รหัสโครงการ SUT3-302-51-36-06

รายงานการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคสแคบ ระยะที่ 2

(Breeding of grapevine (*Vitis* spp.) for downy mildew and anthracnose resistance phase 2)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-51-36-06

รายงานการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคสแคบ ระยะที่ 2

(Breeding of grapevine (*Vitis* spp.) for downy mildew and anthracnose resistance phase 2)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา ตันตสวัสดิ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

1. ดร.โสภณ วงศ์แก้ว
2. ดร.อ้อยทิพย์ พูลสวัสดิ์
3. นายธงชัย ประจงใจ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551-2553

ผลการวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2555

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2551-2553 คณะวิจัยใคร่ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ และ Prof. Dr. Bruce I. Reisch, Department of Horticultural Sciences, New York State Agricultural Experiment Station (NYSAES), Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ให้ความอนุเคราะห์พันธุ์ต้านทานและให้คำปรึกษา อาจารย์ ดร. สุจินต์ เจนวีรวัฒน์ ที่ช่วยเก็บใบองุ่นที่เป็นโรคสแคบจาก จ.ราชบุรี จ. เชียงราย และ จ.แพร่ คุณขนิษฐา กูโบราณ ที่ช่วยเก็บใบองุ่นที่เป็นโรคสแคบจาก จ.ชลบุรี อาจารย์ ปริศนา วิริยะกิจไพบูลย์ และคุณเอกวัฒน์ ธาราพฤกษพงศ์ ที่ให้คำแนะนำในการแยกเชื้อรา และช่วยเหลือในด้านการแยกเชื้อ *Sphaceloma ampelinum* นอกจากนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการวิจัย รวมทั้งนักศึกษาบัณฑิตและผู้ช่วยวิจัยหลายท่านที่ช่วยจัดเตรียมรายงานการวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

โรคราน้ำค้างที่เกิดจากเชื้อ *Plasmopara viticola* และโรคสแคบที่เกิดจากเชื้อ *Sphaceloma ampelinum* เป็นโรคที่ทำความเสียหายแก่ผลผลิตองุ่นทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิมจึงมีความจำเป็น เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มียีนต้านทาน นอกจากนี้ การใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์องุ่นที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบโดยวิธีดั้งเดิม (2) หายีนที่มีโครงสร้างคล้ายยีนต้านทาน (resistance gene analogs; RGAs) ที่เชื่อมโยง (link) อยู่กับหรือเป็นส่วนหนึ่งของยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบในองุ่น และพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจาก RGAs (3) ศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลของลูกผสม F_1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ งานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น และการศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลของลูกผสม F_1 ซึ่งดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2551-2555 ดังนี้ การปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานโรคราน้ำค้างโดยวิธีดั้งเดิม พบว่าองุ่นพันธุ์ Black Queen อ่อนแอมากที่สุดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ (4.83 คะแนน) และสภาพไร่ (7.50 คะแนน) ส่วนสายพันธุ์ NY65.0551.05 และ NY88.0517.01 ต้านทานมากที่สุดในสภาพห้องปฏิบัติการ (0.54 และ 0.57 คะแนน) และสายพันธุ์ Wilcox 321 ต้านทานมากที่สุดในสภาพไร่ (3.30 คะแนน) ซึ่งได้ลูกผสม F_1 ที่น่าสนใจ 1 สายพันธุ์ ที่มีระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างสูงกว่าพันธุ์แม่ และเทียบเท่าพันธุ์พ่อ คือ SUT0403.09 และพบว่าผลการประเมินโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการสอดคล้องกับสภาพไร่ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สเปียร์แมน เท่ากับ 0.69 ($P \leq 0.01$) ส่วนวิธีขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งและติดตาทำให้องุ่นเป็นโรคราน้ำค้างไม่แตกต่างกันสถิติ ($P > 0.05$) การปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานโรคสแคบโดยวิธีดั้งเดิม แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต และการประเมินโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ พบว่าเชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหาร cereal agar (CA) และ corn cereal agar (CCA) แต่เริ่มหยุดการเจริญเติบโตเมื่อเชื้ออายุ 8 สัปดาห์ ส่วนลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ สีและรูปร่างของโคโลนี การมี/ไม่มี aerial mycelium และขนาดโคนิเดีย พบว่าอาหารทั้ง 4 ชนิด (CA, CCA, potato dextrose agar (PDA) และ Job's tear corn cereal agar (JCCA)) ทำให้เชื้อแต่ละไอโซเลตมีลักษณะดังกล่าวแตกต่างกัน ยกเว้นขนาดโคนิเดีย มีค่าใกล้เคียงกัน (4.20-5.51 x 1.58-2.07 ไมครอน) และเชื้อ 19 ไอโซเลตมีความเหมือนกันทางพันธุกรรม 0.78-0.94 ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มตามภาค อย่างไรก็ตาม เชื้อแต่ละไอโซเลตมีความรุนแรงในการก่อโรคแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนการประเมินโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการ

และสภาพไร่ พบว่าสอดคล้องกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน เท่ากับ 0.72 และ 0.71 สำหรับไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ตามลำดับ ($P \leq 0.01$) ซึ่งองุ่นพันธุ์ Black Queen อ่อนแอมากที่สุด (4.61 และ 4.80 คะแนน ตามลำดับ) และได้ลูกผสม F_1 ที่ต้านทานหรือต้านทานมากต่อไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 จำนวน 14 สายพันธุ์ คิดเป็น 10.5 เปอร์เซ็นต์ของลูกผสมทั้งหมด ลูกผสม F_1 ที่น่าสนใจมากที่สุด คือ SUT0404.40 เนื่องจากต้านทานเชื้อทั้งสองไอโซเลตในสภาพห้องปฏิบัติการและมีความต้านทานระดับสูงในสภาพไร่ ส่วนการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น พบว่าเครื่องหมาย RAPD และ RGA-SSCP ที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้คัดเลือกพันธุ์องุ่นในประชากรนี้ ยกเว้นเครื่องหมาย RGA-SSCP จำนวน 3 เครื่องหมาย ได้แก่ NY28_1, NY92_1 และ NY92_3 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับยีนควบคุมลักษณะการต้านทานโรคราน้ำค้างหรือสแคบสูง โดยมีเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนทางฟีโนไทป์ (R^2) เท่ากับ 52.2, 79.2 และ 63.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะดังกล่าวอยู่ในช่วงพิสัยของพันธุ์พ่อแม่ ส่วนวิธีขยายพันธุ์โดยการติดตาช่วยทำให้องุ่นส่วนใหญ่มีการแตกตาและขนาดผลดีกว่าการตอนกิ่ง การปรับปรุงพันธุ์องุ่นประสบผลสำเร็จ ได้ลูกผสมที่มีความต้านทานต่อทั้งโรคราน้ำค้างและสแคบในระดับค่อนข้างต้านทานถึงต้านทาน จำนวน 2 สายพันธุ์ จาก 18 สายพันธุ์ คือ SUT0403.09 และ SUT0404.11 ลูกผสม SUT0403.09 มีความกว้างผล น้ำหนักผล และ °Brix ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แม่ (Carolina Black Rose) ที่นิยมใช้เป็นการค้า และมี titrable acid (TA) ต่ำกว่าลูกผสมส่วนมาก จึงทำให้มีคุณภาพผลค่อนข้างดี เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับปรับปรุงพันธุ์องุ่นเพื่อให้ต้านทานโรค และให้ได้ผลผลิตและคุณภาพผลสูงต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ABSTRACT

Downy mildew caused by *Plasmopara viticola* and anthracnose caused by *Sphaceloma ampelinum*, are ones of the most destructive grapevine diseases worldwide including Thailand. Therefore, conventional breeding of grapevine for new resistant varieties is essential. Furthermore, application of molecular markers linked to downy mildew and anthracnose resistance genes can provide a rapid and efficient alternative for grapevine improvement. The objectives of this research were to (1) improve grapevine for downy mildew and anthracnose resistance by conventional breeding, (2) obtain resistance gene analogs (RGAs) linked to or being a part of downy mildew/anthracnose resistance genes in grapevine and develop molecular markers from RGAs and (3) evaluate agricultural and fruit quality traits of F_1 hybrids compared with their parents. This research was divided into 3 parts; conventional breeding of grapevine, development of molecular markers for downy mildew and anthracnose resistance genes in grapevine and evaluation of agricultural and fruit quality traits of F_1 hybrids. The followings were the research conducted during 2008-2012. It was found from conventional breeding of grapevine to improve downy mildew resistance that Black Queen was the most susceptible cultivar under both laboratory (score 4.83) and field conditions (score 7.50). NY65.0551.05 and NY88.0517.01 were the most resistant lines under laboratory condition (score 0.54 and 0.57, respectively), and Wilcox 321 was the most resistant line under field condition (score 3.30). An interesting F_1 hybrid**,** SUT0403.09, with high level of downy mildew resistance equivalent to its male parent and significantly higher than its female parent was found. In addition, it was found that assessment of downy mildew under laboratory was in agreement with field conditions with the Spearman's rank correlation of 0.69 ($P \leq 0.01$). However, the propagation method (layering and chip budding) had no significant effect on damage from downy mildew infection ($P > 0.05$). Conventional breeding of grapevine for anthracnose resistance was divided into 2 parts including evaluation of 19 isolates of *S. ampelinum* and assessment of anthracnose resistance under laboratory and field conditions. It was found that all 19 isolates were best grown on cereal agar (CA) and corn cereal agar

(CCA) but began to stop growing at week 8. Morphological characterization according to color and shape of colonies, presence/absence of aerial mycelium and conidial size showed that each isolate had different characters on 4 media (CA, CCA, potato dextrose agar (PDA) and Job's tear corn cereal agar (JCCA)) except conidial size, which fell on the same range (4.20-5.51 × 1.58-2.07 µm). These nineteen isolates showed the genetic similarity of 0.78-0.94 and could be divided into 4 groups, mainly by geographical regions. However, the virulence of each isolate was significantly different ($P < 0.01$). Laboratory assessment of anthracnose resistance was consistent with field evaluation with the Spearman's rank correlation of 0.72 and 0.71 for isolates Nk4-1 and Rc2-1, respectively ($P \leq 0.01$). Black Queen was the most susceptible cultivar (score 4.61 and 4.80 under laboratory and field conditions, respectively). Fourteen F_1 hybrids were resistant or highly resistant to isolates Nk4-1 and Rc2-1 (10.5% of total hybrids). The most interesting F_1 hybrid was SUT0404.40 owing to its resistance to both isolates under laboratory condition and its high resistance level under field condition. The development of molecular markers for downy mildew and anthracnose resistance genes in grapevine indicated that the RAPD and most RGA-SSCP markers used in this experiment were not suitable for selection of downy mildew and anthracnose resistance in this population, except 3 RGA-SSCP markers, NY28_1, NY92_1 and NY92_3, which were highly correlated with downy mildew or anthracnose resistance genes. They had percentages of phenotypic variance (R^2) of 52.2, 79.2 and 63.8%, respectively. Finally, when agricultural and fruit quality traits of F_1 hybrids were evaluated, most of the hybrids exhibited trait values within the range of their parents. In addition, the propagation by chip budding helped improve days to bud break and fruit size in most varieties/hybrids compared to layering. In this research, grapevine improvement was successful yielding two, SUT0403.09 and SUT0404.11, from 18 hybrids with moderately resistance to resistance levels for both downy mildew and anthracnose. SUT0403.09 had similar fruit width, fruit weight and °Brix as Carolina Black Rose, its female parent. In addition, it had lower titrable acid (TA) than most F_1 hybrids making its fruit quality quite high. Therefore, it should be useful as a breeding line for future improvement of grapevine for disease resistance together with high yield and high fruit quality.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม 7

ส่วนที่ 2 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น 13

ส่วนที่ 3 การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 15

บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล ส่วนที่ 1

การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม

การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง 17

การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อโรคสแคบ 33

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล ส่วนที่ 2

การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น

ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RAPD กับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่น 59

ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น 60

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล ส่วนที่ 3

การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 บทสรุป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 94

บรรณานุกรม 97

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก Journal publication 101

ภาคผนวก ข Proceedings 106

ประวัติผู้เขียน 111

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนองุ่นลูกผสม F_1 ที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานโรคสแคบ	12
2	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในองุ่นหลังปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	18
3	ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการ	18
4	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในองุ่นลูกผสม F_1 หลังการปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	20
5	ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างในองุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพห้องปฏิบัติการ	21
6	เปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างของพันธุ์พ่อแม่กับองุ่นลูกผสม F_1 ในห้องปฏิบัติการ	23
7	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพไร่	25
8	ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพไร่	25
9	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพไร่	27
10	ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพไร่	27
11	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 ในสภาพไร่	30
12	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่	32
13	การเปรียบเทียบขนาดโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด	35
14	การเปรียบเทียบขนาดโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด	36
15	สีโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด	38
16	Aerial mycelium ของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด	40
17	รูปร่างของโคโลนีเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ที่อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด	41
18	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดโคนิเดียของเชื้อ *S. ampelinum*	42
19	ไพรเมอร์ RAPD ที่ใช้ในการทดลอง แสดงลำดับเบส จำนวนแถบดีเอ็นเอ เปอร์เซ็นต์ของแถบดีเอ็นเอที่แตกต่าง และ polymorphism information content (PIC)	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	วันแรกของการปรากฏแผลบนเนื้อเยื่อใบองุ่น (Latent period) ทั้ง 10 พันธุ์/สายพันธุ์	49
21	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 5 ไอโซเลต บนเนื้อเยื่อใบองุ่น 10 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อ 4 วัน	49
22	ระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* ไอโซเลต Cb1-1, Cr1-1, Nk4-1, Nk5-1 และ Rc2-1	50
23	คะแนนการเกิดโรคสแคบขององุ่น 10 พันธุ์/สายพันธุ์	51
24	คะแนนการเกิดโรคสแคบเฉลี่ยขององุ่นลูกผสม F_1 ในแต่ละคู่ผสม	52
25	ระดับความต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม F_1 โดยการให้คะแนนการเกิดแผล หลังปลูกเชื้อ 4 วัน	53
26	ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่	58
27	ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างเครื่องหมาย OPV02-600 กับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่นลูกผสม F_1	59
28	ไพรเมอร์, อุณหภูมิ annealing และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ในการวิเคราะห์ RGA-SSCP	62
29	ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่นลูกผสม F_1	63
30	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	68
31	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่	68
32	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	69
33	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	70
34	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	71
35	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 ลูกผสม	71
36	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จากวิธีขยายพันธุ์	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
	โดยการตอนกิ่งและติดตา จำนวน 18 ลูกผสม	72
37	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม F_1 ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	73
38	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	75
39	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่	75
40	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	76
41	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0401 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	76
42	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	77
43	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่	77
44	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	78
45	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0410 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	78
46	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	79
47	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่	79
48	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	80
49	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0403 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	80
50	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
51	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่	81
52	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	82
53	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0404 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	82
54	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	83
55	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่	83
56	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	84
57	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0405 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	84
58	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	85
59	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่	85
60	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	86
61	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0406 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	86
62	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	87
63	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่	87
64	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	88
65	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0412 และพันธุ์	

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
	พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	88
66	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	89
67	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่	89
68	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	90
69	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0407 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	90
70	วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	91
71	ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่	91
72	ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา	92
73	อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0409 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล	92
74	ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 กับพันธุ์แม่	93

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่น โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตาหลังจากปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	19
2	เปรียบเทียบระดับการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตาหลังจากปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	21
3	เปรียบเทียบระดับการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่น โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตาในสภาพไร่	26
4	ระดับของความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ขององุ่นลูกผสม F_1 เมื่อขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาในสภาพไร่	28
5	การเจริญเติบโตของเชื้อ *S. ampelinum* แต่ละภาค ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์	37
6	อิทธิพลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. ampelinum* ทั้ง 4 ภาค อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์	37
7	Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* จากสัณฐานวิทยา โดย UPGMA cluster analysis ด้วยโปรแกรม NYSYSsp2.2	43
8	แผนภาพ 3 มิติ แสดง principal coordinates 3 แกนแรกจาก principal coordinate analysis ของเชื้อ *S. ampelinum* จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา	44
9	รูปแบบแถบดีเอ็นเอจากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ด้วยไพรเมอร์ OPA-3 บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 6%	46
10	Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* จากเครื่องหมาย RAPD โดย UPGMA cluster analysis ด้วยโปรแกรม NTSYSsp2.2	47
11	แผนภาพ 3 มิติ แสดง principal coordinates 3 แกนแรก จาก principal coordinate analysis ของเชื้อ *S. ampelinum* จากเครื่องหมาย RAPD	47
12	แถบดีเอ็นเออุ่นลูกผสมระหว่าง Carolina Black Rose × NY88.0517.01 จำนวน 12 ลูกผสม และพันธุ์พ่อแม่ ที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ OPV02-600	60
13	แถบดีเอ็นเออุ่นลูกผสมระหว่าง Carolina Black Rose × NY65.0550.04 จำนวน 9 ลูกผสม และพันธุ์พ่อแม่ บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 8% ที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ rgVhybNY507_28 และตัดด้วยเอนไซม์ *Mbo*II	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

14 แถบดีเอ็นเอองุ่นลูกผสมระหว่าง Black Queen × NY65.0550.04 จำนวน 8 ลูกผสม และพันธุ์พ่อแม่ บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 8% ที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ rgVhybNY507_92 และตัดด้วยเอนไซม์ *Hin*fI 64

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

คำนำ

โครงการวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องจากโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง โดยเพิ่มการศึกษาและทดสอบความต้านทานโรคสแคบ เนื่องจากในระหว่างดำเนินการโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง ระยะที่ 1 พบว่าสายพันธุ์ต้านทานโรคราน้ำค้างที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อนั้นมีความต้านทานต่อโรคสแคบด้วย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบโดยวิธีดั้งเดิม ซึ่งได้นำพันธุ์ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับสูงมาจาก grapevine germplasm, Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยความอนุเคราะห์จาก Prof. Dr. Bruce I. Reisch มาทดสอบความต้านทานในประเทศไทยและใช้เป็นพันธุ์พ่อในการผสมกับพันธุ์แม่ที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูงที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ พันธุ์ Black Queen, Carolina Black Rose, Early Muscat และ Italia (2) หา resistance gene analogs (RGAs) ที่เชื่อมโยง (link) อยู่กับหรือเป็นส่วนหนึ่งของยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบในองุ่น และพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจาก RGAs ซึ่งอาจนำไปสู่การโคลนยีนต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง/สแคบในองุ่น และใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker) สำหรับการคัดเลือกพันธุ์ในอนาคต (3) ทดสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิดอื่นที่มีรายงานว่าเชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบในองุ่นพันธุ์พ่อแม่และในประชากรองุ่นลูกผสม เพื่อประเมินการใช้ประโยชน์สำหรับคัดเลือกพันธุ์ และ (4) ศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์องุ่นให้มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง/สแคบ และมีคุณภาพผลดีในอนาคต

รายงานวิจัยนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ (1) การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม (2) การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น และ (3) การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

องุ่น (*Vitis vinifera* Linn.) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Vitaceae ซึ่งมีอยู่ประมาณ 11 สกุล 600 ชนิด สกุล *Vitis* เป็นสกุลเดียวที่เป็นผลไม้รับประทานได้ องุ่นเป็นไม้เลื้อยประเภทยืนต้น มีมือจับเพื่อยึดเกาะ (นันทกร บุญเกิด, 2546) และเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีผู้นิยมบริโภคเป็นอย่างมาก จึงนับว่าเป็นไม้ผลที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่มีราคาสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น รับประทานสด ทำแยม

ไวน์ ลูกเกด และน้ำองุ่น เป็นต้น จึงเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกสามารถยึดเป็นอาชีพหลักได้ จากการสำรวจผลผลิตองุ่นรวมทั่วโลกในปี พ.ศ. 2553 พบว่าสูงถึง 68,311,466 ตัน โดยประเทศที่มีผลผลิตองุ่นมากที่สุด คือ อิตาลี รองลงมาคือ จีน อเมริกา และฝรั่งเศส (Wikipedia, 2010) สำหรับการปลูกองุ่นในประเทศไทย มีการขยายพื้นที่ปลูกองุ่นมากขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทย จังหวัดที่มีการปลูกมาก ได้แก่ สมุทรสาคร ราชบุรี กาญจนบุรี นครปฐม นครราชสีมา และสระบุรี (กิติพงศ์ ตรีตรุยานนท์, 2544) โดยองุ่นที่นิยมปลูก ได้แก่ องุ่นพันธุ์ไวท์มะละกา และคาร์ดินาล (นันทกร บุญเกิด, 2546) จากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร พบว่าการผลิตองุ่นรับประทานผลสดในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ต้องมีการนำเข้าองุ่นสดจากต่างประเทศ ปีละไม่ต่ำกว่า 3,000 ตัน โดยในปี พ.ศ. 2552 ปริมาณการนำเข้า 42,607 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,944 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2553 ปริมาณการนำเข้า 41,508 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,653 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2554 ปริมาณการนำเข้า 57,898 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,174 ล้านบาท โดยพบว่าปริมาณการนำเข้าเพิ่มขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

ปัญหาที่มักพบในการผลิตองุ่นในประเทศไทย ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่นในภาคเหนือมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้องุ่นมีการพักตัวเมื่อได้รับอากาศเย็น ดินปลูกไม่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ดินบนพื้นที่ราบสูงมีความเป็นกรดจัด หรือเป็นกรดรุนแรง (pH ประมาณ 4.3) ทำให้ต้นองุ่นมีการเจริญเติบโตไม่ดี และสภาพภูมิอากาศที่ร้อน และมีฝนตกชุกส่งเสริมให้มีการแพร่ระบาดของโรคอย่างรุนแรง โรคองุ่นที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ โรคราน้ำค้าง ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Plasmopara viticola* โรคแอนแทรกโนสหรือสแคบ ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Sphaceloma ampelinum* โรคแอนแทรกโนส ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* และโรคกิ่งแห้งหรือเน่าขม ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Greeneria uvicola* (*Melanconium fuligeneum*) (นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2542; Visarathanonth, 1990) โดยพบการแพร่ระบาดของโรคราน้ำค้างเป็นอันดับ 1 รองลงมาคือ โรคสแคบ

