3 abcd | 16.9 abcd |
| | 1 % | 3.5 a | 7.1 abc | 8.7 ab | 10.8 | 13.1 ab | 12.9 ab | 14.0 abcd | 16.6 abcd |
| | 3 % | 4.5 ab | 7.1 abc | 8.7 ab | 11.7 | 14.1 b | 12.7 ab | 14.1 abcd | 17.3 abcd |
| F-test | | * | * | * | ns | * | * | * | * |
| %CV | | 31.75 | 23.22 | 20.98 | 20.36 | 14.74 | 13.46 | 12.16 | 10.60 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**2) ความกว้างของตา**

ขนาดความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 5±1°C ความกว้างของตามันฝรั่งจะเริ่มวัดขนาดได้หลังจากเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5 เดือน) ขนาดความกว้างเฉลี่ย 0.88-1.38 mm ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) ความกว้างของตามันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% มีแนวโน้มความกว้างเฉลี่ยของตาน้อยที่สุด 3.18 mm รองลงมาคือ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และสาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% และ 0.5% และ มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 3.26 3.34 3.36 และ 3.40 mm ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** ความกว้างตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 22-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 1.06 | 1.42 abc | 1.98 | 2.60 ab | 3.04 | 3.66 |
| Citric acid | 0.1 % | 1.20 | 1.38 abc | 2.20 | 2.68 ab | 3.12 | 3.74 |
| | 0.5 % | 0.90 | 1.42 abc | 1.92 | 2.26 a | 2.80 | 3.60 |
| | 1 % | 1.02 | 1.00 a | 1.82 | 2.50 ab | 3.08 | 3.50 |
| | 3 % | 1.18 | 1.34 abc | 1.74 | 2.46 ab | 2.94 | 3.64 |
| Ascorbic acid | 0.1 % | 1.30 | 1.70 c | 2.02 | 2.58 ab | 3.06 | 3.58 |
| | 0.5 % | 0.86 | 1.06 ab | 2.00 | 2.46 ab | 2.96 | 3.48 |
| | 1 % | 1.26 | 1.64 c | 2.12 | 2.64 ab | 2.98 | 3.80 |
| | 3 % | 1.24 | 1.74 c | 2.24 | 2.74 ab | 2.98 | 3.46 |
| Calcium chloride | 0.1 % | 1.38 | 1.56 bc | 1.94 | 2.62 ab | 2.90 | 3.36 |
| | 0.5 % | 1.34 | 1.66 c | 2.08 | 2.66 ab | 2.88 | 3.40 |
| | 1 % | 0.88 | 1.70 c | 2.16 | 2.72 ab | 3.52 | 3.58 |

กรมวิชาการเกษตร

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| Calcium nitrate | 3 % | 1.50 | 1.54 abc | 1.98 | 2.56 ab | 3.26 | 3.30 |
| | 0.1 % | 1.42 | 1.64 c | 2.10 | 2.76 ab | 3.24 | 3.58 |
| | 0.5 % | 1.20 | 1.58 bc | 1.92 | 2.52 ab | 2.88 | 3.26 |
| | 1 % | 1.10 | 1.50 abc | 2.10 | 2.62 ab | 3.20 | 3.70 |
| L-Cysteine | 3 % | 1.20 | 1.60 bc | 2.12 | 2.56 ab | 3.10 | 3.76 |
| | 0.1 % | 1.14 | 1.58 bc | 2.02 | 2.60 ab | 2.98 | 3.18 |
| | 0.5 % | 1.32 | 1.44 abc | 2.08 | 2.80 ab | 3.04 | 3.42 |
| | 1 % | 0.98 | 1.34 abc | 2.18 | 3.14 b | 3.14 | 3.34 |
| | 3 % | 1.18 | 1.28 abc | 1.52 | 2.54 ab | 2.90 | 3.56 |
| F-test | | ns | * | ns | * | ns | ns |
| %CV | | 51.63 | 16.34 | 16.12 | 12.51 | 11.41 | 10.33 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

**3) ความยาวของตา**

ขนาดความยาวของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกัน จะเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิ 5±1°C ความยาวตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งจะเริ่มวัดขนาดได้หลังจากเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5 เดือน) จะมีตาเริ่มงอกยาวเฉลี่ย 0.6-1.5 mm เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) ความยาวของตามันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% มีความยาวของตาเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.82 และ 2.92 mm ตามลำดับ รองลงมาคือ สาร calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% มีค่าเฉลี่ย 2.94 mm แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธี ยกเว้นการพ่นสาร ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 0.1% (ตารางที่ 11) การงอกของตาเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คุณภาพของผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษาลดลง ซึ่งเกิดจากการสูญเสียแป้ง โปรตีน และ เกิดการเหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ (Sonnewald and Sonnewald, 2014) ประกอบกับตาของหัวมันฝรั่งถ้ามีความยาวตั้งแต่ 3 mmขึ้นไป จะไม่เหมาะสำหรับจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้า แต่ยังคงสามารถใช้ปลูกในแปลงของเกษตรกรได้ (Shibairo *et al*., 2006) ดังนั้นการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะมีความยาวของตาน้อยกว่า 3 mm และยังคงสามารถใช้เพื่อจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ได้ภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kirli *et al*. (2019) จุ่มหัวมันฝรั่งในสารละลาย calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถชะลอความยาวของตามันฝรั่งที่งอกในระหว่างการเก็บรักษาคิดเป็นร้อยละ 15 และ 42

**ตารางที่ 11** ความยาวตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 22-32 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 1.32 | 1.72 ab | 2.01 bc | 2.90 | 2.62 | 3.72 ab |
| Citric acid (CA) | 0.1 % | 1.48 | 1.64 ab | 2.16 c | 2.90 | 2.68 | 4.06 ab |
| | 0.5 % | 0.60 | 1.54 ab | 1.76 abc | 2.38 | 2.44 | 3.50 ab |
| | 1 % | 0.90 | 1.14 a | 1.82 abc | 2.78 | 2.72 | 3.82 ab |
| | 3 % | 1.32 | 1.36 ab | 1.54 ab | 2.66 | 2.78 | 3.66 ab |
| Ascorbic acid (AA) | 0.1 % | 1.28 | 1.92 b | 2.04 bc | 2.76 | 2.54 | 4.38 b |
| | 0.5 % | 0.96 | 1.30 ab | 2.02 bc | 2.54 | 2.52 | 3.76 ab |
| | 1 % | 1.26 | 1.76 ab | 1.92 bc | 2.46 | 2.52 | 4.02 ab |
| | 3 % | 1.10 | 1.68 ab | 2.00 bc | 2.56 | 2.42 | 3.48 ab |
| Calcium chloride (CC) | 0.1 % | 1.24 | 1.38 ab | 1.74 abc | 2.40 | 2.42 | 3.26 ab |
| | 0.5 % | 1.24 | 1.48 ab | 1.90 abc | 2.46 | 2.34 | 3.62 ab |
| | 1 % | 0.84 | 1.46 ab | 1.90 abc | 2.38 | 2.58 | 3.36 ab |
| | 3 % | 1.34 | 1.40 ab | 1.86 abc | 2.38 | 2.68 | 2.94 a |
| Calcium nitrate (CN) | 0.1 % | 1.50 | 1.50 ab | 1.94 bc | 2.56 | 2.86 | 3.40 ab |

กรมวิชาการเกษตร

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้นสาร | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| | 0.5 % | 1.24 | 1.56 ab | 1.76 abc | 2.38 | 2.44 | 3.08 a |
| | 1 % | 1.20 | 1.56 ab | 1.84 abc | 2.46 | 2.68 | 3.70 ab |
| | 3 % | 1.34 | 1.68 ab | 2.06 bc | 2.36 | 2.74 | 3.64 ab |
| L-Cysteine (Cys) | 0.1 % | 1.20 | 1.50 ab | 1.84 abc | 2.56 | 2.30 | 3.04 a |
| | 0.5 % | 1.42 | 1.48 ab | 1.82 abc | 2.36 | 2.64 | 3.02 a |
| | 1 % | 1.18 | 1.32 ab | 1.64 abc | 2.42 | 2.66 | 2.92 a |
| | 3 % | 1.14 | 1.16 a | 1.34 a | 2.38 | 2.50 | 2.82 a |
| F-test | | ns | ns | * | * | ns | ns |
| %CV | | 44.7 | 47.60 | 18.84 | 12.65 | 12.55 | 12.61 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

### 1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง หลังจากนั้นจะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วย calcium nitrate มี TSS ต่ำที่สุด 6.76 % ซึ่งไม่แตกต่างกับการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่น ๆ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ที่ไม่มีการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ (ตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nasima *et al*. (2019) ใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% กับฝรั่ง ส่งผลให้มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด และต่ำกว่าการใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งตรงกันข้ามกับการทดลองของ Bisen *et al*. (2014) ทดสอบการใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ในผลฝรั่ง ส่งผลให้ได้ TSS สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในการเก็บรักษาผลผลิตพีชภายหลังการเก็บเกี่ยว สามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของ TSS ปริมาณน้ำตาลซูโคส และฟรุกโตสในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C แต่ภายหลังค่าดังกล่าวกลับเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าชุดควบคุม (Yang *et al*., 2019)

**ตารางที่ 12** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษาที่ 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 5.32 b | 7.50 c | 7.20 ab | 7.03 ab | 7.03 a | 6.93 | 6.48 | 6.73 ab | 6.78 ab |
| Citric acid | 5.07 a | 7.44 bc | 7.47 b | 7.24 b | 7.03 a | 6.89 | 6.55 | 6.69 ab | 6.79 ab |
| Ascorbic acid | 5.38 b | 7.04 ab | 7.10 a | 7.15 ab | 6.95 a | 6.71 | 6.76 | 6.89 b | 6.96 b |
| Calcium chloride | 5.47 b | 7.09 abc | 7.28 ab | 6.90 a | 7.35 b | 6.69 | 6.68 | 6.91 b | 6.60 a |

ศูนย์วิจัยเกษตร

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calcium nitrate | 5.30 ab | 6.91 a | 7.05 a | 7.06 ab | 6.78 a | 6.68 | 6.59 | 6.53 a | 6.53 a |
| L-Cysteine | 5.44 b | 6.95 a | 7.21 ab | 7.26 b | 6.97 a | 6.69 | 6.55 | 6.51 a | 6.70 ab |
| F-test | * | * | * | * | * | ns | ns | * | * |
| %CV | 0.24 | 0.43 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.31 | 0.37 | 0.31 | 0.27 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** | **32** |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 6.93 c | 6.48 | 6.83 b | 6.43 | 6.85 ab | 6.30 a | 7.20 b | 6.95 a |
| Citric acid | | 6.72 bc | 6.74 | 6.91 b | 6.51 | 6.84 ab | 6.62 ab | 6.92 ab | 7.04 ab |
| Ascorbic acid | | 6.68 bc | 6.72 | 6.79 b | 6.74 | 7.13 bc | 7.08 c | 6.99 ab | 7.29 c |
| Calcium chloride | | 6.66 bc | 6.71 | 6.66 ab | 6.44 | 6.96 abc | 7.14 c | 7.14 b | 7.33 c |
| Calcium nitrate | | 6.24 ab | 6.43 | 6.41 a | 6.68 | 6.67 a | 6.71 b | 6.76 a | 6.97 a |
| L-Cysteine | | 6.53 ab | 6.61 | 6.80 b | 6.69 | 7.26 c | 7.14 c | 6.91 ab | 7.19 ab |
| F-test | | * | ns | * | ns | * | * | * | * |
| %CV | | 0.37 | 0.32 | 0.29 | 0.37 | 0.30 | 0.34 | 0.35 | 0.21 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 1.0 และ 3 % กับหัวพันธุ์มันฝรั่ง มีปริมาณ TSS ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) และปริมาณ TSS ในแต่ละระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13)

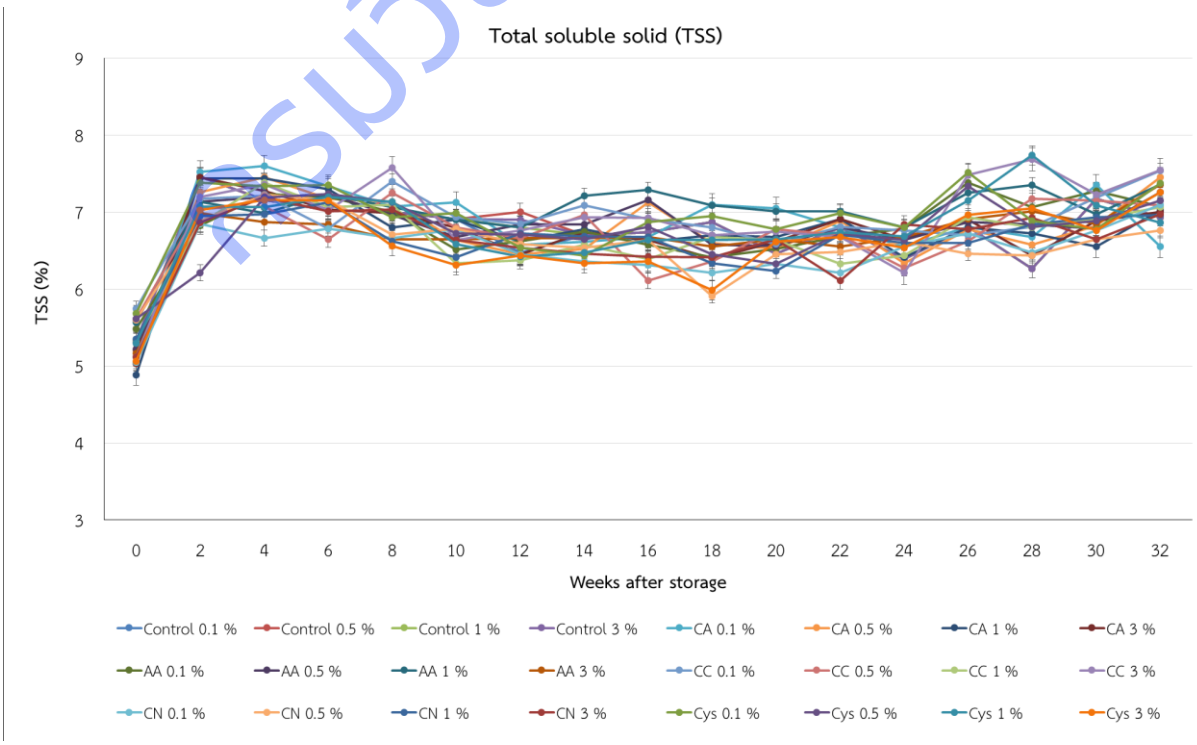
**ตารางที่ 13** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตที่ระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| **ความเข้มข้นสาร** | **ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์)** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0** | **2** | **4** | **6** | **8** | **10** | **12** | **14** | **16** |
| 0.1 % | 5.41 b | 7.23 | 7.23 | 7.10 | 7.04 | 6.91 b | 6.60 | 6.69 | 6.71 |
| 0.5 % | 5.45 b | 7.03 | 7.25 | 7.10 | 7.05 | 6.77 ab | 6.64 | 6.72 | 6.78 |
| 1.0 % | 5.31 ab | 7.17 | 7.20 | 7.18 | 6.98 | 6.70 ab | 6.60 | 6.76 | 6.75 |
| 3.0 % | 5.15 a | 7.19 | 7.20 | 7.04 | 7.00 | 6.68 a | 6.58 | 6.66 | 6.65 |
| F-test | * | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| %CV | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| **ความเข้มข้นสาร** | | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** | **32** |
| 0.1 % | | 6.75 | 6.63 | 6.74 | 6.67 | 7.01 | 6.71 a | 7.11 | 7.12 |
| 0.5 % | | 6.49 | 6.54 | 6.76 | 6.50 | 6.84 | 6.71 a | 6.93 | 7.13 |
| 1.0 % | | 6.74 | 6.64 | 6.78 | 6.58 | 6.95 | 6.98 b | 6.96 | 7.06 |
| 3.0 % | | 6.51 | 6.65 | 6.64 | 6.58 | 7.00 | 6.93 ab | 6.95 | 7.20 |
| F-test | | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| %CV | | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณ TSS ของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ในระดับความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C และมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 32 สัปดาห์ (8 เดือน) การพ่นสาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุดเฉลี่ย 6.58% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับการพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.1%, L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และชุดควบคุม มีปริมาณ TSS เฉลี่ย 6.78, 6.90 และ 6.95% ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 และ 3% มีปริมาณ TSS เฉลี่ย 7.58% (ภาพที่ 2, ตารางผนวกที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดปริมาณ TSS ของผลแอปเปิ้ล “Jonagold” ในระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% และ Yang *et al*. (2019) รายงานการใช้สาร citric acid ที่ระดับความเข้มข้น 0.1% ในการเก็บรักษาผลผลิตพืชภายหลังการเก็บเกี่ยว สามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของ TSS ปริมาณน้ำตาลซูโคส และฟรุกโตสในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C แต่ภายหลังค่าดังกล่าวกลับเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% กับฝรั่ง ส่งผลให้มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด และต่ำกว่าการใช้สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน (Nasima *et al*., 2019) แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองไม่สอดคล้องกับการใช้ calcium nitrate ที่ความเข้มข้น 2, 3, 4 % ไม่สามารถลดปริมาณ TSS ในผลแพร์ cv. Nijisseiki ในระหว่างการเก็บรักษา 70 วัน ที่อุณหภูมิ 0-1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Kaur *et al*., 2017) และ การใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.5% ในน้อยหน่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, 0 และ 5°C ไม่มีปริมาณ TSS แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (Kumhar *et al*., 2014)




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพที่ 2** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-32 สัปดาห์ (8 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

**1.4 อายุการเก็บรักษา**

อายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังเก็บรักษาได้ 18 สัปดาห์ (4.5 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5$\pm$1°C จะเกิดการงอกของตาพร้อมกันเฉลี่ย 3.5-9 ตา แต่ยังไม่สามารถวัดขนาดได้ เนื่องจากตาที่งอกมีขนาดเล็กมาก ภายหลังเก็บรักษา 22 สัปดาห์ (5.5 เดือน) จึงสามารถวัดขนาดความกว้างของตาของมันฝรั่งได้เฉลี่ย 0.88-1.85 mm ความยาวของตาเฉลี่ย 0.58-1.63 mm ทั้งนี้ถ้าตางอกยาวเกิน 3 mm ไม่สามารถใช้จำหน่ายในเชิงการค้าได้ (Shibairo *et al*., 2006) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 32 สัปดาห์ (8 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยชะลอความยาวของตาให้ช้าลง ความยาวของตาน้อยกว่า 3 mm สามารถจำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้าได้ นอกจากนี้การพ่นสาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะชะลอการงอกของตาได้ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 18 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pace *et al*. (2015) รายงานว่า L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1% มีอิทธิพลการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมตัดแต่ง (fresh-cut lettuce) ได้นานขึ้น 40% ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere) การใช้สาร L-cysteine ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในพลัมเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1°C) และเป็นวิธีการที่มีความปลอดภัย (Sogvar *et al*., 2020) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15% สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019) และ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 1% ในการเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่ที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในด้านความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Garcia *et al*., 1996) นอกจากนี้ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา แอปเปิ้ล “Jonagold” ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ได้นาน 150 วัน และ Gonzales and Quevedo (2017) รายงานว่า calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน แต่ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาในหัวแรดิชเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่ 2-8 วัน ถึงแม้การทดลองในมันฝรั่ง citric acid จะให้ประสิทธิภาพน้อยกว่าสารประเภทอื่น แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้สาร citric acid หรือ ascorbic acid หรือนำมาใช้ร่วมกันยังคงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งและช่วยลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในผลผลิตได้ (Giannuzzi *et al*., 1995) ดังนั้น L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และคุณภาพหัวพันธุ์มันฝรั่งได้นาน 32 สัปดาห์ หรือ 8 เดือน ในขณะที่การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ผึ่งไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ (อุณหภูมิห้อง) จะสามารถเก็บไว้ได้นาน 2.5-3 เดือน จึงมีการงอกของตา เนื่องจากพ้นการพักตัว (break dormancy) ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (อรทัย, 2561)

กรมวิชาการเกษตร

**1.5 ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา**

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ 5 ชนิด ได้แก่ citric acid, ascorbic acid, calcium chloride, calcium nitrate และ L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1 0.5 1 และ 3% และไม่มีการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระในทุกกรรมวิธี ไม่พบการเหี่ยวของผลผลิต หรือการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อราไวรัส และแบคทีเรีย เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5±1°C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) มีงานวิจัยที่ได้รายงานเกี่ยวกับการลดความเสียหายของผลผลิตโดยใช้สาร citric acid, ascorbic acid, calcium chloride ที่ความเข้มข้น 2.0% ร่วมกับรังสี gamma (0.4 kGy) กับแอปเปิล “Red Delicious” ที่อุณหภูมิ 17±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 75% นาน 90 วัน (Hussain *et al*., 2012) การใช้ calcium chloride 4% เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ salicylic acid 5 mM, ascorbic acid 11 mM และ citric acid 5 mM เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล และรักษาคุณภาพของผลโลควอท และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) การใช้ calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยลดอัตราการเกิดโรคลง 2.08% ในผลพีช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา 8-10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% นาน 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยลดการสูญเสียผลิตผลฝรั่งภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (Rajput *et al*., 2008) และ N-acetyl-L-cysteine ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาล และการเกิดโรคในลำไย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15+2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 6 วัน (Sodchit *et al*., 2008)

**1.6 ต้นทุนการผลิต**

การใช้สารต้านทานอนุมูลอิสระในการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็นอุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 32 สัปดาห์ ไม่พ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ (Control) พ่นสาร citric acid 0.1% calcium chloride 0.1% และสาร calcium nitrate 0.1% มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด 4,043 บาท คิดเป็นร้อยละ 4.7 ส่วนการพ่นสาร L-cysteine 3% มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด 4,511 บาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 เพิ่มขึ้นจากการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ 468 หรือคิดเป็นร้อยละ 0.6 (ตารางที่ 14)

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางที่ 14** ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 และการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็นอุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 32 สัปดาห์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562

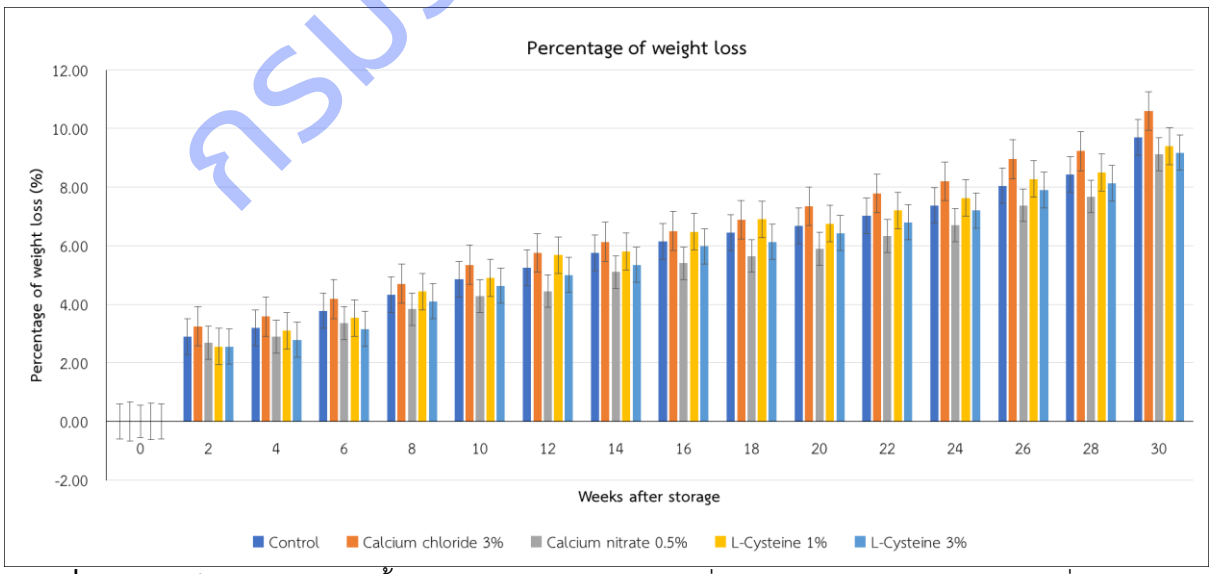
| รายการ | ชนิดของสาร | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่พ่นสาร (Control) | citric acid 0.1% | citric acid 0.5% | citric acid 1% | citric acid 3% | corbic ac 0.1% | ascorbic acid 0.5% | ascorbic acid 1% | ascorbic acid 3% | calcium chloride 0.1% | calcium chloride 0.5% | calcium chloride 1% | calcium chloride 3% | calcium nitrate 0.1% | calcium nitrate 0.5% | calcium nitrate 1% | calcium nitrate 3% | L-cystein 0.1% | L-cysteine 0.5% | L-cysteine 1% | L-steine 5% |
| **1. ต้นทุนผันแปร** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 ค่าแรงงานปลูกถึงเก็บเกี่ยว (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน) | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 | 1,286 |
| 1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัส 90 บ./ชุด และแบคทีเรีย 80 บ./ชุด) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 1.3 ค่าวัสดุการเกษตร | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1) ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 100 kg/ไร่ | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| 2) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 kg/ไร่ | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| 3) ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 kg/ไร่ | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 1.4 หัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 (25 บ./kg) | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 |
| 1.5 ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 | 254 |
| 1.6 ค่าไฟฟ้า (ห้องเย็นเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่ง) | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 | 336 |
| 1.7 ราคาของสาร | - | 0.3 | 1.6 | 3.2 | 9.5 | 1.1 | 5.5 | 11.1 | 33.2 | 0.4 | 1.9 | 3.7 | 11.1 | 0.4 | 1.8 | 3.6 | 10.8 | 15.6 | 78 | 156 | 468 |
| 1.8 ค่าแรงในการบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/ครั้ง) | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 | 243 |
| **รวมต้นทุนทั้งหมด/ชนิดสาร** | **4,043** | **4,043** | **4,045** | **4,046** | **4,052** | **4,044** | **4,049** | **4,054** | **4,076** | **4,043** | **4,045** | **4,047** | **4,054** | **4,043** | **4,045** | **4,047** | **4,054** | **4,059** | **4,121** | **4,199** | **4,511** |

กรมวิชาการเกษตร

**ขั้นตอนที่ 2 การหาชนิดของสารที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง คุณภาพผลผลิตหลังการพ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ**