โรคราน้ำค้าง (downy mildew) ที่มีเชื้อสาเหตุคือ *P. viticola* เป็นปัญหาที่สำคัญต่อการผลิตองุ่นทั่วโลก การเข้าทำลายของโรคนี้ ก่อให้เกิดความเสียหายในระดับเศรษฐกิจทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ โดยโรคดังกล่าวจะเข้าทำลายใบ ช่อดอก กิ่งอ่อน และมือจับ ที่พบมากที่สุดคือ บนใบและช่อดอก อาการบนใบจะเห็นเป็นจุดสีเหลืองเล็ก ๆ และจะขยายโตขึ้น ที่ใต้ใบจะพบราสีขาวเหลืองเป็นกระจุก ใบที่ถูกทำลายมากจะมีสีน้ำตาล และแห้งตายในที่สุด อาการบนช่อดอกพบในระยะดอกใกล้บาน พบแผลสีเขียวปนเหลือง และจะเห็นเชื้อราฟูขาวบนดอก เมื่ออาการรุนแรงจะเป็นสีน้ำตาลแก่และแห้งตายติดกับเถา แต่ไม่ร่วง และจะเห็นเชื้อราสีขาวบนกิ่งอ่อนตามแนวยาวของกิ่ง ยอดชะงักการเจริญเติบโต (นันทกร บุญเกิด, 2546) ในสภาพที่เหมาะสมต่อการระบาดของโรค และไม่มีการใช้สารเคมีป้องกัน พบว่าโรคราน้ำค้างจะทำให้ผลผลิตลดลงถึง 50-75% (Agrios, 1997)

โรคสแคบ ซึ่งเชื้อสาเหตุคือ *S. ampelinum* เป็นโรคพืชที่สร้างความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น กระเจี๊ยบ กะวาน ชา กุหลาบ แก้วมังกร น้อยหน่า ถั่วลิสง ฝรั่ง มะละกอ มะม่วง ยางพารา ละหุ่ง ส้ม สัก และอะโวกาโด (กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ และคณะ, 2545) ในปี พ.ศ. 2546 นันทกร บุญเกิด รายงานว่าโรคนี้ทำความเสียหายแก่องุ่นรองจากโรคราน้ำค้าง พบการระบาดในช่วงที่มีฝนตกชุกและอากาศชื้น ซึ่งชาวสวนองุ่นในเขตจังหวัดนครปฐม ราชบุรี และสมุทรสาคร เรียกโรคนี้ว่า อีบุบ พบบริเวณเนื้อเยื่อเจริญทุกส่วน เช่น ใบอ่อนถึงใบเพสลาด เถาอ่อน ยอดอ่อน ช่อดอก และมือเกาะ ส่วนอาการของผลอ่อนจนผลเริ่มเปลี่ยนสี บริเวณที่เชื้อเข้าทำลายจะมีแผลลักษณะยุบตัว บิดงอ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เทา และดำ อาการที่ใบจะมีลักษณะฉ่ำน้ำในระยะแรก ต่อมาจุดเหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขนาดเล็ก ถ้าอากาศร้อนจัด บริเวณสีน้ำตาลจะหลุดออก เกิดเป็นรอยใบทะลุ หากสภาพอากาศเหมาะต่อการเจริญของเชื้อ จุดต่าง ๆ เหล่านั้นจะลามติดกัน ทำให้เกิดอาการใบแห้งอย่างรวดเร็วและร่วงไปในที่สุด กรณีที่เชื้อเข้าทำลายบริเวณเส้นใบจะทำให้ใบม้วนงอลงด้านล่าง อาการบนเถาอ่อนและมือเกาะจะปรากฏเป็นแผลสีน้ำตาลแดงถึงสีดำ มีลักษณะเป็นตะปุ่มตะป่ำ กลางแผลจะยุบและมีสีเข้ม (กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ และคณะ, 2536) การป้องกันและกำจัดสามารถทำได้โดยการทำความสะอาดแปลง หลีกเลี่ยงการปลูกช่วงอากาศร้อนชื้น และใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ และคณะ, 2533) การแก้ปัญหาส่วนใหญ่มักกระทำหลังมีการระบาดของโรค ซึ่งไม่ค่อยได้ผลเพราะโรคนี้ระบาดมากในช่วงฤดูฝน

การป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างและสแคบทำได้โดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดเชื้อราตลอดทั้งฤดูปลูก ทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซื้อสารเคมีกำจัดเชื้อรา และแรงงานในการฉีดพ่น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบ โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีดั้งเดิม (conventional breeding) และ/หรือวิธีทางชีววิทยาระดับโมเลกุล (molecular breeding)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบโดยวิธีดั้งเดิม
2. เพื่อหา RGAs ที่เชื่อมโยงอยู่กับหรือเป็นส่วนหนึ่งของยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบในองุ่น และพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจาก RGAs
3. เพื่อประเมินศักยภาพของเครื่องหมายโมเลกุลที่มีรายงานว่าเชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคในองุ่นคู่ผสมอื่น สำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์
4. เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่
5. เพื่อผลิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งจัดเป็นสาขาขาดแคลน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สมมติฐานการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์องุ่นสามารถทำได้โดยหลายวิธี ได้แก่ (1) วิธีดั้งเดิม (2) วิธีพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) (3) วิธี protoplast fusion และ (4) วิธีใช้ประโยชน์จาก somaclonal variation และการกลายพันธุ์

วิธีดั้งเดิมใช้การผสมพันธุ์พ่อแม่ที่มีลักษณะเสริมกัน เช่น นำพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง แต่อ่อนแอต่อโรคมาผสมกับพันธุ์ต้านทานโรค แต่อาจมีคุณภาพไม่ดี หรือให้ผลผลิตต่ำ หลังจากนั้นทำการคัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ คือ มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง และต้านทานโรค วิธีนี้ต้องใช้เวลานาน และจำเป็นต้องคัดเลือกลูกผสมเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะตามต้องการ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีข้อดีคือ มีโอกาสได้พันธุ์ลูกผสมที่ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ และได้ลูกผสมที่มีลักษณะหลากหลายจาก genetic recombination ซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ต่อเนื่องในอนาคต เนื่องจากองุ่นเป็นพืชที่มีอายุยาว ต้องใช้เวลานานจึงสามารถคัดเลือกคุณภาพผลได้ และต้องใช้พื้นที่ตลอดจนต้นทุนในการปลูกและดูแลรักษาองุ่นพันธุ์ลูกผสมต่าง ๆ สูง ในปัจจุบันจึงมีการร่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีนี้ ด้วยการใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดต่าง ๆ ซึ่งเครื่องหมายที่นิยมนำมาคัดเลือกลักษณะที่สนใจมีอยู่หลายชนิด เช่น RAPD, restriction fragment length polymorphism (RFLP), amplified fragment length polymorphism (AFLP), simple sequence repeat (SSR), inter-simple sequence repeat (ISSR) และ single strand comformation polymorphism (SSCP) (Roy et al., 2006; Wang et al., 2010; Bandyopadhyay, 2011; Diaz et al., 2011; Immanuel et al., 2011; Kalivas et al., 2011; Milad et al., 2011; Nisar and Ghafoor, 2011; Yu et al., 2011) ตัวอย่างเช่น Donald et al. (2002) พบเครื่องหมาย RFLP ที่พัฒนาจาก RGAs จำนวน 3 เครื่องหมายเชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคราแป้งและนำมาใช้คัดเลือกพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคนี้ได้ นอกจากนี้ยังมีการพบเครื่องหมาย RAPD จำนวน 2 เครื่องหมาย ที่เชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคราแป้ง และ 3 เครื่องหมาย ที่เชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคสแคบ (Wang et al., 2003) สำหรับประเทศไทย พันธุ์องุ่นส่วนใหญ่ที่มีอยู่ไม่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบ หรือต้านทานในระดับต่ำ และยังไม่มีผู้ใดทำการปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิมอย่างจริงจังมาก่อน วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้จึงทำเพื่อปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ได้พันธุ์ต้านทานโรคดังกล่าว ซึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างที่ได้นำพันธุ์ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับสูงจากประเทศสหรัฐอเมริกามาทดสอบความต้านทานในประเทศไทยและใช้เป็นพันธุ์พ่อในการผสมกับพันธุ์แม่ที่มีคุณภาพดี และให้ผลผลิตสูงที่มีอยู่แล้ว ปัจจุบันได้ลูกผสมแล้วประมาณ 150 ต้น จากต้นลูกผสมที่ได้ พบว่าเป็นต้นที่ต้านทานโรคราน้ำค้างประมาณ 30 ต้น ในระยะที่ 2 นี้จะนำลูกผสมที่มีศักยภาพเหล่านี้ออกทดสอบในแปลงปลูก เพื่อประเมินความต้านทานในสภาพไร่ และคัดเลือกต้นที่ให้ผลคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้จะพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ให้ได้รวดเร็วและประหยัดต้นทุนมากขึ้นในอนาคต

วิธีพันธุวิศวกรรม วิธีนี้ใช้ในการถ่ายยีนที่เป็นประโยชน์ เช่น ยีนต้านทานโรคสู่พันธุ์ที่มีลักษณะอื่นดีอยู่แล้ว เช่น การถ่ายยีน grapevine fanleaf virus coat protein, chitinase, glucanase ฯลฯ เข้าสู่องุ่นเพื่อให้ได้พันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส และเชื้อรา (Kikkert et al., 2001) วิธีนี้จะได้พันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ เหมือนเดิม ยกเว้นลักษณะที่ถ่ายยีนเข้าไป จึงเหมาะสมสำหรับปรับปรุงพันธุ์องุ่นสำหรับผลิตไวน์ เพื่อให้ได้คุณภาพคงที่ อย่างไรก็ดี วิธีนี้มีข้อจำกัดที่ยีนส่วนใหญ่ได้รับการจดลิขสิทธิ์ไว้แล้ว โครงการวิจัยนี้อาจได้มาซึ่งเครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมโยงหรือเป็นส่วนหนึ่งของยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและ/หรือสแคบ ซึ่งสามารถนำมาใช้โคลนยีนต้านทานโรคทั้งสองนี้ในอนาคตเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. องุ่น (*Vitis* spp.) พันธุ์ Black Queen, Carolina Black Rose, Early Muscat และ Italia และสายพันธุ์ต้านทาน จำนวน 6 สายพันธุ์ จาก Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา คือ Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05

2. จากโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง ระยะที่ 1 ได้ลูกผสมประมาณ 150 ต้น และจากต้นลูกผสมที่ได้พบว่าเป็นต้นที่ต้านทานโรคราน้ำค้างประมาณ 30 ต้น ในระยะที่ 2 นี้จะนำลูกผสมที่มีศักยภาพเหล่านี้ออกทดสอบความต้านทานในสภาพไร่ และคัดเลือกต้นที่ให้ผลคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง ภายในฟาร์มมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ทำการทดลองเพื่อประเมินและพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลในห้องปฏิบัติการ

สถานที่ทดลอง และเก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการปรับปรุงพันธุ์พืช ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. โรงเรือนเพาะชำ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3

3. ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาจาก RGAs ซึ่งเชื่อมโยงหรือเป็นส่วนหนึ่งของยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น ซึ่งอาจนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและสแคบ โดยวิธี MAS หรือใช้ในการโคลน (map-based cloning) ยีนต้านทานโรคทั้งสองนี้ ซึ่งสามารถนำ ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีพันธุวิศวกรรมในงานวิจัยระยะต่อไป

2. นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ อาจได้องุ่นพันธุ์ใหม่ที่ต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ และมีคุณภาพดีเหมาะสมต่อการบริโภคผลสด ซึ่งสามารถนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้

ปริมาณมาก เพื่อเผยแพร่แก่เกษตรกรในอนาคต พันธุ์ที่ได้นี้มหาวิทยาลัยสามารถจดลิขสิทธิ์พันธุ์ได้ หรืออาจได้สายพันธุ์องุ่นต้านทานโรคที่นำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

3. เพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตองุ่นในประเทศไทย ลดการใช้สารปราบศัตรูพืช ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งลดต้นทุนการผลิต

4. เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย เกษตรกรผู้ปลูกองุ่นได้รายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกองุ่น เป็นการแก้ปัญหาความยากจน และมีสุขภาพดีขึ้นจากการลดการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดโรคพืช นอกจากนี้ผู้บริโภคยังมีสุขภาพดีขึ้นจากการบริโภคองุ่นที่มีสารเคมีตกค้างน้อยลง และอาจได้บริโภคองุ่นคุณภาพดีที่มีราคาต่ำลงด้วย

5. ได้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยใช้ conventional และ molecular breeding ซึ่ง conventional breeding ในปัจจุบันจัดเป็นสาขาขาดแคลน 2 คน

6. ได้ผลงานตีพิมพ์รวม 8 เรื่อง ประกอบด้วยผลงานในวารสารวิชาการ จำนวน 4 เรื่อง (ภาคผนวก ก) และผลงานใน proceedings จำนวน 4 เรื่อง (ภาคผนวก ข)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม

1.1 การปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องจากโครงการในระยะแรก ซึ่งได้นำพันธุ์ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับสูงจาก grapevine germplasm, Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยความอนุเคราะห์จาก Prof. Dr. Bruce I. Reisch มาทดสอบความต้านทานในประเทศไทยและใช้เป็นพันธุ์พ่อในการผสมกับพันธุ์แม่ที่มีคุณภาพดี และให้ผลผลิตสูงที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ พันธุ์ Black Queen, Carolina Black Rose, Early Muscat และ Italia ซึ่งปัจจุบันได้องุ่นลูกผสม F_1 แล้วประมาณ 150 ต้น ในรายงานฉบับนี้ได้ดำเนินการประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้าง ตามวิธีการดังนี้

1.1.1 การประเมินระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการ

1.1.1.1 ใช้ใบองุ่นข้อที่ 5-7 จากองุ่นทุกพันธุ์/สายพันธุ์ที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลง

1.1.1.2 การเตรียมเชื้อ เก็บตัวอย่างใบองุ่นที่เป็นโรคราน้ำค้างที่เกิดจากเชื้อ *Plasmopara viticola* โดยดูที่ใต้ใบจะพบสปอร์สีขาว นำใบมาบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 22-25°ซ ข้ามคืน แล้วนำใบองุ่นมาฉีดน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อให้สปอร์หลุดออกจากใบ และตรวจนับจำนวนสปอร์เพื่อใช้ในการปลูกเชื้อด้วย haemacytometer ปรับความเข้มข้นของ inoculum เป็น 1×10^5 สปอร์/มล.

1.1.1.3 การปลูกเชื้อ นำใบองุ่นที่จะทดสอบมาล้างด้วยน้ำสบู่และน้ำสะอาด 1 ครั้ง จากนั้นล้างด้วย clorox 1% (v/v) (โซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.088% (w/w)) นาน 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 3 ครั้ง ซับด้วยกระดาษทิชชูนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วนำไปวางใน petri dishes ที่มีกระดาษกรองอยู่ พ่นสปอร์ราน้ำค้างให้ทั่วบริเวณใต้ใบ นำไปบ่มไว้ในที่มีแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 22°ซ นาน 8 วัน

1.1.1.4 การบันทึกผล นำใบที่ทดสอบใส่หลอดพลาสติกขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 5 มล. แล้วนำสารละลายที่ได้ไปนับจำนวนสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และวัดความกว้าง-ยาวของใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ จากนั้นให้คะแนนการเกิดโรคโดยคิดต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม. ดังนี้

0 = จำนวนสปอร์ 0-5 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

1 = จำนวนสปอร์ 5-10 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

2 = จำนวนสปอร์ 11-15 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

3 = จำนวนสปอร์ 16-25 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

4 = จำนวนสปอร์ 26-40 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

5 = จำนวนสปอร์ > 40 สปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม.

นำค่าเฉลี่ยคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างมาจัดอันดับความต้านทานโรคราน้ำค้าง ดังนี้ 0.0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก (highly resistant), 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน (resistant), 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน (moderately resistant), 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ (moderately susceptible), 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ (susceptible) และ 5.00 คะแนน = อ่อนแอมาก (highly susceptible)

1.1.2 การประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่

1.1.2.1 การเตรียมต้นองุ่น นำองุ่นทุกพันธุ์/สายพันธุ์มาขยายพันธุ์ด้วยวิธีตอนกิ่ง (layering) และติดตา (chip budding) ในขั้นตอนการตอนกิ่ง เลือกกิ่งองุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 ซม. จำนวนพันธุ์/สายพันธุ์ละ 5 กิ่ง ทำการลอกเปลือก ขูดเยื่อเจริญออก และนำตุ้มขุยมะพร้าวมาหุ้มบริเวณที่ขูด เมื่อกิ่งตอนเริ่มมีรากออกจึงตัดและนำไปปลูกลงในถุงเพาะชำ ส่วนขั้นตอนการติดตา คัดเลือกตาที่มีลักษณะแก่พอเหมาะคือ เปลือกที่หุ้มมีลักษณะสีน้ำตาลและมีขนาดใหญ่ นำตาที่คัดเลือกของทุกพันธุ์/สายพันธุ์ไปติดตาที่ต้นตออองุ่นพันธุ์ Courderc 1613 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 ซม. ปลูกอยู่ในถุงเพาะชำ จำนวนพันธุ์/สายพันธุ์ละ 5 กิ่ง เมื่อตาองุ่นเริ่มแตกออกจึงตัดยอดของต้นตอป่าเดิมออก เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต หลังจากองุ่นที่ปลูกอยู่ในถุงเพาะชำมีการเจริญเติบโตดี จึงนำลงไปปลูกที่แปลง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 2 เมตร และระหว่างแถว 4 เมตร โดยจัดทรีตเมนท์แบบแฟกตอเรียล และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทั้งหมด 5 ซ้ำ ทำการปลูก และดูแลรักษาโดยฉีดสารกำจัดศัตรูพืช วัชพืช และให้น้ำในระบบน้ำหยดเพื่อรักษาความชื้นในดิน

1.1.2.2 การประเมินโรค ประเมินในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคมถึงมกราคม) โดยให้คะแนน 1-10 ตามวิธีการประเมินโรคราน้ำค้าง ซึ่งอาศัยเกณฑ์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ที่เป็นโรคโดย

1 คะแนน = พื้นที่ใบทั้งหมดไม่เป็นโรค

2 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค ≤ 10%

3 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 11-20%

4 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 21- 30%

5 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 31- 40%

6 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 41- 50%

7 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 51-60%

8 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 61-70%

9 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค 71-80%

10 คะแนน = พื้นที่ใบเป็นโรค ≥ 81%

นำค่าเฉลี่ยการเกิดโรคราน้ำค้างมาจัดอันดับความต้านทานโรคราน้ำค้าง 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก (highly resistant), 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน (resistant), 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน (moderately resistant), 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ (moderately susceptible), 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ (susceptible) และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก (highly susceptible)

1.1.2.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคราน้ำค้างที่ประเมินในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ โดยวิธีหาสหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman, 1904) และนำค่าเฉลี่ยของคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นสายพันธุ์ต้านทานทั้ง 4 สายพันธุ์ พันธุ์อ่อนแอ จำนวน 4 พันธุ์ และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ มาจัดอันดับความต้านทานโรคราน้ำค้าง

1.2 การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อโรคสแคบ ในระหว่างดำเนินการโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง ระยะที่ 1 พบว่าสายพันธุ์ต้านทานโรคราน้ำค้างที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์นั้นมีความต้านทานต่อโรคสแคบด้วย จึงเริ่มการศึกษาและทดสอบความต้านทานโรคสแคบในโครงการระยะที่ 2 ดังนี้

1.2.1 แยกเชื้อ *Sphaceloma ampelinum* เชื้อสาเหตุของโรคสแคบในองุ่นไอโซเลตต่างๆ จากแหล่งปลูก 4 ภาค ของประเทศไทย คือ ภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันตก และตะวันออก ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.2.1.1 เก็บตัวอย่างใบองุ่นที่เป็นโรคสแคบจากแหล่งที่เกิดการระบาดใน 4 ภาคของประเทศไทย คือ ภาคตะวันตก จ.ราชบุรี ภาคตะวันออก จ.ชลบุรี ภาคเหนือ จ.เชียงราย และ จ.แพร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา

1.2.1.2 เลือกใบองุ่นอ่อนที่สดและมีลักษณะแผลใหม่ นำมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1 ซม.^{2} ล้างชิ้นใบด้วยน้ำสบู่เบา ๆ และล้างออกด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง

1.2.1.3 ล้างด้วย clorox 20% (v/v) (โซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2% (w/v)) ซึ่งเติม Tween 20 ประมาณ 2-3 หยด นาน 3-5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้ออีก 3 ครั้ง นาน 30 วินาที

1.2.1.4 คีบมาวางบนกระดาษทิชชูนึ่งฆ่าเชื้อ ซับให้แห้ง แล้วใช้มีดผ่าตัดกรีดผ่านแผล เป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยติดแผลมาเล็กน้อย นำมาวางบน water agar (WA) ความเข้มข้น 1% (w/v) ผสมกับสเตรปโตมัยซิน (streptomycin) 25 มก./ล. บ่มที่อุณหภูมิ 25°ซ ประมาณ 3-5 วัน

1.2.1.5 ย้ายเส้นใยที่เจริญออกมารอบ ๆ เนื้อเยื่อพืชไปเลี้ยงบนอาหาร cereal agar (CA; อาหารผงธัญพืช 2% (w/v) กลูโคส 2% (w/v) และผงวุ้น 1.5% (w/v)) ผสมกับสเตรปโต-มัยซิน 25 มก./ล. หลังจากเชื้อเจริญเต็มที่แล้ว ย้ายเชื้อไปเลี้ยงบนอาหาร CA โดยไม่ใส่สเตรปโตมัยซิน เมื่อเชื้อเจริญเติบโตได้ 1 สัปดาห์ ย้ายมาเลี้ยงบนใบอ่อนองุ่นพันธุ์อ่อนแอที่วางอยู่บน WA เพื่อให้เชื้อสร้างโคนิเดีย และแยกเป็นโคนิเดียเดี่ยวโดยใช้ micromanipulator

1.2.2 ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *S. ampelinum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.2.2.1 นำเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ที่ได้จากการทดลองที่ 1.2.1 ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคเหนือ ตะวันตก และตะวันออก ภาคละ 5 ไอโซเลต และตะวัน-ออกเฉียงเหนือ จำนวน 4 ไอโซเลต มาเลี้ยงบนอาหาร PDA (มันฝรั่ง 20% (w/v) กลูโคส 2% (w/v) และผงวุ้น 1.5% (w/v)), CA, CCA (อาหารผงธัญพืช 1% (w/v) เมล็ดข้าวโพดบด 0.5% (w/v) กลูโคส 2% (w/v) และผงวุ้น 1.5% (w/v)) และ JCCA (อาหารผงธัญพืช 1% (w/v) เมล็ดข้าวโพดบด 0.5% (w/v) เมล็ดถั่วเหลืองบด 0.5% (w/v) เมล็ดลูกเดือยบด 0.5% (w/v) กลูโคส 2% (w/v) และผงวุ้น 1.5% (w/v)) นาน 2, 5 และ 8 สัปดาห์

1.2.2.2 บันทึกลักษณะของโคโลนี 4 ลักษณะ คือ (1) ลักษณะการเจริญเติบโต โดยวัดจากความกว้างและยาวของโคโลนี (2) สีของโคโลนี (3) การมีหรือไม่มี aerial mycelium (4) รูปร่างโคโลนี และปลูกเชื้อทั้ง 19 ไอโซเลต บนใบอ่อนขององุ่นพันธุ์อ่อนแอ (Black Queen/Italia) เพื่อให้สร้างโคนิเดีย แล้วสุ่มวัดขนาดของโคนิเดีย จำนวน 50 โคนิเดีย/ไอโซเลต

1.2.2.3 คำนวณความเหมือนทางพันธุกรรมของเชื้อแต่ละไอโซเลตโดยการใช้ Jaccard similarity coefficients และสร้าง phylogenetic tree ด้วยวิธี unweighted paired grouped mean arithmetic average โดยใช้ SAHN and TREE options และหาค่า similarity matrix ด้วยการใช้โปรแกรม NTSYSpc 2.2 (Rohlf, 1993)

1.2.3 ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล random amplified polymorphic DNA (RAPD)

1.2.3.1 วิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมของเชื้อ *S. ampelinum* ทั้ง 19 ไอโซเลต โดยสกัดดีเอ็นเอจากโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร JCCA อายุ 1 เดือน ด้วยวิธีของ Boehm (2004) และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ RAPD จำนวน 6 ไพรเมอร์ คือ RAPD-1 (GGCACTGAGG), OPA-1 (CAGGCCCTTC), OPA-2 (TGCCGAGCTG), OPA-3 (AGTCAGCCAC), MUNG-1 (GGTGCGGGAA) และ MUNG-2 (GTAGACCCGT)

1.2.3.2 ใช้ reaction mixture ปริมาตร 15 µL ประกอบด้วย 1x buffer, 4 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dATP, dCTP, dGTP และ dTTP ไพรเมอร์ 0.5 µM ดีเอ็นเอต้นแบบ 15 ng และ *Taq* DNA polymerase 0.75 unit

1.2.3.3 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้โปรแกรม (1) 95°ซ นาน 5 นาที (2) 95°ซ นาน 30 วินาที, 36°ซ นาน 1 นาที, 72°ซ นาน 2 นาที จำนวน 50 รอบ และ (3) 72°ซ นาน 10 นาที

1.2.3.4 แยกขนาดดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณ (PCR products) ปริมาตร 7 µL ใน 6% acrylamide gel นาน 50 นาที ที่ 40 V/ซม. โดยใช้ 1 kb DNA ladder เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน และย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยซิลเวอร์ไนเตรต (Sambrook and Russell, 2001)

1.2.3.5 คำนวณหาความเหมือนทางพันธุกรรมของเชื้อแต่ละไอโซเลตโดยใช้ Jaccard similarity coefficients และสร้าง phylogenetic tree ด้วยวิธี unweighted paired grouped mean arithmetic average โดยใช้ SAHN and TREE options และหาค่า similarity matrix ด้วยโปรแกรม NTSYSpc 2.2 (Rohlf, 1993)

1.2.3.6 คำนวณค่า polymorphism information content (PIC) จากสูตร PIC = $1-\Sigma Pi^2$ โดย *P*i คือ ความถี่ของอัลลีล i ในประชากรของเชื้อที่ศึกษา และวิเคราะห์ principle coordinate analysis (PCoA) เพื่อให้ได้ข้อมูลระยะห่างระหว่างกลุ่มเพิ่มเติมจากข้อมูลที่ได้จาก cluster analysis พร้อมทั้งเปรียบเทียบ similarity matrix ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อด้วยวิธีของ Mantel (1976)

1.2.4 วิเคราะห์ความต้านทานขององุ่นต่อเชื้อ *S. ampelinum* จากปฏิกิริยาบนใบองุ่นในห้องปฏิบัติการ

1.2.4.1 การเตรียมพืช

ใช้ชิ้นใบองุ่นอ่อนข้อที่ 3-4 ขนาด 1 ซม.^{2} จากองุ่นพันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose และ Italia) พันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ (Early Muscat) สายพันธุ์ต้านทาน จำนวน 6 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY 65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05) และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 133 ลูกผสม (ตารางที่ 1) ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 10 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.2.4.2 การเตรียมเชื้อ

ใช้เชื้อ *S. ampelinum* จาก 4 ภาคของประเทศไทย ภาคละ 1 ไอโซเลต ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 ไอโซเลต รวมทั้งหมด 5 ไอโซเลต สำหรับทดสอบสายพันธุ์ต้าน-ทาน 6 สายพันธุ์ พันธุ์อ่อนแอ 3 พันธุ์ และพันธุ์ต้านทานปานกลาง 1 พันธุ์ และเลือกไอโซเลตที่รุนแรงที่สุด จำนวน 2 ไอโซเลตจากเชื้อทั้งหมด 5 ไอโซเลต มาทดสอบกับองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 133 ลูกผสม โดยเลี้ยงเชื้อให้สร้างโคนิเดียบนใบอ่อนองุ่นพันธุ์อ่อนแอ แล้วตรวจนับจำนวนโคนิเดียโดยใช้ haemacytometer ปรับปริมาตรให้มีความเข้มข้น 10^6 โคนิเดีย/มล.

1.2.4.3 การปลูกเชื้อ

เลือกใบอ่อนขององุ่นที่จะทดสอบ มาล้างด้วยน้ำสบู่ และล้างออกด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง จากนั้นล้างใบด้วย clorox 1% (v/v) (โซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.1% (w/v)) ซึ่งเติม Tween 20 ประมาณ 2-3 หยด นาน 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ซับด้วยกระดาษทิชชูนึ่งฆ่าเชื้อ นำแผ่นรองตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1 ซม.^{2} วางใต้ Petri dishes ขนาดกลางแล้วตัดใบให้มีขนาดเท่ากัน คีบมาวางใน Petri dishes ที่ใส่ WA ความเข้มข้น 1.5% (w/v) ผสมกับสเตรปโตมัยซิน 25 มก./ล. และ propagite 2 มล./ล. หยดเชื้อ *S. ampelinum* ความเข้มข้น 10^6 โคนีเดีย/มล. ปริมาตร 5 µL

จำนวน 1 หยด บริเวณกลางเนื้อเยื่อใบ แล้วนำ Petri dishes ใส่ในถุงพลาสติกรัดยาง บ่มไว้ในที่มีแสง 16 ชม./วัน อุณหภูมิ 25°ซ นาน 4 วัน ส่วน control ใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ

1.2.4.4 การบันทึกผล

บันทึกวันแรกของการปรากฏแผลบนเนื้อเยื่อใบ (latent period) โดยการส่องภายใต้กล้องสเตอริโอทุกวัน และให้คะแนนการเกิดโรค 1-5 คะแนน โดย 1 คะแนน = 0-6 แผล, 2 คะแนน = 7-25 แผล, 3 คะแนน = 26-50 แผล, 4 คะแนน = 51-100 แผล และ 5 คะแนน = > 100 แผล (ประยุกต์จาก Inglis et al., 1988)

ตารางที่ 1 จำนวนองุ่นลูกผสม F_1 ที่ใช้ในการทดสอบความต้านทานโรคสแคบ

คู่ผสม	จำนวน (ต้น)
Black Queen × Wilcox 321	21
Black Queen × NY88.0517.01	16
Black Queen × NY65.0550.04	11
Black Queen × NY65.0551.05	22
Carolina Black Rose × Wilcox 321	4
Carolina Black Rose × NY88.0517.01	11
Carolina Black Rose × NY65.0550.04	9
Carolina Black Rose × NY65.0551.05	16
Early Muscat × NY65.0551.05	9
Italia × NY88.0517.01	4
Italia × NY65.0550.04	5
Italia × NY65.0551.05	5
รวม	133

1.2.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

1.2.5.1 เก็บข้อมูลคะแนนความต้านทานโรคในสภาพห้องปฏิบัติการจากองุ่นสายพันธุ์ต้านทานทั้ง 6 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05) พันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose และ Italia) พันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ (Early Muscat) และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน

24 ลูกผสม โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.4 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 10 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS version 14.0 (Levesque and SPSS Inc., 2006)

1.2.5.2 เก็บข้อมูลคะแนนความต้านทานโรคในสภาพไร่ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.2.5.2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ โดยใช้องุ่นสาย-พันธุ์ต้านทานทั้ง 6 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05) พันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose และ Italia) พันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ (Early Muscat) และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 24 สาย-พันธุ์

1.2.5.2.2 ตอนกิ่งองุ่น จำนวนพันธุ์/สายพันธุ์ละ 5 กิ่ง ปลูกในถุงเพาะชำภายในโรงเรือน เมื่อต้นแข็งแรงจึงย้ายมาปลูกในแปลงที่เตรียมไว้ และวางระบบน้ำแบบหยดเพื่อรักษาความชื้นในดิน

1.2.5.2.3 ประเมินการเกิดโรคสแคบในสภาพไร่ช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม จำนวน 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยให้คะแนน 1-5 ซึ่งคะแนน 1 = 0-3% ของพื้นที่ใบเป็นโรค คะแนน 2 = 4-12% ของพื้นที่ใบเป็นโรค คะแนน 3 = 13-25% ของพื้นที่ใบเป็นโรค คะแนน 4 = 26-50% ของพื้นที่ใบเป็นโรค และคะแนน 5 = > 50% ของพื้นที่ใบเป็นโรค

1.2.5.2.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบที่ประเมินในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ โดยวิธีหาสหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman, 1904) และนำค่าเฉลี่ยของคะแนนการเกิดโรคสแคบขององุ่นสายพันธุ์ต้านทานทั้ง 6 สายพันธุ์ พันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ พันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 24 สายพันธุ์ ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ มาจัดอันดับความต้านทานโรคสแคบ ดังนี้ 1.0 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.1-2.0 คะแนน = ต้านทาน, 2.1-3.0 คะแนน = ต้านทานปานกลาง, 3.1-4.0 คะแนน = อ่อนแอ และ 4.1-5.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

ส่วนที่ 2 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น

2.1 การประเมินเครื่องหมาย RAPD OPJ13-300, OPV02-600 และ OPS03-1300 ในองุ่นสายพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคสแคบ เครื่องหมายดังกล่าวมีรายงานว่ามีความเชื่อมโยง (linkage) กับยีนต้านทานโรคสแคบในลูกผสมระหว่าง *Vitis vinifera* และองุ่นพันธุ์ป่าของจีน (*V. quinquangularis* หรือ *V. pseudoreticulata*) (Wang et al., 2003)

2.1.1 สกัดดีเอ็นเอจากองุ่นสายพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคสแคบ รวมทั้งพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์รวม 10 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยวิธีการของ Lodhi et al. (1994)

2.1.1 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะกับเครื่องหมายโมเลกุลแต่ละเครื่องหมาย ตามวิธีการของ Wang et al. (2003)

2.1.2 นำ PCR products มาแยกขนาดโดยใช้วิธี agarose gel electrophoresis

2.1.2.1 สำหรับเครื่องหมาย OPJ13-300, OPV02-600 และ OPS03-1300 สังเกตการมี/ไม่มีแถบดีเอ็นเอขนาด 300, 600 และ 1300 bp ในพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอ ตามลำดับ

2.1.2.2 คัดเลือกเครื่องหมายที่น่าจะเชื่อมโยงกับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่น

2.1.2.3 สำหรับเครื่องหมายที่ได้จากข้อ 2.1.2.2 (มี polymorphism ระหว่างพันธุ์พ่อและแม่) นำมาทดสอบในประชากรลูกผสม F_1 ที่มีการกระจายตัวของความต้านทานโรคสแคบ เพื่อประเมินการนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ในอนาคต

2.1.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RAPD กับยีนต้านทานโรคสแคบโดยใช้สมการเส้นตรง simple linear regression ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 14.0 (Levesque and SPSS Inc., 2006) ซึ่งกำหนดให้ลักษณะต้านทานโรคสแคบเป็นตัวแปรตาม (dependent variable) และเครื่องหมาย RAPD เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) (Virk et al., 1996) R^2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ค่าเบต้า (β) เป็นค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นมาตรฐาน (standardized regression coefficient = BSx/Sy) ซึ่ง B เป็นสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น Sx และ Sy เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) (Kar et al., 2008; Ruan et al., 2009) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RAPD กับยีนต้านทานโรคสแคบโดยใช้ Student's *t*-test

2.2 การพัฒนาเครื่องหมาย SSCP

การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่สัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น เป็นการทดลองต่อเนื่องจากโครงการปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง ระยะที่ 1 ซึ่งโคลน RGAs จาก *V. cinerea* B9, NY88.0507.01 และ Black Queen ได้รวม 141 โคลน โดยมีความคล้ายคลึงกับยีนต้านทานโรคต่าง ๆ ของพืชหลายชนิดที่ได้มีรายงานไว้ รวม 29 โคลน จากความร่วมมือด้านงานวิจัยกับ Cornell University เพื่อพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่สัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง พบว่าได้เครื่องหมายที่พัฒนาจาก RGAs คือ cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) จำนวน 2 เครื่องหมาย (rgVamu085, stkVa011) และ single-strand conformation polymorphism (SSCP) จำนวน 1 เครื่องหมาย (rgVcin165) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคราน้ำค้างในคู่ผสม Illinois 547 x 'Horizontal' อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.17, 0.15 และ 0.15 ตามลำดับ ในโครงการวิจัยระยะที่ 2 นี้ จะประเมินการนำมาใช้ประโยชน์ได้ของเครื่องหมายโมเลกุลดังกล่าวในคู่ผสมอื่น ตลอดจนประเมินเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSCP ที่พัฒนาจาก RGAs ซึ่งโคลนได้เพิ่มเติมจากระยะที่ 1 รวมทั้งประเมินความสัมพันธ์ของเครื่องหมายเหล่านี้กับโรคสแคบไปพร้อมกับโรคราน้ำค้างเบื้องต้น ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.2.1 นำลำดับเบสของ RGAs ที่ยังไม่ได้ศึกษา มาใช้ออกแบบไพรเมอร์จำเพาะ เพื่อใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยวิธี PCR

2.2.2 สกัดดีเอ็นเอจากองุ่นสายพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง/สแคบ รวมทั้งพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ รวม 10 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยวิธีการของ Lodhi et al. (1994)

2.2.3 ใช้ไพรเมอร์ในข้อ 2.2.1 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในข้อ 2.2.2

2.2.4 นำ PCR products มาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเฉพาะ เพื่อหาชนิดที่ตัดแล้วให้รูปแบบท่อนดีเอ็นเอที่แตกต่างระหว่างสายพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ

2.2.5 นำดีเอ็นเอในข้อ 2.2.4 มาแยกขนาดแถบโดยใช้วิธี polyacrylamide gel electrophoresis

2.2.6 ประเมินความแตกต่างของรูปแบบของท่อนดีเอ็นเอระหว่างสายพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ คัดเลือกเครื่องหมายที่น่าจะสัมพันธ์กับยีนต้านทาน (มี polymorphism ระหว่างพันธุ์พ่อและแม่) เพื่อนำมาทดสอบความเชื่อมโยง

2.2.7 สำหรับเครื่องหมายที่ได้จากข้อ 2.2.6 นำมาทดสอบในประชากรลูกผสม F_1 ที่มีการกระจายตัวของยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบเพื่อประเมินการนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์ในอนาคต

2.2.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรค โดยใช้สมการเส้นตรง simple linear regression ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 14.0 (Levesque and SPSS Inc., 2006) ซึ่งกำหนดให้แต่ละลักษณะต้านทานโรคเป็นตัวแปรตาม (dependent variable) และเครื่องหมาย RGA-SSCP เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) (Virk et al., 1996) R^2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ค่าเบต้า (β) เป็นค่าสัมประสิทธิ์-รีเกรสชั่นมาตรฐาน (standardized regression coefficient = BSx/Sy) ซึ่ง B เป็นสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น Sx และ Sy เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y) (Kar et al., 2008; Ruan et al., 2009) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบโดยใช้ Student's *t*-test

ส่วนที่ 3 การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1

บันทึกลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ วันสุกแก่ ขนาดผล จำนวนช่อ จำนวนผล/ช่อ น้ำหนักช่อ น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และคุณภาพผล ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH), °Brix, ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดทาร์ทาริก (titrable acid; TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ตามวิธีการของ Intrigliolo and Castel (2008) เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ขององุ่นและระหว่างวิธีการขยายพันธุ์ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ซึ่งบันทึกข้อมูลดังนี้

3.1 วันสุกแก่ บันทึกจากวันแตกตาจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.2 ขนาดผล โดยวัดความกว้าง-ยาวของผลองุ่น จำนวน 10 ผล ด้วยเวอร์เนียแคลิปเปอร์

แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.3 จำนวนช่อ บันทึกหลังจากทำการตัดแต่งต้นองุ่นโดยในแต่ละต้นให้มีกิ่งหลัก (cordon) จำนวน 2 กิ่ง/ต้น และตอกิ่ง (arms) ประมาณ 10-12 ตาต่อกิ่ง และกระตุ้นให้เกิดการออกดอก หลังจากนั้นบันทึกจำนวนช่อผล/ต้นในแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์

3.4 จำนวนผล/ช่อ นับจำนวนผล/ช่อในองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ แล้วหาค่าเฉลี่ย

3.5 น้ำหนักช่อ ทำการสุ่มองุ่น จำนวน 5-8 ช่อในองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักของแต่ละช่อ (กรัม)

3.6 น้ำหนักผล สุ่มผลองุ่น จำนวน 10 ผล นำไปชั่งน้ำหนักแล้วหาค่าเฉลี่ย

3.7 จำนวนเมล็ด/ผล สุ่มผลองุ่น จำนวน 10 ผล นับจำนวนเมล็ดแล้วหาค่าเฉลี่ย

3.8 น้ำหนัก 100 เมล็ด ทำความสะอาดเมล็ด ผึ่งให้แห้งแล้วนับจำนวน 100 เมล็ด ไปชั่งน้ำหนัก (กรัม)

3.9 วัดค่า pH ของน้ำองุ่นด้วยเครื่อง pH meter

3.10 บันทึก °Brix โดยนำน้ำองุ่นของแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ มาหยดลงบนเลนส์ของ hand refractometer ปิด cover prism และบันทึกค่า

3.11 วิเคราะห์ TA โดยนำน้ำองุ่น ปริมาตร 10 มล. ไปปั่นเพื่อตกตะกอนที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่ง pH = 8.2 บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดจากสมการ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดทาร์ทาริก (กรัมต่อ 100 มล.) = (V x N x 75 x 100)/(1000 x v) เมื่อ V = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มล.), N= ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N) และ v = ปริมาตรตัวอย่างน้ำองุ่นที่ใช้ (มล.)