**2.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสาร อายุหลังเก็บรักษา 0-30 สัปดาห์**

การสูญเสียน้ำหนักจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C เนื่องจากกระบวนการหายใจของผลผลิตในการเปลี่ยนน้ำตาลและแป้งไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ และเกิดการสูญเสียความชื้นจากความแตกต่างระหว่างความดันไอภายในผลผลิตและอากาศภายนอก (Butchbaker *et al*., 1973) หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังเก็บรักษา 30 สัปดาห์ หรือ 7.5 เดือน ที่พ่นสาร calcium nitrate 0.5% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเฉลี่ย 9.13 % รองลงมาคือ L-cysteine 3% L-cysteine 1% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 9.18 9.40 9.70 และ 10.60 % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 3, ตารางผนวกที่ 3) ผลจากการทดลองใช้สาร calcium nitrate ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nasima *et al*. (2019) รายงานว่าการจุ่มผลฝรั่งในสาร calcium nitrate ความเข้มข้น 2% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้การเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์ “Gola” ด้วยสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.25% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (Ali *et al*., 2016) การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g $l^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังจากเก็บรักษานาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015) แต่จากการทดสอบหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้ สาร calcium chloride ความเข้มข้น 2% กับผลแบลคเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ และสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำ (0°C) สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากที่สุด ส่วนชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (Turmanidze *et al*., 2016)




**ภาพที่ 3** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

กรมวิชาการเกษตร

**2.2 การงอกของตา**

**1) จำนวนตา**

จำนวนตาที่งอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C หัวพันธุ์มันฝรั่งจะงอกพร้อมกันในสัปดาห์ที่ 16 (3.7 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 1% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 1.9 ตา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น L-cysteine 3% และ calcium nitrate 0.5% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 2.1 และ 2.65 ตา ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่น calcium chloride 3% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 3.1 ตา ส่วนหัวพันธุ์มันฝรั่งที่ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีจำนวนตางอกสูงที่สุดเฉลี่ย 3.5 ตา ภายหลังจากเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 5.05 ตา ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-cysteine 1% และ calcium chloride 3% มีอัตราการงอกเฉลี่ย 5.45 และ 5.50 ตา ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 3% มีจำนวนตางอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 11.6 ตา แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 14) ภายหลังการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งจะมีตางอกภายใน 3 เดือน หลังจากผ่านการพักตัว (break dormancy) (อรทัย, 2562) ซึ่งเกิดจากการพักตัวแบบ endodormancy เป็นการพักตัวที่เกิดจากปัจจัยภายในตัวพืช ซึ่งพืชไม่สามารถชักนำให้เกิดการงอกของตาได้แม้จะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็ตาม หลังจากผ่านการพักตัวพืชเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเกิดการงอกของตาขึ้น (Sonnewald and Sonnewald, 2013) นอกจากนี้การงอกของตาในหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Pringle *et al*., 2009) ผลที่ได้จากการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการ Gorny *et al*. (2002) รายงานว่าการแช่ผลแพร์ที่ผ่านการแปรรูปด้วยการตัดแต่ง ในสารละลาย cysteine ที่ความเข้มข้น 1% ที่อุณหภูมิ 20°C นาน 5 นาที จะยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 0°C และการใช้ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % สามารถยับยั้งการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019)

**ตารางที่ 15** ค่าเฉลี่ยจำนวนตาของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 16-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 3.5 b | 3.85 | 4.85 | 5.30 ab | 5.95 b | 9.30 | 11.60 | 11.85 |
| Calcium chloride 3% | 3.1 bc | 3.95 | 5.25 | 5.35 ab | 5.5 ab | 8.80 | 11.80 | 12.20 |
| Calcium nitrate 0.5% | 2.65 abc | 4.20 | 5.35 | 5.80 b | 5.85 b | 9.85 | 12.75 | 13.05 |
| L-Cysteine 1% | 1.90 a | 4.05 | 5.05 | 5.25 ab | 5.45 ab | 9.30 | 11.95 | 11.95 |
| L-Cysteine 3% | 2.10 ab | 4.10 | 4.70 | 4.90 a | 5.05 a | 9.35 | 11.50 | 11.60 |
| F-test | * | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| % CV | 18.87 | 10.98 | 8.23 | 5.39 | 5.17 | 10.13 | 9.29 | 8.89 |

กรมวิชาการเกษตร

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**2) ความกว้างของตา**

ขนาดความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ จะสามารถวัดความกว้างได้ในสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) ซึ่งมีความกว้างเฉลี่ย 0.8-1.0 mm และภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระและไม่พ่นสาร มีขนาดความกว้างของตาเฉลี่ย 1.54-1.69 mm (ตารางที่ 15)

**ตารางที่ 16** ค่าเฉลี่ยความกว้างของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 24-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 | 26 | 28 | 30 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 0.83 | 1.09 | 1.34 | 1.54 |
| Calcium chloride 3% | 0.91 | 1.11 | 1.44 | 1.60 |
| Calcium nitrate 0.5% | 1.01 | 1.11 | 1.38 | 1.63 |
| L-Cysteine 1% | 1.02 | 1.12 | 1.42 | 1.59 |
| L-Cysteine 3% | 1.02 | 1.13 | 1.44 | 1.69 |
| F-test | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 10.27 | 5.93 | 6.59 | 6.52 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**3) ความยาวของตา**

ความยาวของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ จะงอกพร้อมกันในสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) ซึ่งมีความยาวตาเฉลี่ย 0.66-1.05 mm ภายหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ยความยาวของตา 2.19-2.71 mm ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 16, ภาพที่ 7) ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Kirli *et al*. (2019) แช่มันฝรั่งในสารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 10% นาน 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บรักษาที่ 4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ช่วยป้องกันการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น และลดความยาวของตาลง 67% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามความยาวของตามันฝรั่งในทุกกรรมวิธีภายหลังเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) มีความยาวของตาน้อยกว่า 3 mm สามารถใช้จำหน่ายเป็นหัวพันธุ์ทางการค้าได้ (Shibairo *et al*., 2006)

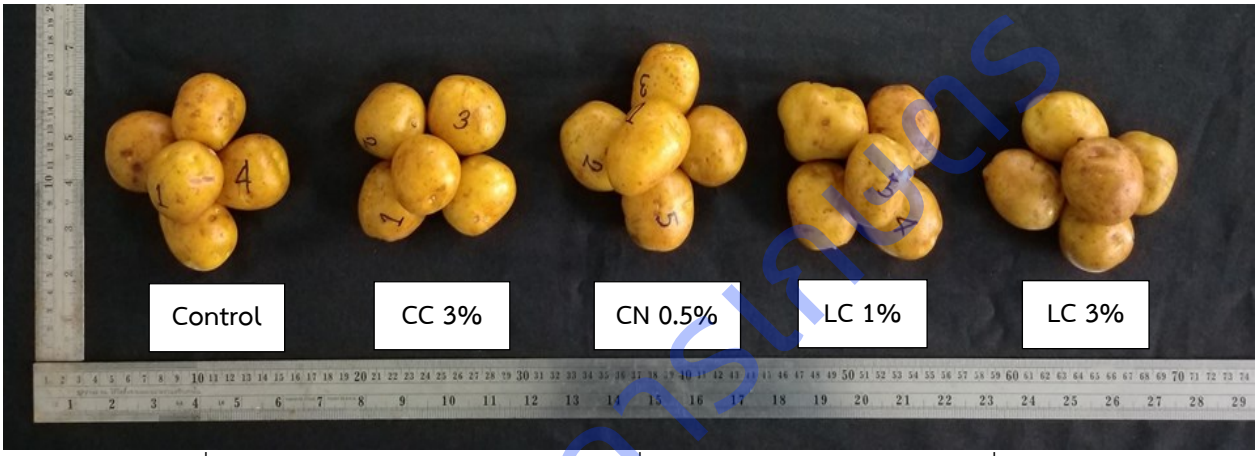
**ตารางที่ 17** ค่าเฉลี่ยความยาวของตามันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 24-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) |
|---|---|

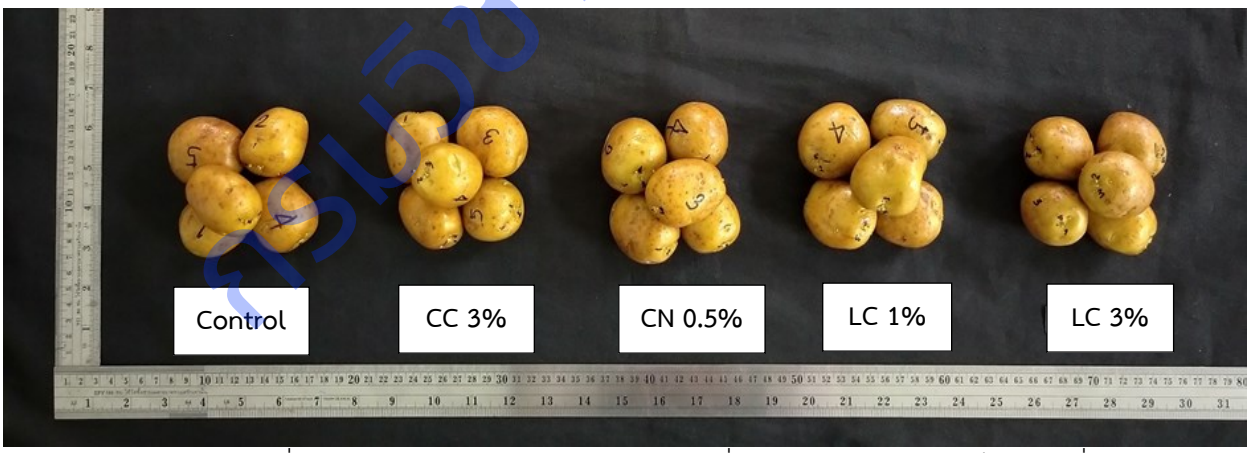
กรมวิชาการเกษตร

| | 24 | 26 | 28 | 30 |
|---|---|---|---|---|
| ไม่พ่นสาร (control) | 0.66 a | 1.07 | 1.86 a | 2.19 |
| Calcium chloride 3% | 0.80 ab | 1.17 | 2.45 b | 2.71 |
| Calcium nitrate 0.5% | 0.98 b | 1.11 | 2.26 ab | 2.63 |
| L-Cysteine 1% | 0.98 b | 1.11 | 2.49 b | 2.71 |
| L-Cysteine 3% | 1.05 b | 1.16 | 2.27 ab | 2.34 |
| F-test | * | ns | * | ns |
| %CV | 12.54 | 6.82 | 9.36 | 9.83 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.




(ก) หัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ก่อนการเก็บรักษาที่ 0 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563



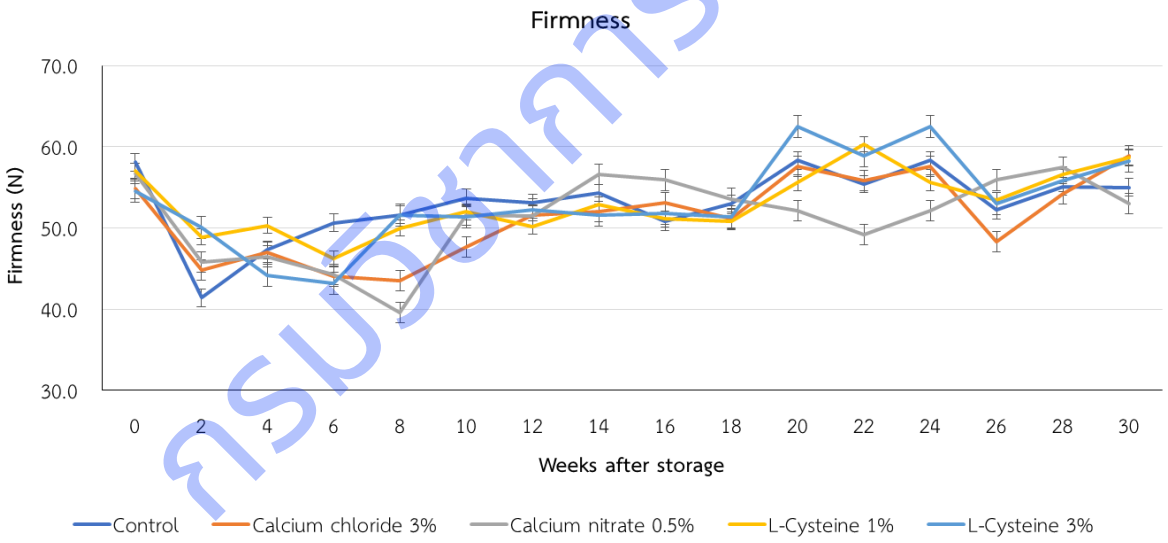

(ข) การงอกของตามันฝรั่งหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5±1 °C ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

**ภาพที่ 7** การงอกของตาหลังพ่นด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน หลังการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563 (ก-ข)

**2.3 ความแน่นเนื้อ**

ศูนย์วิทยทรัพยากร

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร Calcium nitrate 0.5% หลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ จะมีความแน่นเนื้อสูงที่สุดเฉลี่ย 60.5 N รองลงมาคือ การพ่นสาร L-cysteine 1% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride 3% ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 60  56.6 และ 54.5 N ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-cysteine 3% มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 49.7 N (ภาพที่ 8, ตารางผนวกที่ 4) การใช้สาร calcium nitrate สามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อในผลผลิตได้ โดยการรใช้ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% จะช่วยรักษาความแน่นเนื้อในการเก็บรักษาผลพุทราสดสูงถึง 4.22 N (Zeraatgar *et al*., 2019)  calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% จะช่วยรักษาความแน่นเนื้อของแอปเปิล พันธุ์ Jonagold (Rabiei *et al*., 2011) และ การเคลือบ harton plantain (*Musa paradisiaca*) ด้วยแป้งมันสำปะหลังร่วมกับ N-acetyl-cysteine อัตรา 8 g $l^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 18±4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ช่วยรักษาความแน่นเนื้อหลังจากเก็บรักษานาน 32 วัน (Cardozo *et al*., 2015) และ calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อ (2.21 kg $cm^{-2}$) ในผลพีช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา ±8–10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) แต่สำหรับการทดสอบในผลพีชกลับพบว่าการใช้สาร calcium chloride ช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้มากกว่าการใช้ calcium nitrate ที่ 5.57 และ 5.24 kg $cm^{-2}$ ตามลำดับ (Shah and Sajid, 2017)



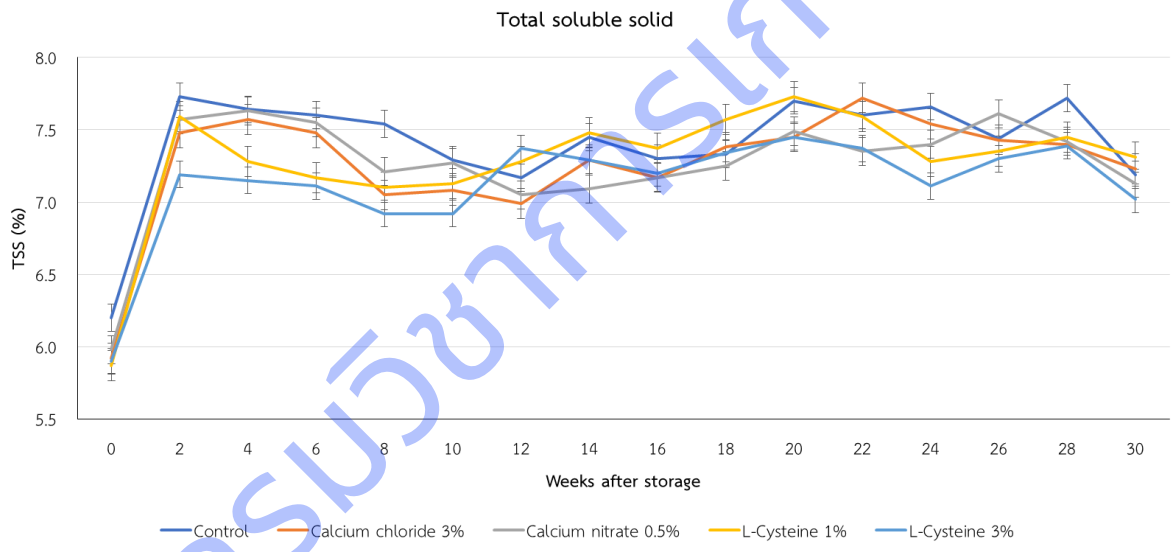

**ภาพที่ 8** ความแน่นเนื้อ ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

### 2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ปริมาณ TSS ของหัวพันธุ์มันฝรั่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 หลังการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จากนั้นมีแนวโน้มคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 24 (5.5 เดือน) และจะลดลงจนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ (8 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% ภายหลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) มีปริมาณ TSS ต่ำที่สุดเฉลี่ย 7.11% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร L-

กรมวิชาการเกษตร

cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และ calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% มีค่าเฉลี่ย 7.28 และ 7.40% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ และ calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% มีค่า TSS เฉลี่ย 7.66 และ 7.54% (ภาพที่ 9, ตารางผนวกที่ 5) การใช้สาร calcium nitrate ส่งผลให้ปริมาณ TSS ลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ Rabiei *et al*. (2011) รายงานว่า calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดปริมาณ TSS ของผลแอปเปิ้ล “Jonagold” ในระหว่างการเก็บรักษา 150 วัน ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% Nasima *et al*. (2019) พบว่าการจุ่มผลฝรั่งในสาร calcium nitrate นาน 5 นาที และเก็บรักษาไว้ในสภาพห้องเย็น ส่งผลให้ปริมาณ TSS น้อยที่สุด (8.19 °Brix) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ผลการทดลองที่ได้แตกต่างจาก รายงานการใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 % มีปริมาณ TSS ภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ cv. Rose Scented เป็นเวลา 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 85±5%) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (Kumar *et al*., 2013) และการใช้ L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.5% ในน้อยหน่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง, 0 และ 5°C ไม่มีปริมาณ TSS แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (Kumhar *et al*., 2014)



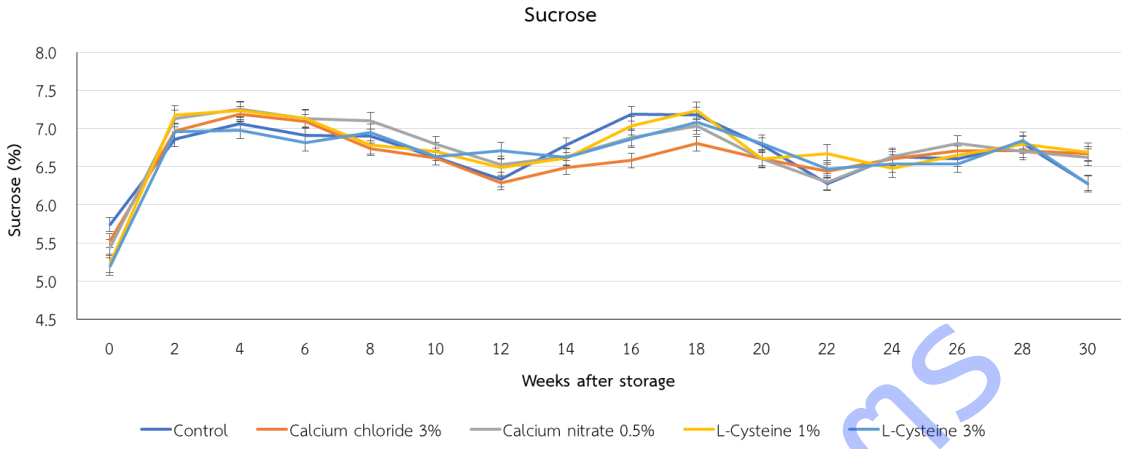

**ภาพที่ 9** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

### 2.5 ปริมาณน้ำตาลซูโครส

ปริมาณน้ำตาลซูโครสจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลซูโครสจะค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นด้วยสาร L-cysteine 3% และไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.28% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร calcium nitrate 0.5% calcium chloride 3% และ L-cysteine 1% มีค่าเฉลี่ย 6.62  6.67 และ 6.69% ตามลำดับ (ภาพที่ 10, ตารางผนวกที่ 6) ปริมาณน้ำตาลจึงเพิ่มสูงขึ้นใน

กรมวิชาการเกษตร

ระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากกระบวนการหายใจในหัวมันฝรั่งจะก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล (Isherwood, 1973)

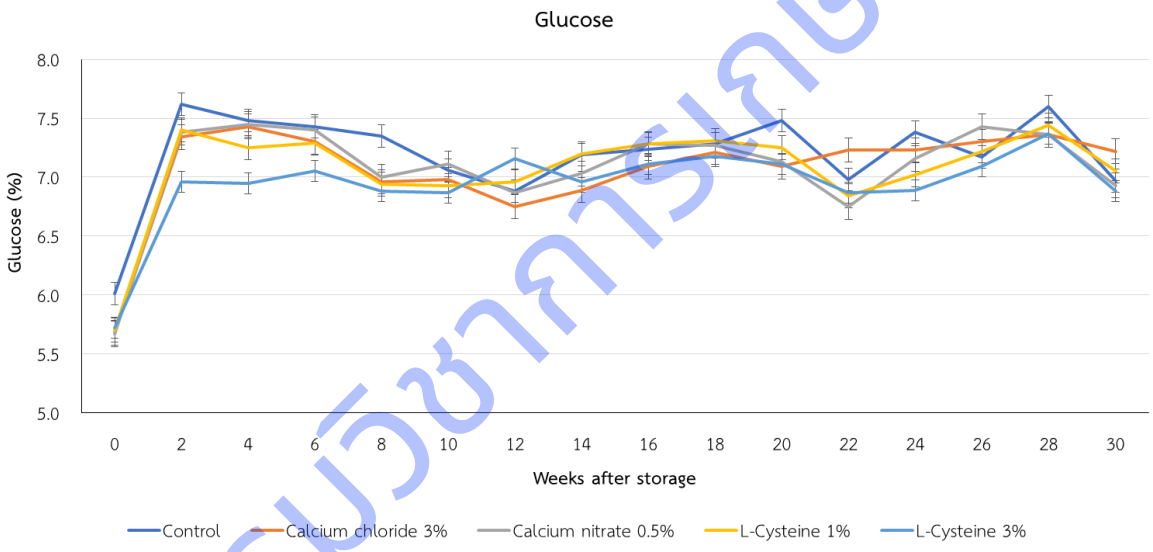



**ภาพที่ 10** ปริมาณน้ำตาลซูโครสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

กรมวิชาการเกษตร

### 2.6 ปริมาณน้ำตาลกลูโคส

ปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 2 หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จากนั้นปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 24 หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเฉลี่ยน้อยที่สุด 6.89% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพ่นสาร L-cysteine 1% calcium nitrate 0.5% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.02 7.16 และ 7.23% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ย 7.38% เมื่อเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งจนอายุครบ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) การพ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 6.88% อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่ calcium nitrate 0.5% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 1% calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 6.93 6.97 7.05 และ 7.22% ตามลำดับ (ภาพที่ 11, ตารางผนวกที่ 7) โดยระดับน้ำตาลกลูโคสในหัวมันฝรั่งสดที่โตเต็มที่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณสูงเช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)



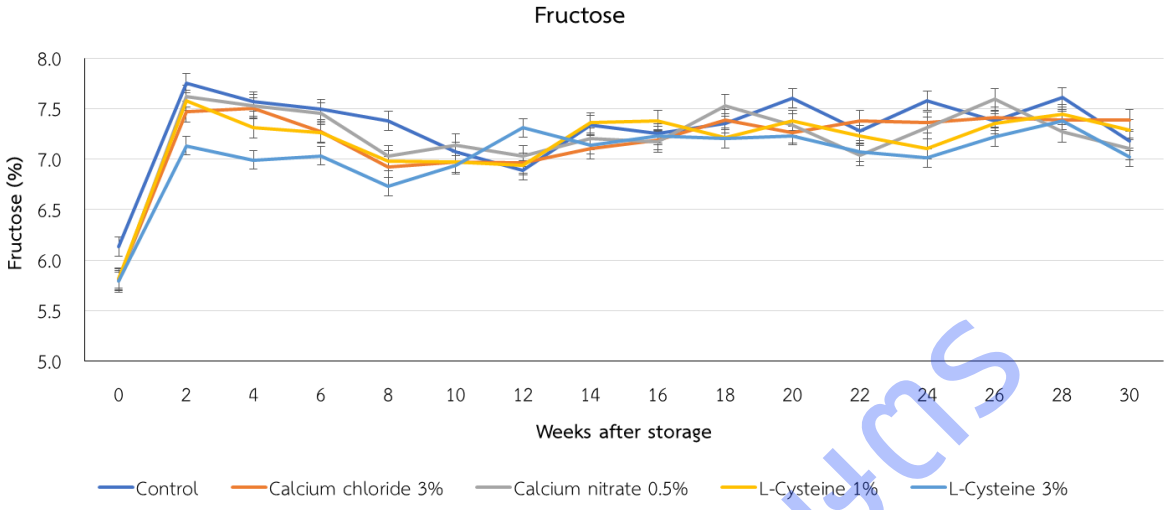

**ภาพที่ 11** ปริมาณน้ำตาลกลูโคสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

### 2.7 ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส

หลังจากเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสจะเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 และมีแนวโน้มคงที่ระหว่างการเก็บรักษา หลังเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งสัปดาห์ที่ 24 หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.01% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพ่น L-cysteine 1% calcium nitrate 0.5% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.10 7.31 และ 7.36% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเฉลี่ย 7.58 % ตลอดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง 30 สัปดาห์ การพ่นสาร L-cysteine 3% มีปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.02 % แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมา ได้แก่

กรมวิชาการเกษตร

calcium nitrate 0.5% ไม่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 1% และ calcium chloride 3% มีค่าเฉลี่ย 7.10 7.18 7.29 และ 7.39 % ตามลำดับ (ภาพที่ 12, ตารางผนวกที่ 8) โดยระดับน้ำตาลฟรุกโตสในหัวมันฝรั่งสดที่โตเต็มที่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณสูงเช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครส (Park *et al*., 2009)




**ภาพที่ 12** ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตสของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

### 2.8 อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่งขึ้นอยู่กับการงอกของตามันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษา ภายหลังเก็บรักษาได้ 16 สัปดาห์ (4 เดือน) ที่อุณหภูมิ 5±1°C จะเกิดการงอกของตาพร้อมกันเฉลี่ย 1.9-3.5 ตา แต่ยังไม่สามารถวัดขนาดได้ เนื่องจากตาที่งอกมีขนาดเล็กมาก ภายหลังเก็บรักษา 24 สัปดาห์ (5.5 เดือน) จึงสามารถวัดขนาดความกว้างของตาของมันฝรั่งได้เฉลี่ย 0.83-1.02 mm ความยาวของตาเฉลี่ย 0.66-1.05 mm ทั้งนี้ถ้าตางอกยาวเกิน 3 mm ไม่สามารถใช้จำหน่ายในเชิงการค้าได้ (Shibairo *et al*., 2006) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) หัวพันธุ์มันฝรั่งในทุกกรรมวิธี ได้แก่ ไม่พ่นสาร และพ่นสาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% และ 1% calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% และ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 3% มีความยาวของตาเฉลี่ย 2.19-2.71 mm ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ความยาวตาสำหรับจำหน่ายหัวพันธุ์มันฝรั่ง แต่อย่างไรก็ตาม L-Cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 3% จะช่วยลดจำนวนตา และรักษาคุณภาพความแน่นเนื้อ ช่วยลดปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และ ฟรุกโตส จนสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pace *et al*. (2015) รายงานว่า L-cysteine ที่ความเข้มข้น 0.1% มีอิทธิพลการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาผักกาดหอมตัดแต่ง (fresh-cut lettuce) ได้นานขึ้น 40% ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere) การใช้สาร L-cysteine ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในพลัมเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (1°C) และเป็นวิธีการที่มีความปลอดภัย (Sogvar *et al*., 2020) นอกจากนี้การใช้ calcium nitrate ระดับความเข้มข้น 0.5% และ 1% สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดและช่วยยืดอายุการเก็บรักษา แอปเปิ้ล “Jonagold” ที่อุณหภูมิ 0-2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% ได้นาน