หมายเหตุ: โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่องที่ต้องใช้เวลานานหลายปี ซึ่งเป็นระยะที่ 2 ของการปรับปรุงพันธุ์องุ่น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งใช้การประยุกต์เทคนิคด้าน molecular breeding กับ conventional breeding หลังระยะนี้จบสิ้น เครื่องหมายโมเลกุลที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการปรับปรุงพันธุ์ในระยะต่อไป โดยจะช่วยลดปริมาณลูกผสมที่ต้องคัดเลือกในแต่ละรอบลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว โดยเฉพาะองุ่นเป็นพืชอายุยาวที่ต้องใช้พื้นที่ และค่าใช้จ่ายในการปลูกดูแลรักษาสูง นอกจากนี้ RGAs ที่ศึกษาอาจเกี่ยวข้องกับการต้านทานโรคอื่น ๆ เช่น ราสนิม ฯลฯ ด้วย ซึ่งอาจสามารถศึกษาความสัมพันธ์ และพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลได้โดยวิธีเดียวกัน หรือพัฒนาไปพร้อม ๆ กัน

บทที่ 3
ผลการทดลอง

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์องุ่นโดยวิธีดั้งเดิม

4.1 การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ จากวิธีขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งและติดตา โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน คือ (1) การศึกษาระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการ (2) การศึกษาระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ และ (3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่โดยวิธีหาสหสัมพันธ์สเปียร์แมน

4.1.1 การทดสอบความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

4.1.1.1 การทดสอบความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการ ใช้องุ่นสายพันธุ์ต้านทาน จำนวน 4 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY65.0550.04 และ NY65.0551.05) องุ่นพันธุ์อ่อนแอ จำนวน 4 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose, Early Muscat และ Italia) และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ (SUT0401.15, SUT0401.32, SUT0401.33, SUT0410.20, SUT0410.31, SUT0403.09, SUT0404.08, SUT0404.11, SUT0405.02, SUT0405.17, SUT0406.01, SUT0406.09, SUT0406.20, SUT0412.01, SUT0412.05, SUT0412.16, SUT0407.06 และ SUT0409.03) ซึ่งได้รับการขยายพันธุ์ 2 วิธีคือ การตอนกิ่งและติดตา วิธีละ 5 ซ้ำ และปลูกในสภาพไร่ที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หลังจากองุ่นมีการเจริญเติบโตดี นำใบองุ่นข้อที่ 5-7 ของการขยายพันธุ์ทั้งสองวิธี มาปลูกเชื้อด้วยวิธีการพ่นสปอร์ของเชื้อ *P. viticola* ความเข้มข้น 1×10^5 สปอร์/มล. ประเมินโรคราน้ำค้างหลังปลูกเชื้อ 8 วัน พบว่าองุ่นพันธุ์อ่อนแอทุกพันธุ์มีสปอร์สีขาวขึ้นบนใบอย่างชัดเจน ส่วนองุ่นสายพันธุ์ต้านทานทุกสายพันธุ์ไม่พบสปอร์ดังกล่าว จากนั้นประเมินการเกิดโรคจากจำนวนสปอร์ต่อพื้นที่ใบ 25 ตร.ซม. พบว่าองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยองุ่นพันธุ์ Black Queen (4.83 คะแนน) อ่อนแอมากที่สุด ส่วนองุ่นสายพันธุ์ NY65.0551.05 และ NY88.0517.01 ต้านทานมากที่สุด (0.54 และ 0.57 คะแนน ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา ซึ่งสมมติฐานคือ วิธีขยายพันธุ์ด้วยการติดตาโดยใช้ต้นตออองุ่นพันธุ์ Courderc 1613 ช่วยเสริมให้องุ่นพันธุ์ดีมีความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างดีกว่าการตอนกิ่ง พบว่าวิธีขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีทำให้องุ่นเป็นโรคราน้ำค้างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$; ตารางที่ 3; ภาพที่ 1) โดยมีคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย 2.88 และ 2.95 ตามลำดับ

ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการขยายพันธุ์กับพันธุ์องุ่นไม่มีอิทธิพลต่อระดับความต้านทานโรค ($P > 0.05$)

ตารางที่ 2 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในองุ่นหลังปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

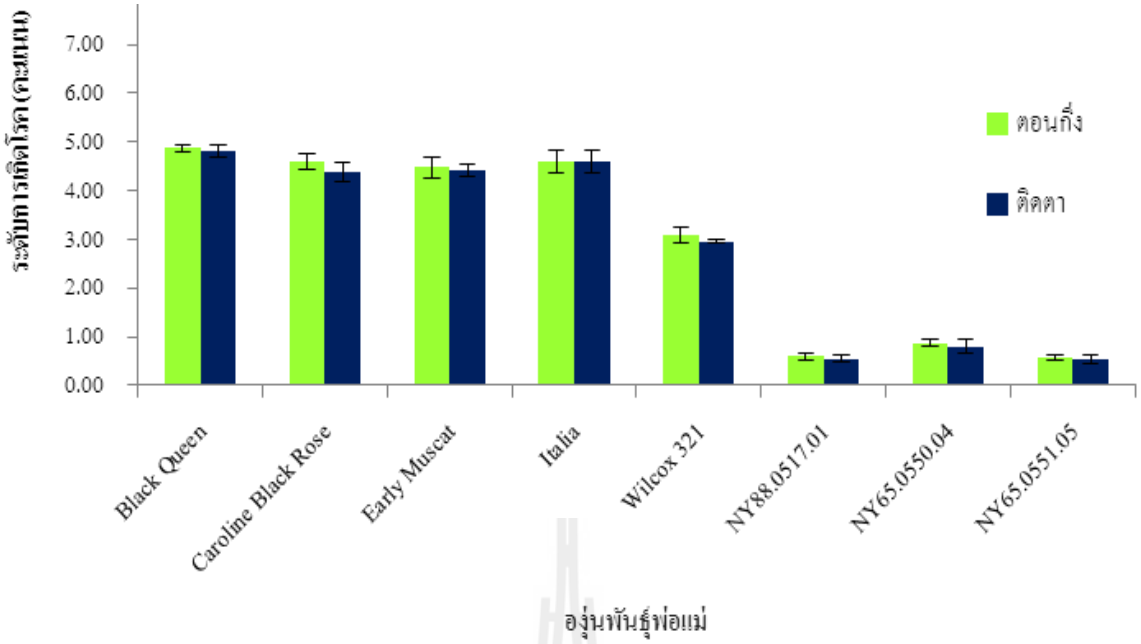
พันธุ์/สายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทานโรค
Black Queen	4.83 ± 0.07 a[a]	อ่อนแอ
Carolina Black Rose	4.49 ± 0.13 b	อ่อนแอ
Early Muscat	4.43 ± 0.12 b	อ่อนแอ
Italia	4.60 ± 0.16 ab	อ่อนแอ
Wilcox 321	3.01 ± 0.08 c	ค่อนข้างอ่อนแอ
NY88.0517.01	0.57 ± 0.05 d	ต้านทานมาก
NY65.0550.04	0.83 ± 0.07 d	ต้านทานมาก
NY65.0551.05	0.54 ± 0.05 d	ต้านทานมาก

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน, 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 5 คะแนน = อ่อนแอมาก

ตารางที่ 3 ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการ

วิธีการขยายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรค
ตอนกิ่ง	2.95 ± 0.30[a]
ติดตา	2.88 ± 0.30

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0.0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน, 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 5.0 คะแนน = อ่อนแอมาก



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่ โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตา หลังจากปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เมื่อศึกษาความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดสอบในพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอ พบว่าองุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด มีความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีองุ่นลูกผสม F_1 ที่ต้านทาน จำนวน 11 สายพันธุ์ (61.11 เปอร์เซ็นต์) แบ่งเป็นองุ่นลูกผสมที่มีความต้านทานมาก จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ SUT0403.09 (0.70 คะแนน), SUT0401.33 (0.70 คะแนน), SUT0401.32 (0.86 คะแนน), SUT 0404.11 (0.98 คะแนน) และ SUT0404.08 (0.99 คะแนน) ลูกผสมที่ต้านทาน จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ SUT0405.02 (1.10 คะแนน) และ SUT0409.03 (1.59 คะแนน) และลูกผสมที่ค่อนข้างต้านทานโรค จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ SUT0412.05 (2.23 คะแนน), SUT0407.06 (2.23 คะแนน), SUT0412.16 (2.33 คะแนน) และ SUT0410.20 (2.63 คะแนน) ส่วนลูกผสมที่มีลักษณะอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง มีจำนวน 7 สายพันธุ์ คิดเป็น 38.89 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็นลูกผสมที่มีลักษณะค่อนข้างอ่อนแอต่อโรค จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ SUT0401.15 (3.23 คะแนน), SUT0405.17 (3.29 คะแนน), SUT0410.31 (3.73 คะแนน) และ SUT0412.01 (3.90 คะแนน) และลูกผสมที่อ่อนแอต่อโรค จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ SUT0406.01 (4.27 คะแนน), SUT0406.20 (4.30 คะแนน) และ SUT0406.09 (4.40 คะแนน) ดังตารางที่ 4

ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ทั้ง 2 วิธี มีอิทธิพลต่อความต้านทานโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$; ตารางที่ 5) รวมทั้งวิธีการขยายพันธุ์กับพันธุ์องุ่นไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการเกิดโรค ($P > 0.05$; ภาพที่ 2)

ตารางที่ 4 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในองุ่นลูกผสม F_1 หลังการปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

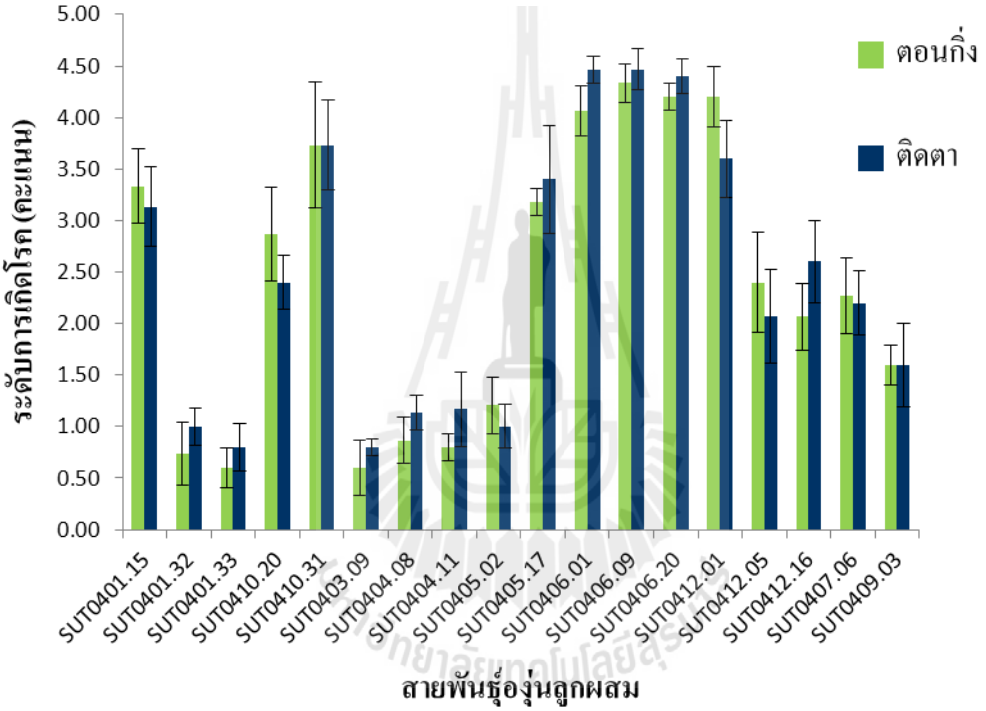
คู่ผสม	ลูกผสม F_1	คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทาน
Black Queen × NY88.0517.01	SUT0401.15	3.23 ± 0.25 bc[a]	ค่อนข้างอ่อนแอ
	SUT0401.32	0.86 ± 0.17 g	ต้านทานมาก
	SUT0401.33	0.70 ± 0.14 g	ต้านทานมาก
Black Queen × NY65.0551.05	SUT0410.20	2.63 ± 0.26 cd	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0410.31	3.73 ± 0.35 ab	ค่อนข้างอ่อนแอ
Carolina Black Rose x Wilcox 321	SUT0403.09	0.70 ± 0.14 g	ต้านทานมาก
Carolina Black Rose x NY88.0517.01	SUT0404.08	1.00 ± 0.14 fg	ต้านทาน
	SUT0404.11	0.98 ± 0.19 fg	ต้านทานมาก
Carolina Black Rose x NY65.0550.04	SUT0405.02	1.10 ± 0.17 fg	ต้านทาน
	SUT0405.17	3.29 ± 0.26 bc	ค่อนข้างอ่อนแอ
Carolina Black Rose x NY65.0551.05	SUT0406.01	4.27 ± 0.15 a	อ่อนแอ
	SUT0406.09	4.40 ± 0.13 a	อ่อนแอ
	SUT0406.20	4.30 ± 0.10 a	อ่อนแอ
Early Muscat x NY65.0551.05	SUT0412.01	3.90 ± 0.24 ab	ค่อนข้างอ่อนแอ
	SUT0412.05	2.23 ± 0.32 de	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0412.16	2.33 ± 0.26 d	ค่อนข้างต้านทาน
Italia x NY88.0517.01	SUT0407.06	2.23 ± 0.23 de	ค่อนข้างต้านทาน
Italia x NY65.0551.05	SUT0409.03	1.60 ± 0.21 ef	ต้านทาน

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0.0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน, 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 5.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

ตารางที่ 5 ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างในองุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพห้องปฏิบัติการ

วิธีการขยายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรค
ตอนกิ่ง	2.44 ± 0.15[a]
ติดตา	2.39 ± 0.16

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0.0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน, 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 5.0 คะแนน = อ่อนแอมาก



ภาพที่ 2 ระดับการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตาหลังจากปลูกเชื้อ 8 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์จาก 9 คู่ผสมในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าแต่ละสายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีสายพันธุ์ที่ต้านทานถึงต้านทานมากจำนวน 7 สายพันธุ์ คิดเป็น 38.89 เปอร์เซ็นต์ขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด และจากการเปรียบเทียบคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ยกับพันธุ์พ่อแม่ดังตารางที่ 6 พบว่าลูกผสมที่เกิดจาก Black Queen x NY88.0517.01 คือ SUT0401.15 ค่อนข้างอ่อนแอ (3.23 คะแนน) ส่วน SUT0401.32 (0.87 คะแนน) และ SUT0401.33 (0.70 คะแนน) ต้านทานมากเช่นเดียวกับสายพันธุ์พ่อ (0.57 คะแนน) และต้านทาน

เพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 33.33, 81.90 และ 85.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกผสมที่เกิดจาก Black Queen x NY65.0551.05 คือ SUT0410.20 และ SUT0410.31 ค่อนข้างต้านทาน (2.63 คะแนน) และค่อนข้างอ่อนแอ (3.73 คะแนน) ตามลำดับ โดยมีความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่เพียง 45.39 และ 23.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ลูกผสม SUT0403.09 ซึ่งที่เกิดจาก Carolina Black Rose x Wilcox 321 ต้านทานโรคเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 84.43 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งลูกผสมที่เกิดจาก Carolina Black Rose x NY88.0517.01 คือ SUT0404.08 และ SUT0404.11 ต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 77.73 และ 78.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับลูกผสมที่เกิดจาก Carolina Black Rose x NY65.0550.04 คือ SUT0405.02 และ SUT0405.17 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 75.50 และ 26.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาลูกผสมที่เกิดจาก Early Muscat x NY65.0551.05 คือ SUT0412.01 (3.90 คะแนน), SUT0412.05 (2.23 คะแนน) และ SUT0412.16 (2.33 คะแนน) ลูกผสมทั้งสามค่อนข้างอ่อนแอและค่อนข้างต้านทาน ซึ่งแต่ละลูกผสมมีความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 11.96, 49.66 และ 47.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกผสม SUT0407.06 ที่เกิดจาก Italia x NY88.0517.01 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 51.52 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ลูกผสม SUT0409.03 ที่เกิดจาก Italia x NY65.0551.05 มีระดับความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 65.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อระดับความต้านทานในทุกคู่ผสมซึ่งแสดงให้เห็นว่า การขยายพันธุ์องุ่นด้วยวิธีต่างกันไม่มีผลต่อความต้านทานโรคราน้ำค้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่กับลูกผสม F_1 ในสภาพห้องปฏิบัติการ

พันธุ์/สายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรคราน้ำค้าง			ระดับความต้านทานโรค
	วิธีการขยายพันธุ์		คะแนนเฉลี่ย	
	ตอนกิ่ง	ติดตา		
Black Queen	4.87 ± 0.08[a]	4.80 ± 0.13	4.83 ± 0.17	อ่อนแอ
NY88.0517.01	0.60 ± 0.07	0.55 ± 0.07	0.63 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0401.15	3.33 ± 0.37	3.13 ± 0.39	3.23 ± 0.25	ค่อนข้างอ่อนแอ
SUT0401.32	0.73 ± 0.31	1.00 ± 0.18	0.87 ± 0.17	ต้านทานมาก
SUT0401.33	0.60 ± 0.19	0.80 ± 0.23	0.70 ± 0.14	ต้านทานมาก
ค่าเฉลี่ย	2.02	2.08		
Black Queen	4.87 ± 0.08	4.80 ± 0.13	4.83 ± 0.17	อ่อนแอ
NY65.0551.05	0.57 ± 0.05	0.52 ± 0.09	0.54 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0410.20	2.87 ± 0.45	2.40 ± 0.27	2.63 ± 0.26	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0410.31	3.73 ± 0.61	3.73 ± 0.44	3.73 ± 0.35	ค่อนข้างอ่อนแอ
ค่าเฉลี่ย	3.01	2.86		
Carolina Black Rose	4.60 ± 0.16	4.37 ± 0.20	4.49 ± 0.13	อ่อนแอ
Wilcox321	3.07 ± 0.16	2.96 ± 0.04	3.01 ± 0.08	ค่อนข้างอ่อนแอ
SUT0403.09	0.60 ± 0.26	0.80 ± 0.08	0.70 ± 0.14	ต้านทานมาก
ค่าเฉลี่ย	2.75	2.71		
Carolina Black Rose	4.60 ± 0.16	4.37 ± 0.20	4.49 ± 0.13	อ่อนแอ
NY88.0517.01	0.60 ± 0.06	0.55 ± 0.10	0.57 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0404.08	0.87 ± 0.23	1.13 ± 0.17	1.00 ± 0.14	ต้านทาน
SUT0404.11	0.80 ± 0.13	1.17 ± 0.36	0.98 ± 0.19	ต้านทานมาก
ค่าเฉลี่ย	1.71	1.83		
Carolina Black Rose	4.60 ± 0.16	4.37 ± 0.19	4.49 ± 0.13	อ่อนแอ
NY65.0550.04	0.87 ± 0.08	0.80 ± 0.13	0.83 ± 0.07	ต้านทานมาก
SUT0405.02	1.21 ± 0.28	1.00 ± 0.21	1.10 ± 0.17	ต้านทาน
SUT0405.17	3.18 ± 0.13	3.40 ± 0.52	3.29 ± 0.26	ค่อนข้างอ่อนแอ
ค่าเฉลี่ย	2.46	2.39		

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างของพันธุ์พ่อแม่กับองุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรคราน้ำค้าง			ระดับความต้านทานโรค
	วิธีการขยายพันธุ์		คะแนนเฉลี่ย	
	ตอนกิ่ง	ติดตา		
Carolina Black Rose	4.60 ± 0.16	4.37 ± 0.20	4.49 ± 0.13	อ่อนแอ
NY65.0551.05	0.57 ± 0.05	0.52 ± 0.09	0.54 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0406.01	4.07 ± 0.24	4.47 ± 0.13	4.27 ± 0.15	อ่อนแอ
SUT0406.09	4.33 ± 0.18	4.47 ± 0.20	4.40 ± 0.13	อ่อนแอ
SUT0406.20	4.20 ± 0.13	4.40 ± 0.16	4.30 ± 0.10	อ่อนแอ
ค่าเฉลี่ย	3.55	3.64		
Early Muscat	4.47 ± 0.23	4.40 ± 0.13	4.43 ± 0.12	อ่อนแอ
NY65.0551.05	0.57 ± 0.05	0.52 ± 0.09	0.54 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0412.01	4.20 ± 0.29	3.60 ± 0.37	3.90 ± 0.24	ค่อนข้างอ่อนแอ
SUT0412.05	2.40 ± 0.49	2.07 ± 0.45	2.23 ± 0.32	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0412.16	2.07 ± 0.32	2.60 ± 0.40	2.33 ± 0.26	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	2.74	2.63		
Italia	4.60 ± 0.24	4.60 ± 0.24	4.60 ± 0.16	อ่อนแอ
NY88.0517.01	0.60 ± 0.06	0.67 ± 0.10	0.57 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0407.06	2.27 ± 0.37	2.20 ± 0.30	2.23 ± 0.23	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	2.49	2.49		
Italia	4.60 ± 0.24	4.60 ± 0.24	4.60 ± 0.16	อ่อนแอ
NY65.0551.05	0.57 ± 0.05	0.52 ± 0.08	0.54 ± 0.05	ต้านทานมาก
SUT0409.03	1.60 ± 0.19	1.59 ± 0.40	1.60 ± 0.21	ต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	2.25	2.23		

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0.0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน, 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 5.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

4.1.2 การทดสอบความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ หลังจากทำการปลูกองุ่นด้วยวิธีการขยายพันธุ์ทั้งสองวิธี และองุ่นมีการเจริญเติบโตดี จึงปล่อยให้มีการระบาดของโรคราน้ำค้างในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงมกราคม พ.ศ. 2555) และประเมินความต้านทานโรคโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 1-10 คะแนน โดยนำค่าเฉลี่ยการเกิดโรคราน้ำค้างมาจัดอันดับความต้านทานดังนี้ 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้าง

ต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก พบว่าองุ่นทั้ง 8 พันธุ์/สายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 7) โดยองุ่นพันธุ์ Black Queen และ Carolina Black Rose เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรค (7.50 คะแนนเท่ากัน) Early Muscat และ Italia ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรค (6.70 และ 6.80 คะแนน ตามลำดับ) ส่วนสายพันธุ์ Wilcox 321, NY88.0517.01 และ NY65.0550.04 ต้านทาน (3.30, 3.50 และ 3.80 คะแนน ตามลำดับ) และสายพันธุ์ NY65.0551.05 ค่อนข้างต้านทาน (5.70 คะแนน) ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ไม่มีผลต่อระดับความต้านทานโรค ($P > 0.05$; ตารางที่ 8) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวิธีการขยายพันธุ์ ($P > 0.05$; ภาพที่ 3)