กรมวิชาการเกษตร

150 วัน (Rabiei *et al*., 2011) และ Gonzales and Quevedo (2017) รายงานว่า calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.6% จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน แต่ไม่สามารถยับยั้งการงอกของตาในหัวแรดิชเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่ 2-8 วัน นอกจากนี้การแช่มันฝรั่งในสารต้านอนุมูลอิสระ calcium chloride ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % นาน 1 ชั่วโมง และนำไปเก็บรักษาที่ 4°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% สามารถลดการสูญเสียคุณภาพทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของมันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ (Kirli *et al*., 2019)

กรมวิชาการเกษตร

**2.9 ความเสียหายของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา**

หัวพันธุ์มันฝรั่งที่พ่นสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สาร calcium chloride ที่ระดับความเข้มข้น 3% สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% สาร L-cysteine ที่ระดับความเข้มข้น 1% และ 3% และไม่มีการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระในทุกกรรมวิธี ไม่พบการเหี่ยวของผลผลิต หรือการเน่าเสียและการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย เนื่องจากภายใต้สภาพอุณหภูมิการเก็บรักษาต่ำที่ 5$\pm$1°C จะช่วยลดอัตราการหายใจ ลดการคายน้ำ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรท แป้ง โปรตีน เป็นต้น ประกอบกับการเก็บรักษามันฝรั่งในที่มืด จึงช่วยชะลอความเสียหายที่เกิดจากการเน่าเสีย และการเกิดโรค (กนกพร, 2558) มีงานวิจัยที่ได้รายงานเกี่ยวกับการลดความเสียหายของผลผลิตโดยใช้สาร calcium chloride ที่ความเข้มข้น 4% ช่วยลดอัตราการเกิดโรคลง 2.08% ในผลพืช cv. Texas A 69 ที่เก็บรักษา 8-10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85% นาน 30 วัน (Rahman *et al*., 2016) การใช้ calcium chloride 4% เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิ 18±2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55% จะช่วยลดการเน่าเสีย ลดการเกิดสีน้ำตาล รักษาคุณภาพ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (Mostafa and Sultan, 2018) การใช้สาร calcium nitrate ที่ระดับความเข้มข้น 2% ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยลดการสูญเสียผลิตผลฝรั่งภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (Rajput *et al*., 2008) และ N-acetyl-L-cysteine ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาล และการเกิดโรคในลำไย ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 6 วัน (Sodchit *et al*., 2008)

**2.10 ต้นทุนการผลิต**

การไม่พ่นสารต้านทานอนุมูลอิสระ มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด 10,003 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.7 รองลงมา การพ่นด้วยสาร calcium nitrate 0.5% มีต้นทุนการผลิต 10,005 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.8 เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร การพ่นด้วยสาร calcium chloride 3% มีต้นทุนการผลิต 10,014 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.8 และพ่นด้วยสาร L-cysteine 1% มีต้นทุนการผลิต 10,159 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.1 ส่วนการพ่นสาร L-cysteine 3% มีต้นทุนการผลิตสูงที่สุด 10,471 บาท เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20.7 เพิ่มขึ้นจากไม่พ่นสาร 468 บาท หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1 (ตารางที่ 18) ถึงแม้สารต้านทานอนุมูลอิสระ L-cysteine จะมีราคาแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง แต่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของตาได้ดีที่สุด ช่วยควบคุมปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ไม่ให้สูงในระหว่างการเก็บรักษา ส่วน calcium nitrate 0.5% มีต้นทุนต่ำมีความคุ้มทุน ที่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด

**ตารางที่ 18** ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 และการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการเก็บรักษาในเย็นอุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 30 สัปดาห์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563

| รายการ | ชนิดและความเข้มข้นของสาร |
|---|---|

ลิขสิทธิ์การเกษตร

| | ไม่พ่นสาร (Control) | calcium chloride 3% | calcium nitrate 0.5% | L-cysteine 1% | L-cysteine 3% |
|---|---|---|---|---|---|
| **1. ต้นทุนผันแปร** | | | | | |
| 1.1 ค่าแรงงานปลูกถึงเก็บเกี่ยว (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/วัน) | 5,400 | 5,400 | 5,400 | 5,400 | 5,400 |
| 1.2 ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์ (ชุดตรวจสอบไวรัส 90 บ./ชุด และแบคทีเรีย 80 บ./ชุด) | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 1.3 ค่าวัสดุการเกษตร | | | | | |
| 1) ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 100 kg/ไร่ | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 |
| 2) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 kg/ไร่ | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 |
| 3) ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 kg/ไร่ | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| 1.4 หัวพันธุ์มันฝรั่ง G1 (25 บ./kg) | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 | 1,750 |
| 1.5 ค่าสารปราบวัชพืชและศัตรูพืช | 850 | 850 | 850 | 850 | 850 |
| 1.6 ค่าไฟฟ้า (ห้องเย็นเก็บหัวพันธุ์มันฝรั่ง) | 294 | 294 | 294 | 294 | 294 |
| 1.7 ความเข้มข้นของสาร | | | | | |
| 1) 0.1% | - | - | - | - | - |
| 2) 0.5% | - | - | 1.8 | - | - |
| 3) 1% | - | - | - | 156 | - |
| 4) 3% | - | 11.1 | - | - | 468 |
| 1.8 ค่าแรงในการบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษา (ค่าแรงงาน 300 บ./คน/ครั้ง) | 960 | 960 | 960 | 960 | 960 |
| **รวมต้นทุนทั้งหมด/ชนิดสาร** | **10,003** | **10,014** | **10,005** | **10,159** | **10,471** |

กรมวิชาการเกษตร

**สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ**

การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระ L-cysteine 3% จะยับยั้งการงอกของตาได้ดีที่สุด ช่วยควบคุมปริมาณ TSS ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ไม่ให้สูงในระหว่างการเก็บรักษา ส่วน calcium nitrate 0.5% จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุด และรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ดังนั้นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระดังกล่าว จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน) โดยที่หัวพันธุ์ไม่มีความเสียหายที่เกิดจากโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อรา ไวรัส และ แบคทีเรีย

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง ประกอบด้วย 19 การทดลอง ได้แก่ กิจกรรมงานวิจัย 1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์ และการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง กิจกรรมที่ 1.1 การวิจัยพัฒนาพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 3 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.1.1 การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์** ได้เมล็ดพันธุ์มันฝรั่ง (True potato seed) ที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) จำนวน 18 สายพันธุ์ หนักเมล็ดรวม 27.9 กรัม หรือประมาณ 3,000 เมล็ด (110 เมล็ด/กรัม) **การทดลองที่ 1.1.2 การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย** สามารถคัดเลือกสายต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 3 ได้จำนวน 27 สายต้น ที่ต้านทานต่อโรคใบไหม้ และไม่มีรสขม **การทดลองที่ 1.1.3 การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน** ได้สายพันธุ์ YS203 มีปริมาณและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ Atlantic ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าสำหรับการแปรรูป จึงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูป

กิจกรรมที่ 1.2 การทดสอบปฏิกิริยาต้านทานโรคของมันฝรั่ง จำนวน 4 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.2.1 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans*** สายพันธุ์ 302428.20 (CIP1), 398190.200 (CIP8), 391002.6 (CIP2) และ 398180.292 (CIP7) แสดงปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P. infestans* ทั้ง 4 ไอโซเลต **การทดลองที่ 1.2.2 การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง** มันฝรั่งทั้ง 18 สายพันธุ์ที่ได้นำเข้าเชื้อพันธุ์มาจากต่างประเทศ แสดงอาการของโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียทุกสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันกับมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติก พันธุ์ A3 และ A9 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปใช้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งเพื่อแก้ปัญหาโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรียได้ต่อไป **การทดลองที่ 1.2.3 การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม** การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต่างประเทศ (CIP1-CIP18) Atlantic A3 และ A9 อาจสามารถต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมได้เพียงบางประชากรเท่านั้น **การทดลองที่ 1.2.4 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส Potato virus $Y^n$ (PVY strain n)** สายพันธุ์ 302428.20 และ สายพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

398098.205 ที่มีความทนทานต่อเชื้อไวรัส $PVY^n$ (strain n) โดยพบการเกิดโรคไวรัสในระดับที่ต่ำในฤดูหนาวและยังต่ำในฤดูฝน เมื่อเทียบกับสายพันธุ์มันฝรั่งพันธุ์อื่นในแต่ละกรรมวิธี

กิจกรรมที่ 1.3 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแม่พันธุ์ และหัวพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 5 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic)** การผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบมีเดียปลูกในฤดูฝน ทำให้มีจำนวนยอดในการตัดปักชำมากที่สุด 9,084 ยอด มีจำนวนครั้งในการตัดปักชำมากที่สุด 8 ครั้ง และมีต้นทุนยอดปักชำราคาต่ำสุด 4 บาท/ยอด **การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค** การพ่นฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต BAP อัตรา 50 mg $l^{-1}$ ทำให้ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด 27.7 cm มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4 ข้อ และมีจำนวนยอดตัดปักชำเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูก 36 ตารางเมตร มากที่สุด 1,305 ยอด **การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค** ตาข่ายพรางแสงสีดำ 50% มีแนวโน้มให้จำนวนยอดในการตัดปักชำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 211.33 ยอด ส่วนการเกิดโรคใบไหม้ ตาข่ายพรางแสงสีบรอนซ์ 70 % มีการเกิดโรคใบไหม้เฉลี่ยร้อยละ 2.99 **การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว** ได้อาหารแข็งสูตร MS ที่ผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กจากต้นแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว โดยไม่ต้องเติมสารอาหารหรือสารเร่งการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยง **การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่** ใช้ AM ร่วมกับ P รองก้นหลุมก่อนปลูกมันฝรั่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

กิจกรรมงานวิจัย 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งในฤดูและนอกฤดู กิจกรรมที่ 2.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู จำนวน 2 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 2.1.1 การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง** ได้เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง 1 วิธี **การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง** ได้เทคโนโลยีการพ่นกรดจัสโมนิกที่ความเข้มข้น 20 mM สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มจำนวนหัวมันฝรั่งและจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานต่อไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งและน้ำหนักผลผลิตหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานและคุณภาพหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์โรงงานรวมทั้งผลตอบแทนได้มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

กิจกรรมงานวิจัย 3 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชสำคัญของมันฝรั่ง กิจกรรมที่ 3.1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการแมลงศัตรูสำคัญของมันฝรั่งการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตมันฝรั่งนอกฤดู จำนวน 3 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง** ได้ชนิดสารสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ spinosad 12%SC emamecthrin benzoate 1.92%EC และ fipronil 5%SC ตามลำดับ **การทดลองที่ 3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง** ได้สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดี คือ

กรมวิชาการเกษตร

spinetoram 12 %SC และ fipronil 5%SC อัตรา 10 และ 20 mlน้ำ 20 l **การทดลองที่ 3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae Riley*) ในมันฝรั่ง** ได้ชนิดของสารที่รองก้นหลุมก่อนปลูกและโรยรอบต้นทุก 1 เดือน มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดด้วง โดยทุกกรรมวิธีที่สารไม่พบอาการเป็นพิษต่อต้นมันฝรั่ง

กิจกรรมงานวิจัย 4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กิจกรรมที่ 4.1 การยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง จำนวน 2 การทดลอง ประกอบด้วย **การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการยืดอายุการเก็บรักษาของหัวพันธุ์มันฝรั่ง** ได้เทคโนโลยีการรมหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm นาน 15 นาที จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน) **การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง** ได้ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระที่จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์มันฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1°C ได้นาน 30-32 สัปดาห์ (7.5-8 เดือน) ได้แก่ Calcium nitrate 0.5% และ L-Cysteine 3%

โดยโครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง จะทำให้เกษตรกรได้ใช้พันธุ์มันฝรั่งที่ให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง เปอร์เซ็นต์แป้งสูงมากกว่า 20% มีความทนทานโรค สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ และคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด นอกจากนี้เป็นการเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรในการเป็นผู้ผลิตหัวมันสด เพื่อการแปรรูปให้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานแปรรูปในระยะยาว และเพื่อที่ประเทศไทยจะได้มีศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบขายแข่งในตลาดโลกได้ ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าการส่งออกนำรายได้เข้าประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี

กรมวิชาการเกษตร

## บรรณานุกรม

**บทนำ**


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

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

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

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

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

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


**การทดลองที่ 1.1.1** การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์


จุมพล สาระนาค และอรพรรณ วิเศษสังข์. 2564. โรคมันฝรั่ง. สืบค้นจาก: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/r_plant/rplant13.pdf. [ก.พ. 2564]

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


กรมวิชาการเกษตร

วงศ์ บุญสืบสกุล ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล ปิยรัตน์ ธรรมกิจวัฒน์ และรุ่งนภา คงสุวรรณ์. 2549. การควบคุมเชื้อ *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง โดยเชื้อ *Bacillus subtilis* Ehrenberg. Thai Agricultural Research Journal 24(2): 178-197.

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2536. การศึกษาโรคเหี่ยวจากบักเตรีของมันฝรั่งต่อพันธุ์มันฝรั่งบางพันธุ์. รายงานผลการทดลอง กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2559. มันฝรั่งพันธุ์เชียงใหม่ 1 และ มันฝรั่งพันธุ์เชียงใหม่ 2. รายงานการเสนอคณะอนุกรรมการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร เพื่อพิจารณาเป็นพันธุ์แนะนำ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สนอง จรินทร มานพ หาญเทวี สมพล นิลเวศน์ เกษม ทองขาว และจันทร์เพ็ญ แสนพรหม. 2553. การทดสอบความต้านทานโรคใบไหม้ของสายต้นมันฝรั่ง Atlantic ที่คัดเลือก: ทดสอบสายต้นมันฝรั่งที่คัดเลือกในแปลงทดสอบ. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุด ปีงบประมาณ 2553 กรมวิชาการเกษตร.

สมบัติ ห.เพียรเจริญ. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

สุธาศินี นนทะจักร. 2547. การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งต้านทานต่อโรคใบไหม้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

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

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Asano, K. and S. Tamiya. 2016. Breeding of pest and disease resistant potato cultivars in Japan by using classical and molecular approaches. Japan Agricultural Research Quarterly 50(1): 1-6.

Ballvora, A., M.R. Ercolano, J. Weiß, K. Meksem, C.A., Bormann, P. Oberhagemann and C. Gebhardt. 2002. The R1 gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes. The Plant Journal 30(3): 361-371.

กรมวิชาการเกษตร

Daay, F. and H.W. (Bud) Platt. 2003. US-8 and US-11 genotypes of *Phytophthora infestans* from potato and tomato respond differently to commercial fungicides. American Journal of Potato Research volume 80: 329–334.

Dodds, W.K., and D.A. Gudder. 1992. The ecology of Cladophora. Journal of Phycology 28:415–427.

Eaton, T., M.A.K. Azad, H. Kabir and A.B. Siddiq. 2017. Evaluation of six modern varieties of potatoes for yield, plant growth parameters and resistance to insects and diseases. Agricultural Sciences 8(11): 1315-1326.

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

Helgeson, J.P., J. D. Pohlman, S. Austin, G. T. Haberlach, S. M. Wielgus, D. Ronis and W.R. Stevenson .1998. Somatic hybrids between *Solanum bulbocastanum* and potato: a new source of resistance to late blight. Theoretical and Applied Genetics 96(6-7): 738-742.

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

Huaman, Z., J.T. Wiliams, W. Salhuana and L. Vincent. 1997. Descriptors for the cultivated potato. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy.

International potato center. 2015. Request 2015-30 Thailand. The consultative group on international agricultultural research, International Potato Center (CIP).

Jatav, A.S., S.S. Kushwah and I.S. Naruka. 2017. Performance of potato varieties for growth, yield, quality and economics under different levels of nitrogen. Advances in Research 9(6): 1-9.

Ktheisen. 2009. International potato center: World potato atlas; Peru. International Potato Center. Retrieved April 8, 2015 from website: https://research.cip.cgiar.org/confluence /display/wpa/.

Martin, C. and E.R. French. 1985. Bacterial wilt of Potato *Ralstonia solanacearum*. Technical information bulltin 13. (second edition revised) CIP, Lima Peru.

Mori, K., K. asano, S. Tamiya, T. Nakao and M. Mori. 2015. Challenges of breeding potato cultivars to grow in various environments and to meet different demands. Breeding Science 63(3): 3-16.

กรมวิชาการเกษตร

Priou, S., L. Gutarra, and P. Aley. 1999. Highly sensitive detection of *Ralstonia solanacearum* in latent infected potato tubers by post-enrichment ELISA on nitrocellulose membrane. EPPO/OEPP Bulletin 29 (1-2): 117-125.

Rubio-Covarrubias, O. A., D. S. Douches, R. Hammerschmidt and W.W. Kirk. 2006. Effect of photoperiod and temperature on resistance against *Phytophthora infestans* in susceptible and resistant potato cultivars: effect on deposition of structural phenolics on the cell wall and resistance to penetration. American journal of potato research 83(4): 325-334.

Van Der Vossen, E., A. Sikkema, B.T.L. Hekkert, J. Gros, P. Stevens, M. Muskens and S. Allefs. 2003. An ancient R gene from the wild potato species *Solanum bulbocastanum* confers broad-spectrum resistance to *Phytophthora infestans* in cultivated potato and tomato. The plant journal 36(6): 867-882.

**การทดลองที่ 1.1.2** การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย

จุมพล สาระนาค และอรพรรณ วิเศษสังข์. 2564. โรคมันฝรั่ง. สืบค้นจาก: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/r_plant/rplant13.pdf. [ก.พ. 2564]

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

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2536. การศึกษาโรคเหี่ยวจากบักเตรีของมันฝรั่งต่อพันธุ์มันฝรั่งบางพันธุ์. รายงานผลการทดลอง กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

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. หน้า 216-223. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

Asano, K. and S. Tamiya. 2016. Breeding of pest and disease resistant potato cultivars in Japan by using classical and molecular approaches. Japan Agricultural Research Quarterly 50(1): 1-6.

Boschi, F., C. Schvartzman, S. Murchio, V. Ferreira, M.I. Siri, G.A. Galván and M. Dalla-Rizza. 2017. Enhanced bacterial wilt resistance in potato through expression of Arabidopsis EFR and introgression of quantitative resistance from *Solanum commersonii*. Frontiers in plant science 8: 1642.

Martin, C. and E.R. French. 1985. Bacterial wilt of Potato *Ralstonia solanacearum*. Technicial information bulltin 13. (second edition revised) CIP, Lima: Peru.

Mori, K., K. asano, S. Tamiya, T. Nakao and M. Mori. 2015. Challenges of breeding potato cultivars to grow in various environments and to meet different demands. Breeding Science 63(3): 3-16.

Muthoni, J, H. Shimelis and R. Melis. 2020. Conventional breeding of potatoes for resistance to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*): Any light in the horizon?. Australian Journal of Crop Science 14(03): 485-494.

Patil, V.U., J. Gopal and B.P. Singh. 2012. Improvement for bacterial wilt resistance in potato by conventional and biotechnological approaches. Agricultural research 1(4): 299-316.

Priou, S., L. Gutarra, and P. Aley. 1999. Highly sensitive detection of *Ralstonia solanacearum* in latent infected potato tubers by post-enrichment ELISA on nitrocellulose membrane. EPPO/OEPP Bulletin 29 (1-2): 117-125.

Winstead, N.N. and A. Kelman. 1953. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology (9): 628-634.

**การทดลองที่ 1.1.3** การทดสอบสายพันธุ์มันฝรั่งที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

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

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2559ข. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งโรงงานคุณภาพ. กลุ่มงานพืชผัก สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

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

กรมวิชาการเกษตร

อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. การปลูกมันฝรั่งฤดูแล้ง ปี 2556/57. รายงานผลการศึกษา กลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

**การทดลองที่ 1.2.1 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อรา *Phytophthora infestans***

พิภัทร เจียมพิริยะกุล จิรพรรณ โสภี และ ฐาปนี เมฆหมอก. 2554. การจำแนกความต้านทานของเชื้อรา *Phytophthora infestans* ต่อสารเคมีเมทาแล็กซิลด้วยเทคนิคอาหารพิษโดยใช้ corn agar. รายงานเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 49 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 1-4 กุมภาพันธ์ 2554.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

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

Anonymous. 1997. The international potato centre annual report. International Potato Centre, Lima.

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

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

Lipps, P.E., R.C. Pratt and J.J. Hakiza. 1 9 9 7 . Interaction of *Ht* and partial resistance to *Exserohilum turcicum* in maize. Plant Disease 81:277-282.

**การทดลองที่ 1.2.2 การทดสอบปฏิกิริยาของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวของมันฝรั่ง**

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล เยาวภา ตันติวานิช วิภาดา ทองทักษิณ และสุธามาศ ณ น่าน 2553. การจัดการโรคเหี่ยวของปทุมมาที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2553. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช หน้า 433-437.

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2536. การศึกษาโรคเหี่ยวจากบักเตรีของมันฝรั่งต่อพันธุ์มันฝรั่งบางพันธุ์. รายงานผลการทดลอง กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วงศ์ บุญสืบสกุล. 2541. โรคของมันฝรั่งที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. 22: 48-56. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. แจงสถานการณ์มันฝรั่งปี 58 สศก. คาดเนื้อที่-ผลผลิตเพิ่ม มั่นใจราคาดี. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/newtadmin/ewt/oae_web /download/journal [มี.ค. 2559].

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. การปลูกมันฝรั่งและการแปรรูป. สืบค้นจาก: http://www.eto.ku.ac.th/media//index.html [มี.ค. 2559].

EPPO. 2004. *Ralstonia solanacearum*. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin 34:173-174.

Tryon, H. 1894. A new potato disease. Queensland Department of Agriculture Annual Report for 1893/1894., pp. 2-4. Cited in Kelman.

Smith, E.F. 1896. A bacterial disease of the tomato, eggplant and Irish potato (*Bacillus solanacearum* nov. sp.). G.P.O.: Washington. 30 pages.

Martin, C. and E.R. French. 1985. Bacterial wilt of Potato *Ralstonia solanacearum*. Technicial information bulltin 13.

Muthoni, J., H. Shimelis and R. Melis. 2012. Management of Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum* Yabuuchi *et al*., 1995) of Potato: Opportunity for Host Resistance in Kenya. Journal of Agricultural Science 4 (9): 64-78.

Muthoni, J., H. Shimelis, R. Melis and Z.M. Kinyua. 2014. Response of potato genotypes to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* (Smith) (Yabuuchi *et al*.) in the tropical highlands. American Journal of Potato Research 91: 215-232.

Priou, S., L. Gutarra, and P. Aley. 1999. Highly sensitive detection of *Ralstonia solanacearum* in latent infected potato tubers by post-enrichment ELISA on nitrocellulose membrane. EPPO/OEPP Bulletin 29 (1-2): 117-125.

**การทดลองที่ 1.2.3 การทดสอบปฏิกิริยาของเชื้อพันธุกรรมมันฝรั่งต่อไส้เดือนฝอยรากปม**

มนตรี เอี่ยมวิมังสา ไตรเดช ข่ายทอง และประยูร สมฤทธิ์. 2543. โรคหัวหูดของมันฝรั่ง. เอกสารประชุมวิชาการกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมลองบีช. เพชรบุรี, 8-20 มีนาคม 2543.

Hussey, R.S. and K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Plant Disease Reporter 57: 1025-1028.

Ingham, R.E., P.B. Hamm, R.E. Williams and W.H. Swanson. 2000. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with fumigant and nonfumigant nematicides. Journal of Nematology 32(4S): 556-565.

กรมวิชาการเกษตร

Ingham, R.E., P.B. Hamm, M. Baune, N.L. David, N.M. Wade. 2007. Control of *Meloidogyne chitwoodi* in potato with shank-injected metam sodium and other nematicides. Journal of Nematology. 39(2): 161-168.

**การทดลองที่ 1.2.4 การทดสอบความต้านทานของพันธุ์มันฝรั่งต่อเชื้อไวรัส *Potato virus* Y**

กิตติศักดิ์ กีรติยะอังกูร สุรสิทธิ์ บุญทวี วิวัฒน์ ภานุอำไพ และนวลจันทร์ ดีมา และ สถิต กิ่วแก้ว. 2533. ความเสียหายของผลผลิตมันฝรั่งที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ PVX และ PVY. รายงานผลงานวิจัย กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

สิทธิศักดิ์ แสไพศาล. 2555. การตรวจสอบและประเมินความเสียหายของโรคไวรัสมันฝรั่ง. กลุ่มงานไวรัสวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Bokx, J.A. 1972. Virus of potatoes and seed potato production. Netherlands A Verweij Wageningen. Pudic Wageningen: Netherland. 233 p.

Havey, M.J. 1996. CMV resistance in three sources of cucumber. Rep. Cucurbit Genet. Coop. 19:32-33.

Hooker, H.J. 1981. Compendium of potato disease. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota: U.S.A. 125 p.

Kennedy, J.S., M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A Conspectus of Aphids as Vector of Plant Viruses. Comm.Inst. Ent., London. 114 p.

Smith, K.M. 1972. A textbook of plant virus disease. New York. Academic Press. 684 p.

**การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic)**

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

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 156 หน้า.

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

กรมวิชาการเกษตร

อรทัย วงค์เมธา. 2558. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพของกรมวิชาการเกษตร เพื่อขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1373 กลุ่มวิจัยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

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

**การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค**

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

มานี เตื้อสกุล. 2550. เอกสารคำสอนสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: ปัตตานี.

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

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

Azam, F.M.S., S. Islam, M. Rahmatullah and A. Zaman. 2010. Clonal propagation of banana (*Musa spp.*) cultiva “BARI-1” (AAA Genome, *Sapientum* Subgrop). pp 537-544. *In* Dubois, T., S. Hauser, C. Staver and D. Coyne (eds.). Pro.IC on Banana & Plantain in Africa. Kenya: Acta Hort.

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

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

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค**


ชฤทธิ์เดช แก่นจาปา. 2556. ผลของการพรางแสงและสีตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสลัดแก้ว. ปัญหาพิเศษ. งานวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 22 น.

ศศิมา พยุยงค์ พัชรียา บุญกอแก้ว ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ และ ประนอม ยังคำมั่น. 2554. ผลของการพรางแสงและสีตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของหงส์เหิน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 ณ กรุงเทพฯ, กรุงเทพฯ, 1-4 กุมภาพันธ์ 2554.

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

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

อรทัย วงค์เมธา. 2558. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ กรมวิชาการเกษตร. เอกสารวิชาการเพื่อขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ, ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Fry, W.E. 2013. Protocol: Late blight rating system. Biology of *Phytophthora infestans* and management of late blight. Department of Plant Pathology and Plant-Microbe Biology. Cornell University. Ithaca: USA.

Henfling J.W. 1987. Late blight of potato (*Phytophthora infestans*). Technical information bulletin 4. International potato center (CIP). Av. LA Universidad s/n. La Molina, Lima: Peru.

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


กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว**

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

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

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

**การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่**

กรมวิชาการเกษตร. มปป. มาช่วยกันลดการใช้ปุ๋ยเคมีและหันมาใช้ปุ๋ยชีวภาพกันเถอะ. จดหมายข่าวผลิใบ. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n13/v_11-dec/kayaipon.html. [มี.ค. 2562].

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์. 2556. บทบาทของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ พืช ดิน และสิ่งแวดล้อม. Thai journal of science and technology.

ภาวนา ลิกขนานนท์ สุปรานี มั่นหมาย ประพิศ แสงทอง และวิทยา ธนานุสนธิ์. มปป. หัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และจารุฉัตร เขนยทิพย์. 2555. โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง.วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ปีที่ 13 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม.2555. สืบค้นจาก: http://www.oard1.org/GAP/pdf/Jouranal/.pdf. [มี.ค. 2562].

สมจิตร อยู่เป็นสุข. 2549. ไมคอร์ไรซา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

อรทัย วงค์เมธา. 2558. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพของกรมวิชาการเกษตร เพื่อขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1373 กลุ่มวิจัยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

Adavi, Z. and M.R. Tadayoun. 2014. Effect of mycorrhiza application on plant growth and yield in potato production under field conditions. Iranian Journal of Plant Physiology 4 (3): 1087-1093.

Karagiannidis, N., F. Bletsos and N. Stavropoulos. 2002. Effect of verticillium wilt (*Verticillium dahlia Kleb*.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. Scientia Horticulturae 94: 145-156.

Kasiamdari, R.S., S.E. Smith, F.A. Smith and E.S. Scott. 2002. Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). Plant Soil 238: 235-244.

Kjøller, R. and S. Rosendahl. 1996. The presence of the AM fungus *Glomus intraradices* influences enzymatic activities of the root pathogen *Aphanomyces euteiches* in pea roots. Mycorrhiza 6: 487-491.

Matsubara, Y., N. Hasegawa and H. Fukui. 2002. Incidence of *Fusarium* root rot in asparagus seedlings infected with arbuscular mycorrhizal fungus as affected by several soil amendments. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 71: 370-374.

Oyekanmi, E.O., D.L. Coyne, O.E. Fagade and O. Osonubi. 2007, Improving root-knot nematode management on two soybean genotypes through the application of *Bradyrhizobium japonicum*, *Trichoderma pseudokoningii* and *Glomus mosseae* in full factorial combinations. Crop Protection 26: 1006-1012.

Rafiq L., R. Shuab, V. Sharma, V. Kumar, R. Mir and K.K. Koul. 2015. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) plant. Asian Journal of Crop Science 7: 233-243.

Poomipan, P., A. Suwanarit, P. Suwanarit, O. Nopamornbodi and B. Dell. 2011. Reintroduction of a native Glomus to a tropical *Ultisol* promoted grain yield in maize after fallow restored the density of arbuscular mycorrhizal fungal spores. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 174: 257-268.

Talavera, M., K. Itou and T. Mizukubo. 2001. Reduction of nematode damage by root colonization with arbuscular mycorrhiza (*Glomus spp*.) in tomato-*Meloidogyne incognita* and carrot-*Pratylenchus penetrans* pathosystems. Applied Entomology and Zoology 36: 387-392.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Torres-Barragán, A., E. Zavale-Tamejia, C. Gonzalez-Chavez and R. Ferrera-Cerrato. 1996, The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum*) under field conditions. Mycorrhizae 6: 253-257.

Zou, Y.N., Wu, Q.S., Li Y., Huang, Y.M. 2014. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on root system morphology and sucrose and glucose contents of *Poncirus trifoliata*. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 25(4): 1125-1129.

**การทดลองที่ 2.1.1 การผลิตมันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้นอกฤดูในเขตภาคเหนือตอนบน และภาคเหนือตอนล่าง**

กรมวิชาการเกษตร. 2541. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 22 สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. การปลูกมันฝรั่ง. สำนักงานส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

มาโนช ทองเจียม. 2541. มันฝรั่ง. เอกสารวิชาการมันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และจารุฉัตร เขนยทิพย์. 2555 โรคใบไหม้ของมันฝรั่ง. วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร 13(3): 13-16

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2541. เอกสารวิชาการ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สนอง จรินทร วิวัฒน์ ภาณุอำไพ สมพงษ์ คูตระกูล และมานพ หาญเทวี. 2551. การทดสอบพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปในการปลูกฤดูฝน. หน้า 272-285. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543-2550 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. โครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน. เอกสารประกอบการประชุมปรึกษาหารือโครงการส่งเสริมการปลูกมันฝรั่งพันธุ์โรงงาน ครั้งที่ 2/2556. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ณ ห้องประชุมสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จ.เชียงใหม่. เชียงใหม่, 15 พฤษภาคม 2556.

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

อภิรักษ์ หลักชัยกุล. 2557. การปลูกมันฝรั่งฤดูแล้ง ปี 2556/57. รายงานผลการศึกษากลุ่มส่งเสริมพืชผักและเห็ด สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร

อรทัย วงค์เมธา. 2557. เทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่ง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจ. เกษตรอ. และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรระดับตำบล ในจ. เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ตาก และลำพูน ณ โรงแรมฮอลิเดย์ การ์เด้น อ.เมือง. เชียงใหม่, 5 เมษายน 2557.

**การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง**

เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ. 2533. ผลของเอทีฟอน เอสดีเอช เมพิคอทคลอไรด์ และปุ๋ยไนโตรเจนต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอินดิกา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพ ฯ.

ภัคภณ ศรีคล้าย. 2558 . นวัตกรรมเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.organellelife.com. [เม.ย. 2559].

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563 . รายงานพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่มันฝรั่ง ปี 2562-2563. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/oaereport/export_import/export.php. [ก.ค. 2563].

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 69 หน้า.

อรทัย วงส์เมธา. 2557. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนามันฝรั่ง ปี 2559-2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อภิรักษ์ หลักชัยกุล จิราภา จอมไธสง สมบัติ ห.เพียรเจริญ ฆริกา คันธา และอรทัย วงศ์เมธา. 2557. การปลูกมันฝรั่ง. กรมส่งเสริมการเกษตร.

Bandara, M.S., K.K. Tanino and D.R. Waterer 1995. Effect of plant growth regulators on seed tuber yield in potatoes. University of Saskatchewan.

Pelacho A.M and A.M. Mingo-Castel. 1991. Jasmonic acid induces tuberization of potato stolons cultured *in vitro*. Plant Physiology 97(3): 1253-1255.

**การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง**

กรมวิชาการเกษตร. 2541. มันฝรั่งและศัตรูที่สำคัญ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 22 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิสุทธิ์ เอกอำนวย. 2550. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลัชชิ่ง จำกัด (มหาชน): กรุงเทพฯ.

**การทดลองที่ 3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง**

กรมวิชาการเกษตร

ชนิตา พันธุ์มณี และมนตรี สิงหะวาระ. 2553. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตและการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกมันฝรั่ง. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พิสุทธิ์ เอกอำนวย. 2550. โรคและแมลงของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลัชชิ่ง จำกัด (มหาชน): กรุงเทพฯ.

รัฐบาลไทย. 2555. ครม.ไฟเขียวเปิดตลาดหอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง 3 ปี ตามข้อผูกพัน WTO เกษตรฯ ศึกษาผลกระทบยันไม่กระทบเกษตรกรผู้ผลิตในประเทศ กลับส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมอาหารของประเทศ. สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี ทำเนียบรัฐบาล. สืบค้นจาก: http://www.thaigov.go.th/th/news-ministry/2012-08-15-09-40-18. [ก.พ. 2556].

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อุราพร หนูนารถ สมรวย รวมชัยอภิกุล และ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2554. เอกสารวิชาการ แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช และ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด: กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. รายงานเนื้อที่ปลูก ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่มันฝรั่ง ปี 2556-2557. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/download/prcai/vegetable/potato52-54.pdf. [พ.ค. 2557].

สิทธิศักดิ์ แสไพศาล วิวัฒน์ ภาณุอำไพ และ วันเพ็ญ ศรีทองชัย. 2553. การป้องกันและควบคุมแมลงพาหะของเชื้อไวรัสในมันฝรั่ง. ฐานข้อมูลผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/research/files/1757_2553.pdf. [พ.ค. 2557].

**การทดลองที่ 3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza brassicae* Riley) ในมันฝรั่ง**

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อุราพร หนูนารถ สมรวย รวมชัยอภิกุล และ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2554. เอกสารวิชาการแมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์: กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

**การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

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

ดวงธิดา ขุมทอง มนตรี อิสรไกรศล วาริน อินทนา หมุดตอเล็บ หนสอ และประคอง เย็นจิตต์. 2549. ผลของการใช้โอโซนในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ ทุเรียน และ มะม่วง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 37 ฉบับที่ 2 (พิเศษ): 112-115.

กรมวิชาการเกษตร

ธนะชัย พันธ์เกษมสุข และอรุโณทัย ชาววา. 2545. ผลของโอโซนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ. หน้า 188. เอกสารประกอบการสัมมนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติครั้งที่ 1 ณ โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิง. เชียงใหม่, 22-23 สิงหาคม 2545.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

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

Alencar, E.R., L.R. Faroni, M.S. Pinto, A.R. da Costa and A.F. Carvalho. 2014. Effectiveness of ozone on postharvest conservation of pear (*Pyrus communis* L.). Journal of Food Processing and Technology 5(4): 317.

Baranovskaya, V.A., O.B. Zapol'skii, I.V. Ovrutskaya, N.N. Obodovskaya, E.E. Oshenichnaya and O.I. Yushkevich. 1979. Use of ozone gas sterilization during storage of potatoes and vegetables. Koshervnayal Ovoshchesushhil'naya Prom 4:10-12.

Bataller, M., S.S.C. Broche, M.A. Garcia and E. Veliz. 2010. Ozone application for postharvest disinfection of tomatoes. Ozone Science and Engineering 32(5): 361-371.

Barth, M.E., W.R. Landsman and J.M. Wahlen. 1995. Fair value accounting: Effects on banks' earnings volatility, regulatory capital, and value of contractual cash flows. Journal of Banking and Finance 19 (1995): 577-605.

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.

Butchbaker, A.F., W.J. Promersberger and D.C. Nelson. 1973. Respiration and weight losses of potatoes during storage. Farm Research 30(3): 33-40.

Concha-Meyer, A., J.D. Eifert, R.C. Williams, J.E. Marcy and G.E. Welbaum. 2015. Shelf life determination of fresh blueberries (*Vaccinium corymbosum*) stored under controlled atmosphere and ozone. International Journal of Food Science 164143.

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

กรมวิชาการเกษตร

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

Khanal, B. and D. Uprety. 2014. Effect of storage temperature on post-harvest of potato. International Journal of Research 1(7): 903-909.

Kittipadakul, P., B. Jaipeng, A. Slter, W. Stevenson and S. Jansky. 2016. Potato production in Thailand. American Journal of Potato Research 93:380–385.

Kute, K.M., C. Zhou and M.M. Barth. 1995. Effect of ozone exposure on total ascorbic acid activity and soluble solids content in strawberry tissue, In Proceedings of the Annual Meeting of the Institute of Food Technologists (IFT), New Orleans, 28 January-2 February 1995.

Nigwe. 2558. โอโซน. ใน คู่มือเครื่องผลิตโอโซน SANITIZER. สืบค้นได้จาก: http://www.nigwe.com/index.php?option=com_content&view=article&id=34:ozone&catid=10&Itemid=170. [ส.ค. 2558].

Park, S.W., J.H. Jeon, H.S. Kim, S.J. Hong, C. Aswath and H. Joung. 2009. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar 'Superior'. Scientia Horticulturae 120(1): 127-1.

Perez, AG, C. Sanz, J.J. Ríos, R. Olias and J.M. Olias. 1999. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(4): 1652-1656.

Pikki, K., V. Vorne, K. Ojanpera and H. Pleijel. 2003. Potato tuber sugars, starch and organic acids in relation to ozone exposure. Potato Research 46: 67-79.

Pringkle, R., C. Bishop and R. Clayton. 2009. Physiology, In Chapter 1, Potatoes Postharvest (pp 1-29). CABI International, MPG Books Group: UK.

Salvador, A., I. Abad, L. Arnal and J.M. Martinez-Javega. 2006. Effect of ozone on postharvest quality of persimmon. Journal of food science 71(6): 443-446.

Sapers, G.M., J.R. Gorny and A.E. Yousef. 2006. Microbiology of fruits and vegeตารางที่ s. CRC Press, Taylor and Francis Group: USA.

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.

Spencer, R.C.J. 2003. Ozone as a post-harvest treatment for potatoes. Thesis of Master degree. Department of Plant Sciences. University of Saskatchewan: Canada.

กรมวิชาการเกษตร

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.

Tran, T.T.L., S. Aimla-or, V. Srilaong, P. Jitareerat, C. Wongs-Aree and A. Uthairatanakij. 2013. Fumigation with ozone to extend the storage life of mango fruit cv Nam Dok Mai No. 4. Agricultural Science Journal 44(2): 663-672.

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.

Wongmetha, O. 2017a. Seed potato production. Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Horticulture Research Institute (HRI), Department of Agriculture (DOA).

Wongmetha O. 2017b. Annual report on technology dissemination of virus-free seed potato production using hydroponic production systems in Thailand. AFACI Program Workshop on Seed Potato Production, Indonesia, September 26-30, 2017: 147-177.

**การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

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

กิตตินาถ สายพฤกษ์. 2558. Bivalent peptidic inhibitor: การสังเคราะห์และการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2561. การใช้แคลเซียมเพื่อคุณภาพของผลไม้ที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว. Postharvest Newsletter 17(4): 5-7.

ศิวาพร ศิวเวชช เสาวภาคย์ วัฒนพาหุ และประศาสตร์ ฟูตระกูล. 2545. การใช้กรดอะมิโนซีสเตอีนทดแทนสารประกอบซัลเฟอร์ในการยืดอายุการเก็บน้ำมะนาว. วารสารอาหาร 32(3): 194-199.

สถาบันอาหาร. 2541. การรมลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้ได้คุณภาพเพื่อการส่งออก. คู่มือการรมควัน-อบแห้งลำไย พร้อมกรรมวิธีการผลิตและแบบแปลน. สถาบันอาหาร: กรุงเทพฯ.

สนอง จรินทร พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข มานพ หาญเทวี วิทยา อภัย อดุลย์ สิทธิวงศ์ จันทร์เพ็ญ แสนพรม และอุทัย นพคุณวงศ์. 2550. ผลของสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ร่วมกับเกลือแคลเซียมที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสด. รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุด ปีงบประมาณ 2550 กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

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

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

อรทัย วงค์เมธา. 2562. ระบบการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งปลอดโรค. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

อรรณพ วราอัศวปติ ดาวเรือง ศรีกอก และสมโภชน โกมลมณี. 2534. ผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาตอคุณภาพของลำไย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีครั้งที่ 17. มหาวิทยาลัยขอนแกน. หน้า 634-635.

Ashour, N.N. 2000. Effect of environmental factors, calcium and potassium fertilization on yield and quality of apple. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture. Mansoura University: Egypt.

Bisen, S., R.S. Thakur and D. Tembhare. 2014. Effect of calcium nitrate and giberellic acid application on growth, fruit quality and postharvest behaviour of guava fruit. Proceedlings of national conference on harmony with nature context of environmental issue and challenges of the 21st century, Udaipur, November 28-30, 2014: 55-62.

Butchbaker, A.F., W.J. Promersberger and D.C. Nelson. 1973. Respiration and weight losses of potatoes during storage. Farm Research 30(3): 33-40.

Cardozo, C.J.M., J.R.P. Beltrán and L.F. Berrio. 2015. Effect of cassava-starch coatings with ascorbic acidic and N-acetylcysteine on the quality of harton plantain (*Musa paradisiaca*). Revista Facultad Nacional de Agronomía 68(2): 7689-7701.

García, J.M., S. Herrera and A. Morilla. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(1): 30-33.

Giannuzzi, L., A.M. Lombardi and M. Ezaritzky. 1995. Diffusion of citric and ascorbic acids in pre-peeled potatoes and their influence on microbial growth during refrigerated storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 63(8): 311-317.

Gonzales, L.M.R. and M.A. Quevedo. 2017. Respiration rate and shelf life of radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by postharvest application of calcium nitrate and humic acid concentration. Mindanao Journal of Science and Technology 15: 76-88.

กรมวิชาการเกษตร

Gorny, J, B. Hess-Pierce, R.A. Cifuentes and A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology 24(3): 271-278.

Grandellis, C., V. Giammaria, E. Fantino, I. Cerrudo, S. Bachmann, F. Santin and R.M. Ulloa. 2016. Transcript profiling reveals that cysteine protease inhibitors are up-regulated in tuber sprouts after extended darkness. Functional and Integrative Genomics 16: 399-418.

Hussain, P.R., R.S. Meena, M.A. Dar and A.M. Wani. 2012. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. Journal of food science and technology 49(4): 415-426.

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

Kaur, K., P.P.S. Gill and S.K. Jawandha. 2017. Effect of calcium nitrate and gibberellic acid on storage life of pear (*Pyrus pyrifolia*) cv. Nijisseiki. Applied Biological Research 19(2): 205-208.

Kumhar, D.S. S. Pareek and K.D. Ameta. 2014. Effect of antioxidants and storage temperatures on browning and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) pulp. Journal of Scientific & Industrial Research 73: 622-626

Lodhi, D.K. and R. Tiwari. 2017. Effect of calcium nitrate on physico-chemical changes and shelf-life of aonla (*Emblica officinalis* Gaertn) fruits. Annals of Plant and Soil Research 19(1): 32-36.

Marshall, M.R., Kim, j. and Wei, C. 2000. Enzymatic browning in fruits, vegetable and seafoods. Retrieved May 30, 2007 from http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricalt/ Agsi/ ENZYME.../Enzymatic%20Browning.html.

Marvin, L., R. Gonzales and M.A. Quevedo. 2017. Respiration rate and shelf life of radish (*Raphanus sativus* L.) as influenced by postharvest application of calcium nitrate and humic acid concentration. Mindanao Journal of Science and Technology 15: 76-88.

Mostafa, Y.S. and M.Z. Sultan. 2018. Calcium chloride combined with antioxidants increases keeping quality and limits postharvest decay of loquat fruit. Acta Horticulturae 1194: 157-164.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Nasima, N., V. Swaminathan, J. Rajangam and K. Venkatesan. 2019. Response of post-harvest dipping on shelf-life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruits under cold storage. International Journal of Chemical Studies 7(3): 1901-1905.

Pace, B., I. Capotorto, M. Ventura and M. Cefola. 2015. Evaluation of L-cysteine as anti-browning agent in fresh-cut lettuce processing. Journal of Food Processing and Preservation 39(6): 985-993.

Park, S.W., J.H. Jeon, H.S. Kim, S.J. Hong, C. Aswath and H. Joung. 2009. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar 'Superior'. Scientia Horticulturae 120(1): 127-1.

Pringkle, R., C. Bishop and R. Clayton. 2009. Physiology, In Chapter 1, Potatoes Postharvest. CABI International, MPG Books Group: UK.

Rabiei, V., E. Shirzadeh, Y. Sharafi and N. Mortazavi. 2011. Effects of postharvest applications of calcium nitrate and acetate on quality and shelf-life improvement of "Jonagold" apple fruit. Journal of Medicinal Plants Research 5(19): 4912-4917.

Rahman, M.U., M. Sajid, A. Rab, S. Ali, M.O. Shahid, A. Alam, M. Israr and I. Ahmad. 2016. Impact of calcium chloride concentrations and storage duration on quality attributes of peach (*Prunus persica*). Russian Agricultural Sciences 42: 130-136.

Rajput, B.S., R. Lekhe, G.K. Sharma and I. Singh. 2008. Effect of pre and postharvest treatments on shelf life and quality of guava fruits. (*Psidium guajava* L.) cv. GWALIOR –27. The Asian Journal of Horticulture 3(2): 368-371.

Salles, J.S., A.H.F. de Lima, F.F. da S. Binotti, E. Costa, E.D.C. Binotti, J.S. Salles, G.H.C. Vieira and A.F.G.O. de Souza. 2019. Calcium nitrate priming increases the germination rate of eggplant seeds. Journal of Agricultural Science 11(15): 181-186.

Shah, S.T. and M. Sajid. 2017. Influence of calcium sources and concentrations on the quality and storage performance of peach. Sarhad Journal of Agriculture 33(4): 532-539.

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.

Sodchit, C., T. Kongbangkerd and W. Na-Phun. 2008. Prevention of enzymatic browning of postharvest longan fruit by N-acetyl-L-cysteine and 4-hexylresorcinol. Songklanakarin Journal Science Technology 30(1): 31-35.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Sogvar, O.B., F. Razavi, V. Rabiei, G. Gohari. 2020. Postharvest application of L-cysteine to prevent enzymatic browning of “Stanley” plum fruit during cold storage. Journal of Food Processing and Preservation 44(10): e14788.

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

Turmanidze, T., L. Gulua, M. Jgenti, L. Wicker. 2016. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 4(12): 1127-1133.

Washburn, C. and C. Jensen. 2017. Pretreatments to prevent darkening of fruits prior to canning or dehydrating. Extension and Agriculture. Utah State University: U.S.A.

Yang et al., 2019

Zeraatgar, H., G.H. Davarynejad, F. Moradinezhad and B. Abedi. 2019. Preharvest application effect of salicylic acid and calcium nitrate on physicochemical characteristics of fresh jujube fruit (*Ziziphus jujuba*. Mill) during storage. Erwerbs-Obstbau 61: 119–127.

กรมวิชาการเกษตร

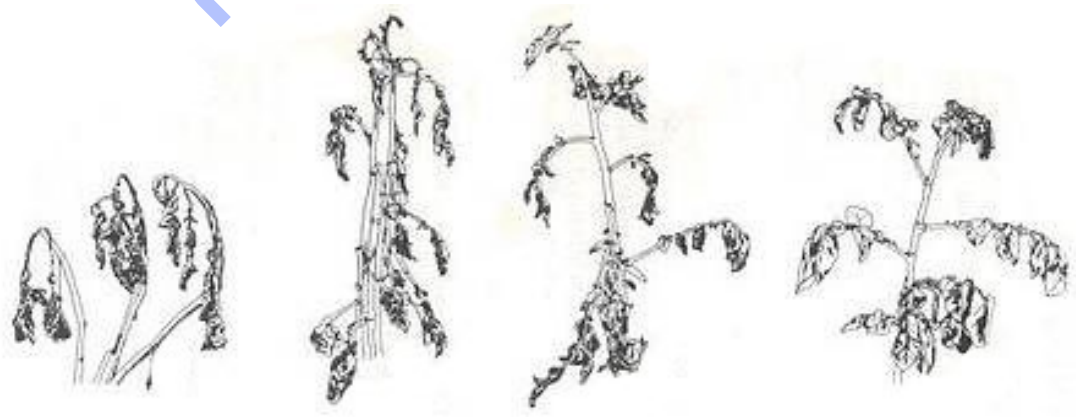
## ภาคผนวก (Appendix)

**การทดลองที่ 1.1.1** การปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้โดยวิธีการผสมพันธุ์

**เกณฑ์การประเมินโรคใบไหม้ จากเชื้อรา *P. infestans***

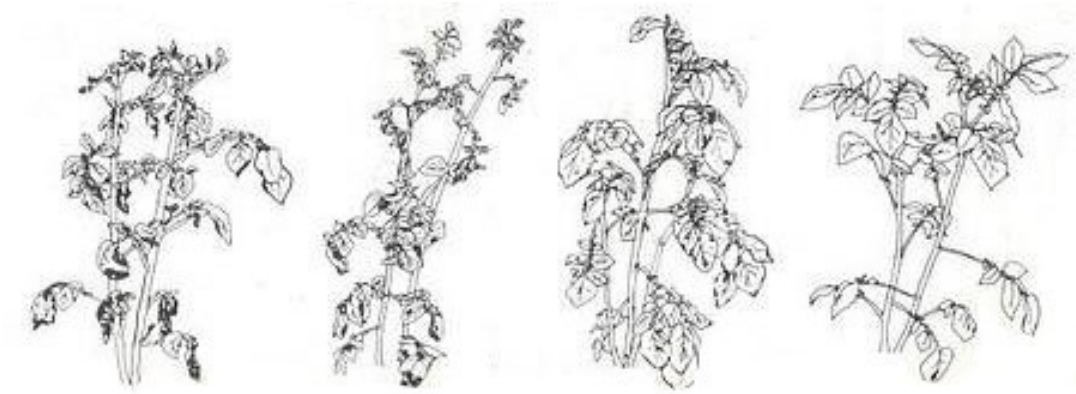
**วิธีการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในสภาพไร่ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP)** (ดัดแปลงจาก Henfling, 1987 และ Fry, 2014) แบ่งออกเป็น 9 ระดับ ดังนี้

| ระดับ | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ | อาการ |
|---|---|---|
| 1 | 0 | - ไม่พบอาการโรคใบไหม้ |
| 2 | 1- 5 | - พืชดูสมบูรณ์ดีแต่เมื่อเข้าใกล้จะเห็นแผลหรือจุดขนาดเล็ก 2-10 จุดต่อต้น ไม่มีการขยายตัว |
| 3 | 6- 15 | - ใบเป็นแผลหรือจุด 11-20 จุดต่อต้น หรือแผลมีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ต้นยังดูปกติ |
| 4 | 16- 35 | - เกือบทุกใบย่อยเป็นโรคแต่ต้นยังดูปกติ ใบเป็นแผลหรือจุด 11-20 จุดต่อต้น และมีขนาดใหญ่ขึ้น (ใบถูกทำลาย 25% ของพื้นที่ใบทั้งต้น) |
| 5 | 36- 65 | - เกือบทุกใบย่อยพบอาการของโรค พืชยังมองดูเขียวแต่ใบล่างเป็นโรคแห้งตาย (ใบถูกทำลาย 50% ของพื้นที่ใบทั้งต้น) |
| 6 | 66- 85 | - ทุกใบย่อยพบอาการของโรค พืชยังมองดูเขียว ใบล่างครึ่งหนึ่งเป็นโรคแห้งตาย พบแผลสีน้ำตาลที่ต้น (ใบถูกทำลาย 75% ของพื้นที่ใบทั้งต้น) |
| 7 | 86- 95 | - พืชมองดูมีสีเขียวและน้ำตาลเท่าๆกัน มีสีเขียวเฉพาะใบบน ลำต้นเป็นแผลใหญ่ |
| 8 | 96-99 | - มีเพียงใบยอด 2-3 ใบที่ยังมีสีเขียวอยู่ พื้นที่ใบส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาล ลำต้นส่วนใหญ่เป็นแผลหรือแห้งตาย |
| 9 | 100 | - ใบและลำต้นแห้งตายหมด |