ตารางที่ 7 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพไร่

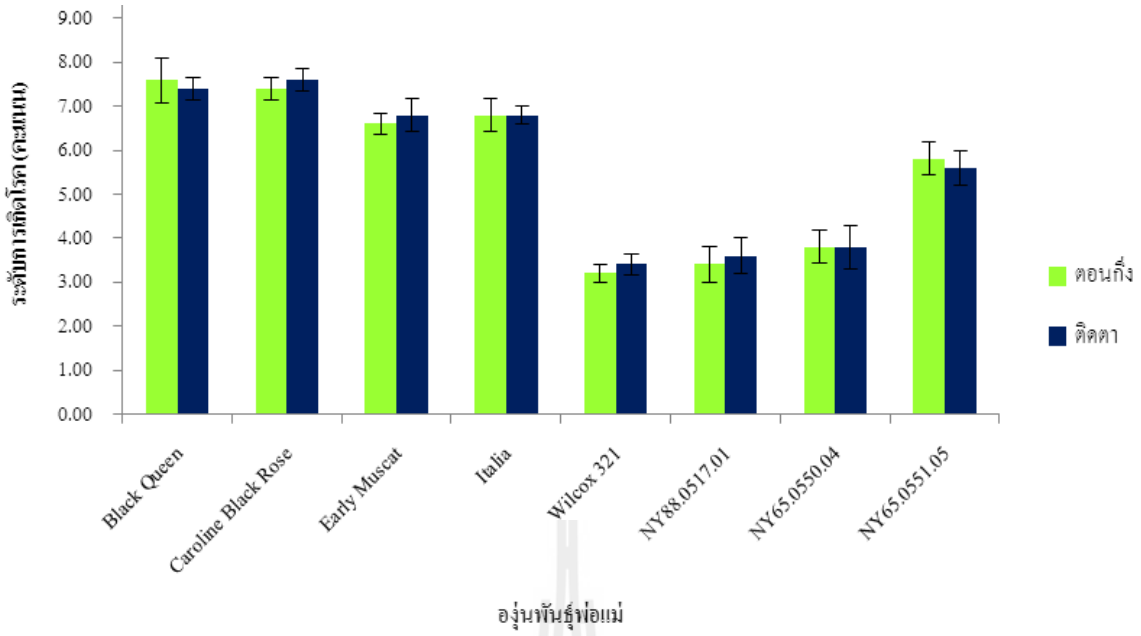
พันธุ์/สายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทานโรค
Black Queen	7.50 ± 0.25 a[a]	อ่อนแอ
Carolina Black Rose	7.50 ± 0.16 a	อ่อนแอ
Early Muscat	6.70 ± 0.20 b	ค่อนข้างอ่อนแอ
Italia	6.80 ± 0.19 ab	ค่อนข้างอ่อนแอ
Wilcox 321	3.30 ± 0.14 d	ต้านทาน
NY88.0517.01	3.50 ± 0.25 d	ต้านทาน
NY65.0550.04	3.80 ± 0.28 d	ต้านทาน
NY65.0551.05	5.70 ± 0.25 c	ค่อนข้างต้านทาน

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

ตารางที่ 8 ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพไร่

วิธีการขยายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรค
ตอนกิ่ง	5.58 ± 0.29[a]
ติดตา	5.63 ± 0.28

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก



ภาพที่ 3 ระดับการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่ โดยวิธีการตอนกิ่งและติดตาในสภาพไร่

การทดสอบความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด 18 สายพันธุ์ โดยใช้วิธีเดียวกันกับการทดสอบในสายพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอ พบว่าระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 9) ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามระดับความต้านทานโรค ได้แก่ กลุ่มต้านทานโรคพบเพียง 1 สายพันธุ์ (5.56 เปอร์เซ็นต์) คือ SUT0403.09 กลุ่มค่อนข้างต้านทาน จำนวน 13 สายพันธุ์ (72.22 เปอร์เซ็นต์) และกลุ่มค่อนข้างอ่อนแอต่อโรค จำนวน 4 สายพันธุ์ (22.22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ไม่ส่งผลต่อระดับความต้านทานโรคขององุ่นทั้ง 18 สายพันธุ์ ($P > 0.05$; ตารางที่ 10) เช่นเดียวกันกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวิธีการขยายพันธุ์ไม่ส่งผลกระทบต่อระดับความต้านทานโรค ($P > 0.05$; ภาพที่ 4)

ตารางที่ 9 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพไร่

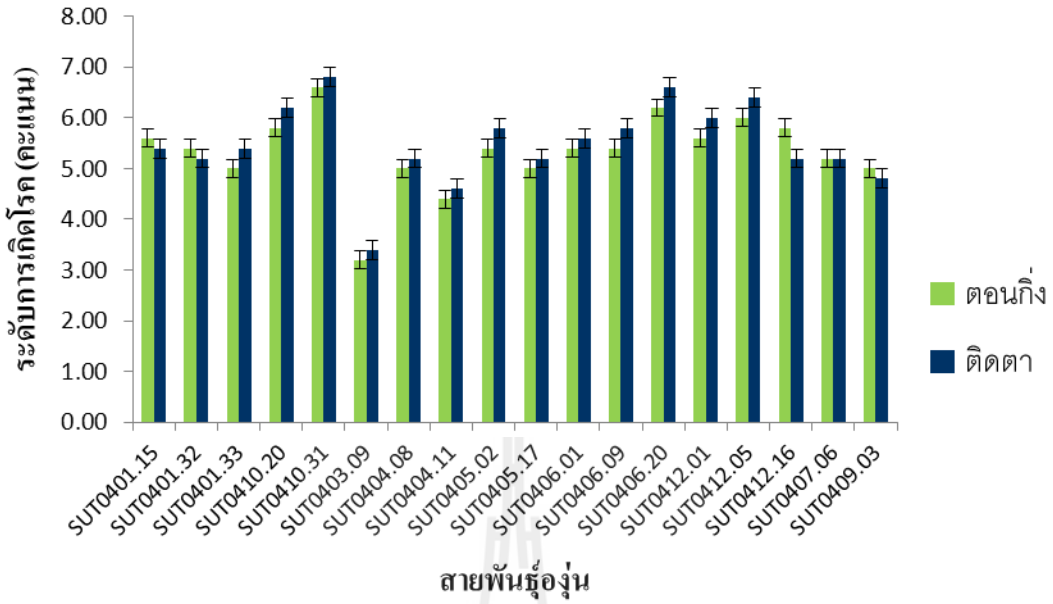
คู่ผสม	ลูกผสม F_1	คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทาน
Black Queen × NY88.0517.01	SUT0401.15	5.50 ± 0.29 b-f[a]	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0401.32	5.30 ± 0.43 cde	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0401.33	5.20 ± 0.28 de	ค่อนข้างต้านทาน
Black Queen × NY65.0551.05	SUT0410.20	6.00 ± 0.14 a-e	ค่อนข้างอ่อนแอ
	SUT0410.31	6.70 ± 0.20 a	ค่อนข้างอ่อนแอ
Carolina Black Rose x Wilcox 321	SUT0403.09	3.30 ± 0.20 f	ต้านทาน
Carolina Black Rose x NY88.0517.01	SUT0404.08	5.10 ± 0.36 e	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0404.11	5.40 ± 0.15 cde	ค่อนข้างต้านทาน
Carolina Black Rose x NY65.0550.04	SUT0405.02	5.60 ± 0.29 b-e	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0405.17	5.10 ± 0.17 e	ค่อนข้างต้านทาน
Carolina Black Rose x NY65.0551.05	SUT0406.01	5.50 ± 0.16 b-e	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0406.09	5.60 ± 0.29 b-e	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0406.20	6.40 ± 0.15 ab	ค่อนข้างอ่อนแอ
Early Muscat x NY65.0551.05	SUT0412.01	5.80 ± 0.37 b-e	ค่อนข้างต้านทาน
	SUT0412.05	6.20 ± 0.19 abc	ค่อนข้างอ่อนแอ
	SUT0412.16	6.10 ± 0.22 a-d	ค่อนข้างอ่อนแอ
Italia x NY88.0517.01	SUT0407.06	5.20 ± 0.28 de	ค่อนข้างต้านทาน
Italia x NY65.0551.05	SUT0409.03	5.50 ± 0.25 b-e	ค่อนข้างต้านทาน

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

ตารางที่ 10 ผลของวิธีการขยายพันธุ์ต่อคะแนนการเกิดโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ในสภาพไร่

วิธีการขยายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรค
ตอนกิ่ง	5.43 ± 0.10[a]
ติดตา	5.62 ± 0.12

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก



ภาพที่ 4 ระดับของความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ขององุ่นลูกผสม F_1 เมื่อขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาในสภาพไร่

เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 กับพันธุ์พ่อแม่ในสภาพไร่ พบว่าระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสมแตกต่างจากพันธุ์พ่อแม่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนวิธีการขยายพันธุ์ไม่มีผลต่อระดับความต้านทานโรค ($P > 0.05$) และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์องุ่นกับวิธีการขยายพันธุ์ ($P > 0.05$) เมื่อพิจารณาความสามารถในการต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้ง 18 สายพันธุ์ พบว่ามีลูกผสมที่ต้านทานถึงต้านทานมากเพียง 1 สายพันธุ์ คิดเป็น 5.56 เปอร์เซ็นต์ขององุ่นลูกผสมทั้งหมด และจากการเปรียบเทียบคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ยกับพันธุ์พ่อแม่ดังตารางที่ 11 พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่มีระดับความต้านทานโรคสูงกว่าพันธุ์แม่ในเกือบทุกคู่ผสม ยกเว้น ลูกผสมที่เกิดจาก Early Muscat x NY65.0551.05 คือ SUT0412.01, SUT0412.05 และ SUT0412.16 มีคะแนนการเกิดโรคเฉลี่ยไม่แตกต่างจากพันธุ์แม่ โดยมีระดับความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่เพียง 13.43, 7.46 และ 17.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละลูกผสม พบว่าลูกผสมที่เกิดจาก Black Queen x NY88.0517.01 คือ SUT0401.15, SUT0401.32 และ SUT0401.33 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 26.66, 29.33 และ 30.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ลูกผสมที่เกิดจาก Black Queen x NY65.0551.05 คือ SUT0410.20 และ SUT0410.31 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่เพียง 20.00 และ 10.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าลูกผสม SUT0403.09 ซึ่งเกิดจาก Carolina Black Rose x Wilcox 321 มีระดับความต้านทานโรคเทียบเท่าพันธุ์พ่อ และมีความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 56.00

เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ลูกผสมที่เกิดจาก Carolina Black Rose x NY88.0517.01 คือ SUT0404.08 และ SUT0404.11 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 32.00 และ 28.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกผสม Carolina Black Rose x NY65.0550.04 คือ SUT0405.02 และ SUT0405.17 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 25.33 และ 32.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลูกผสมที่เกิดจาก Carolina Black Rose x NY65.0551.05 คือ SUT0406.01, SUT0406.09 และ SUT0406.20 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 26.67, 25.33 และ 14.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาลูกผสม SUT0407.06 ซึ่งเกิดจาก Italia x NY88.0517.01 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 23.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกผสม SUT0409.03 ซึ่งเกิดจาก Italia x NY65.0551.05 มีระดับความต้านทานเพิ่มขึ้นจากพันธุ์แม่ 19.11 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาความดีเด่นของลักษณะ (heterosis) ต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้ง 9 คู่ผสมในสภาพไร่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ พบว่าคู่ผสมส่วนใหญ่แสดงความดีเด่นของลักษณะต้านทานโรคราน้ำค้างเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ โดยลูกผสม SUT0403 ซึ่งเกิดจาก Carolina Black Rose x Wilcox 321 แสดงความดีเด่นของลักษณะสูงที่สุด (38.89%) ยกเว้น คู่ผสม Italia x NY88.0517.01 ไม่แสดงความดีเด่นของลักษณะต้านทานโรคราน้ำค้าง อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องใช้จำนวนลูกผสมเพิ่มมากขึ้นเพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูล และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างองุ่นลูกผสม F_1 กับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (heterobeltiosis) พบว่าทุกคู่ผสมไม่มีลูกผสม F_1 ที่แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า

การทดลองนี้พบองุ่นลูกผสม F_1 ที่น่าสนใจ จำนวน 1 สายพันธุ์ ซึ่งต้านทานโรคราน้ำค้างดีเทียบเท่าพันธุ์พ่อและดีกว่าพันธุ์แม่ คือ SUT0403.09 แต่จำเป็นต้องทดสอบลักษณะทางการเกษตรและลักษณะคุณภาพผล เพื่อประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพันธุ์ในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 11 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 ในสภาพไร่

พันธุ์/สายพันธุ์	วิธีการขยายพันธุ์		คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทานโรค
	ตอนกิ่ง	ติดตา		
Black Queen	7.60 ± 0.46[a]	7.40 ± 0.22	7.50 ± 0.25	อ่อนแอ
NY88.0517.01	3.40 ± 0.36	3.60 ± 0.36	3.50 ± 0.25	ต้านทาน
SUT0401.15	5.60 ± 0.36	5.40 ± 0.46	5.50 ±0 .29	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0401.32	5.40 ± 0.22	5.20 ± 0.82	5.30 ±0 .43	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0401.33	5.00 ± 0.28	5.40 ± 0.46	5.20 ± 0.28	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	5.40	5.40		
Black Queen	7.60 ± 0.45	7.40 ± 0.22	7.50 ± 0.25	อ่อนแอ
NY65.0551.05	5.80 ± 0.33	5.60 ± 0.36	5.70 ± 0.25	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0410.20	5.80 ± 0.18	6.20 ± 0.18	6.00 ± 0.14	ค่อนข้างอ่อนแอ
SUT0410.31	6.60 ± 0.22	6.80 ± 0.33	6.70 ± 0.20	ค่อนข้างอ่อนแอ
ค่าเฉลี่ย	6.45	6.50		
Carolina Black Rose	7.40 ± 0.22	7.60 ± 0.22	7.50 ± 0.25	อ่อนแอ
Wilcox 321	3.20 ± 0.18	3.40 ± 0.22	3.30 ± 0.14	ต้านทาน
SUT0403.09	3.20 ± 0.33	3.40 ± 0.20	3.30 ± 0.20	ต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	4.60	4.80		
Carolina Black Rose	7.40 ± 0.22	7.60 ± 0.22	7.50 ± 0.25	อ่อนแอ
NY88.0517.01	3.40 ± 0.18	3.60 ± 0.36	3.50 ± 0.25	ต้านทาน
SUT0404.08	5.00 ± 0.28	5.20 ± 0.65	5.10 ± 0.36	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0404.11	5.40 ± 0.22	5.60 ± 0.22	5.40 ± 0.15	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	5.30	5.45		
Carolina Black Rose	7.40 ± 0.22	7.60 ± 0.22	7.50 ± 0.25	อ่อนแอ
NY65.0550.04	3.80 ± 0.33	3.80 ± 0 .44	3.80 ± 0.28	ต้านทาน
SUT0405.02	5.40 ± 0.36	5.80 ± 0.44	5.60 ± 0.29	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0405.17	5.00 ± 0.28	5.20 ± 0.18	5.10 ± 0.17	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	5.40	5.60		
Carolina Black Rose	7.40 ± 0.22	7.60 ± 0.22	7.50 ± 0.16	อ่อนแอ
NY65.0551.05	5.80 ± 0.33	5.60 ± 0.36	5.70 ± 0.25	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0406.01	5.40 ± 0.22	5.60 ± 0.22	5.50 ± 0.16	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0406.09	5.40 ± 0.46	5.80 ± 0.33	5.60 ± 0.29	ค่อนข้างต้านทาน

SUT0406.20	6.20 ± 0.18	6.60 ± 0.22	6.40 ± 0.15	ค่อนข้างอ่อนแอ

ตารางที่ 11 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 ในสภาพไร่ (ต่อ)

สายพันธุ์	วิธีการขยายพันธุ์		คะแนนการเกิดโรคเฉลี่ย	ระดับความต้านทานโรค
	ตอนกิ่ง	ติดตา		
ค่าเฉลี่ย	6.04	6.24		
Early Muscat	6.60 ± 0.22	6.80 ± 0.33	6.70 ± 0.20	ค่อนข้างอ่อนแอ
NY65.0551.05	5.80 ± 0.33	5.60 ± 0.36	5.70 ± 0.25	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0412.01	5.60 ± 0.36	6.00 ± 0.63	5.80 ± 0.37	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0412.05	6.00 ± 0.28	6.40 ± 0.22	6.20 ± 0.19	ค่อนข้างอ่อนแอ
SUT0412.16	5.80 ± 0.43	5.20 ± 0.52	5.50 ± 0.22	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	6.00	6.20		
Italia	6.80 ± 0.34	6.80 ± 0.18	6.80 ± 0.19	ค่อนข้างอ่อนแอ
NY88.0517.01	3.40 ± 0.22	3.60 ± 0.36	3.50 ± 0.25	ต้านทาน
SUT0407.06	5.20 ± 0.43	5.20 ± 0.33	5.20 ± 0.28	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	5.13	5.20		
Italia	6.80 ± 0.34	6.80 ± 0.18	6.80 ± 0.19	ค่อนข้างอ่อนแอ
NY65.0551.05	5.80 ± 0.33	5.60 ± 0.36	5.70 ± 0.25	ค่อนข้างต้านทาน
SUT0409.03	5.60 ± 0.36	5.40 ± 0.33	5.50 ± 0.25	ค่อนข้างต้านทาน
ค่าเฉลี่ย	6.07	5.93		

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก, 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน, 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน, 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ, 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

จากการทดลองข้างต้นพบว่าวิธีการขยายพันธุ์ (การตอนกิ่งและติดตา) ไม่มีอิทธิพลต่อการเข้าทำลายของโรคราน้ำค้าง การทดลองส่วนนี้จึงนำค่าเฉลี่ยของทั้งสองวิธีการมาประเมินความสัมพันธ์ โดยใช้คะแนนจำนวนสปอร์ต่อพื้นที่ใบในสภาพห้องปฏิบัติการและการปล่อยให้เกิดโรคราน้ำค้างตามธรรมชาติในสภาพไร่ในองุ่นพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอ จำนวน 8 พันธุ์/สายพันธุ์ และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ พบว่าการเกิดโรคราน้ำค้างเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (r) = 0.69 ($P \leq 0.01$) อย่างไรก็ตาม พบว่าบางลูกผสมต้านทานโรคราน้ำค้างมากในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่แสดงอาการต้านทานโรคเพียงระดับปานกลางในสภาพไร่ เช่น ลูกผสม

SUT0401.32 และ SUT0401.33 เป็นต้น และในลูกผสม SUT0406.01, SUT0406.09 รวมทั้งสายพันธุ์ Wilcox 321 ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างต้านทานถึงต้านทานในสภาพไร่ แต่ผลการทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการกลับแสดงอาการค่อนข้างอ่อนแอถึงอ่อนแอต่อโรค ซึ่งองุ่นลูกผสมที่น่าสนใจคือ SUT0403.09 เนื่องจากแสดงความต้านทานโรคราน้ำค้างทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ (0.70 คะแนน) และสภาพไร่ (3.30 คะแนน) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

พันธุ์/สายพันธุ์	แหล่งพันธุกรรม	สภาพห้องปฏิบัติการ			สภาพไร่		
		คะแนน	อันดับ	ระดับความต้านทาน	คะแนน	อันดับ	ระดับความต้านทาน
Black Queen	*V. vinifera*	4.83 ± 0.07[a]	26	S[b]	7.50 ± 0.25	25	S[c]
Carolina Black Rose	*V. vinifera*	4.49 ± 0.13	24	S	7.50 ± 0.16	25	S
Early Muscat	*V. vinifera*	4.43 ± 0.12	23	S	6.70 ± 0.20	22	MS
Italia	*V. vinifera*	4.60 ± 0.16	25	S	6.80 ± 0.19	24	MS
Wilcox 321	Blue Jay × MN 242 (MN 11× Diamond)	3.01 ± 0.08	15	MS	3.30 ± 0.14	1	R
NY88.0517.01	Joannes Seyve 23.416 × (*V. rupestris* × *V. cinerea*)	0.57 ± 0.05	2	HR	3.50 ± 0.25	3	R
NY65.0550.04	(Jaeger 70 (*V. rupestris* × *V. lincecumii*) × Victoria's Choice) × (Seyve Villard 23-18 selfed)	0.83 ± 0.07	5	HR	3.80 ± 0.28	4	R
NY65.0551.05	(Jaeger 70 (*V. rupestris* × *V. lincecumii*) × Victoria's Choice) × Lady Patricia (S.14664 × S.V. 20-365)	0.54 ± 0.05	1	HR	5.70 ± 0.25	16	MR
SUT0401.15	Black Queen × NY88.0517.01	3.23 ± 0.25	16	MS	5.50 ± 0.29	11	MR
SUT0401.32	Black Queen × NY88.0517.01	0.86 ± 0.17	6	HR	5.30 ± 0.43	9	MR
SUT0401.33	Black Queen × NY88.0517.01	0.70 ± 0.14	3	HR	5.20 ± 0.28	7	MR
SUT0410.20	Black Queen × NY65.0551.05	2.63 ± 0.26	14	MR	6.00 ± 0.14	18	MS
SUT0410.31	Black Queen × NY65.0551.05	3.73 ± 0.35	18	MS	6.70 ± 0.20	22	MS
SUT0403.09	Carolina Black Rose × Wilcox 321	0.70 ± 0.14	3	HR	3.30 ± 0.20	1	R
SUT0404.08	Carolina Black Rose × NY88.0517.01	1.00 ± 0.14	8	HR	5.10 ± 0.36	5	MR
SUT0404.11	Carolina Black Rose × NY88.0517.01	0.98 ± 0.19	7	HR	5.40 ± 0.15	10	MR
SUT0405.02	Carolina Black Rose × NY65.0550.04	1.10 ± 0.17	9	R	5.60 ± 0.29	14	MR
SUT0405.17	Carolina Black Rose × NY65.0550.04	3.29 ± 0.26	17	MS	5.10 ± 0.17	5	MR
SUT0406.01	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	4.27 ± 0.15	20	S	5.50 ± 0.16	11	MR
SUT0406.09	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	4.40 ± 0.13	22	S	5.60 ± 0.29	14	MR
SUT0406.20	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	4.30 ± 0.10	21	S	6.40 ± 0.15	21	MS
SUT0412.01	Early Muscat × NY65.0551.05	3.90 ± 0.24	19	MS	5.80 ± 0.37	17	MR
SUT0412.05	Early Muscat × NY65.0551.05	2.23 ± 0.32	11	MR	6.20 ± 0.19	20	MS
SUT0412.16	Early Muscat × NY65.0551.05	2.33 ± 0.26	13	MR	6.10 ± 0.22	19	MS
SUT0407.06	Italia × NY88.0517.01	2.23 ± 0.23	11	MR	5.20 ± 0.28	7	MR
SUT0409.03	Italia × NY65.0551.05	1.60 ± 0.21	10	R	5.50 ± 0.25	11	MR

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E.