100 % 96-99 % 86-95 % 66-85 %

กรมวิชาการเกษตร



36-65 %　　16-35 %　　6-15 %　　<5 %

**ภาพผนวกที่ 1** การแสดงอาการเกิดโรคใบไหม้ในต้นพืช

**เกณฑ์การประเมินโรคเหี่ยวเขียว จากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum***

<u>การประเมินโรค</u> บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ดังนี้

1 = พืชปกติ (healthy plant)

2 = ใบเหี่ยว 1 ใบต่อต้น (wilt of one leaf)

3 = ½ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of up to half the leaves)

4 = ¾ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of nearly all leaves)

5 = แสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น (complete wilt or death)

1 = พืชปกติ (healthy plant)

2 = ใบเหี่ยว 1 ใบต่อต้น (wilt of one leaf)

3 = ½ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of up to half the leaves)

4 = ¾ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว

5 = แสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น (complete wilt

ศูนย์วิชาการเกษตร

(wilt of nearly all leaves) or death)

**ภาพผนวกที่ 2** การแสดงอาการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในต้นมันฝรั่ง (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

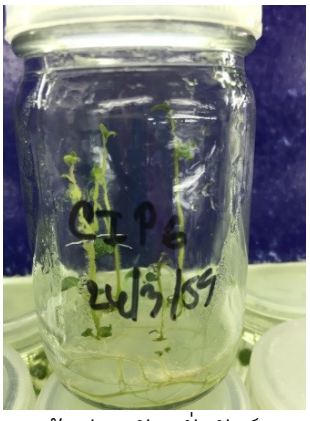
(ก) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 1

(ข) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 2

(ค) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 3

(ง) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 4

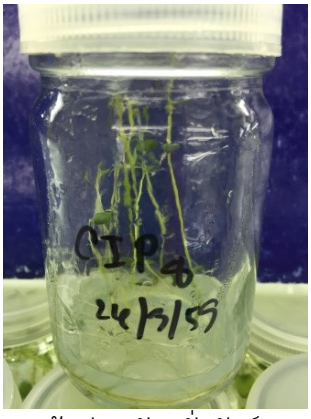
(จ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 5



(ฉ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 6

กรมวิชาการเกษตร

(ช) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 7

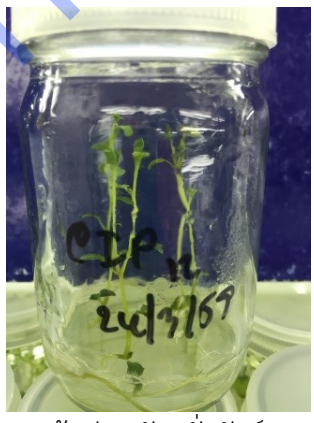


(ซ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 8

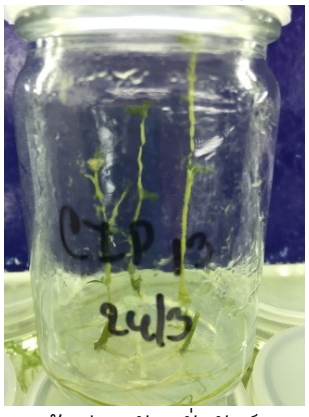
(ฌ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 9

(ญ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 10

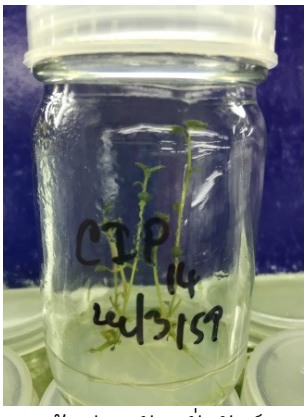
(ฎ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 11



(ฎ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 12



(ฐ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 13



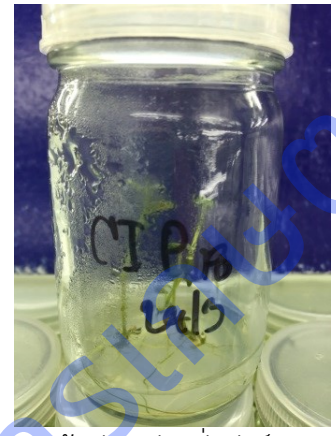
(ฑ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 14

กรมวิชาการเกษตร

(ฒ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 15

(ณ) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 16

(ด) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 17



(ต) ต้นอ่อนมันฝรั่งพันธุ์ CIP 18

**ภาพผนวกที่ 3** การขยายต้นอ่อนมันฝรั่ง และลักษณะต้นอ่อนมันฝรั่งจากประเทศเปรูทั้งหมด 18 สายพันธุ์ ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2559 (ก-ต)

(ก) ย้ายต้นอ่อนมันฝรั่งปลูกลงกระบะมีเดียในโรงเรือนแม่พันธุ์ ใช้ระยะปลูก 10x10 cm

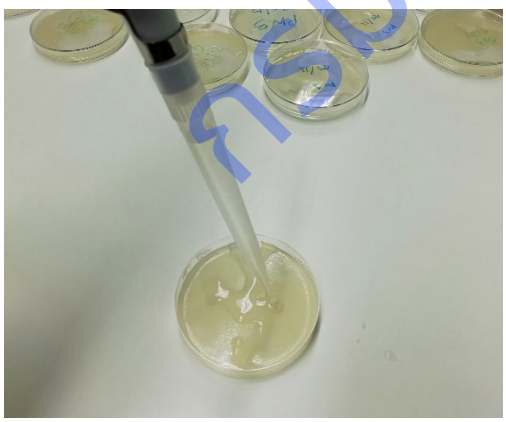
ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

(ข) ต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งอายุ 2 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก

**ภาพผนวกที่ 4** ย้ายต้นอ่อนมันฝรั่งปลูกลงกระบะมีเดียในโรงเรือนกันแมลง เพื่อเพิ่มจำนวนหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2560 (ก-ข)

(ก) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วัน (ข) เก็บหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อายุ 90 วัน

**ภาพผนวกที่ 5** เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2560 (ก-ข)



(ก) (ข)

**ภาพผนวกที่ 6** เตรียมเชื้อเชื้อ *P. infestans* สำหรับปลูกถ่ายเชื้อกับต้นมันฝรั่ง ฤดูหนาว ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2561 (ก-ข)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) ปลูกถ่ายเชื้อ *P. infestans* ต้นมันฝรั่ง

(ข) การคัดเลือกต้นที่ทนทานต่อโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียว

(ค) ลักษณะต้นมันฝรั่งที่เป็นโรคใบไหม้

**ภาพผนวกที่ 7** คัดเลือกต้นที่ทนทานต่อโรคใบไหม้ ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ค)

(ก) ลักษณะเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

(ข) เตรียมเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

กรมวิชาการเกษตร

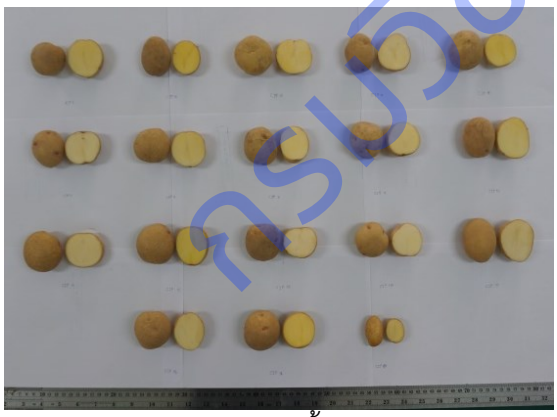
(ค) เตรียมเชื้อ 50 ml/ต้น

(ง) เทเชื้อแบคทีเรียบริเวณที่โคนต้นมันฝรั่ง

(จ) ลักษณะต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

(ฉ) ลักษณะการเกิดโรคเหี่ยวเขียวหลังถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* 6 สัปดาห์

**ภาพผนวกที่ 8** คัดเลือกต้นที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ฉ)



(ก) ลักษณะสีเปลือกและสีเนื้อ

(ข) ฝานหัวมันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร

(ค) แผ่นมันฝรั่งสำหรับนำไปทอด

(ง) ทอดโดยใช้เวลา 3 นาที

(จ) ลักษณะสีหลังทอดมันฝรั่ง 18 สายพันธุ์

(ฉ) ทดสอบการชิม

(ช) ทดสอบการชิมโดยการให้คะแนน

(ซ) ทดสอบการชิมโดยการดมกลิ่น

**ภาพผนวกที่ 9** การทดสอบคุณภาพด้านการชิม ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2561 (ก-ซ)

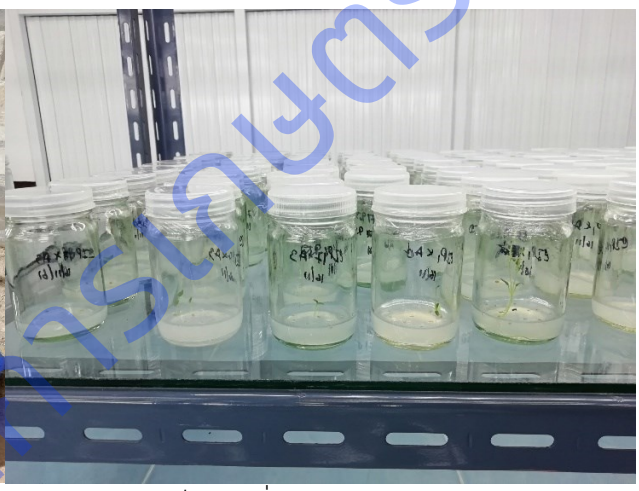
กรมวิชาการเกษตร

(ก) ปรับพื้นที่สำหรับการสร้างโรงเรือน

(ข) เตรียมโรงเรือนสำหรับการผสมพันธุ์มันฝรั่ง

**ภาพผนวกที่ 10** การเตรียมโรงเรือนสำหรับผสมดอกมันฝรั่งช่วงฤดูฝน ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ข)

(ก) การเพาะเมล็ดมันฝรั่งที่ผสมได้ในมีเดียปลูก



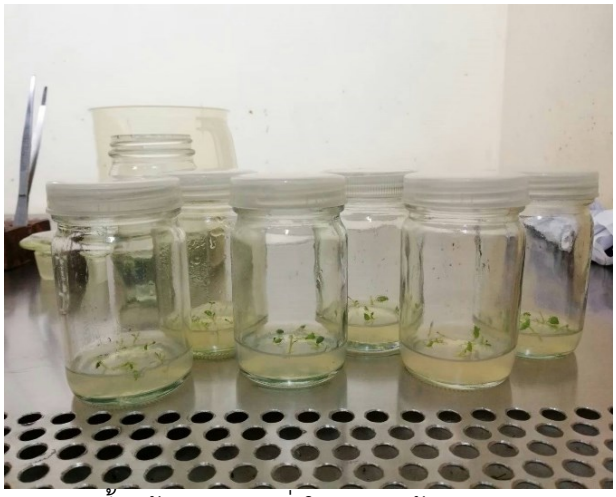
(ข) การเพาะเมล็ดมันฝรั่งในอาหารวุ้นสูตร MS

**ภาพผนวกที่ 11** การนำเมล็ดไปเพาะในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเพาะในมีเดียปลูก ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ฤดูหนาว ปี 2562 (ก-ข) เพื่อนำไปใช้กับงานวิจัยการคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งต้านทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย

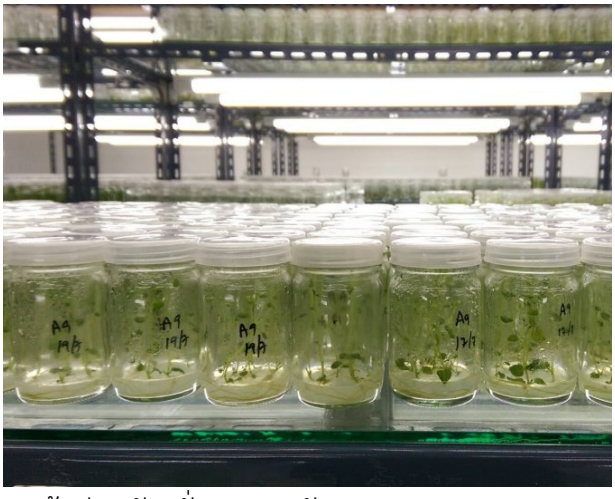
(ก) ต้นอ่อนมันฝรั่งอายุ 30 วัน

(ข) การ sub culture ต้นอ่อนมันฝรั่ง

กรมวิชาการเกษตร



(ค) การเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งในอาหารวุ้นสูตร MS



(ง) ต้นอ่อนมันฝรั่งอายุ 35 วัน

(จ) ต้นอ่อนมันฝรั่งในห้องเพาะเลี้ยงเนื่อเยื่อ

**ภาพผนวกที่ 12** การรักษาสายพันธุ์พ่อแม่ที่ได้จากต่างประเทศในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-จ)

**การทดลองที่ 1.1.2** การคัดเลือกพันธุ์มันฝรั่งทนทานโรคใบไหม้และโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย

**ตารางภาคผนวก**

**เกณฑ์การประเมินโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum***

การประเมินโรค บันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน หลังการปลูกเชื้อโดยประเมินลักษณะอาการเหี่ยวของต้นมันฝรั่ง และให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Martin and French, 1985) ดังนี้

1 = พืชปกติ (healthy plant)

2 = ใบเหี่ยว 1 ใบต่อต้น (wilt of one leaf)

3 = ½ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of up to half the leaves)

4 = ¾ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of nearly all leaves)

5 = แสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น (complete wilt or death)

1 = พืชปกติ (healthy plant)

2 = ใบเหี่ยว 1 ใบต่อต้น (wilt of one leaf)

3 = ½ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of up to half the leaves)

4 = ¾ ของต้นแสดงอาการเหี่ยว (wilt of nearly all leaves)

กรมวิชาการเกษตร

5 = แสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น (complete wilt or death)

**ภาพผนวกที่** 1 การแสดงอาการเกิดโรคเหี่ยวเขียวในต้นมันฝรั่ง (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำผลการประเมินความรุนแรงของโรคมาคำนวณค่าดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียว (Bacterial wilt index, %BWI) (Winstead and Kelman, 1952)

$$\text{ดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI)} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนต้นพืชแต่ละระดับอาการ} \times \text{คะแนนของระดับอาการ}}{\text{จำนวนต้นพืชทดสอบทั้งหมด} \times \text{คะแนนสูงสุดของระดับอาการ}} \times 100$$

นำค่าดัชนีการเกิดโรค (Disease Index, DI) ที่คำนวณได้มาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

การประเมินระดับความต้านทาน

นำค่าดัชนีการเกิดโรคเหี่ยวเขียวมาใช้จัดแบ่งระดับความต้านทานโรค โดยดัดแปลงจาก Sinha *et al.* (1988)

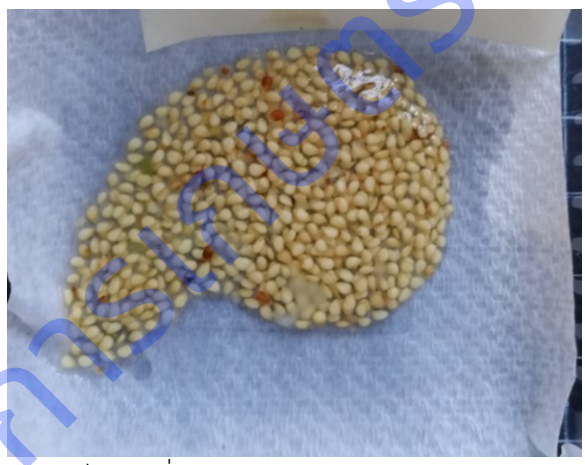
| **ดัชนีการเกิดโรค (%)** | **ระดับความต้านทานโรค** | **สัญลักษณ์ย่อ** |
|---|---|---|
| < 10% | resistant | R |
| > 10-20% | moderately resistant | MR |
| > 20-30% | moderately susceptible | MS |
| > 30-70% | susceptible | S |
| > 70-100% | highly susceptible | HS |

(ก) คู่ผสม CIP1xAGRIA F3 23/1

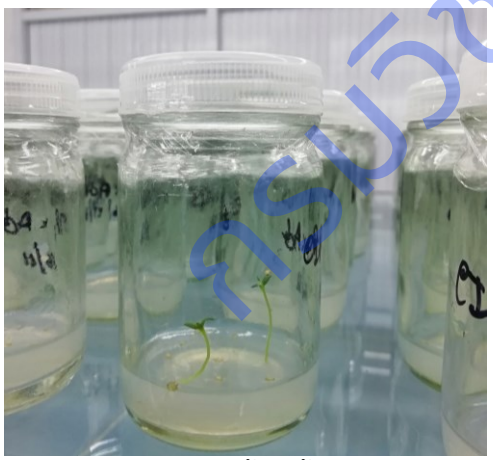
(ข) คู่ผสม CIP2xเชียงใหม่ 60-1

**ภาพผนวกที่ 2** ลักษณะผลมันฝรั่งที่ผสมติดของการทดลองที่ 1.1.1 ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ข)

(ก) ผลมันฝรั่ง



(ข) เมล็ดมันฝรั่ง



(ค) ปลูกลงขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

(ง) ปลูกลงมีเดีย

**ภาพผนวกที่ 3** ลักษณะผล เมล็ด และการเพาะเมล็ดมันฝรั่งในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และมีเดียปลูก รุ่นที่ 1 ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ง)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) เตรียมวัสดุปลูก

(ข) ปลูกต้นอ่อนมันฝรั่งจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และมีเดียปลูกในถุงขนาด 5x12 นิ้ว

(ค) ต้นมันฝรั่งอายุ 2 สัปดาห์

(ง) ต้นมันฝรั่งอายุ 40 วัน

**ภาพผนวกที่ 4** ปลูก และดูแลรักษาต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากการผสมข้ามรุ่นที่ 1 จำนวน 18 คู่ผสม ณ ศกล. ชม. (ขุนวาง) ปี 2562 (ก-ง)

(ก) ต้นที่แสดงอาการเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย

(ข) ลักษณะแปลงที่ปลูกถ่ายเชื้อ 1 เดือน

(ค) ต้นมันฝรั่งที่ต้านทานต่อโรคเหี่ยวเขียว

(ง) ลักษณะแปลงต้นมันฝรั่งที่ต้านทานโรคเหี่ยวเขียว

(จ) ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ฉ) ชั่งน้ำหนักหัวพันธุ์มันฝรั่ง

**ภาพผนวกที่ 5** ลักษณะแปลงมันฝรั่งหลังปลูกถ่ายเชื้อ 1 เดือน และต้นที่คงเหลือจากการปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรียในรุ่นที่ 1 ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2562 (ก-ง)

(ก) ปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่งในถุงขนาด 5x12 นิ้ว

(ข) ต้นมันฝรั่งอายุ 1 เดือน

**ภาพผนวกที่ 6** ปลูก และดูแลรักษาต้นมันฝรั่งรุ่นที่ 2 ที่ได้จากการคัดเลือก จำนวน 15 คู่ผสม ในฤดูหนาว ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2563 (ก-ข)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

(ก) ลักษณะเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

(ข) เตรียมเชื้อ 50 ml/ต้น

(ค) เทเชื้อแบคทีเรียบริเวณที่โคนต้นมันฝรั่ง

(ง) ลักษณะต้นมันฝรั่งหลังปลูกถ่ายเชื้อ

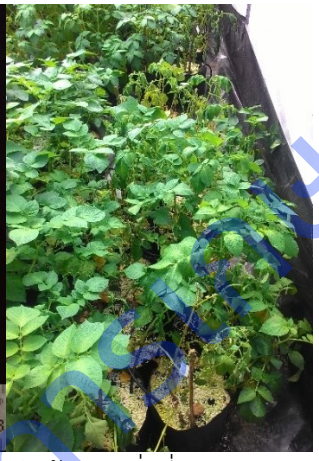
**ภาพผนวกที่ 7** การปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* รุ่นที่ 2 ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูหนาว ปี 2563 (ก-ง)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) ลักษณะใบมันฝรั่ง

(ก) ลักษณะต้นมันฝรั่ง

(ค) ลักษณะหัวมันฝรั่ง



(ง) ต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการเหี่ยว

(จ) เก็บเกี่ยวผลผลิตของสายพันธุ์ที่ต้านทานโรค

(ฉ) ผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์

**ภาพผนวกที่ 8** เก็บลักษณะพันธุกรรมที่แสดงออกทางลำต้น และเก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่งรุ่นที่ 2 ฤดูหนาว ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2563 (ก-ฉ)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

**ภาพผนวกที่ 9** ทดสอบการชิมรสชาติหลังการแปรรูปมันฝรั่งรุ่นที่ 2 โดยวิธีการนึ่ง ฤดูหนาว ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ฉ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

(ก) ปลูกหัวพันธุ์มันฝรั่งในถุงขนาด 5x12 นิ้ว

(ข) ต้นมันฝรั่งอายุ 1 เดือน

**ภาพผนวกที่ 10** ปลูก และดูแลรักษาต้นมันฝรั่งที่ได้จากการคัดเลือก รุ่นที่ 2 จำนวน 131 สายต้น ฤดูฝน ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2563 (ก-ข)

(ก) ลักษณะเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

(ข) เตรียมเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum*

(ค) สร้างบาดแผลบริเวณโคนต้น

(ง) เทเชื้อแบคทีเรียบริเวณที่โคนต้นมันฝรั่ง

**ภาพผนวกที่ 11** การปลูกถ่ายเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สายพันธุ์มันฝรั่งรุ่นที่ 3 ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูฝน ปี 2563 (ก-ง)

กรมวิชาการเกษตร

(ก) ต้นมันฝรั่งที่แสดงอาการเหี่ยว

(ข) เก็บเกี่ยวผลผลิต

**ภาพผนวกที่ 12** ประเมินการเกิดโรค และเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 90 วัน ณ ศกล.ชม ในฤดูฝน ปี 2563 (ก-ข)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

**ภาพผนวกที่ 13** ทดสอบการชิมรสชาติหลังการแปรรูปมันฝรั่งรุ่นที่ 3 โดยวิธีการนึ่ง ฤดูฝน ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ง)

**การทดลองที่ 1.3.1 การศึกษาระบบผลิตต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค (Hydroponic)**

**ภาพผนวก**

(ก) เตรียมพื้นที่ปลูกต้นอ่อนมันฝรั่ง

(ข) นำต้นอ่อนมันฝรั่งออกจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

(ค) ลักษณะต้นมันฝรั่งที่ปลูกในระบบมีเดียปลูก

(ง) ปลูกลงระบบมีเดีย ระยะปลูก 10x10 cm

(จ) ต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วัน

(ฉ) การตัดปักชำในระบบแอโรโปนิค

**ภาพผนวกที่ 1** ดำเนินการปลูก, ดูแล และเก็บข้อมูลมันฝรั่งในระบบมีเดียปลูก (ก-ฉ)

(ก) เตรียมพื้นที่ปลูก ระยะปลูก 10x10 cm

(ข) นำต้นมันฝรั่งออกจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

(ค) ลักษณะต้นมันฝรั่งที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์

(ง) นำต้นอ่อนปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์

(จ) ต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วัน

(ฉ) การตัดปักชำในระบบแอโรโปนิค

**ภาพผนวกที่ 2** ดำเนินการปลูก, ดูแล และเก็บข้อมูลมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิกส์ (ก-ฉ)

**ตารางภาคผนวก ก** สูตรปุ๋ยในระบบไฮโดรโพนิค ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2559-2560

| ลำดับที่ | สูตรปุ๋ย | ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ 200 l | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| | **A (ผสมรวมกันถังเดียว)** | | |
| 1 | $Ca(NO_3)_2$ (15-0-0 ) (แคลเซียมไนเตรท) | 47.5 kg | |
| 2 | Fe-EDTA (เหล็กคีเลท) | 1.1 kg | |
| | **B (ผสมรวมกันถังเดียว)** | | |
| 3 | $KNO_3$ (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท) | 40.5 kg | |
| 4 | $NH_4H_2PO_4$ (12-60-0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต) | 7.75 kg | ใช้เฉพาะช่วงแรกของการเจริญเติบโต |
| 5 | $MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต) | 25 kg | |
| | **C (ผสมรวมกันถังเดียว)** | | |
| 6 | $H_3BO_3$ (บอริกแอซิด) | 140 ก. | |
| 7 | $ZnSO_4$ (ซิงค์ซัลเฟต) | 10 ก. | |
| 8 | $MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต) | 100 ก. | |
| 9 | $CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต) | 4 ก. | |
| 10 | $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต) | 1 ก | |

**หมายเหตุ:** ดัดแปลงสูตรจาก 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.

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.3.2 อิทธิพลของฮอร์โมนต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์ในระบบไฮโดรโพนิค**

**ภาพผนวก**

(ก) เตรียมโรงเรือนสำหรับปลูกต้นอ่อนมันฝรั่ง

(ข) นำต้นมันฝรั่งออกจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

(ค) ลักษณะต้นมันฝรั่งที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิค

(ง) ปลูกต้นอ่อนมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิค

**ภาพผนวกที่ 1** การปลูก และดูแลรักษา ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

(ก) โรงเรือนไฮโดรโพนิค

(ข) พ่นฮอร์โมน BAP หลังย้ายปลูก 2 สัปดาห์

ศูนย์วิจัยการเกษตร

(ค) ต้นมันฝรั่งอายุ 35 วัน

(ง) โรคใบไหม้เข้าทำลาย 50 วันหลังปลูก

**ภาพผนวกที่ 2** การพ่นฮอร์โมน BAP และการเกิดโรคใบไหม้ ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

(ก) โรงเรือนไฮโดรโพนิค

(ข) พ่นฮอร์โมน BAP หลังย้ายปลูก 2 สัปดาห์

(ค) ต้นมันฝรั่งอายุ 35 วัน

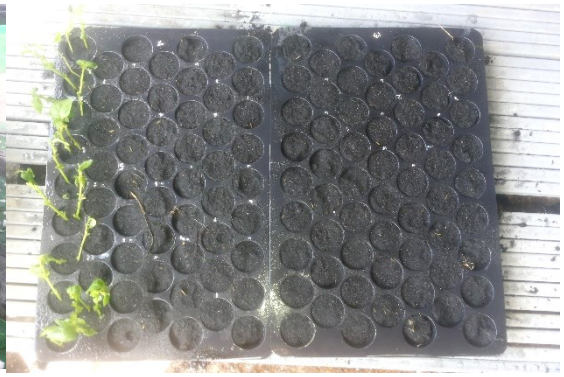
(ง) โรคใบไหม้เข้าทำลาย 50 วันหลังปลูก

**ภาพผนวกที่ 3** การพ่นฮอร์โมน BAP และการเกิดโรคใบไหม้ ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

(ก) ยอดมันฝรั่ง

(ข) ต้นมันฝรั่งหลังการตัดยอด

(ค) นำยอดปักชำลงในระบบแอโรโพนิค



(ง) นำยอดปักชำในถาดมีเดียปลูก

**ภาพผนวกที่ 4** การตัดยอดมันฝรั่งในระบบไฮโดรโพนิคเพื่อนำไปปักชำในระบบแอโรโปนิคและในมีเดียปลูก ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2561 (ก-ง)

**ตารางภาคผนวก ก** สูตรปุ๋ยในระบบไฮโดรโพนิค ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2561 (ดัดแปลงจาก Kim, 2014)

| ลำดับที่ | สูตรปุ๋ย | ปริมาณปุ๋ยปรับค่า EC/น้ำ | |
|---|---|---|---|
| | | 100 l | 200 l |
| | **A (ผสมรวมกันถังเดียว)** | | |
| 1 | $Ca(NO_3)_2$ (15-0-0 ) (แคลเซียมไนเตรท) | 23.75 kg | 47.5 kg |
| 2 | Fe-EDTA (เหล็กดีเลท) | 550 ก. | 1.1 kg |
| | **B (ผสมรวมกันถังเดียว)** | | |
| 3 | $KNO_3$ (13-0-46) (โพแทสเซียมไนเตรท) | 20.25 kg | 40.5 kg |
| 4 | $NH_4H_2PO_4$ (12-60-0) (โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต) | 3.875 kg | 7.75 kg |
| 5 | $MgSO_4$ (0-0-0 + 16) (แมกนีเซียมซัลเฟต) | 12.5 kg | 25 kg |
| | **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 แต่ละสูตรในถัง 200 l เป็น stock ปุ๋ย

2. การนำปุ๋ยไปใช้ต้องตักปุ๋ยจากถัง A:B:C รวมในถังผสม ตามอัตราส่วน แล้วค่อยผสมลงไปในถังใหญ่ 2,000 l ผสมสารให้เข้ากัน ความเข้มข้นปุ๋ยดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

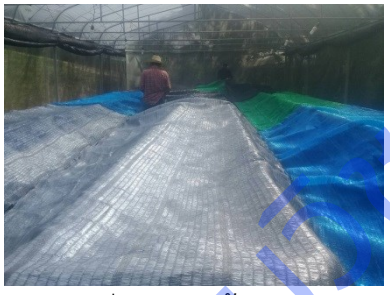
3. ช่วงปลูก -1.5 เดือน ค่า EC = 0.2-1.7 ms/cm อัตราปุ๋ย A:B:C = 2:3:1 (เร่งต้น) โดยการปรับค่า EC ทุก 0.1 ms/cm จะต้องใส่ปุ๋ย A + B + C ที่ผสมรวมกัน 1,000 ml (1 L)
4. ต้องวัดค่า EC ในถัง 2,000 l ก่อนปรับค่า EC ทุกวัน และค่า pH ที่เหมาะสม = 5.5-6.5
5. การปลูกมันฝรั่ง 1 crop ต้องผสมปุ๋ย A และ B ในถัง 200 l จำนวน 2 ครั้ง ส่วนปุ๋ย C ผสม 1 ครั้ง

**การทดลองที่ 1.3.3 อิทธิพลของระดับความเข้มแสงที่มีผลต่อการผลิตต้นปักชำมันฝรั่งชั้น Pre-basic seed (G0) ในระบบไฮโดรโพนิค**

ต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่ง 33-4 สัปดาห์พร้อมปลูก

เตรียมธาตุอาหารสูตร A และ B

เตรียมระบบ Hydroponic แบบ DRFT


เตรียมความเข้มและสีของตาข่ายพรางแสง

ต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่ง

ปลูกลงระบบ Hydroponic

ปลูกเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2561

ต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 1 เดือน

ลักษณะรากมันฝรั่ง

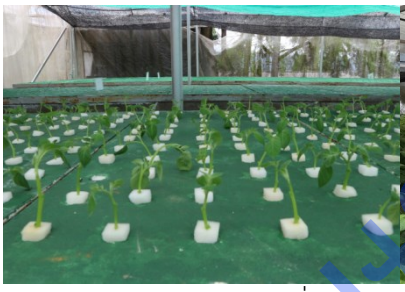
กรมวิชาการเกษตร

ทำการตัดต้นแม่พันธุ์
มันฝรั่ง อายุ 45 วัน

ตัดต้นมันฝรั่งแช่ไคโตซาน 5%
5 นาที

ตัดให้เหลือ 2 ใบ 2-3 ข้อ นำมา
เสียบใส่โฟม รองด้วยฟองน้ำ

นำมาปักชำระบบ Aeroponic
ในโรงเรือน



ลักษณะต้นปักชำมันฝรั่ง
(Cutting)
ในระบบ Aeroponic

โรงเรือนผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0
ในระบบ Aeroponic

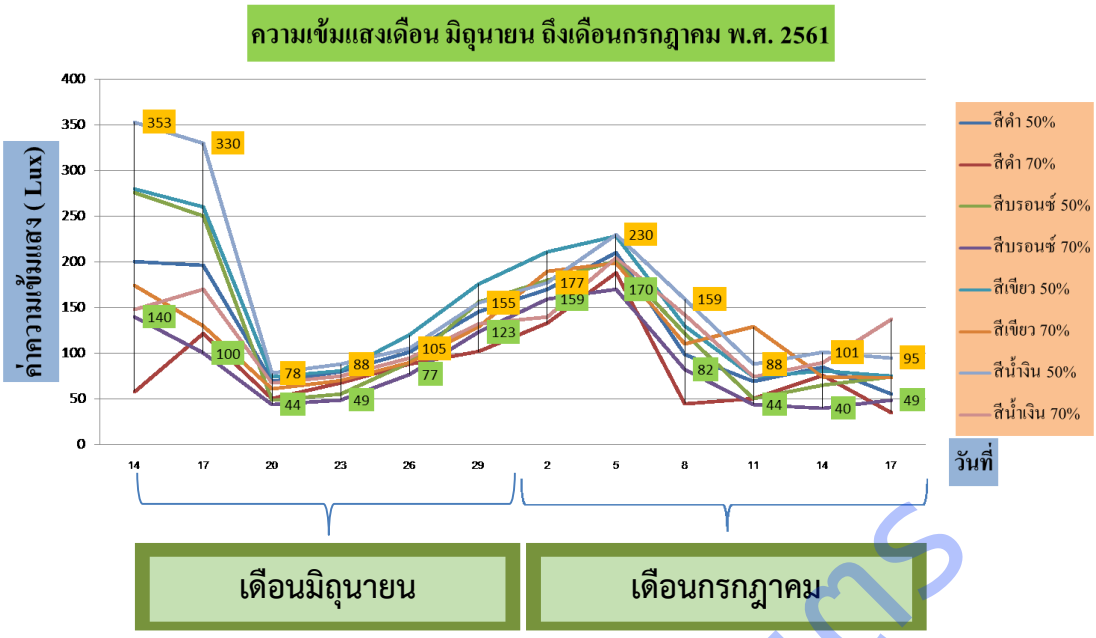
เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

เครื่องวัด EC และ pH

เครื่องวัดความเข้มแสง

**ภาพผนวกที่ 1** ขั้นตอนการปลูกต้นเนื้อเยื่อมันฝรั่งในระบบ Hydroponic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์




**ภาพผนวกที่ 2** แสดงความเข้มแสง (LUX) ของเดือน มิถุนายนและเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

**ตารางผนวกที่ 1** 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 = 5.5-6.0

2. อุณหภูมิควบคุมที่เหมาะสมภายในโรงเรือน = 18-20$^{O}$C

3. ค่า EC ของน้ำมีค่า = 0.2 mS/cm

**ตารางผนวกที่ 2** วิธีการประเมินความรุนแรงของโรคใบไหม้ในสภาพไร่ ตามการประเมินของ International Potato Center (CIP) (ดัดแปลงจาก Henfling, 1987 และ Fry, 2014) แบ่งออกเป็น 9 ระดับ ดังนี้

| ระดับ | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบไหม้ | อาการ |
|---|---|---|

กรมวิชาการเกษตร

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0 | - ไม่พบอาการโรคใบไหม้ |
| 2 | < 5 | - พบการเข้าทำลาย 2-5 ใบต่อพืช 10 ต้น หรือ พบโรคใบไหม้ 10 แผล/ต้น |
| 3 | 5 < 15 | - พืชดูสมบูรณ์แต่เมื่อเข้าใกล้จะเห็นแผลพื้นที่ใบที่เป็นแผลไม่เกิน 20 ใบย่อย/ต้น หรือ พบโรคใบไหม้ 10 ใบ/ต้น |
| 4 | 15 < 35 | - เกือบทุกใบย่อยเป็นโรคแต่ต้นยังดูปกติ พื้นที่ใบ 25 เปอร์เซ็นต์ ถูกทำลาย |
| 5 | 35 < 65 | - แปลงมองดูเขียวแต่ทุกต้นเป็นโรค ใบล่างแห้งตายใบถูกทำลาย 50 เปอร์เซ็นต์ |
| 6 | 65 < 85 | - แปลงมองดูเขียวและมีจุดสีน้ำตาล ต้นถูกทำลาย 75 เปอร์เซ็นต์ ใบล่างครึ่งหนึ่งถูกทำลาย |
| 7 | 85 < 95 | - แปลงมองดูมีสีเขียวและน้ำตาลเท่ากัน เฉพาะใบบนที่มีสีเขียว ลำต้นเป็นแผลใหญ่ |
| 8 | 95 < 100 | - แปลงมองดูสีน้ำตาล มีใบยอด 2-3 ใบที่ยังสีเขียวอยู่ ลำต้นส่วนใหญ่เป็นแผลหรือแห้งตาย |
| 9 | 100 | - ใบและลำต้นแห้งตายหมด |

**ตารางผนวกที่ 3** รายงานอุตุนิยมวิทยา(ขนวาง) ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

| วันที่ | อุณหภูมิ | | ความชื้น | |
|---|---|---|---|---|
| | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน |
| 1 | 19.50 | 21.50 | 88.00 | 96.00 |
| 2 | 18.00 | 20.25 | 90.00 | 96.00 |
| 3 | 21.00 | 21.10 | 96.00 | 100.00 |
| 4 | 19.00 | 20.90 | 87.00 | 90.00 |
| 5 | 21.00 | 20.75 | 87.00 | 96.00 |
| 6 | 22.20 | 20.60 | 68.00 | 88.00 |
| 7 | 19.90 | 21.25 | 78.00 | 96.00 |
| 8 | 19.00 | 21.65 | 85.00 | 98.00 |
| 9 | 18.00 | 21.00 | 91.00 | 81.00 |
| 10 | 19.60 | 18.50 | 95.00 | 98.00 |
| 11 | 19.20 | 18.70 | 89.00 | 94.00 |
| 12 | 18.00 | 19.15 | 75.00 | 90.00 |

กรมวิชาการเกษตร

| วันที่ | อุณหภูมิ | | ความชื้น | |
|---|---|---|---|---|
| | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน |
| 13 | 19.00 | 18.60 | 99.00 | 100.00 |
| 14 | 20.00 | 18.80 | 95.00 | 98.00 |
| 15 | 21.00 | 19.15 | 92.00 | 96.00 |
| 16 | 19.00 | 18.50 | 85.00 | 96.00 |
| 17 | 19.00 | 18.50 | 84.00 | 90.00 |
| 18 | 19.40 | 23.00 | 81.00 | 82.00 |
| 19 | 19.80 | 23.05 | 68.00 | 91.00 |
| 20 | 17.00 | 18.40 | 77.00 | 96.00 |
| 21 | 18.20 | 21.15 | 78.00 | 87.00 |
| 22 | 19.00 | 19.95 | 75.00 | 48.00 |
| 23 | 18.70 | 20.95 | 82.00 | 88.00 |
| 24 | 21.00 | 21.25 | 65.00 | 79.00 |
| 25 | 22.00 | 20.30 | 78.00 | 74.00 |
| 26 | 20.00 | 19.25 | 90.00 | 96.00 |
| 27 | 17.00 | 18.30 | 98.00 | 90.00 |
| 28 | 18.00 | 19.15 | 81.00 | 85.00 |
| 29 | 19.50 | 19.65 | 83.00 | 90.00 |
| 30 | 18.20 | 19.90 | 86.00 | 98.00 |
| รวม | 580.20 | 603.20 | 2526.00 | 2707.00 |
| **เฉลี่ย** | **19.34** | **20.11** | **84.20** | **90.23** |

**ตารางผนวกที่ 4** รายงานอุตุนิยมวิทยา (ขุนวาง) ประจำเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2561

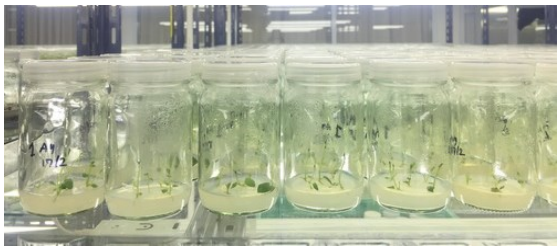
| วันที่ | อุณหภูมิ | | ความชื้น | |
|---|---|---|---|---|
| | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน |
| 1 | 20.00 | 18.15 | 68.00 | 38.00 |
| 2 | 20.00 | 20.95 | 60.00 | 81.00 |
| 3 | 21.00 | 21.25 | 67.00 | 81.00 |
| 4 | 24.70 | 21.10 | 53.00 | 83.00 |
| 5 | 23.50 | 21.60 | 45.00 | 74.00 |
| 6 | 22.00 | 22.95 | 83.00 | 89.00 |

กรมวิชาการเกษตร

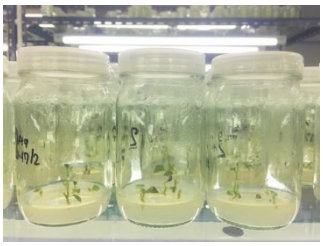
| วันที่ | อุณหภูมิ | | ความชื้น | |
|---|---|---|---|---|
| | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน | ในโรงเรือน | นอกโรงเรือน |
| 7 | 21.00 | 22.90 | 80.00 | 70.00 |
| 8 | 20.00 | 21.35 | 77.00 | 88.00 |
| 9 | 19.00 | 18.65 | 63.00 | 46.00 |
| 10 | 18.70 | 21.20 | 96.00 | 76.00 |
| 11 | 21.20 | 20.15 | 66.00 | 78.00 |
| 12 | 22.00 | 20.50 | 88.00 | 96.00 |
| 13 | 19.00 | 21.00 | 89.00 | 96.00 |
| 14 | 21.00 | 21.80 | 81.00 | 92.00 |
| 15 | 19.00 | 21.90 | 85.00 | 90.00 |
| 16 | 23.20 | 21.15 | 70.00 | 81.00 |
| 17 | 20.60 | 21.80 | 76.00 | 83.00 |
| 18 | 20.00 | 22.50 | 99.00 | 92.00 |
| 19 | 18.10 | 18.95 | 80.00 | 81.00 |
| 20 | 22.50 | 21.30 | 78.00 | 84.00 |
| 21 | 21.20 | 21.80 | 80.00 | 88.00 |
| 22 | 20.00 | 20.20 | 68.00 | 90.00 |
| 23 | 19.00 | 21.50 | 80.00 | 94.00 |
| 24 | 19.00 | 21.30 | 80.00 | 85.00 |
| รวม | 495.70 | 505.95 | 1812.00 | 1956.00 |
| **เฉลี่ย** | **20.65** | **21.08** | **75.50** | **81.50** |

กรมวิชาการเกษตร

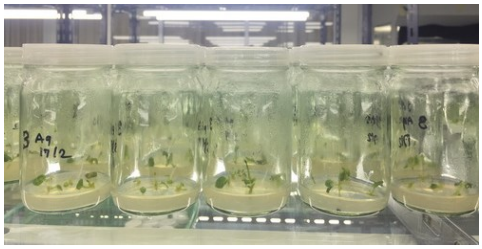
**การทดลองที่ 1.3.4 การเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) โดยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว**



MS (Control)

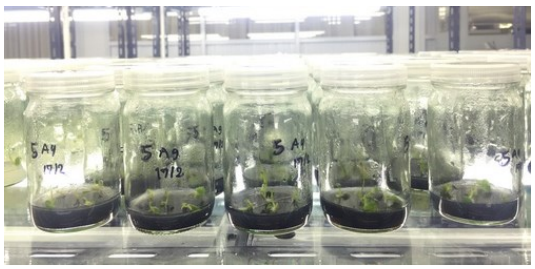


MS + CW

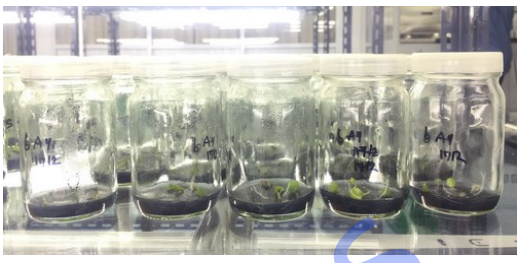


MS + BAP+ Coumarin + CW

MS + BAP



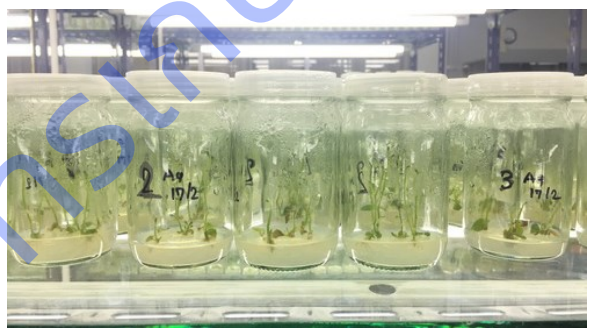
MS + AC



MS + BAP + AC + CW

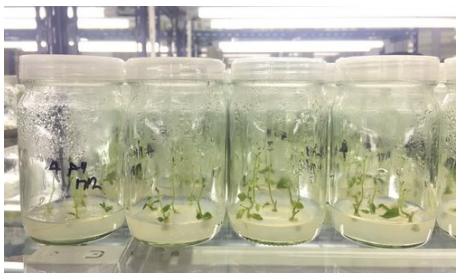
**ภาพผนวกที่ 1** ต้นมันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง อายุ 1 สัปดาห์

MS (Control)

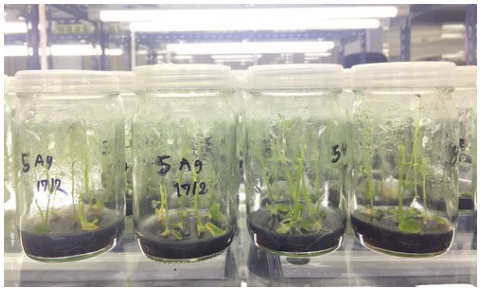


MS + CW

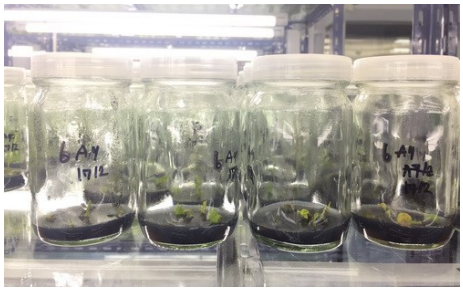
MS + BAP+ Coumarin + CW



MS + BAP



MS + AC



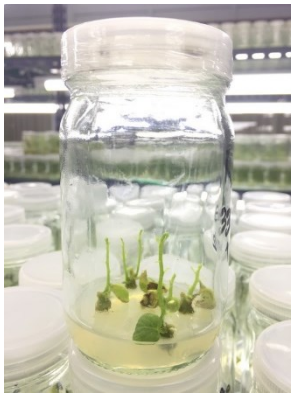
MS + BAP + AC + CW

**ภาพผนวกที่ 2** ต้นมันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง อายุ 3 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร

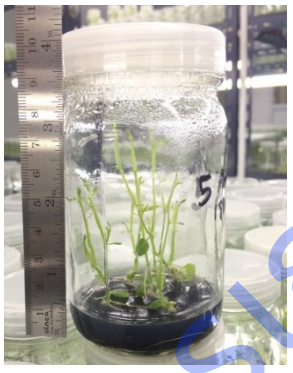
MS (Control)

MS + CW



MS + BAP+ Coumarin + CW

MS + BAP



MS + AC

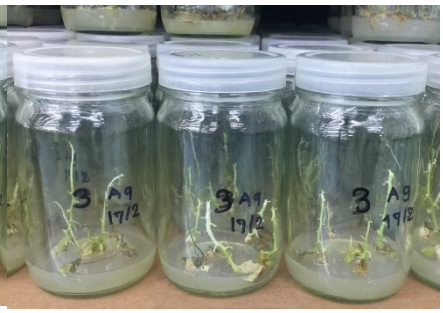
MS + BAP + AC + CW

**ภาพผนวกที่ 3** ลักษณะต้นพันธุ์มันฝรั่งอายุ 4 สัปดาห์ ก่อนคลุมด้วยผ้าสีดำเพื่อกระตุ้นการเกิดหัวพันธุ์ขนาดเล็ก

**ภาพผนวกที่ 4** ลักษณะต้นมันฝรั่งที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งหลังจากคลุมผ้าสีดำ 1 สัปดาห์

MS (Control)

MS + CW

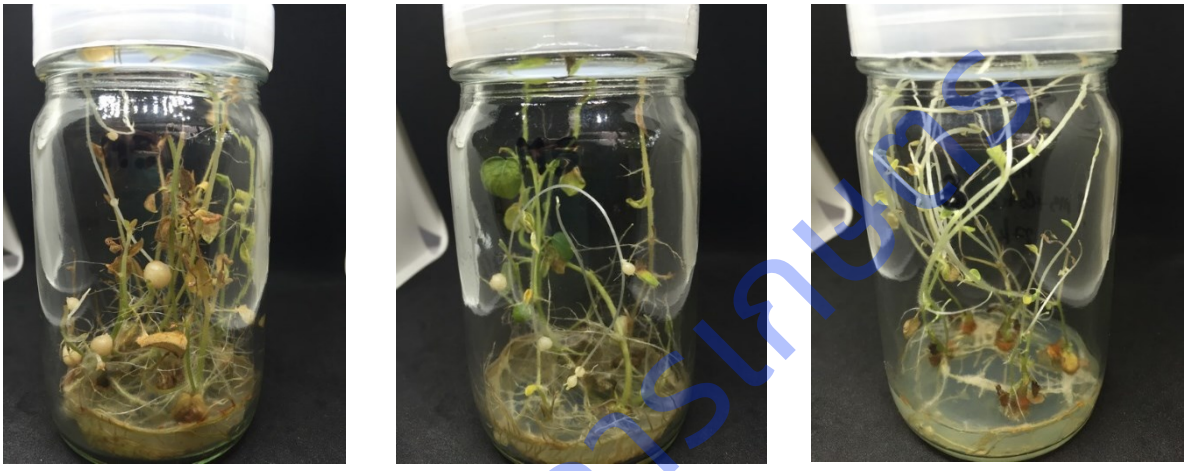


MS + BAP+ Coumarin + CW

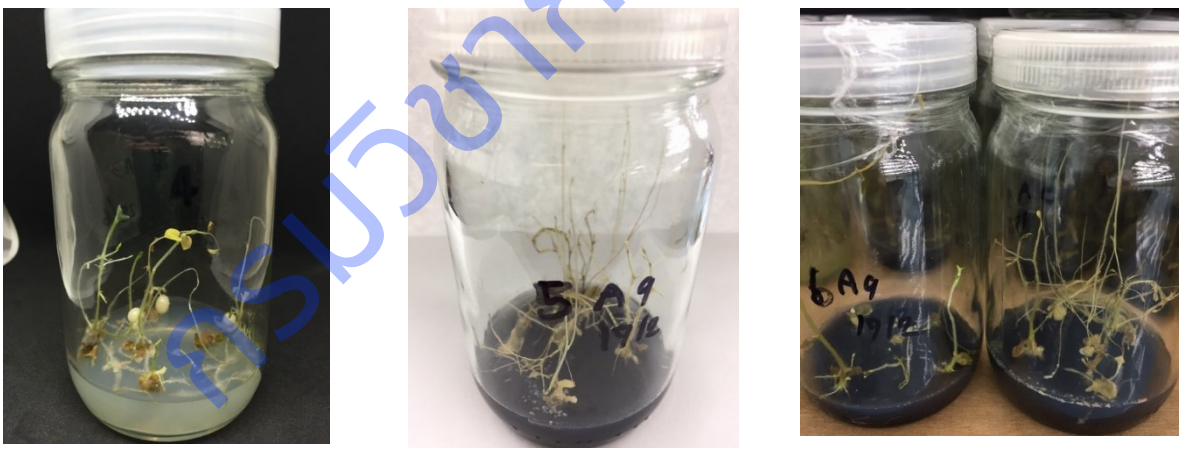
กรมวิชาการเกษตร

MS + BAP MS + AC MS + BAP + AC + CW

**ภาพผนวกที่** 5 ลักษณะต้นมันฝรั่งในขวดเพาะเลี้ยงตามกรรมวิธีในสูตรอาหารต่างๆ หลังคลุมผ้าดำ 1เดือน



MS + BAP MS + BAP MS + BAP



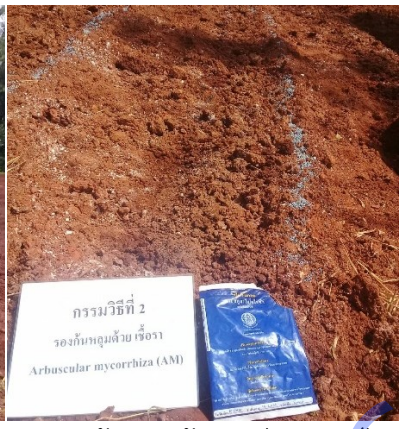
MS + BAP MS + BAP MS + BAP

**ภาพผนวกที่ 6** ลักษณะต้นมันฝรั่งในขวดเพาะเลี้ยงตามกรรมวิธีในสูตรอาหารต่างๆ หลังคลุมผ้าดำ 4 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 1.3.5 ชนิดของสารชีวภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรคที่สำคัญของหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพไร่**