[b] เกณฑ์การให้คะแนนในสภาพห้องปฏิบัติการตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 0-0.9 คะแนน = ต้านทานมาก (HR), 1.0-1.9 คะแนน = ต้านทาน (R), 2.0-2.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน (MR), 3.0-3.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ (MS), 4.0-4.9 คะแนน = อ่อนแอ (S) และ 5 คะแนน = อ่อนแอมาก (HS)

[c] เกณฑ์การให้คะแนนในสภาพไร่ตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดย 1.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก (HR), 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน (R), 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน (MR), 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ (MS), 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ (S) และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก (HS)

4.2 การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อโรคสแคบ

4.2.1 การแยกเชื้อ *S. ampelinum* จากชิ้นส่วนองุ่นที่เป็นโรค

จากการเก็บตัวอย่างใบอ่อนองุ่นที่แสดงอาการของโรคสแคบ และมีลักษณะแผลใหม่จากแหล่งที่เกิดการระบาดใน 4 ภาคของประเทศไทย คือ ภาคตะวันตก จ.ราชบุรี ภาคตะวันออก จ.ชลบุรี ภาคเหนือ จ.เชียงราย และ จ.แพร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา ทำการแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting สามารถแยกเชื้อได้สำเร็จสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เชื้อเจริญเติบโตช้า สามารถเห็นเป็นเส้นใยสั้น ๆ สีขาว เจริญออกมาจากบริเวณเนื้อเยื่อใบองุ่น ภายใน 3-5 วัน เชื้อมักเจริญอยู่ในวุ้น เมื่อย้ายเส้นใยที่เจริญออกมาไปเลี้ยงบนอาหาร CA ผสมกับสเตรปโตมัยซิน 25 มก./ล. เพื่อแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ขึ้นจากการปนเปื้อนของเชื้อชนิดอื่น หลังจากเชื้อเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ย้ายเชื้อลงในอาหาร CA โดยไม่ใส่สเตรปโตมัยซิน เพื่อให้เชื้อ *S. ampelinum* เจริญเติบโตตามปกติ เมื่อเชื้อเจริญเติบโตได้ 1 สัปดาห์ จึงแยกเป็นโคนิเดียเดี่ยวได้ทั้งหมด 19 ไอโซเลต คือ ไอโซเลตจากภาคตะวันตก จ.ราชบุรี ภาคตะวันออก จ.ชลบุรี ภาคเหนือ จ.เชียงราย และ จ.แพร่ ภาคละ 5 ไอโซเลต และไอโซเลตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา จำนวน 4 ไอโซเลต เทคนิคการแยกเชื้อนี้ กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ และคณะ (2545) รายงานว่าตัวอย่างที่ดีต้องสดและเก็บไว้ไม่เกิน 2 วัน ถ้าเป็นไปได้ควรทำการแยกเชื้อทันที เพราะเชื้อ *S. ampelinum* เจริญเติบโตช้า จึงไม่อาจแข่งขันกับเชื้อใด ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการ

4.2.2 การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *S. ampelinum*

4.2.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเจริญเติบโตของเชื้อแต่ละไอโซเลต

จากการเลี้ยงเชื้อ *S. ampelinum* ขนาด ¼ ของ Cork Borer No.1 (ϕ 4.0 มม.) จำนวน 19 ไอโซเลต ที่ได้จากใบองุ่นที่แสดงอาการของโรคสแคบใน 4 ภาคของประเทศไทย บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด คือ PDA, CA, CCA และ JCCA พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นการเจริญเติบโตของเชื้ออย่างชัดเจนเมื่อเชื้ออายุได้ 5 สัปดาห์ การเจริญเติบโตจะเป็นไปอย่างช้า ๆ อาหาร CA และ CCA ให้ขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด โดยมีขนาดใหญ่กว่าโคโลนีบนอาหาร JCCA 1.5, 1.7 และ 2.0 เท่า ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของเชื้อที่อายุ 5 สัปดาห์ พบว่าแต่ละไอโซเลตมีขนาดโคโลนีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ไอโซเลต Cb4-1 มีขนาดใหญ่ที่สุด (7.38 ซม.^{2}) (ตารางที่ 13) และพบว่าอาหาร CA และ CCA ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. ampelinum* มากกว่าอาหาร PDA และ JCCA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีขนาดโคโลนี เท่ากับ 5.28 และ 5.54 ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอาหาร PDA และ JCCA ที่มีขนาดเท่ากับ 3.36 และ 3.37 ซม.^{2} ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Cheema et al. (1978)

ที่รายงานว่าเชื้อ *S. ampelinum* แต่ละไอโซเลตมีความสามารถในการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดได้ต่างกัน โดยไอโซเลตส่วนใหญ่จะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในอาหาร PDB แต่บางไอโซเลตจะมีการเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ Czapek's medium หรือ yeast extract ได้ดีกว่า ส่วนอาหารแข็ง เชื้อทุกไอโซเลตจะมีการเจริญเติบโตบนอาหาร yeast extract agar ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอาหาร PDA, Czapek's agar และ leaf extract agar

ในการเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างไอโซเลตและอาหารเลี้ยงเชื้อที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกันทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยที่อายุ 5 สัปดาห์พบว่าอาหาร PDA มีผลทำให้ไอโซเลต Nk5-1 มีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด (4.76 ซม.^{2}) และไอโซเลต Cr1-1 และ Cr2-1 มีขนาดโคโลนีเล็กที่สุด (1.43 และ 1.73ซม.^{2} ตามลำดับ) อาหาร CA ทำให้ไอโซเลต Cb4-1 มีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด (9.64 ซม.^{2}) และไอโซเลต Cr3-1 มีขนาดโคโลนีเล็กที่สุด (2.73 ซม.^{2}) อาหาร CCA มีผลทำให้ไอโซเลต Cb4-1 มีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด (11.11 ซม.^{2}) และไอโซเลต Cr1-1, Cr3-1 และ Pr4-1 มีขนาดโคโลนีเล็กที่สุด เท่ากับ 3.58, 3.48 และ 3.58 ซม.^{2} ตามลำดับ และอาหาร JCCA มีผลทำให้ไอโซเลต Cb4-1 มีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด (6.57 ซม.^{2})

2. การเจริญเติบโตของเชื้อแต่ละภาค

เมื่อนำข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิด มาวิเคราะห์การเจริญเติบโตเป็นภาค พบว่าที่อายุ 2 สัปดาห์ ไอโซเลตจากภาคตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือมีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด โดยมีขนาดโคโลนีใหญ่กว่าไอโซเลตจากภาคเหนือและตะวันตก 1.3 เท่า เมื่อเชื้อมีอายุ 5 และ 8 สัปดาห์ พบว่าไอโซเลตจากภาคตะวันออกมีขนาดของโคโลนีใหญ่ที่สุด ส่วนไอโซเลตจากภาคเหนือมีขนาดโคโลนีเล็กที่สุด โดยพบว่าไอโซเลตจากภาคตะวันออกมีขนาดโคโลนีใหญ่กว่าไอโซเลตจากภาคเหนือ 1.9 และ 1.6 เท่า ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

จากการเปรียบเทียบอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 4 ชนิด พบว่าอาหาร CA และ CCA ช่วยให้เชื้อทั้ง 4 ภาคมีขนาดโคโลนีใหญ่ที่สุด (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบขนาดโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

ภาค	ไอโซเลต	ขนาดโคโลนีเฉลี่ย (ซม.^{2})		
		2 สัปดาห์	5 สัปดาห์	8 สัปดาห์
ตะวันออก	Cb1-1	1.17 ± 0.07 c[a]	4.00 ± 0.11 ef	7.06 ± 0.45 gh
	Cb2-1	1.34 ± 0.12 b	5.77 ± 0.54 c	9.87 ± 0.42 ab
	Cb3-1	1.01 ± 0.08 cde	5.85 ± 0.59 c	9.99 ± 0.78 ab
	Cb4-1	1.15 ± 0.10 c	7.38 ± 0.81 a	9.94 ± 0.70 ab
	Cb5-1	1.59 ± 0.15 a	5.63 ± 0.49 c	9.11 ± 0.71 bc
ค่าเฉลี่ย		1.25 ± 0.10	5.73 ± 0.53	9.19 ± 0.56
เหนือ	Cr1-1	0.77 ± 0.09 g	2.85 ± 0.31 i	5.78 ± 0.58 ij
	Cr2-1	0.78 ± 0.07 fg	3.13 ± 0.32 hi	5.54 ± 0.52 ij
	Cr3-1	0.75 ± 0.08 g	2.73 ± 0.19 i	4.98 ± 0.42 j
	Pr4-1	0.84 ± 0.08 efg	3.13 ± 0.18 hi	6.23 ± 0.39 hi
	Pr5-1	0.96 ± 0.05 def	3.43 ± 0.18 gh	7.21 ± 0.61 fg
ค่าเฉลี่ย		0.82 ± 0.04	3.05 ± 0.12	5.95 ± 0.37
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	0.99 ± 0.07 cde	4.21 ± 0.28 def	8.53 ± 0.61 cd
	Nk3-1	0.89 ± 0.08 d-g	3.50 ± 0.20 gh	6.06 ± 0.48 i
	Nk4-1	1.73 ± 0.15 a	4.65 ± 0.30 d	8.12 ± 0.60 def
	Nk5-1	1.41 ± 0.11 b	6.71 ± 0.52 b	10.78 ± 0.70 a
ค่าเฉลี่ย		1.26 ± 0.19	4.77 ± 0.69	8.37 ± 0.97
ตะวันตก	Rc1-1	0.78 ± 0.03 fg	4.12 ± 0.18 ef	8.32 ± 0.57 cde
	Rc2-1	1.07 ± 0.07 cd	4.22 ± 0.17 def	7.70 ± 0.50 d-g
	Rc3-1	1.00 ± 0.08 cde	4.31 ± 0.28 de	7.72 ± 0.58 d-g
	Rc4-1	1.00 ± 0.11 cde	4.15 ± 0.20 ef	7.71 ± 0.40 d-g
	Rc5-1	0.92 ± 0.07 d-g	3.80 ± 0.18 fg	7.54 ± 0.38 efg
ค่าเฉลี่ย		0.95 ± 0.05	4.12 ± 0.09	7.80 ± 0.13
ค่าเฉลี่ยรวม		1.06 ± 0.06	4.40 ± 0.30	7.80 ± 0.38

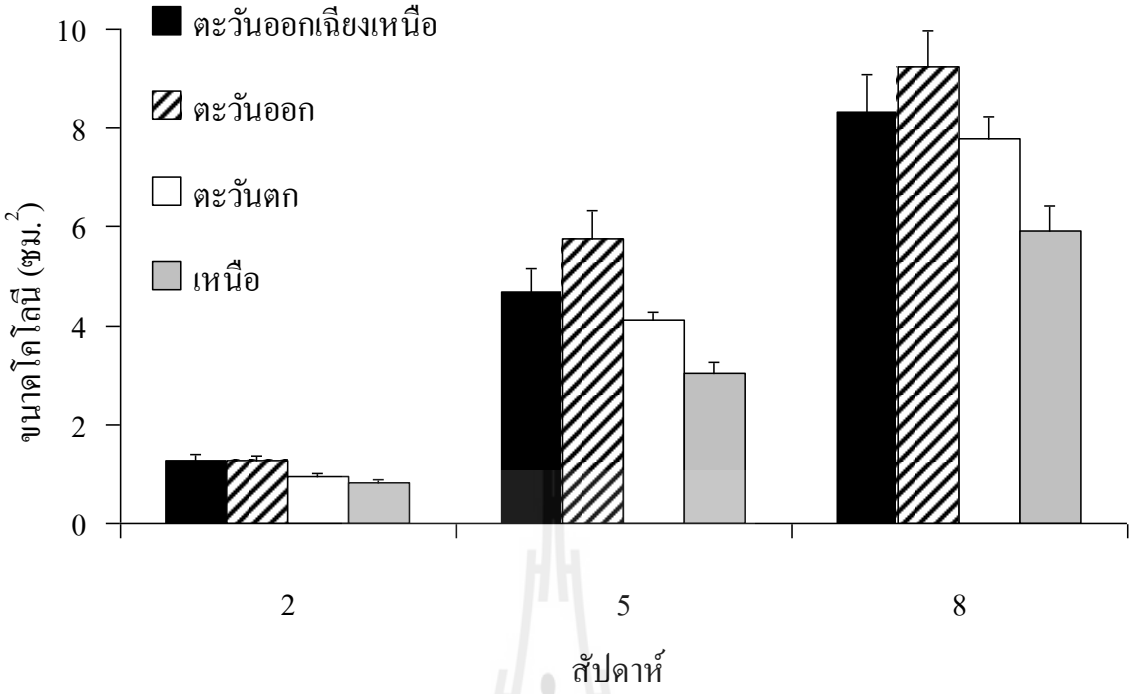
[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบขนาดโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

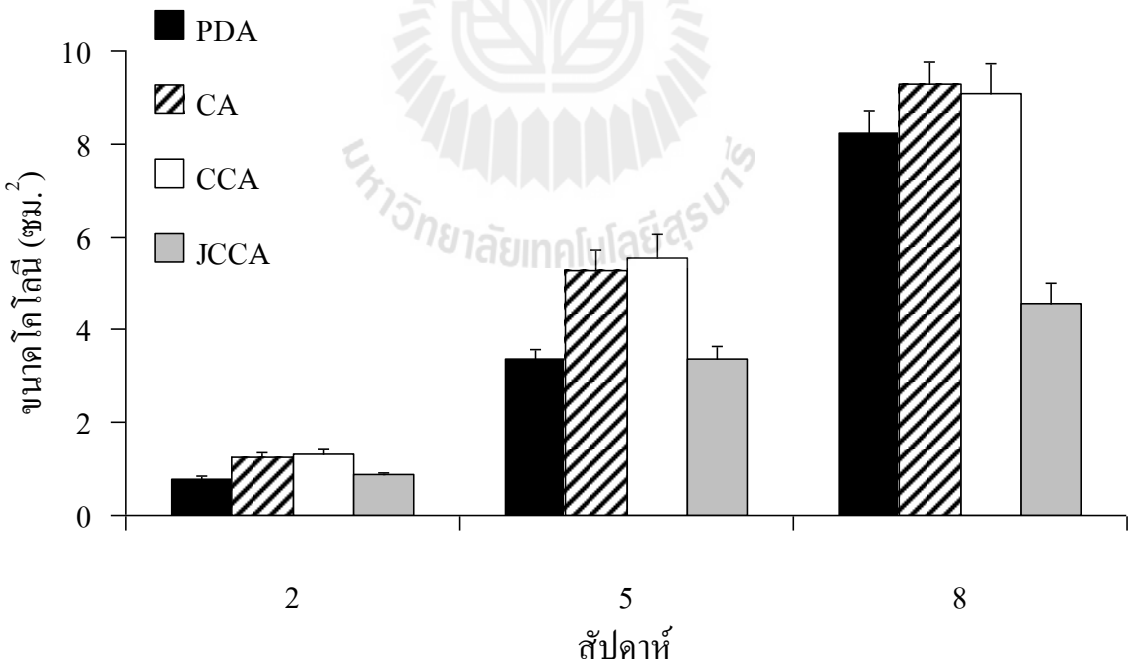
ภาค	ไอโซเลต	ขนาดโคโลนีเฉลี่ย (ซม.^{2})			
		PDA[a]	CA	CCA	JCCA
ตะวันออก	Cb1-1	3.53 ± 0.16 d-g[b]	4.28 ± 0.26 g-j	4.11 ± 0.16 ghi	4.06 ± 0.12 bc
	Cb2-1	4.48 ± 0.24 abc	8.59 ± 0.28 b	7.01 ± 0.84 d	3.00 ± 0.25 def
	Cb3-1	4.03 ± 0.30 a-e	8.51 ± 0.40 b	8.13 ± 0.49 c	3.19 ± 0.25 cde
	Cb4-1	2.19 ± 0.25 hi	9.64 ± 0.25 a	11.11 ± 0.62 a	6.57 ± 0.45 a
	Cb5-1	3.86 ± 0.14 b-f	6.13 ± 0.27 d	8.70 ± 0.26 c	3.81 ± 0.57 bcd
ค่าเฉลี่ย		3.62 ± 0.39	7.43 ± 0.98	7.81 ± 1.14	4.12 ± 0.64
เหนือ	Cr1-1	1.43 ± 0.14 i	4.38 ± 0.24 f-i	3.58 ± 0.24 i	1.73 ± 0.26 g
	Cr2-1	1.73 ± 0.21 i	4.33 ± 0.61 f-j	4.23 ± 0.27 ghi	2.23 ± 0.26 fg
	Cr3-1	3.10 ± 0.15 fg	2.73 ± 0.15 k	3.48 ± 0.31 i	1.58 ± 0.14 g
	Pr4-1	1.98 ± 0.13 hi	3.27 ± 0.19 jk	3.58 ± 0.14 i	3.83 ± 0.17 bcd
	Pr5-1	3.74 ± 0.27 b-f	3.80 ± 0.16 ij	3.81 ± 0.34 hi	2.37 ± 0.14 efg
ค่าเฉลี่ย		2.40 ± 0.44	3.70 ± 0.32	3.74 ± 0.14	2.35 ± 0.40
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	2.77 ± 0.16 gh	5.41 ± 0.20 def	5.05 ± 0.23 efg	3.46 ± 0.06 cd
	Nk3-1	3.72 ± 0.49 b-f	3.95 ± 0.32 hij	3.92 ± 0.15 hi	2.40 ± 0.11 efg
	Nk4-1	4.09 ± 0.29 a-d	5.49 ± 0.64 de	5.63 ± 0.34 e	3.38 ± 0.38 cd
	Nk5-1	4.76 ± 0.29 a	7.49 ± 0.15 c	9.94 ± 0.30 b	4.65 ± 0.35 b
ค่าเฉลี่ย		3.83 ± 0.42	5.34 ± 0.93	6.14 ± 1.32	3.47 ± 0.46
ตะวันตก	Rc1-1	3.94 ± 0.30 a-f	4.50 ± 0.55 e-i	4.50 ± 0.12 f-i	3.62 ± 0.19 cd
	Rc2-1	3.60 ± 0.23 c-f	4.74 ± 0.35 e-i	4.85 ± 0.23 e-h	3.69 ± 0.11 cd
	Rc3-1	3.12 ± 0.28 efg	5.26 ± 0.28 d-g	5.43 ± 0.25 ef	3.43 ± 0.38 cd
	Rc4-1	3.24 ± 0.25 d-g	5.04 ± 0.36 e-h	4.48 ± 0.21 f-i	3.86 ± 0.20 bcd
	Rc5-1	4.56 ± 0.54 ab	3.69 ± 0.04 ijk	3.72 ± 0.08 hi	3.22 ± 0.31 cde
ค่าเฉลี่ย		3.69 ± 0.26	4.65 ± 0.27	4.59 ± 0.28	3.56 ± 0.11
ค่าเฉลี่ยรวม		3.36 ± 0.22 b	5.28 ± 0.45 a	5.54 ± 0.53 a	3.37 ± 0.26 b

[a] PDA คือ potato dextrose agar, CA คือ cereal agar, CCA คือ corn cereal agar, JCCA คือ Job' tear corn cereal agar

[b] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตของเชื้อ *S. ampelinum* แต่ละภาค ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์



ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

4.2.2.2 ลักษณะสีของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

จากการศึกษาลักษณะสีโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* จาก 4 ภาคของประเทศไทย จำนวน 19 ไอโซเลต บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด (PDA, CA, CCA และ JCCA) ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีสีโคโลนีต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ อายุของเชื้อ และภาคที่เป็นแหล่งเก็บเชื้อ เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการเลี้ยงเชื้อ พบว่าสีของโคโลนีไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยที่อายุ 2 สัปดาห์ ยังไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ในแต่ละไอโซเลต เนื่องจากโคโลนีมีเพียง 1-2 สี สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจนเมื่อเชื้อมีอายุ 5 สัปดาห์ บนอาหาร CA และ CCA ส่วนที่อายุ 8 สัปดาห์โคโลนีเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม นอกจากนี้ ยังพบว่าสีของโคโลนีภายในภาคเดียวกันมีความคล้ายคลึงกัน ยกเว้นไอโซเลตจากภาคตะวันออกมีความหลากหลายของสีภายในภาค (ตารางที่ 15) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Alvarez and Molina (2000) ในเชื้อ *S. manihoticola* และ Van Zyl et al. (2002) ในเชื้อ *Coniothyrium zuluense* โดยพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อต่างชนิดกันทำให้สีของโคโลนีแตกต่างกัน