(ก) เตรียมแปลงทดลอง




(ข) รองก้นหลุมด้วยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

(ค) รองก้นหลุมด้วย P

(ง) ต้นมันฝรั่งอายุ 30 วัน

(จ) พ่นยาป้องกันโรคและแมลงเข้าทำลาย

(ฉ) ต้นมันฝรั่งอายุ 60 วัน

(ช) ลักษณะการเข้าทำลายของโรคใบไหม้

(ซ) ลักษณะแปลงที่โรคใบไหม้เข้าทำลาย

**ภาพผนวกที่ 1** การปลูก ดูแลรักษา และการเข้าทำลายของโรคใบไหม้เชื้อรา *Phytophthora infestans* ที่ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ปี 2560-2561 (ก-ซ)

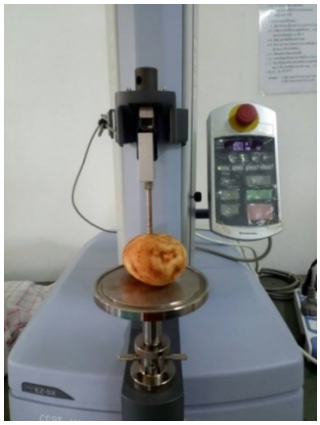
(ก) เก็บเกี่ยวผลผลิต

(ข) จำนวนหัวต่อหลุม

(ค) น้ำหนักต่อหลุม

(ง) วัดเปอร์เซ็นต์หัวมันฝรั่ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

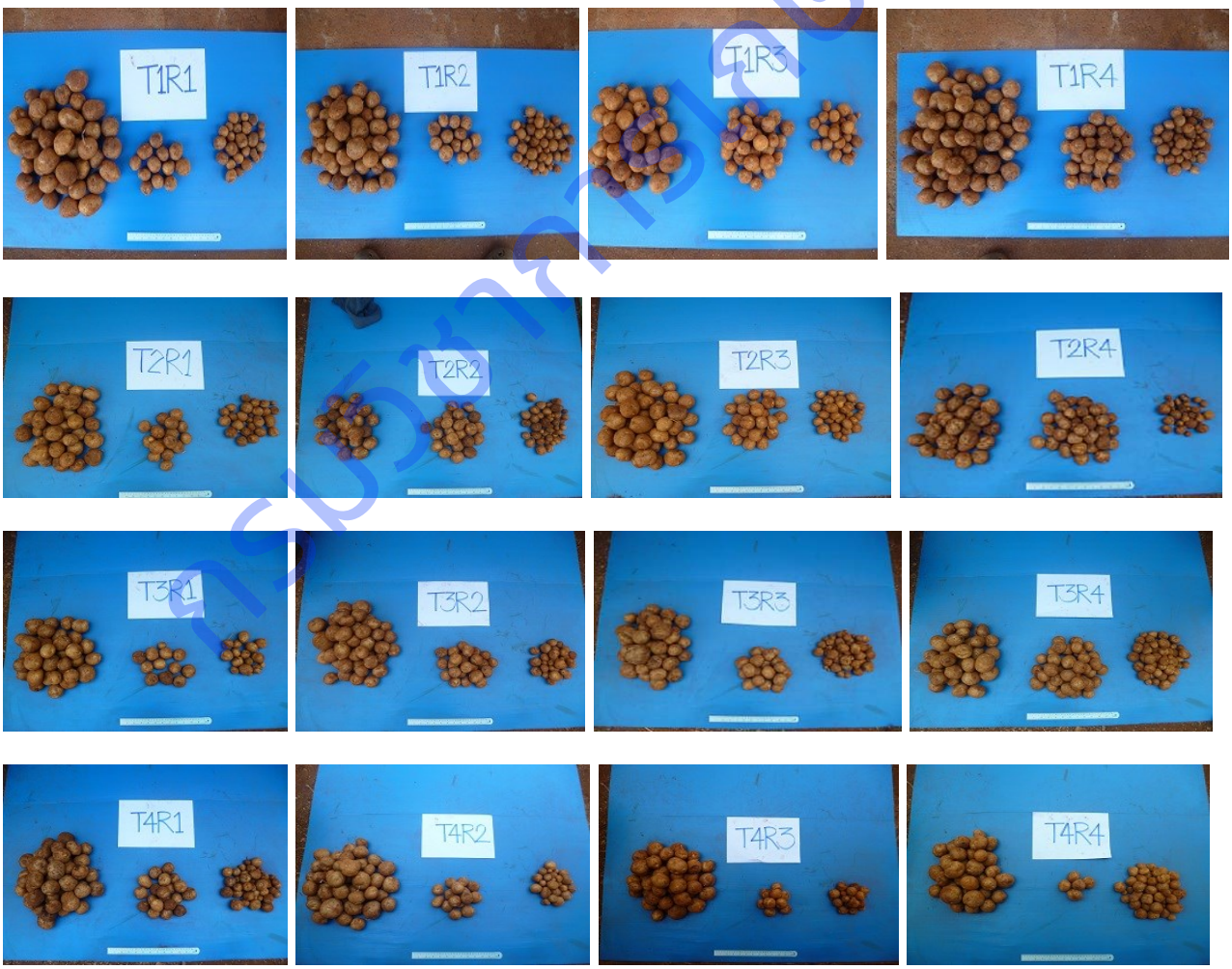


(จ) วัดความแน่นเนื้อ

(ฉ) วัดน้ำตาลในหัวพันธุ์มันฝรั่ง

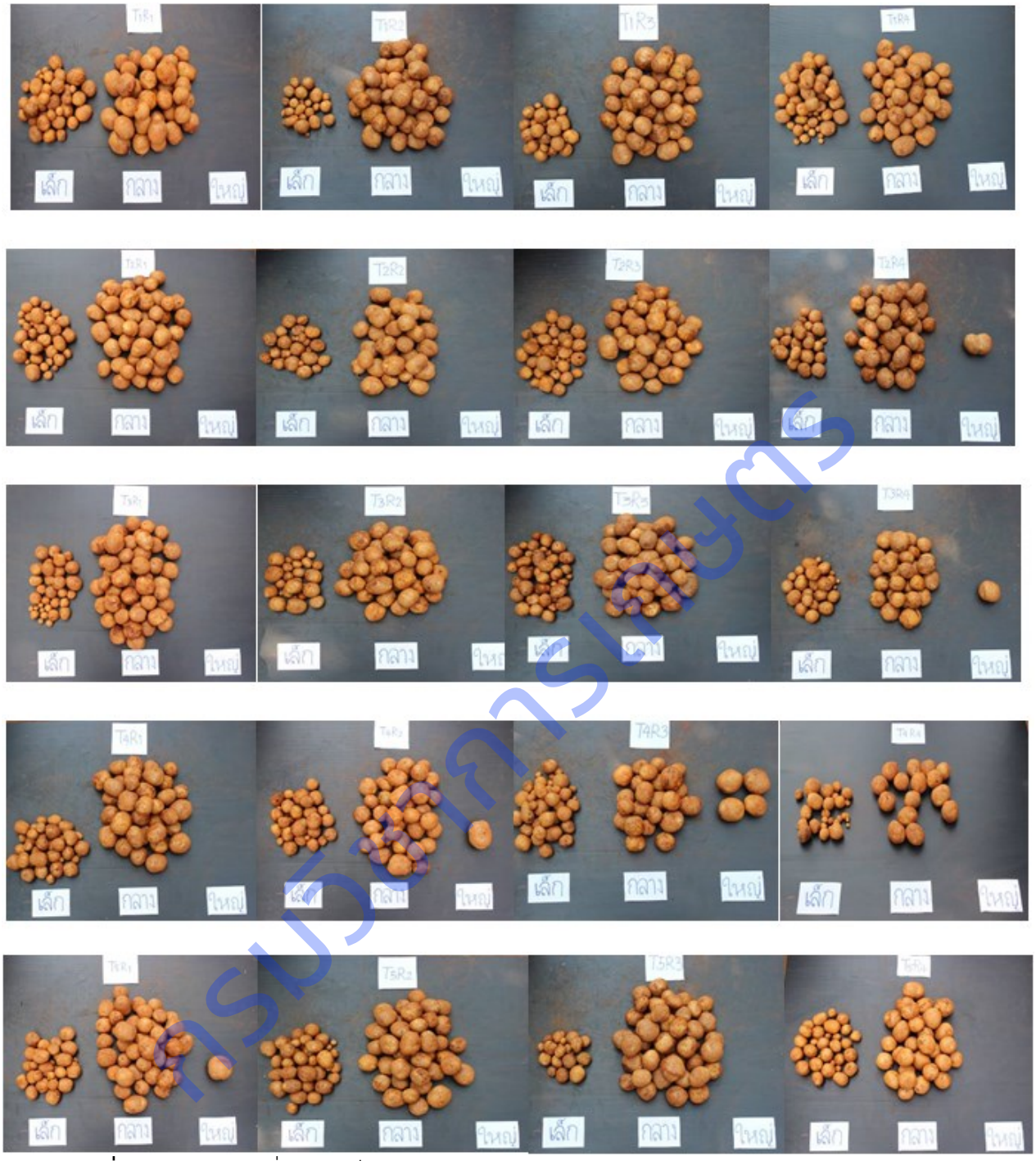
**ภาพผนวกที่ 2** เก็บเกี่ยวผลผลิต และวัดปริมาณคุณภาพหัวมันฝรั่ง ที่ ศกล.ชม. ปี 2560-2561 (ก-ฉ)

**การทดลองที่ 2.1.2 ผลของกรดจัสโมนิกต่อผลผลิตและคุณภาพหัวมันฝรั่ง**



**ภาพผนวกที่ 1** ผลผลิตหัวมันฝรั่งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ในแต่ละกรรมวิธี ปี 2561

กรมวิชาการเกษตร




**ภาพผนวกที่ 2** ผลิตผลิตมันฝรั่งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ในแต่ละกรรมวิธี ปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดด้วงเจาะหัวมันฝรั่ง**

**ภาพผนวกที่ 1** การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง ณ แปลงมันฝรั่ง ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพผนวกที่ 2** การทดสอบประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในมันฝรั่ง ณ แปลงมันฝรั่งของเกษตรกร อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

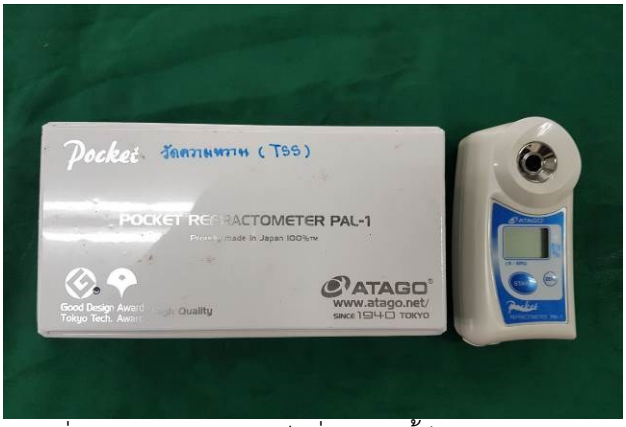
**การทดลองที่ 4.1.1 ผลของระดับโอโซนในการป้องกันกำจัดโรคของหัวพันธุ์มันฝรั่ง (60-61)**

ก. เครื่องอบโอโซน

ข. เซนเซอร์วัดความเข้มข้น

กรมวิชาการเกษตร

ค. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ




ง. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

จ. เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลซูโครส

ฉ. เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส

ช. เครื่องวัดปริมาณน้ำตาลฟรักโทส

ซ. เครื่องวัดปริมาณกรดมาลิก

**ภาพผนวกที่ 1** อุปกรณ์ที่ใช้ในการอบโอโซนและวิเคราะห์ผลผลิต (ก-ซ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ภาพผนวกที่ 2** การอบโอโซนมันฝรั่งตามกรรมวิธีการทดลอง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2560-2561

**Appendix table 1** Percentage of weight loss of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 0.00 | 1.20 | 2.02 | 2.48 | 3.06 | 4.31 | 4.20 | 4.78 | 5.52 | 5.94 | 6.50 |
| 1 ppm | 0.00 | 1.12 | 1.74 | 2.50 | 3.18 | 3.65 | 4.38 | 4.88 | 5.52 | 6.02 | 6.54 |
| 3 ppm | 0.00 | 1.13 | 1.64 | 2.40 | 3.00 | 3.46 | 4.04 | 4.60 | 5.22 | 5.76 | 6.18 |
| 5 ppm | 0.00 | 1.16 | 1.95 | 2.40 | 3.00 | 3.42 | 4.00 | 4.52 | 5.16 | 5.64 | 6.04 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| %CV | 0 | 25.4 | 23.1 | 14.3 | 11.9 | 19.1 | 12.6 | 10.2 | 10.4 | 9.8 | 9.6 |
| **Treatment** | **0** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** | **32** | **34** | **36** | **38** | **Average** |
| control | 0.00 | 7.04 | 7.66 | 8.28 | 9.12 | 9.70 | 10.94 | 11.22 | 12.80 | 13.50 | 6.51 |
| 1 ppm | 0.00 | 7.02 | 7.62 | 8.22 | 8.94 | 9.70 | 10.42 | 11.84 | 12.72 | 13.78 | 6.49 |
| 3 ppm | 0.00 | 6.68 | 7.28 | 7.94 | 8.50 | 9.32 | 9.96 | 11.44 | 12.36 | 13.08 | 6.20 |
| 5 ppm | 0.00 | 6.58 | 7.22 | 7.88 | 8.50 | 9.26 | 9.92 | 11.22 | 12.20 | 12.80 | 6.14 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| %CV | 0 | 9.8 | 9.1 | 9.1 | 9.2 | 8.6 | 12.5 | 12.3 | 22.5 | 22.2 | 10.18 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

**Appendix table 2** Average of firmness of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 51.1 | 49.6 | 50.4 | 48.2 | 49.7 a | 50.9 | 52.0 | 54.5 | 51.6 ab | 46.8 | 46.6 b |
| 1 ppm | 52.1 | 50.5 | 50.1 | 46.7 | 46.9 b | 50.0 | 47.3 | 52.6 | 50.4 b | 51.2 | 48.4 b |
| 3 ppm | 48.4 | 49.8 | 48.2 | 46.8 | 46.0 b | 46.6 | 47.5 | 52.2 | 53.4 ab | 46.0 | 50.1 a |
| 5 ppm | 54.0 | 52.1 | 49.0 | 45.8 | 48.0 ab | 46.9 | 50.6 | 52.4 | 53.9 a | 49.2 | 51.6 a |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | * | ns | * |
| %CV | 7.87 | 5.29 | 6.17 | 10.23 | 3.96 | 6.78 | 7.05 | 6.27 | 6.58 | 8.44 | 5.21 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 49.7 ab | 51.9 bc | 47.4 b | 54.5 a | 51.8 a | 56.6 | 61.0 | 55.9 | 56.3 | 51.8 ab |
| 1 ppm | 48.3 b | 49.1 c | 48.9 ab | 50.5 b | 49.2 ab | 57.6 | 59.8 | 59.9 | 58.7 | 51.4 ab |
| 3 ppm | 52.2 ab | 53.9 a | 52.3 a | 51.6 b | 47.7 ab | 56.6 | 57.1 | 59.9 | 55.3 | 51.1 b |
| 5 ppm | 53.5 a | 53.7 ab | 51.2 ab | 48.6 c | 46.9 b | 59.1 | 58.4 | 56.9 | 60.2 | 52.1 a |
| F-test | * | * | * | * | * | ns | ns | ns | ns | * |
| %CV | 5.84 | 3.87 | 6.85 | 5.00 | 6.14 | 7.79 | 10.65 | 11.71 | 13.14 | 1.68 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

**Appendix table 3** Amount of total soluble solid of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 5.84 | 7.28 ab | 8.04 | 7.94 | 8.12 | 7.76 ab | 7.52 | 7.68 | 7.80 | 7.66 a | 7.42 |
| 1 ppm | 5.88 | 7.12 b | 7.70 | 7.64 | 8.16 | 7.94 ab | 7.66 | 7.66 | 7.66 | 7.38 b | 7.56 |
| 3 ppm | 5.82 | 7.58 a | 7.48 | 7.72 | 8.12 | 8.04 a | 7.58 | 7.80 | 7.98 | 7.34 b | 7.76 |
| 5 ppm | 5.88 | 7.46 a | 7.74 | 7.74 | 7.84 | 7.58 b | 7.88 | 7.60 | 7.86 | 7.72 a | 7.70 |
| F-test | ns | * | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | * | ns |
| %CV | 5.9 | 2.88 | 6.59 | 4.38 | 3.09 | 3.66 | 3.56 | 2.79 | 3.41 | 2.6 | 3.35 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 7.36 a | 7.76 a | 7.56 | 7.40 | 7.50 ab | 7.56 | 7.85 ab | 8.06 | 8.24 | 7.62 |
| 1 ppm | 7.08 b | 7.30 b | 7.42 | 7.24 | 7.68 a | 7.32 | 7.62 b | 7.66 | 8.04 | 7.49 |
| 3 ppm | 7.48 a | 7.28 b | 7.48 | 7.38 | 7.34 ab | 7.32 | 8.00 ab | 7.72 | 8.20 | 7.57 |
| 5 ppm | 7.36 a | 7.46 ab | 7.44 | 7.28 | 7.2 b | 7.60 | 8.20 a | 7.62 | 8.34 | 7.58 |
| F-test | * | * | ns | ns | * | ns | * | ns | ns | ns |
| %CV | 2.53 | 3.83 | 4.03 | 4.73 | 3.81 | 4.23 | 8.36 | 6.21 | 7.07 | 1.19 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

**Appendix table 4** Amount of sucrose of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 5.74 | 6.04 | 6.40 | 6.52 | 6.48 | 6.44 | 6.40 | 6.50 | 6.40 | 6.40 | 6.28 b |
| 1 ppm | 5.82 | 5.98 | 6.64 | 6.52 | 6.60 | 6.54 | 6.42 | 6.48 | 6.22 | 6.20 | 6.34 ab |
| 3 ppm | 5.78 | 6.24 | 6.38 | 6.40 | 6.56 | 6.56 | 6.36 | 6.60 | 6.42 | 6.20 | 6.38 ab |
| 5 ppm | 5.84 | 6.04 | 6.70 | 6.20 | 6.44 | 6.30 | 6.48 | 6.52 | 6.46 | 6.28 | 6.44 a |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| %CV | 3.95 | 4.00 | 4.17 | 5.35 | 4.15 | 3.98 | 3.28 | 2.15 | 3.34 | 2.21 | 1.65 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 6.24 b | 5.98 | 5.94 b | 6.62 a | 6.08 | 5.86 | 7.18 b | 7.50 | 7.58 | 6.43 ab |
| 1 ppm | 6.00 c | 5.76 | 6.04 b | 6.16 b | 6.16 | 5.86 | 7.00 b | 7.18 | 7.26 | 6.36 b |
| 3 ppm | 6.44 a | 5.90 | 6.34 a | 6.58 ab | 6.06 | 6.02 | 7.28 a | 7.24 | 7.56 | 6.47 a |
| 5 ppm | 6.40 a | 5.94 | 6.16 b | 6.42 ab | 5.94 | 6.22 | 7.40 a | 7.28 | 7.70 | 6.46 a |
| F-test | * | ns | * | * | ns | ns | * | ns | ns | * |
| %CV | 2.7 | 3.96 | 5.42 | 4.65 | 5.15 | 4.19 | 7.7 | 8.19 | 9.97 | 1.09 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

**Appendix table 5** Amount of glucose of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 5.90 | 7.24 ab | 8.08 | 8.04 | 7.72 | 7.70 | 7.56 | 7.70 | 7.62 | 7.80 a | 7.32 |
| 1 ppm | 5.96 | 7.12 b | 7.68 | 7.80 | 7.80 | 7.84 | 7.60 | 7.70 | 7.54 | 7.28 b | 7.32 |
| 3 ppm | 6.12 | 7.48 a | 7.58 | 7.96 | 7.78 | 7.96 | 7.58 | 7.76 | 7.86 | 7.34 b | 7.64 |
| 5 ppm | 6.06 | 7.38 ab | 7.86 | 7.66 | 7.48 | 7.60 | 7.80 | 7.52 | 7.76 | 7.76 a | 7.50 |
| F-test | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| %CV | 4.91 | 3.02 | 6.65 | 3.94 | 3.39 | 3.85 | 3.28 | 3.59 | 3.86 | 3.19 | 3.28 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 7.28 a | 7.68 a | 7.50 | 7.40 | 7.46 | 7.46 | 7.86 ab | 8.10 | 8.24 | 7.58 a |
| 1 ppm | 7.04 b | 7.22 b | 7.32 | 7.18 | 7.60 | 7.30 | 7.56 b | 7.72 | 8.12 | 7.44 b |
| 3 ppm | 7.28 a | 7.30 ab | 7.40 | 7.40 | 7.24 | 7.30 | 8.02 ab | 7.72 | 8.36 | 7.55 a |
| 5 ppm | 7.32 a | 7.42 ab | 7.26 | 7.08 | 7.24 | 7.56 | 8.22 a | 7.74 | 8.36 | 7.53 a |
| F-test | * | * | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | * |
| %CV | 2.22 | 4.14 | 4.65 | 5.22 | 3.79 | 4.34 | 8.59 | 6.59 | 6.98 | 1.11 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**Appendix table 6** Amount of glucose of seed potato that treated with different ozone concentration during 38 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 5.94 | 7.36 ab | 8.24 | 8.06 | 7.86 | 7.80 | 7.60 | 7.76 | 7.76 | 7.74 ab | 7.40 |
| 1 ppm | 5.90 | 7.28 b | 7.76 | 7.76 | 7.94 | 7.94 | 7.72 | 7.76 | 7.64 | 7.24 c | 7.38 |
| 3 ppm | 6.02 | 7.66 a | 7.64 | 8.06 | 7.88 | 8.12 | 7.66 | 7.84 | 7.98 | 7.42 bc | 7.74 |
| 5 ppm | 5.84 | 7.50 ab | 7.88 | 7.82 | 7.58 | 7.74 | 7.82 | 7.60 | 7.86 | 7.84 a | 7.70 |
| F-test | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| %CV | 6.82 | 3.33 | 6.28 | 4.32 | 3.58 | 3.55 | 3.14 | 3.25 | 3.93 | 3.62 | 3.39 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 7.40 ab | 7.86 a | 7.58 | 7.50 | 7.62 | 7.60 | 7.96 ab | 8.32 | 8.44 | 7.69 a |
| 1 ppm | 7.22 b | 7.30 b | 7.48 | 7.34 | 7.72 | 7.38 | 7.76 b | 7.88 | 8.26 | 7.53 b |
| 3 ppm | 7.64 a | 7.4 ab | 7.56 | 7.44 | 7.48 | 7.50 | 8.12 ab | 7.84 | 8.36 | 7.67 a |
| 5 ppm | 7.46 ab | 7.52 ab | 7.42 | 7.26 | 7.30 | 7.64 | 8.30 a | 7.82 | 8.52 | 7.62 ab |
| F-test | * | * | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | * |
| %CV | 2.28 | 4.29 | 4.09 | 4.51 | 4.42 | 4.49 | 8.19 | 6.02 | 6.93 | 1.23 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

**Appendix table 7** Amount of malic acid of seed potato that treated with different ozone concentration during 3 8 weeks (9.5 months) after storage at 5°C in CMRARC between 2017-2018.

| Treatment | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 1.93 | 1.65 b | 1.51 | 1.45 | 1.55 a | 1.60 a | 1.38 | 1.74 | 1.81 | 1.60 a | 1.58 |
| 1 ppm | 2.03 | 1.82 a | 1.56 | 1.52 | 1.52 a | 1.54 ab | 1.59 | 1.56 | 1.63 | 1.42 b | 1.52 |
| 3 ppm | 1.85 | 1.9 a | 1.76 | 1.53 | 1.38 b | 1.45 b | 1.55 | 1.69 | 1.73 | 1.46 ab | 1.51 |
| 5 ppm | 1.77 | 1.7 b | 1.45 | 1.55 | 1.43 ab | 1.53 ab | 1.47 | 1.69 | 1.74 | 1.69 a | 1.49 |
| F-test | ns | * | ns | ns | * | * | ns | ns | ns | * | ns |
| %CV | 12.79 | 10.38 | 16.83 | 6.36 | 9.29 | 10.77 | 14.94 | 12.07 | 8.58 | 11.83 | 7.69 |

| Treatment | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | Average |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| control | 1.73 | 1.91 | 1.68 | 1.77 | 1.72 b | 1.67 | 1.85 | 2.13 | 1.84 | 1.71 |
| 1 ppm | 1.69 | 1.76 | 1.73 | 1.63 | 1.96 a | 1.74 | 2.03 | 1.95 | 2.06 | 1.71 |
| 3 ppm | 1.89 | 1.75 | 1.61 | 1.68 | 1.84 a | 1.71 | 2.07 | 2.08 | 2.16 | 1.73 |
| 5 ppm | 1.77 | 1.92 | 1.80 | 1.76 | 2.03 a | 1.70 | 2.17 | 2.01 | 1.93 | 1.73 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| %CV | 12.35 | 6.78 | 11.05 | 14.6 | 8.35 | 16.56 | 17.45 | 15.19 | 17.46 | 3.56 |

**Remark:** Means followed by the same letter in column are not significantly different but mean followed by different letter in column are significantly different at the 95% (P≤0.05) by the DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองที่ 4.1.2 ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่ง**

**รูปภาพผนวก การทดลองขั้นตอนที่ 1**

(ก) ปลูกมันฝรั่ง (ข) แปลงมันฝรั่งอายุ 1 เดือน (ค) แปลงมันฝรั่งอายุ 2 เดือน

**ภาพผนวกที่ 1** การปลูก และดูแลต้นพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ในการทดสอบ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2562 (ก-ค)

(ก) การคัดแยกขนาดผลผลิต (ข) การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระลงบนผลผลิต (ค) ผึ่งหัวพันธุ์มันฝรั่งให้แห้งก่อนการเก็บรักษา

**ภาพผนวกที่ 2** การทดสอบประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระในหัวพันธุ์มันฝรั่ง ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ค)

(ก) วัดขนาดความกว้างของตา (ข) วัดขนาดความสูงของตา (ง) เครื่องปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