ตารางที่ 15 สีโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

ภาค	ไอโซเลต	สีของโคโลนี			
		PDA	CA	CCA	JCCA
ตะวันออก	Cb1-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-ขาว-เหลือง	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาลอ่อน
	Cb2-1	เทา-ขาว-เหลือง	เหลือง	เหลือง	น้ำตาล-ขาว
	Cb3-1	เทา-ขาว-เหลือง	เหลือง	เหลือง	น้ำตาล-ขาว
	Cb4-1	น้ำตาล-ส้ม-ขาว	น้ำตาล-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
	Cb5-1	น้ำตาล-ส้ม-ขาว	น้ำตาล-เทา-ส้ม-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-ขาว-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
เหนือ	Cr1-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	แดง-เหลือง	แดง-เหลือง	น้ำตาล
	Cr2-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	แดง-เหลือง	น้ำตาล
	Cr3-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-แดง-ขาว-เหลือง	แดง-เหลือง	น้ำตาล
	Pr4-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	แดง-เหลือง	น้ำตาล
	Pr5-1	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน-เหลือง	น้ำตาล-ขาว-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	น้ำตาลอ่อน	ส้ม-ขาว-เหลือง	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
	Nk3-1	น้ำตาลอ่อน	ส้ม-ขาว-เหลือง	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
	Nk4-1	น้ำตาลอ่อน	ส้ม-ขาว-เหลือง	น้ำตาล-ส้ม-เหลือง	น้ำตาลอ่อน
	Nk5-1	ดำ-ขาว-เหลือง	น้ำตาล-เทา-ขาว-เหลือง	น้ำตาลอ่อน-เหลือง	น้ำตาล
ตะวันตก	Rc1-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาลอ่อน
	Rc2-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาลอ่อน
	Rc3-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาล-ส้ม-แดง	เทา-น้ำตาลอ่อน
	Rc4-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาล-ส้ม-แดง-ขาว	น้ำตาลอ่อน
	Rc5-1	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาล-ส้ม-แดง	น้ำตาลอ่อน

4.2.2.3 การมีหรือไม่มี aerial mycelium

จากการศึกษาการมีหรือไม่มี aerial mycelium ของเชื้อ *S. ampelinum* จาก 4 ภาคของประเทศไทย (ตะวันออก เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตก) จำนวน 19 ไอโซเลต บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด (PDA, CA, CCA และ JCCA) ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ ด้วยกล้องสเตอริโอ พบว่าไอโซเลตส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้าง aerial mycelium ได้แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ และระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อต่างชนิดกัน ทำให้เชื้อสามารถสร้าง aerial mycelium ต่างกัน ในอาหาร PDA เชื้อทุกไอโซเลตสร้าง aerial mycelium ได้ตั้งแต่ระยะ 2 สัปดาห์ ในขณะที่ไอโซเลตส่วนใหญ่ยังไม่สร้าง aerial mycelium ในอาหาร CA, CCA และ JCCA (68, 79 และ 74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไอโซเลตส่วนใหญ่มีการสร้าง aerial mycelium มากขึ้นเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เชื้อบางไอโซเลตที่ไม่สามารถสร้าง aerial mycelium ได้ แม้จะมีอายุ 8 สัปดาห์ เช่น ไอโซเลต Cr1-1 ไม่สร้าง aerial mycelium บนอาหาร JCCA ไอโซเลต Cr2-1 ไม่สร้าง aerial mycelium บนอาหาร CA ไอโซเลต Cb4-1 ไม่สร้าง aerial mycelium บนอาหาร CCA ไอโซเลต Cb3-1 ไม่สร้าง aerial mycelium บนอาหาร CA และ CCA ไอโซเลต Pr4-1 ไม่สร้าง aerial mycelium บนอาหาร CA, CCA และ JCCA และเมื่อพิจารณาการสร้าง aerial mycelium ตามภาค พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ภาคไม่มีผลต่อการสร้าง aerial mycelium ของเชื้อ (ตารางที่ 16) แสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาของเชื้อแต่ละไอโซเลตที่แตกต่างกัน หรือแหล่งกำเนิดของเชื้อไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้าง aerial mycelium ซึ่งการเกิดอิทธิพลของภาคอาจส่งผลต่อความรุนแรงในการเกิดโรคสแคบ เนื่องจากเชื้อแต่ละภาคมีความสามารถในการสร้างเส้นใย aerial mycelium แตกต่างกัน ทำให้มีจำนวนโคนิเดียต่างกัน เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้าง aerial mycelium พบว่าชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อและความเข้มข้นของอาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ อาหารบางชนิดที่ใช้เลี้ยงเชื้อมีผลทำให้เชื้อมีการสร้างเส้นใยมากกว่าการสร้างสปอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด นอกจากนี้ พบว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญของเส้นใยมักกว้างกว่าการสร้างสปอร์ (Anonymus, 2007)

ตารางที่ 16 Aerial mycelium ของเชื้อ *S. ampelinum* ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

ภาค	ไอโซเลต	Aerial mycelium											
		2 สัปดาห์				5 สัปดาห์				8 สัปดาห์			
		PDA	CA	CCA	JCCA	PDA	CA	CCA	JCCA	PDA	CA	CCA	JCCA
ตะวันออก	Cb1-1	++[a]	+	-	-	++	++	-	+	++	+	+	++
	Cb2-1	++	-	+	++	++	-	-	++	++	+	+	++
	Cb3-1	++	+	-	+	++	-	-	++	++	-	-	++
	Cb4-1	++	++	-	+	++	++	-	++	++	++	-	++
	Cb5-1	++	+	+	-	++	++	-	+	++	++	++	-
เหนือ	Cr1-1	++	-	-	-	++	-	-	-	++	+	+	-
	Cr2-1	++	-	-	-	++	-	+	-	++	-	+	+
	Cr3-1	++	-	-	-	++	+	+	-	++	+	+	+
	Pr4-1	++	-	-	-	++	-	-	+	++	-	-	-
	Pr5-1	++	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	++	-	-	-	++	+	-	+	++	++	+	+
	Nk3-1	+	-	-	-	++	+	+	+	++	++	++	+
	Nk4-1	++	+	+	-	++	++	+	+	++	++	+	+
	Nk5-1	++	+	-	+	++	++	+	++	++	++	-	++
ตะวันตก	Rc1-1	++	-	-	+	++	-	-	++	++	+	+	++
	Rc2-1	++	-	+	-	++	+	+	+	++	+	+	+
	Rc3-1	++	-	-	-	++	-	+	++	++	+	+	++
	Rc4-1	++	-	-	-	++	-	+	++	++	-	+	++
	Rc5-1	++	-	-	-	++	-	+	++	++	-	+	++

[a] ++ = aerial mycelium จำนวนมาก; + = aerial mycelium จำนวนน้อย; - = ไม่ปรากฏ aerial mycelium

4.2.2.4 รูปร่างของโคโลนี

เมื่อพิจารณารูปร่างโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* จาก 4 ภาคของประเทศไทย (ตะวันออก เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตก) จำนวน 19 ไอโซเลต บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด (PDA, CA, CCA และ JCCA) ที่อายุ 2, 5 และ 8 สัปดาห์ พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีรูปร่างโคโลนีแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อต่างชนิดกันมีผลทำให้โคโลนีมีรูปร่างแตกต่างกัน ในอาหาร PDA และ JCCA โคโลนีของไอโซเลตส่วนใหญ่มีรูปร่างนูนสูง-ผิวย่น และนูนสูง-ผิวย่นมาก ส่วนในอาหาร CA และ CCA โคโลนีของไอโซเลตมีรูปร่างต่างกัน 4 ลักษณะ คือ นูน-ผิวย่น นูน-ผิวเรียบ แบน-ผิวย่น และแบน-ผิวเรียบ และพบว่าไอโซเลตส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพียงเล็กน้อย เมื่อเชื้อมีอายุมากขึ้น ส่วนภาคที่เป็นแหล่งเก็บเชื้อไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโคโลนีของเชื้อ (ตารางที่ 17) แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดของเชื้อทั้ง 4 ภาคของประเทศไทยไม่มี

อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเชื้อ เมื่อเลี้ยงเชื้อแต่ละไอโซเลตในอาหารชนิดเดียวกัน เชื้อจะมีรูปร่างโคโลนีส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 17 รูปร่างของโคโลนีเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ที่อายุ 5 สัปดาห์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด

ภาค	ไอโซเลต	รูปร่างของโคโลนี			
		PDA	CA	CCA	JCCA
ตะวันออก	Cb1-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวย่น	นูน ผิวย่น	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Cb2-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
	Cb3-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
	Cb4-1	นูนสูง ผิวย่น	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Cb5-1	นูนสูง ผิวย่น	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
เหนือ	Cr1-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Cr2-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	นูน ผิวย่น	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Cr3-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวย่น	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Pr4-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวเรียบ	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
	Pr5-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวย่น	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวย่น	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Nk3-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวย่น	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
	Nk4-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวย่น	แบน ผิวย่น	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Nk5-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	แบน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
ตะวันตก	Rc1-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Rc2-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น
	Rc3-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	แบน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Rc4-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่นมาก
	Rc5-1	นูนสูง ผิวย่นมาก	นูน ผิวเรียบ	นูน ผิวเรียบ	นูนสูง ผิวย่น

4.2.2.5 ขนาดของโคนิเดีย

จากการเลี้ยงเชื้อ *S. ampelinum* ทั้ง 19 ไอโซเลต บนชิ้นใบองุ่นพันธุ์อ่อนแอ และวัดขนาดของโคนิเดียด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบว่าโคนิเดียมีลักษณะรูปไข่ หัวท้ายมน ไม่มีสี ความยาวโคนิเดียของไอโซเลตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยไอโซเลต Rc1-1 และ Rc2-1 มีความยาวโคนิเดียมากที่สุด เท่ากับ 5.51 และ 5.48 ไมครอน ตามลำดับ และความกว้างโคนิเดียของเชื้อแต่ละไอโซเลตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ไอโซเลต Rc1-1 มีความกว้างโคนิเดียมากที่สุด เท่ากับ 2.07 ไมครอน (ตารางที่ 18) เมื่อเปรียบเทียบขนาดโคนิเดียของเชื้อ *S. ampelinum* ที่แยกได้จาก 4 ภาคของประเทศไทย (4.20-5.51 × 1.58-2.07 ไมครอน) พบว่ามีขนาดอยู่ในช่วงเดียวกับขนาดโคนิเดียของเชื้อ *S. ampelinum* ที่รายงานโดย Sutton (1973) (4.0-7.5 × 2.0-3.5 ไมครอน) และ Sing (2000) (5-6 × 2-3 ไมครอน) อ้างถึงในกานต์

คำทรัพย์ (2546) แสดงว่าเชื้อ *S. ampelinum* เหล่านี้มีขนาดโคนิเดียเล็กใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ขนาดโคนิเดียที่ได้จากการศึกษามีขนาดเล็กกว่าที่รายงานไว้โดยขนิษฐา มากรุง (2548) (5.24-6.83 × 2.17-3.35 ไมครอน) ซึ่งเก็บใบองุ่นอ่อนที่เป็นโรคสแคบมาจาก 8 จังหวัดของประเทศไทย คือ นครราชสีมา ชัยภูมิ ระยอง ราชบุรี พิจิตร เพชรบูรณ์ สมุทรสาคร และเลย และกรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ และคณะ (2536) (5.22-7.83 × 2.61-3.91 ไมครอน) ซึ่งเก็บส่วนต่าง ๆ ขององุ่นที่เป็นโรคสแคบมาจาก 6 จังหวัดของประเทศไทย คือ เชียงราย นครปฐม นครราชสีมา ราชบุรี สมุทรสาคร และพิจิตร บ่งชี้ว่าเชื้อ *S. ampelinum* ต่างแหล่งต่างไอโซเลตมีขนาดโคนิเดียแตกต่างกัน

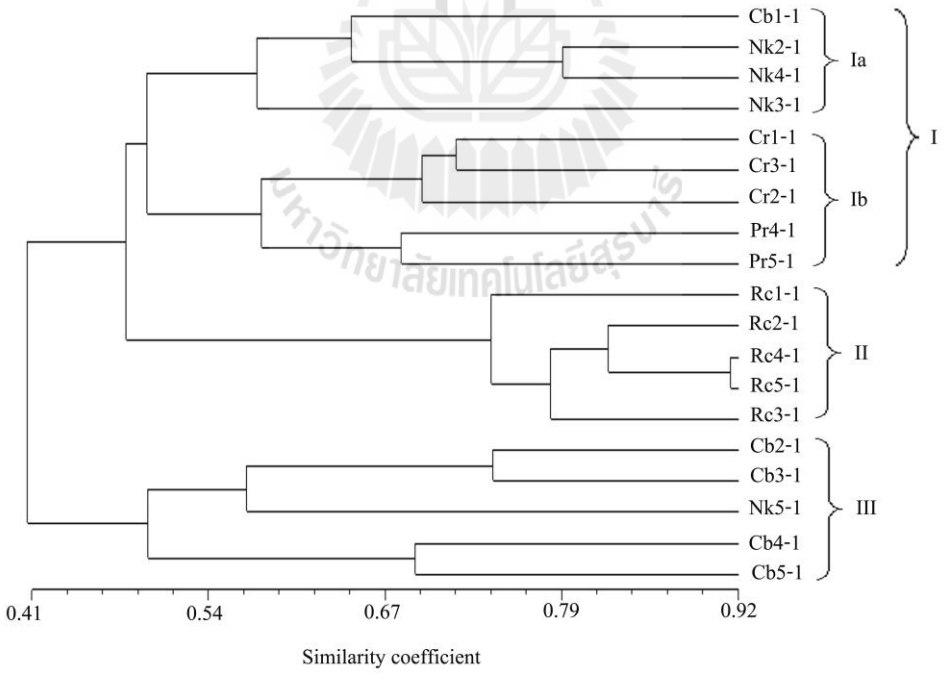
ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดโคนิเดียของเชื้อ *S. ampelinum*

ภาค	ไอโซเลต	ขนาดโคนิเดีย (ไมครอน)	
		ความยาว	ความกว้าง
ตะวันออก	Cb1-1	4.49 ± 0.10 ghi[a]	1.62 ± 0.03 k
	Cb2-1	4.88 ± 0.08 de	1.95 ± 0.03 bcd
	Cb3-1	5.01 ± 0.09 cd	2.00 ± 0.05 ab
	Cb4-1	4.46 ± 0.07 ghi	1.85 ± 0.04 ef
	Cb5-1	4.48 ± 0.09 ghi	1.63 ± 0.03 jk
ค่าเฉลี่ย		4.66 ± 0.12	1.81 ± 0.08
เหนือ	Cr1-1	5.19 ± 0.07 bc	1.86 ± 0.03 def
	Cr2-1	5.32 ± 0.07 ab	1.89 ± 0.03 cde
	Cr3-1	4.93 ± 0.06 d	1.71 ± 0.02 hij
	Pr4-1	4.61 ± 0.07 fgh	1.65 ± 0.03 ijk
	Pr5-1	4.40 ± 0.06 hi	1.58 ± 0.02 k
ค่าเฉลี่ย		4.89 ± 0.17	1.74 ± 0.06
ตะวันออกเฉียงเหนือ	Nk2-1	4.27 ± 0.08 i	1.88 ± 0.04 cde
	Nk3-1	4.42 ± 0.09 hi	1.81 ± 0.03 efg
	Nk4-1	4.68 ± 0.07 efg	1.98 ± 0.03 b
	Nk5-1	4.67 ± 0.08 efg	1.73 ± 0.03 ghi
ค่าเฉลี่ย		4.51 ± 0.10	1.85 ± 0.05
ตะวันตก	Rc1-1	5.51 ± 0.09 a	2.07 ± 0.03 a
	Rc2-1	5.48 ± 0.07 a	1.96 ± 0.03 bc
	Rc3-1	4.99 ± 0.08 cd	1.77 ± 0.03 fgh
	Rc4-1	4.79 ± 0.09 def	1.77 ± 0.02 fgh
	Rc5-1	4.84 ± 0.07 def	1.67 ± 0.02 ijk
ค่าเฉลี่ย		5.12 ± 0.16	1.85 ± 0.07

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยจาก 50 โคนิเดียต่อไอโซเลต ± S.E. ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

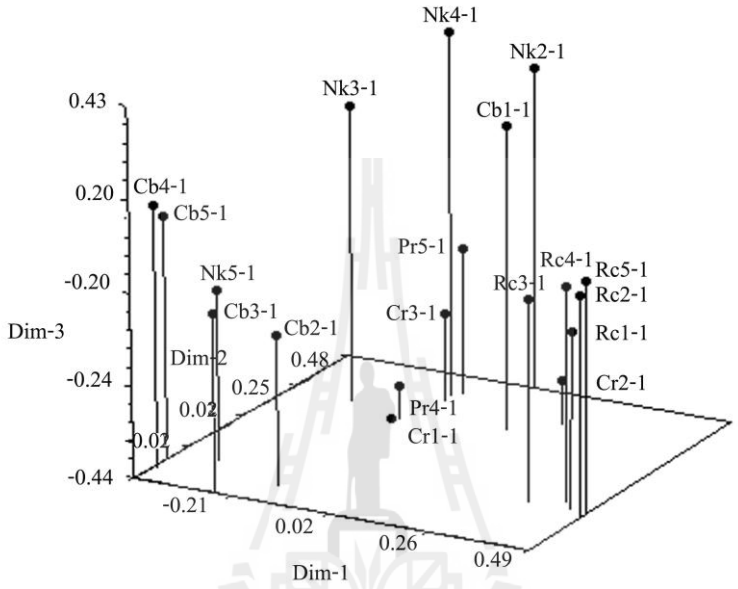
4.2.2.6 การจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการนำลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ สีของโคโลนี การมีหรือไม่มี aerial mycelium และรูปร่างของโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ซึ่งเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อมาประเมินความเหมือนทางพันธุกรรม (genetic similarity) โดยใช้โปรแกรม NYSYSsp2.2 พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีความเหมือนกันทางสัณฐานวิทยาระหว่าง 0.41-0.91 ซึ่ง UPGMA cluster analysis ให้ dendrogram ที่แบ่งเชื้อออกเป็นกลุ่มใหญ่ 3 กลุ่ม ที่ระดับความเหมือนกันทางสัณฐานวิทยา 0.48 (ภาพที่ 7) Cophenetic correlation coefficient ของ Mantel's test มีค่า 0.86 ($P < 0.01$) บ่งบอกการเชื่อมโยงของไอโซเลตภายในแต่ละกลุ่มของ dendrogram อย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่ I ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 9 ไอโซเลต กลุ่มนี้ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อย Ia เป็นไอโซเลตจากภาคตะวันออก (Cb1-1) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3 ไอโซเลต (Nk2-1, Nk3-1 และ Nk4-1) และกลุ่มย่อย Ib เป็นไอโซเลตจากภาคเหนือ (Cr1-1, Cr2-1, Cr3-1, Pr4-1 และ Pr5-1) กลุ่มที่ II ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันตก จำนวน 5 ไอโซเลต (Rc1-1, Rc2-1, Rc3-1, Rc4-1 และ Rc5-1) กลุ่มที่ III ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันออก จำนวน 4 ไอโซเลต (Cb2-1 Cb3-1 Cb4-1 และ Cb5-1) และไอโซเลตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 1 ไอโซเลต (Nk5-1)



ภาพที่ 7 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* จากสัณฐานวิทยา โดย UPGMA cluster analysis ด้วยโปรแกรม NYSYSsp2.2

PCoA ยืนยันการแบ่งกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* ออกเป็น 3 กลุ่ม เช่นเดียวกับกลุ่ม I, II และ III ของ UPGMA analysis โดยสามารถแบ่งกลุ่ม Ia และ Ib อย่างชัดเจนจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ภาพที่ 8) Principle coordinate components ที่ให้ข้อมูลสูงสุด 3 แกนแรก ช่วยอธิบายความแปรปรวน 18.84, 16.60 และ 11.61 เปอร์เซ็นต์ ของความแปรปรวนทั้งหมด ตามลำดับ โดยมีผลรวม คือ 47.05 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 8 แผนภาพ 3 มิติ แสดง principal coordinates 3 แกนแรกจาก principal coordinate analysis ของเชื้อ *S. ampelinum* จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.3 การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อ *S. ampelinum* โดยใช้เครื่องหมาย RAPD

จากการนำโคโลนีของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 1 เดือน มาสกัดดีเอ็นเอโดยวิธีของ Boehm (2004) และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ 6 ไพรเมอร์ ซึ่งให้แถบดีเอ็นเอจำนวนมาก และสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้จากทุกตัวอย่าง ได้แก่ RAPD-1, OPA-1, OPA-2, OPA-3, MUNG-1 และ MUNG-2 (ตารางที่ 19) พบว่ามีแถบดีเอ็นเออยู่ระหว่าง 17-36 แถบ รวม 161 แถบ เป็นแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันระหว่างไอโซเลต จำนวน 116 แถบ มีขนาดโมเลกุลอยู่ระหว่าง 150-2,000 bp แต่ละไพรเมอร์ให้แถบดีเอ็นเอเฉลี่ย 26.8 แถบ และเป็นแถบที่มีความหลากหลาย (polymorphic band) 19.3 แถบ ไพรเมอร์ MUNG-1 และ RAPD-1 ให้จำนวนที่หลากหลายน้อย (17) และมาก (36) ที่สุด ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความหลากหลายของไอโซเลตทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 56.0 เปอร์เซ็นต์ (OPA-2) ถึง 88.5

เปอร์เซ็นต์ (MUNG-2) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.1 เปอร์เซ็นต์ ค่า PIC แสดงความหลากหลายของอัล-ลีลในตำแหน่งนั้น ช่วงของค่า PIC ในการศึกษานี้คือ 0.23 (OPA-2) ถึง 0.34 (MUNG-1) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.30 (ตารางที่ 19; ภาพที่ 9)