กรมวิชาการเกษตร

**ภาพผนวกที่ 3** เก็บข้อมูลความกว้าง ความยาว ของหัวพันธุ์มันฝรั่ง และเก็บคุณภาพผลผลิต ณ ศกล.ชม (แม่เหียะ) ปี 2562 (ก-ง)

**รูปภาพผนวก การทดลองขั้นตอนที่ 2**

(ก) ปลูกมันฝรั่ง

(ข) ต้นมันฝรั่งอายุ 2 สัปดาห์

(ค) แปลงมันฝรั่งอายุ 2 เดือน

**ภาพผนวกที่ 4** การปลูก และดูแลต้นพันธุ์มันฝรั่งเพื่อใช้ในการทดสอบ ณ ศกล.ชม (ขุนวาง) ปี 2563 (ก-ค)

(ก) เก็บเกี่ยวมันฝรั่งเมื่ออายุ 90 วัน

(ข) เก็บเกี่ยวหัวมันฝรั่งพร้อมคัดขนาดเกรด

(ค) คัดหัวที่มีขนาดเท่ากัน

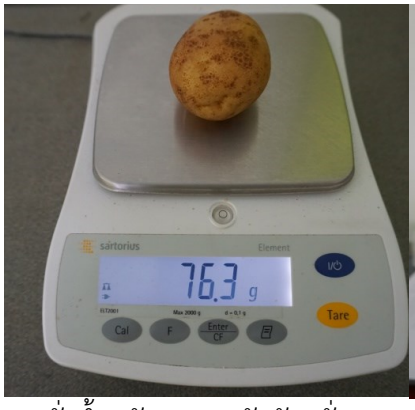
(ง) การพ่นสารต้านอนุมูลอิสระตามกรรมวิธี

(จ) ผึ่งให้แห้ง

(ฉ) เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5 °C

**ภาพผนวกที่ 5** เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง คัดหัวมันฝรั่งที่ขนาดเท่ากันเพื่อใช้สำหรับการทดลอง และพ่นสาร

ต้านอนุมูลอิสระตามกรรมวิธีการทดลอง ณ ศกล.ชม. (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ฉ)




(ก) ชั่งน้ำหนักสดของหัวมันฝรั่ง

(ข) วัดค่าความแน่นเนื้อ

(ค) วัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้

(ง) เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำตาลฟรุกโทส

(จ) หยดตัวอย่างเพื่อวัดค่าปริมาณน้ำตาลฟรุกโทส

(ฉ) เทตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณกรดมาลิก

**ภาพผนวกที่ 6** การบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 8 เดือน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ) ปี 2563 (ก-ฉ)

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองขั้นตอนที่ 1**

**ตารางผนวกที่ 1** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้น | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 0.00 | 0.96 | 1.81 | 2.79 | 3.08 | 3.46 | 3.95 | 4.18 | 4.67 | 5.38 | 5.61 | 6.17 | 6.68 | 7.07 | 8.23 | 8.63 | 9.24 |
| Citric acid (CA) | 0.1 % | 0.00 | 1.16 | 2.16 | 3.35 | 3.72 | 4.08 | 4.65 | 5.04 | 5.36 | 6.18 | 6.63 | 6.98 | 7.58 | 8.09 | 9.21 | 9.69 | 11.99 |
| | 0.5 % | 0.00 | 1.06 | 2.31 | 2.79 | 3.16 | 3.56 | 4.07 | 4.48 | 4.87 | 5.62 | 5.96 | 6.27 | 6.79 | 7.57 | 8.48 | 8.99 | 9.64 |
| | 1 % | 0.00 | 0.98 | 2.11 | 3.00 | 3.30 | 3.65 | 4.18 | 4.58 | 5.01 | 5.85 | 6.02 | 6.50 | 7.00 | 7.55 | 8.61 | 9.02 | 9.81 |
| | 3 % | 0.00 | 1.18 | 2.30 | 3.78 | 4.12 | 4.57 | 4.99 | 5.49 | 5.93 | 6.80 | 7.08 | 7.81 | 8.63 | 9.25 | 10.30 | 10.82 | 11.79 |
| Ascorbic acid (AA) | 0.1 % | 0.00 | 1.18 | 2.12 | 2.82 | 3.18 | 3.78 | 4.08 | 4.61 | 5.02 | 5.75 | 6.18 | 6.68 | 7.09 | 7.52 | 8.40 | 9.04 | 10.02 |
| | 0.5 % | 0.00 | 2.18 | 3.27 | 3.97 | 4.41 | 5.16 | 5.47 | 5.67 | 6.15 | 6.94 | 7.16 | 7.67 | 8.33 | 8.80 | 9.79 | 10.36 | 11.38 |
| | 1 % | 0.00 | 1.36 | 2.40 | 3.30 | 4.03 | 4.25 | 4.77 | 5.09 | 5.49 | 6.31 | 6.74 | 7.28 | 7.71 | 8.20 | 9.15 | 9.76 | 10.72 |
| | 3 % | 0.00 | 1.50 | 2.51 | 3.41 | 3.85 | 4.39 | 4.80 | 5.24 | 5.72 | 6.47 | 6.95 | 7.53 | 8.05 | 8.49 | 9.53 | 10.20 | 11.16 |
| Calcium chloride (CC) | 0.1 % | 0.00 | 1.74 | 3.02 | 3.43 | 3.92 | 4.50 | 5.11 | 5.41 | 5.87 | 6.56 | 7.01 | 7.50 | 8.00 | 8.65 | 9.38 | 10.04 | 11.10 |
| | 0.5 % | 0.00 | 2.60 | 2.90 | 3.42 | 3.94 | 4.65 | 5.25 | 5.52 | 5.90 | 6.58 | 7.01 | 7.55 | 8.05 | 8.70 | 9.55 | 10.41 | 11.30 |
| | 1 % | 0.00 | 1.82 | 3.13 | 4.14 | 4.94 | 5.29 | 5.72 | 6.14 | 6.61 | 7.34 | 7.77 | 8.30 | 8.81 | 9.48 | 10.49 | 11.00 | 12.15 |
| | 3 % | 0.00 | 1.22 | 2.78 | 4.00 | 4.39 | 4.73 | 5.10 | 5.47 | 5.95 | 6.71 | 7.06 | 7.68 | 8.22 | 8.81 | 9.75 | 10.68 | 11.23 |
| Calcium nitrate (CN) | 0.1 % | 0.00 | 1.09 | 2.02 | 2.94 | 3.31 | 3.48 | 4.24 | 4.46 | 4.91 | 5.56 | 5.93 | 6.47 | 6.90 | 7.48 | 8.37 | 8.80 | 9.49 |
| | 0.5 % | 0.00 | 1.18 | 1.99 | 2.96 | 3.35 | 4.32 | 4.36 | 4.65 | 5.22 | 5.90 | 6.32 | 6.90 | 7.35 | 7.80 | 8.86 | 9.64 | 10.32 |
| | 1 % | 0.00 | 1.32 | 2.11 | 3.62 | 4.29 | 4.51 | 4.99 | 5.40 | 5.91 | 6.57 | 7.05 | 7.65 | 8.14 | 8.84 | 9.88 | 10.43 | 11.43 |
| | 3 % | 0.00 | 1.90 | 2.78 | 4.00 | 4.39 | 4.73 | 5.10 | 5.47 | 5.95 | 6.71 | 7.06 | 7.68 | 8.22 | 8.81 | 9.75 | 10.68 | 11.23 |
| L-Cysteine (Cys) | 0.1 % | 0.00 | 1.29 | 2.27 | 3.35 | 3.86 | 4.28 | 4.76 | 5.24 | 5.58 | 6.25 | 6.60 | 7.30 | 7.86 | 8.39 | 9.44 | 10.13 | 10.98 |
| | 0.5 % | 0.00 | 1.40 | 2.49 | 3.50 | 3.86 | 4.25 | 4.85 | 5.23 | 5.69 | 6.46 | 6.87 | 7.58 | 8.09 | 8.66 | 9.68 | 11.42 | 12.61 |
| | 1 % | 0.00 | 1.32 | 2.18 | 3.23 | 3.58 | 3.91 | 4.33 | 4.82 | 5.30 | 6.01 | 6.39 | 7.10 | 7.60 | 8.12 | 9.39 | 10.65 | 13.29 |
| | 3 % | 0.00 | 1.34 | 2.52 | 3.44 | 3.76 | 4.11 | 5.09 | 5.31 | 5.75 | 6.49 | 7.04 | 7.91 | 8.43 | 9.02 | 10.10 | 10.90 | 11.70 |
| F-test | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| %CV | | 0 | 53.91 | 30.01 | 29.39 | 27.59 | 26.93 | 22.49 | 21.64 | 20.25 | 18.50 | 18.04 | 16.84 | 21.69 | 20.37 | 18.74 | 18.64 | 20.61 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางผนวกที่ 2** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลผลิตหลังการพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่ชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษา 0-32 สัปดาห์ ที่ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2562

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ความเข้มข้น | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | |
| ไม่พ่นสาร (control) | | 5.32 abcd | 7.50 b | 7.20 abc | 7.03 | 7.03 abc | 6.93 | 6.48 | 6.73 ab | 6.78 abcd | 6.93 cd | 6.46 | 6.83 abc | 6.39 | 6.85 abcd | 6.30 a | 7.18 | 6 |
| Citric acid | 0.1 % | 5.1 abc | 7.55 b | 7.63 b | 7.34 | 7.10 abc | 7.15 | 6.58 | 6.65 ab | 6.70 abcd | 7.13 d | 7.05 | 6.83 abc | 6.55 | 6.83 abcd | 6.68 ab | 7.35 | 6 |
| | 0.5 % | 5.22 abcd | 7.28 ab | 7.48 bc | 7.18 | 7.18 abc | 6.65 | 6.45 | 6.55 ab | 7.13 cd | 6.60 abcd | 6.53 | 6.93 bc | 6.34 | 6.80 abcd | 6.60 ab | 6.83 | 7 |
| | 1 % | 4.9 a | 7.45 b | 7.48 bc | 7.30 | 7.00 ab | 6.93 | 6.63 | 6.80 ab | 6.65 abcd | 6.73 abcd | 6.68 | 6.95 bc | 6.41 | 6.80 abcd | 6.75 ab | 6.55 | 7 |
| | 3 % | 5.05 ab | 7.48 b | 7.30 abc | 7.04 | 6.83 abc | 6.83 | 6.45 | 6.78 ab | 6.68 abcd | 6.43 abcd | 6.61 | 6.93 bc | 6.65 | 6.93 abcd | 6.45 a | 6.89 | 7 |
| Ascorbic acid | 0.1 % | 5.50 abcd | 6.85 ab | 7.25 abc | 7.20 | 7.03 abc | 6.55 | 6.63 | 6.78 ab | 6.63 abc | 6.43 abcd | 6.53 | 6.70 abc | 6.79 | 7.43 cd | 7.08 abcd | 7.28 | 7 |
| | 0.5 % | 5.25 abcd | 7.15 ab | 7.23 abc | 7.23 | 6.98 abc | 6.68 | 6.84 | 6.85 ab | 7.18 cd | 6.60 abcd | 6.56 | 6.83 abc | 6.64 | 6.90 abcd | 6.85 abcd | 6.79 | 7 |
| | 1 % | 5.58 bcd | 7.15 ab | 7.00 abc | 7.23 | 7.10 abc | 6.93 | 6.80 | 7.25 b | 7.33 d | 7.10 cd | 7.01 | 7.05 c | 6.80 | 7.28 bcd | 7.38 bcd | 6.98 | 7 |
| | 3 % | 5.20 abcd | 7.00 ab | 6.93 ab | 6.84 | 6.70 ab | 6.68 | 6.66 | 6.68 ab | 6.70 abcd | 6.58 abcd | 6.65 | 6.58 abc | 6.68 | 6.93 abcd | 7.03 abcd | 6.85 | 7 |
| Calcium chloride | 0.1 % | 5.78 c | 7.20 ab | 7.25 abc | 6.79 | 7.43 bc | 6.98 | 6.85 | 7.10 ab | 6.93 bcd | 6.83 cbd | 6.59 | 6.85 abc | 6.76 | 6.70 abc | 6.83 abc | 7.19 | 7 |
| | 0.5 % | 5.63 bcd | 7.08 ab | 7.10 abc | 6.65 | 7.25 abc | 6.80 | 6.66 | 6.98 ab | 6.13 a | 6.40 abcd | 6.78 | 6.73 abc | 6.28 | 6.65 ab | 7.20 abcd | 7.15 | 7 |
| | 1 % | 5.35 abcd | 6.88 ab | 7.40 bc | 7.06 | 7.13 abc | 6.35 | 6.38 | 6.60 ab | 6.40 ab | 6.68 abcd | 6.64 | 6.35 abc | 6.44 | 6.98 abcd | 6.80 ab | 6.91 | 7 |
| | 3 % | 5.13 abc | 7.23 ab | 7.38 bc | 7.03 | 7.60 c | 6.65 | 6.76 | 6.95 ab | 6.95 bcd | 6.73 abcd | 6.75 | 6.70 abc | 6.21 | 7.53 d | 7.73 cd | 7.23 | 7 |
| Calcium nitrate | 0.1 % | 5.08 ab | 6.88 ab | 6.68 a | 6.79 | 6.68 a | 6.83 | 6.45 | 6.40 a | 6.35 ab | 6.25 abc | 6.33 | 6.25 ab | 6.55 | 6.75 abc | 6.50 ab | 6.76 | 7 |
| | 0.5 % | 5.63 bcd | 6.93 ab | 7.28 ab | 7.16 | 6.73 ab | 6.80 ab | 6.59 | 6.55 ab | 6.65 abcd | 5.93 a | 6.45 | 6.53 abc | 6.61 | 6.50 a | 6.48 ab | 6.65 | 6 |
| | 1 % | 5.38 abcd | 6.95 ab | 7.03 abc | 7.13 | 6.6 a | 6.43 | 6.73 | 6.70 ab | 6.70 abcd | 6.38 abcd | 6.24 | 6.73 abc | 6.60 | 6.63 ab | 6.88 abcd | 6.94 | 6 |
| | 3 % | 5.13 abc | 6.88 abc | 7.23 ab | 7.01 | 7.08 abc | 6.68 | 6.54 | 6.48 a | 6.43 ab | 6.43 abcd | 6.65 | 6.13 a | 6.84 | 6.80 abcd | 6.98 abcd | 6.65 | 7 |
| L-Cysteine | 0.1 % | 5.70 cd | 7.43 b | 7.35 bc | 7.35 | 6.98 abc | 7.03 | 6.54 | 6.48 a | 6.90 bcd | 6.98 cd | 6.78 | 7.00 bc | 6.80 | 7.53 d | 6.90 abcd | 6.78 | 7 |
| | 0.5 % | 5.63 bcd | 6.23 abc | 7.20 ab | 7.24 | 7.15 abc | 6.75 | 6.71 | 6.68 ab | 6.85 bcd | 6.48 abcd | 6.33 | 6.75 abc | 6.64 | 7.35 bcd | 6.85 abcd | 6.89 | 7 |
| | 1 % | 5.33 abcd | 7.10 ab | 7.08 abc | 7.20 | 7.18 abc | 6.63 | 6.43 | 6.50 ab | 6.68 abcd | 6.65 abcd | 6.65 | 6.75 abc | 6.69 | 7.15 abcd | 7.75 d | 7.09 | 6 |
| | 3 % | 5.10 abc | 7.05 abc | 7.20 ab | 7.15 | 6.58 a | 6.35 | 6.44 | 6.38 a | 6.38 ab | 6.00 ab | 6.61 | 6.70 abc | 6.54 | 7.00 abcd | 7.08 abcd | 6.76 | 7 |
| F-test | | * | * | * | * | ns | * | * | ns | * | * | * | ns | * | ns | * | * | |
| %CV | | 4.29 | 4.35 | 6.05 | 3.49 | 3.99 | 4.00 | 4.56 | 5.56 | 4.26 | 3.82 | 4.90 | 4.85 | 4.38 | 5.44 | 4.05 | 5.01 | |

กรมวิชาการเกษตร

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

**การทดลองขั้นตอนที่ 2**

**ตารางผนวกที่ 3** ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 0.00 | 2.90 | 3.20 | 3.78 | 4.33 | 4.85 | 5.25 | 5.75 |
| Calcium chloride 3% | 0.00 | 3.25 | 3.58 | 4.18 | 4.70 | 5.35 | 5.75 | 6.13 |
| Calcium nitrate 0.5% | 0.00 | 2.68 | 2.90 | 3.35 | 3.83 | 4.28 | 4.45 | 5.10 |
| L-Cysteine 1% | 0.00 | 2.55 | 3.10 | 3.53 | 4.43 | 4.90 | 5.68 | 5.80 |
| L-Cysteine 3% | 0.00 | 2.55 | 2.78 | 3.15 | 4.10 | 4.63 | 5.00 | 5.35 |
| F-test | - | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 0.00 | 5.18 | 5.11 | 5.13 | 4.96 | 5.01 | 5.02 | 4.97 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 6.15 | 6.45 | 6.68 | 7.03 | 7.38 | 8.05 | 8.43 | 9.70 |
| Calcium chloride 3% | 6.50 | 6.88 | 7.35 | 7.78 | 8.20 | 8.95 | 9.23 | 10.60 |
| Calcium nitrate 0.5% | 5.40 | 5.65 | 5.90 | 6.33 | 6.70 | 7.38 | 7.68 | 9.50 |
| L-Cysteine 1% | 6.48 | 6.90 | 6.75 | 7.20 | 7.63 | 8.28 | 8.50 | 9.40 |
| L-Cysteine 3% | 5.98 | 6.13 | 6.43 | 6.80 | 7.20 | 7.90 | 8.13 | 9.18 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 5.18 | 5.14 | 5.11 | 5.09 | 5.13 | 5.17 | 5.46 | 5.09 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**ตารางผนวกที่ 4** ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อ ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| Control | 58.1 | 41.4 | 47.3 | 50.6 | 51.6 | 53.7 | 53.1 | 54.3 |
| Calcium chloride 3% | 54.9 | 44.8 | 47.0 | 44.0 | 43.5 | 47.7 | 51.6 | 52.0 |
| Calcium nitrate 0.5% | 56.7 | 45.8 | 46.5 | 44.3 | 39.6 | 51.6 | 51.5 | 56.6 |
| L-Cysteine 1% | 57.0 | 48.9 | 50.3 | 46.2 | 50.0 | 52.0 | 50.3 | 52.9 |
| L-Cysteine 3% | 54.5 | 50.1 | 44.2 | 43.2 | 48.0 | 51.4 | 52.2 | 51.6 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 8.39 | 9.49 | 7.56 | 10.40 | 11.39 | 9.15 | 8.32 | 17.92 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 50.8 | 53.0 | 58.3 | 55.4 ab | 56.6ab | 52.2 | 51.9 | 55.1 |
| Calcium chloride 3% | 53.1 | 51.2 | 57.6 | 55.8 ab | 54.5 ab | 48.3 | 50.4 | 54.2 |
| Calcium nitrate 0.5% | 55.9 | 53.6 | 52.1 | 49.2 b | 60.5 a | 55.9 | 51.5 | 57.5 |
| L-Cysteine 1% | 51.1 | 50.8 | 55.6 | 60.3 a | 60.0 a | 53.4 | 56.7 | 56.6 |
| L-Cysteine 3% | 51.8 | 51.4 | 62.5 | 58.9 ab | 49.7 b | 53.0 | 57.5 | 55.8 |
| F-test | ns | ns | ns | * | * | ns | ns | ns |
| % CV | 13.43 | 8.90 | 9.10 | 8.01 | 7.15 | 8.88 | 13.87 | 12.98 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางผนวกที่ 5** ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 6.20 | 7.73 b | 7.64 | 7.60 | 7.54 b | 7.29 | 7.17 ab | 7.45 |
| Calcium chloride 3% | 5.92 | 7.48 ab | 7.57 | 7.48 | 7.05 ab | 7.08 | 6.99 a | 7.29 |
| Calcium nitrate 0.5% | 5.98 | 7.57 ab | 7.63 | 7.55 | 7.21 ab | 7.27 | 7.05 a | 7.09 |
| L-Cysteine 1% | 5.87 | 7.59 ab | 7.28 | 7.17 | 7.10 ab | 7.13 | 7.28 ab | 7.48 |
| L-Cysteine 3% | 5.90 | 7.19 a | 7.15 | 7.11 | 6.92 a | 6.92 | 7.37 b | 7.29 |
| F-test | ns | * | ns | ns | * | ns | * | ns |
| % CV | 3.36 | 2.93 | 2.97 | 3.94 | 3.58 | 3.46 | 1.90 | 3.17 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 7.30 | 7.33 | 7.70 | 7.60 | 7.66 b | 7.44 | 7.72 | 7.19 |
| Calcium chloride 3% | 7.17 | 7.38 | 7.45 | 7.72 | 7.54 bc | 7.43 | 7.40 | 7.23 |
| Calcium nitrate 0.5% | 7.17 | 7.25 | 7.49 | 7.35 | 7.40 abc | 7.61 | 7.42 | 7.13 |
| L-Cysteine 1% | 7.37 | 7.57 | 7.73 | 7.59 | 7.28 ab | 7.35 | 7.45 | 7.31 |
| L-Cysteine 3% | 7.20 | 7.34 | 7.45 | 7.37 | 7.11 a | 7.30 | 7.39 | 7.02 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| % CV | 3.28 | 2.09 | 2.71 | 3.16 | 2.20 | 3.41 | 2.44 | 3.41 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**ตารางผนวกที่ 6** ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | น้ำตาลซูโครส | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 5.74 b | 6.86 a | 7.06 | 6.91 | 6.90 | 6.62 | 6.33 | 6.78 |
| Calcium chloride 3% | 5.53 ab | 6.97 ab | 7.19 | 7.09 | 6.74 | 6.61 | 6.29 | 6.49 |
| Calcium nitrate 0.5% | 5.44 ab | 7.13 ab | 7.25 | 7.13 | 7.10 | 6.79 | 6.53 | 6.63 |
| L-Cysteine 1% | 5.23 a | 7.18 b | 7.23 | 7.13 | 6.78 | 6.70 | 6.49 | 6.61 |
| L-Cysteine 3% | 5.19 a | 6.96 ab | 6.98 | 6.81 | 6.95 | 6.63 | 6.71 | 6.62 |
| F-test | * | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| %CV | 3.76 | 1.99 | 3.23 | 2.65 | 6.10 | 3.28 | 3.14 | 3.37 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 7.19 b | 7.18 | 6.78 | 6.28 a | 6.63 | 6.60 | 6.80 | 6.28 a |
| Calcium chloride 3% | 6.58 a | 6.80 | 6.60 | 6.44 ab | 6.60 | 6.71 | 6.71 | 6.67 b |
| Calcium nitrate 0.5% | 6.88 ab | 7.03 | 6.60 | 6.30 a | 6.63 | 6.80 | 6.70 | 6.62 b |
| L-Cysteine 1% | 7.03 ab | 7.23 | 6.60 | 6.67 b | 6.48 | 6.65 | 6.79 | 6.69 b |
| L-Cysteine 3% | 6.86 ab | 7.08 | 6.80 | 6.47 ab | 6.54 | 6.54 | 6.84 | 6.28 a |
| F-test | * | ns | ns | * | ns | ns | ns | * |
| %CV | 3.80 | 3.20 | 3.29 | 2.31 | 2.88 | 3.48 | 2.43 | 2.11 |

กรมวิชาการเกษตร

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร

**ตารางผนวกที่ 7** ค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | น้ำตาลกลูโคส | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 6.01 | 7.62 a | 7.48 a | 7.43 | 7.35 a | 7.06 | 6.88 ab | 7.19 |
| Calcium chloride 3% | 5.68 | 7.34 ab | 7.43 a | 7.30 | 6.96 b | 6.98 | 6.75 b | 6.89 |
| Calcium nitrate 0.5% | 5.67 | 7.38 ab | 7.45 a | 7.40 | 7.00 b | 7.11 | 6.87 ab | 7.03 |
| L-Cysteine 1% | 5.70 | 7.40 ab | 7.25 a | 7.29 | 6.94 b | 6.93 | 6.96 ab | 7.20 |
| L-Cysteine 3% | 5.72 | 6.96 b | 6.95 b | 7.05 | 6.88 b | 6.87 | 7.16 a | 6.96 |
| F-test | ns | * | * | ns | ns | ns | * | ns |
| %CV | 3.90 | 3.15 | 2.67 | 3.37 | 2.10 | 3.14 | 2.36 | 3.18 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 7.24 | 7.28 | 7.48 | 6.98 | 7.38 b | 7.17 | 7.60 | 6.97 |
| Calcium chloride 3% | 7.09 | 7.21 | 7.09 | 7.23 | 7.23 ab | 7.30 | 7.36 | 7.22 |
| Calcium nitrate 0.5% | 7.28 | 7.27 | 7.13 | 6.75 | 7.16 ab | 7.43 | 7.36 | 6.93 |
| L-Cysteine 1% | 7.28 | 7.31 | 7.25 | 6.84 | 7.02 ab | 7.22 | 7.44 | 7.05 |
| L-Cysteine 3% | 7.11 | 7.18 | 7.11 | 6.87 | 6.89 a | 7.09 | 7.37 | 6.88 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| %CV | 1.53 | 1.74 | 3.24 | 3.74 | 2.26 | 3.78 | 2.13 | 3.43 |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

**ตารางผนวกที่ 8** ค่าเฉลี่ยปริมาณฟรุกโตส หลังพ่นสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ภายหลังเก็บรักษาที่ 0-30 สัปดาห์ (7.5 เดือน) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2563

| ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ | น้ำตาลฟรุกโตส | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ภายหลังจากเก็บรักษา (สัปดาห์) | | | | | | | |
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| ไม่พ่นสาร (control) | 6.13 | 7.75 b | 7.57 b | 7.49 | 7.38 b | 7.07 | 6.89 | 7.34 |
| Calcium chloride 3% | 5.81 | 7.47 ab | 7.50 b | 7.27 | 6.92 ab | 6.97 | 6.96 | 7.10 |
| Calcium nitrate 0.5% | 5.79 | 7.62 ab | 7.53 b | 7.45 | 7.03 ab | 7.14 | 7.03 | 7.20 |
| L-Cysteine 1% | 5.82 | 7.58 ab | 7.31 ab | 7.26 | 6.98 ab | 6.97 | 6.94 | 7.36 |
| L-Cysteine 3% | 5.79 | 7.13 a | 6.99 a | 7.03 | 6.73 a | 6.94 | 7.31 | 7.14 |
| F-test | ns | * | * | ns | * | ns | ns | ns |
| %CV | 4.09 | 3.16 | 3.04 | 4.53 | 3.32 | 2.73 | 3.50 | 2.08 |
| **ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระ** | **16** | **18** | **20** | **22** | **24** | **26** | **28** | **30** |
| ไม่พ่นสาร (control) | 7.25 | 7.35 | 7.60 | 7.28 | 7.58 b | 7.38 | 7.61 b | 7.18 |
| Calcium chloride 3% | 7.19 | 7.39 | 7.26 | 7.38 | 7.36 ab | 7.41 | 7.39 ab | 7.39 |
| Calcium nitrate 0.5% | 7.17 | 7.53 | 7.34 | 7.04 | 7.31 ab | 7.59 | 7.27 a | 7.10 |
| L-Cysteine 1% | 7.38 | 7.21 | 7.38 | 7.23 | 7.10 a | 7.35 | 7.44 ab | 7.29 |
| L-Cysteine 3% | 7.23 | 7.20 | 7.23 | 7.07 | 7.01 a | 7.22 | 7.38 ab | 7.02 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | * | ns | * | ns |
| %CV | 3.37 | 3.33 | 3.49 | 3.83 | 2.68 | 3.16 | 2.01 | 3.14 |

กรมวิชาการเกษตร

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05) โดยวิธี Tukey HSD.

กรมวิชาการเกษตร