คำนวณความเหมือนทางพันธุกรรมของเชื้อแต่ละไอโซเลตด้วยโปรแกรม NYSYSsp 2.2 โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างกัน จำนวน 116 แถบ พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีความเหมือนกันทางพันธุกรรมอยู่ระหว่าง 0.78-0.94 (ภาพที่ 10) Mantel's test ให้ค่า cophenetic correlation coefficient 0.84 ($P < 0.01$) แสดงว่าการจัดกลุ่มของไอโซเลตใน dendrogram มีความสัมพันธ์กับความเหมือนทางพันธุกรรมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* ได้เป็นกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่ม ที่ระดับ 0.87 กลุ่มที่ I ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันออก จำนวน 4 ไอโซเลต (Cb1-1, Cb2-1, Cb3-1 และ Cb4-1) ภาคตะวันตก จำนวน 1 ไอโซเลต (Rc4-1) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 1 ไอโซเลต (Nk5-1) ไอโซเลตจากภาคตะวันออกมีความเหมือนกันทางพันธุกรรมมากที่ระดับ 0.91-0.94 โดยไอโซเลต Cb1-1 และ Cb4-1 มีความเหมือนกันทางพันธุกรรมมากที่สุด กลุ่มที่ II ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคเหนือ จำนวน 4 ไอโซเลต (Cr1-1, Cr2-1, Pr4-1 และ Pr5-1) กลุ่มที่ III ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 3 ไอ-โซเลต (Nk2-1, Nk3-1 และ Nk4-1) มีความเหมือนกันทางพันธุกรรมภายในกลุ่มอยู่ระหว่าง 0.85-0.89 กลุ่มที่ IV ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันตก จำนวน 2 ไอโซเลต (Rc1-1 และ Rc2-1) ซึ่งมีความเหมือนกันทางพันธุกรรมที่ระดับ 0.83 ส่วนไอโซเลตที่เหลือ 4 ไอโซเลต ประกอบด้วยไอโซเลตจากภาคตะวันตก จำนวน 2 ไอโซเลต (Rc3-1 และ Rc5-1) ไอโซเลตจากภาคเหนือ จำนวน 1 ไอโซเลต (Cr3-1) และไอโซเลตจากภาคตะวันออก จำนวน 1 ไอโซเลต (Cb5-1) ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้ ซึ่งพบว่าไอโซเลต Cr3-1 และไอโซเลต Cb5-1 มีความเหมือนทางพันธุกรรมกับไอโซเลตอื่นน้อยที่สุดที่ระดับ 0.78 และ 0.81 ตามลำดับ

แกนทั้งสามของ PCoA อธิบายความแปรปรวน 17.63, 13.25 และ 8.81 เปอร์เซ็นต์ ของความแปรปรวนทั้งหมด ตามลำดับ โดยมีผลรวม 39.69 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 11) PCoA แบ่งไอโซเลตออกเป็น 4 กลุ่ม ที่ต่างกันตามภาคเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับ UPGMA cluster analysis

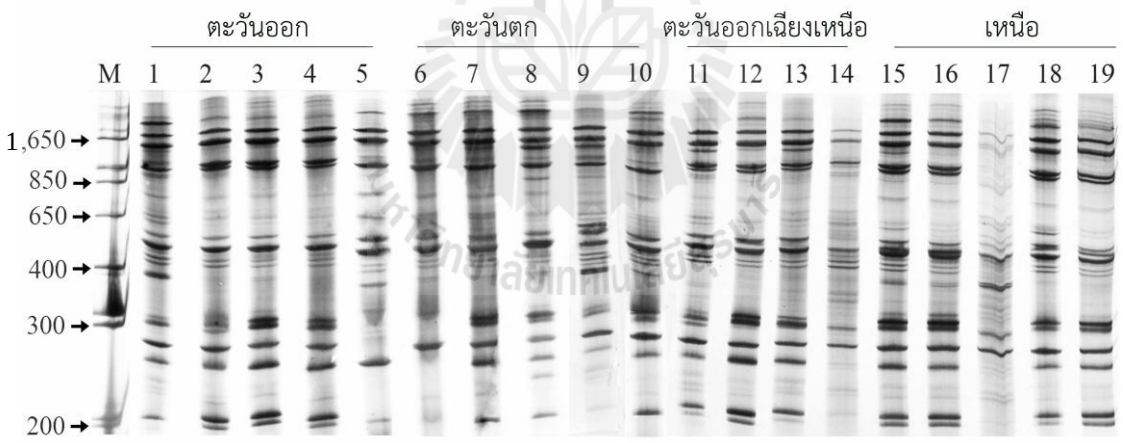
ผลของการเปรียบเทียบระหว่างการจัดกลุ่มตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมาย RAPD โดยการเปรียบเทียบ similarity และ cophenetic matrices ด้วย matrix correspondence ของ Mantel's test (Mantel, 1967) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่าง similarity matrices ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมาย RAPD มีค่า 0.08 ($P > 0.05$) แสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันระหว่างเครื่องหมายทั้งสองในการกำหนดความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างไอโซเลตที่ศึกษา และพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่าง matrices ของค่า cophenetic correlation สำหรับ dendrogram ของเครื่องหมาย RAPD และลักษณะทางสัณฐานวิทยาไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r = 0.11$; $P > 0.05$) แม้ว่าค่า goodness

of fit สำหรับ cophenetic correlation ของเครื่องหมาย RAPD (0.84) มีค่าใกล้เคียงกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา (0.86)

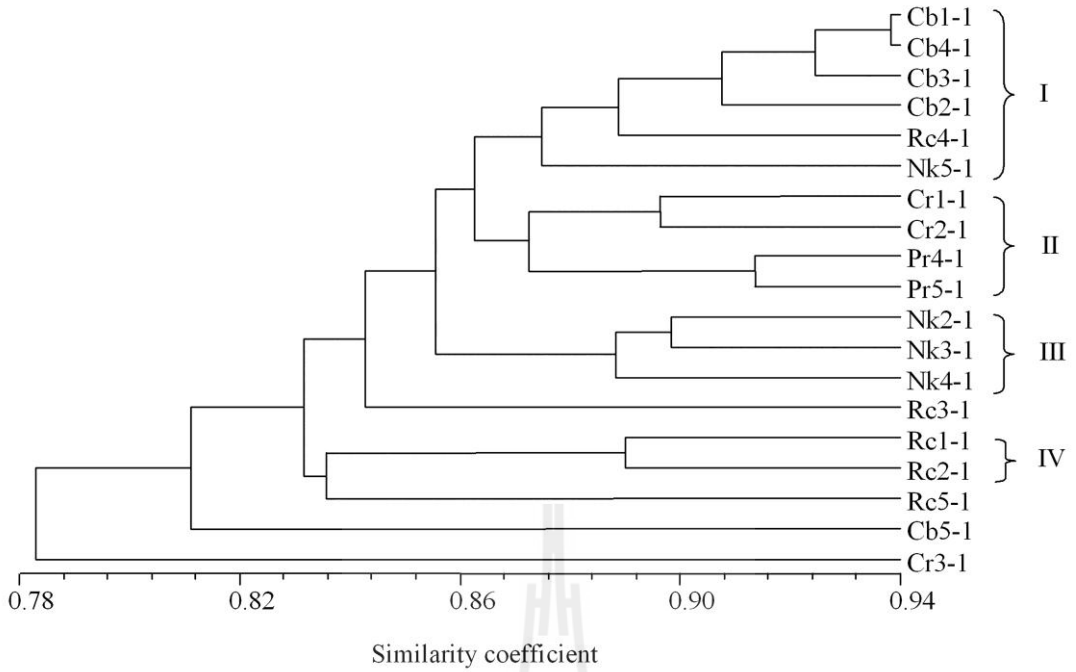
ตารางที่ 19 ไพรเมอร์ RAPD ที่ใช้ในการทดลอง แสดงลำดับเบส จำนวนแถบดีเอ็นเอ เปอร์เซ็นต์ของแถบดีเอ็นเอที่แตกต่าง และ polymorphism information content (PIC)

ไพรเมอร์	ลำดับเบส	แถบดีเอ็นเอ	แถบดีเอ็นเอที่แตกต่าง (%)	PIC
RAPD-1	GGCACTGAGG	36	25 (69.4)[a]	0.27
OPA-1	CAGGCCCTTC	28	23 (82.1)	0.31
OPA-2	TGCCGAGCTG	25	14 (56.0)	0.23
OPA-3	AGTCAGCCAC	29	18 (64.3)	0.34
MUNG-1	GGTGCGGGAA	17	13 (76.5)	0.34
MUNG-2	GTAGACCCGT	26	23 (88.5)	0.28
รวม		161	116	1.77
เฉลี่ย		26.8	19.3 (72.1)	0.30

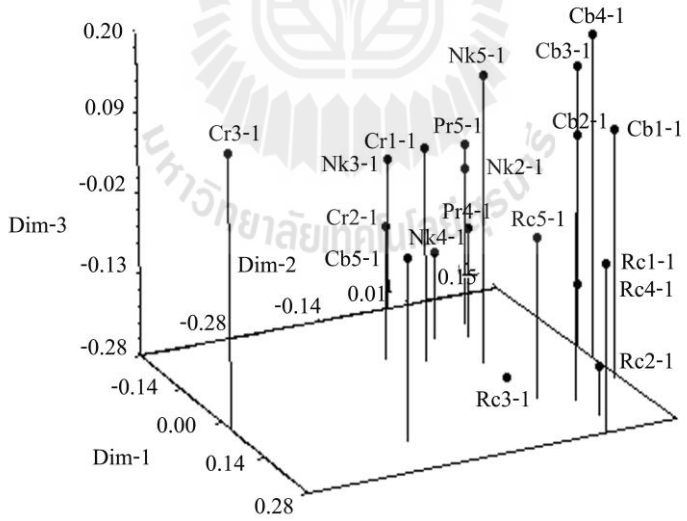
[a] ค่าในวงเล็บแสดงเปอร์เซ็นต์ของแถบดีเอ็นเอที่แตกต่าง



ภาพที่ 9 รูปแบบแถบดีเอ็นเอจากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 19 ไอโซเลต ด้วยไพรเมอร์ OPA-3 บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ เลน M, 1 kb plus DNA marker, เลน 1-5 ไอโซเลตจากชลบุรี Cb1-1, 2-1, 3-1, 4-1 และ 5-1; เลน 6-10 ไอโซเลตจากราชบุรี Rc1-1, 2-1, 3-1, 4-1 และ 5-1; เลน 11-14 ไอโซเลตจากนครราชสีมา Nk2-1, 3-1, 4-1 และ 5-1; เลน 15-17 ไอโซเลตจากเชียงราย Cr1-1, 2-1 และ 3-1; เลน 18-19 ไอโซเลตจากแพร่ Pr4-1 และ 5-1



ภาพที่ 10 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มเชื้อ *S. ampelinum* จากเครื่องหมาย RAPD โดย UPGMA cluster analysis ด้วยโปรแกรม NTSYSsp2.2



ภาพที่ 11 แผนภาพ 3 มิติ แสดง principal coordinates 3 แกนแรก จาก principal coordinate analysis ของเชื้อ *S. ampelinum* จากเครื่องหมาย RAPD

4.2.4 การวิเคราะห์ความต้านทานขององุ่นต่อเชื้อ *S. ampelinum* ในห้องปฏิบัติการ

4.2.4.1 วิเคราะห์ความต้านทานขององุ่น 10 พันธุ์/สายพันธุ์ ต่อเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 5 ไอโซเลต

ทำการทดลองโดยใช้องุ่นพันธุ์ต้านทาน จำนวน 6 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05) องุ่นพันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose และ Italia) และพันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ (Early Muscat) ใช้เชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 5 ไอโซเลต ซึ่งเป็นตัวแทนจากแต่ละภาค ภาคละ 1 ไอโซเลต ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้จำนวน 2 ไอโซเลต สังเกตวันแรกของการปรากฏแผลชัดเจน และประเมินโรคสแคบหลังการปลูกเชื้อ 4 วัน พบองุ่นสายพันธุ์ NY88.0517.01, NY65.0551.05 และองุ่นพันธุ์อ่อนแอทุกพันธุ์ ปรากฏแผลชัดเจนในวันที่ 2 ของการปลูกเชื้อในทุกไอโซเลต (ตารางที่ 20)

ในการเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์องุ่นกับไอโซเลตของเชื้อ พบว่าองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานเชื้อแต่ละไอโซเลตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 21) องุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 มีความต้านทานต่อเชื้อทุกไอโซเลต NY88.0517.01 ต้านทานต่อไอโซเลต Cb1-1 และ Nk5-1 แต่อ่อนแอต่อไอโซเลต Nk4-1 องุ่นสายพันธุ์ NY88.0507.01 ต้านทานต่อเชื้อเกือบทุกไอโซเลต ยกเว้น ไอโซเลต Cr1-1 แสดงว่าองุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 น่าจะมียีนต้านทานต่อเชื้อทั้ง 5 ไอโซเลตหลายยีน (polygenic resistance) ส่วนองุ่นสายพันธุ์ NY65.0551.05 อ่อนแอต่อเชื้อทุกไอโซเลต ยกเว้นไอโซเลต Nk5-1 แสดงว่าองุ่นสายพันธุ์นี้อาจมียีนต้านทานแบบข่มเพียงยีนเดียวต่อไอโซเลต Nk5-1 ขณะที่องุ่นสายพันธุ์ NY88.0507.01 มียีนต้านทานโรคสแคบหลายยีน แต่ไม่มียีนที่ต้านทานต่อไอโซเลต Cr1-1 แสดงว่าการเลือกใช้องุ่นพันธุ์พ่อที่มียีนต้านทานเพียงยีนเดียวอาจได้ผลกับเชื้อบางไอโซเลตเท่านั้น เนื่องจากเชื้อ *S. ampelinum* มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของขนิษฐา มากรุง (2548) ที่พบว่าเชื้อ *S. ampelinum* ในประเทศไทยมีความแตกต่างกันทั้งทางสัณฐานวิทยาและปฏิกิริยาต่อสายพันธุ์องุ่น ส่วนองุ่นพันธุ์ Black Queen, Carolina Black Rose, Early Muscat และ Italia แสดงความอ่อนแอต่อเชื้อทุกไอโซเลต ยกเว้น Italia ต้านทานต่อไอโซเลต Nk5-1

เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* หลังปลูกเชื้อ 4 วัน พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีระดับความรุนแรงในการก่อโรคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 22) โดยไอโซเลต Nk4-1 มีระดับความรุนแรงในการก่อโรคมากที่สุด (3.08 คะแนน) ไม่แตกต่างทางสถิติกับไอโซเลต Cr1-1 (2.96 คะแนน) ส่วนไอโซเลต Nk5-1 มีระดับความรุนแรงในการก่อโรคน้อยที่สุด (1.74 คะแนน)

ตารางที่ 20 วันแรกของการปรากฏแผลบนเนื้อเยื่อใบองุ่น (Latent period) ทั้ง 10 พันธุ์/สายพันธุ์

ไอโซเลต / พันธุ์/สายพันธุ์	วันแรกของการปรากฏแผล (วันที่)				
	Cb1-1	Cr1-1	Nk4-1	Nk5-1	Rc2-1
Wilcox 321	5	6	4	6	6
NY88.0517.01	2	2	2	2	2
NY88.0507.01	4	4	2	2	4
NY65.0550.04	4	4	4	ns	4
Illinois 547-1	6	5	5	6	5
NY65.0551.05	2	2	2	2	2
Black Queen	2	2	2	2	2
Carolina Black Rose	2	2	2	2	2
Early Muscat	2	2	2	2	2
Italia	2	2	2	2	2

ns คือ ไม่ปรากฏร่องรอยแผล

ตารางที่ 21 ระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 5 ไอโซเลต บนเนื้อเยื่อใบองุ่น 10 พันธุ์/สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อ 4 วัน

พันธุ์/สายพันธุ์	ไอโซเลต				
	Cb1-1	Cr1-1	Nk4-1	Nk5-1	Rc2-1
Wilcox 321	1.00 ± 0.00 d[a]	1.00 ± 0.00 d	1.00 ± 0.00 g	1.00 ± 0.00 d	1.15 ± 0.15 d
NY88.0517.01	1.90 ± 0.41 c	2.90 ± 0.53 c	3.05 ± 0.95 d	1.30 ± 0.21 cd	2.78 ± 0.92 c
NY88.0507.01	1.00 ± 0.00 d	3.67 ± 0.42 b	1.95 ± 0.05 e	1.00 ± 0.00 d	1.18 ± 0.08 d
NY65.0550.04	1.00 ± 0.00 d	1.00 ± 0.00 d	1.33 ± 0.33 fg	1.00 ± 0.00 d	1.11 ± 0.11 d
Illinois 547-1	1.00 ± 0.00 d	1.00 ± 0.00 d	1.35 ± 0.35 f	1.00 ± 0.00 d	1.10 ± 0.10 d
NY65.0551.05	4.80 ± 0.13 a	3.40 ± 0.40 bc	4.83 ± 0.17 a	1.25 ± 0.25 cd	4.29 ± 0.29 b
Black Queen	4.70 ± 0.21 a	5.00 ± 0.00 a	4.48 ± 0.15 ab	4.00 ± 0.53 a	4.85 ± 0.05 a
Carolina Black Rose	4.20 ± 0.33 a	4.70 ± 0.21 a	4.34 ± 0.44 b	2.78 ± 0.22 b	4.60 ± 0.00 ab
Early Muscat	3.00 ± 0.21 b	2.70 ± 0.26 c	3.52 ± 0.82 c	2.50 ± 0.22 b	3.15 ± 0.95 c
Italia	4.60 ± 0.16 a	4.20 ± 0.20 ab	4.95 ± 0.05 a	1.60 ± 0.22 c	4.20 ± 0.40 b

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 1 คะแนน = 0-6 แผล, 2 คะแนน = 7-25 แผล, 3 คะแนน = 26-50 แผล, 4 คะแนน = 51-100 แผล และ 5 คะแนน = > 100 แผล

ตารางที่ 22 ระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* ไอโซเลต Cb1-1, Cr1-1, Nk4-1, Nk5-1 และ Rc2-1

ไอโซเลต	ระดับความรุนแรงในการก่อโรค
Cb1-1	2.72 ± 0.54 b[a]
Cr1-1	2.96 ± 0.48 a
Nk4-1	3.08 ± 0.49 a
Nk5-1	1.74 ± 0.32 c
Rc2-1	2.84 ± 0.50 b

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 1 คะแนน = 0-6 แผล, 2 คะแนน = 7-25 แผล, 3 คะแนน = 26-50 แผล, 4 คะแนน = 51-100 แผล และ 5 คะแนน = > 100 แผล

สำหรับความต้านทานโรคสแคบขององุ่น พบว่าองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานโรคสแคบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 23) โดยองุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 ทั้ง 3 สายพันธุ์ มีความสามารถในการต้านทานโรคสแคบได้ดีไม่แตกต่างกันที่ระดับคะแนน 1.03, 1.09 และ 1.09 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจากประวัติสายพันธุ์ (pedigree) ขององุ่นทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่าแหล่งของยีนต้านทานโรคสแคบพบในองุ่น *V. riparia* และ *V. labrusca* ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นตระกูล (progenitor) ขององุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321 (Blue Jay × MN 242) และองุ่น *V. riparia*, *V. rupestris* และ *V. labrusca* ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นตระกูลขององุ่นสายพันธุ์ NY65.0550.04 (Ill796-1 × Ill271-1) รวมทั้งองุ่น *V. rupestris* และ *V. cinerea* ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นตระกูลขององุ่นสายพันธุ์ Illinois 547-1 (B38 × B9) (Mortensen, 1981) นอกจากนี้ Patil et al. (1990) รายงานแหล่งความต้านทานโรคสแคบขององุ่นใน *Vitis* หลายสปีชีส์ ได้แก่ *V. simpsoni* Mun., *V. smalliana* Bailey, *V. shutteworthii* House, *V. labrusca* L., *V. rotundifolia* Michx และ *V. munsoniana* Simp. ส่วนองุ่นพันธุ์ Black Queen อ่อนแอต่อโรคสแคบมากที่สุด (4.61 คะแนน) สอดคล้องกับขนิษฐา มากรุง (2548) ซึ่งรายงานว่าเชื้อเกือบทุกไอโซเลตจะแสดงอาการค่อนข้างเร็วบนองุ่นพันธุ์ Black Queen

ตารางที่ 23 คะแนนการเกิดโรคสแคบขององุ่น 10 พันธุ์/สายพันธุ์

พันธุ์/สายพันธุ์	คะแนนการเกิดโรคสแคบ
Wilcox 321	1.03 ± 0.03 g[a]
NY88.0517.01	2.39 ± 0.34 e
NY88.0507.01	1.76 ± 0.51 f
NY65.0550.04	1.09 ± 0.00 g
Illinois 547-1	1.09 ± 0.00 g
NY65.0551.05	3.71 ± 0.67 c
Black Queen	4.61 ± 0.17 a
Carolina Black Rose	4.12 ± 0.35 b
Early Muscat	2.97 ± 0.18 d
Italia	3.91 ± 0.59 c

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 1 คะแนน = 0-6 แผล, 2 คะแนน = 7-25 แผล, 3 คะแนน = 26-50 แผล, 4 คะแนน = 51-100 แผล และ 5 คะแนน = > 100 แผล

4.2.4.2 วิเคราะห์ความต้านทานขององุ่นลูกผสม F_1 ต่อเชื้อ *S. ampelinum* จำนวน 2 ไอโซเลต (Nk4-1 และ Rc2-1)

ทำการคัดเลือกเชื้อ *S. ampelinum* ที่มีระดับความรุนแรงในการก่อโรคสแคบสูงที่สุด และมีพันธุกรรมต่างกันจากการประเมินด้วยเครื่องหมาย RAPD จำนวน 2 ไอโซเลต (Nk4-1 และ Rc2-1) จาก 5 ไอโซเลต เพื่อประเมินความต้านทานโรคสแคบในองุ่นลูกผสม F_1 จำนวนทั้งหมด 133 ลูกผสม สังเกตวันแรกของการปรากฏแผลชัดเจน พบว่าองุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมดปรากฏแผลชัดเจนในวันที่ 2 ของการปลูกเชื้อทั้งสองไอโซเลต เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อ *S. ampelinum* หลังการปลูกเชื้อ 4 วัน พบว่าเชื้อทั้งสองไอโซเลตมีระดับความรุนแรงในการก่อโรคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 มีระดับความรุนแรงในการก่อโรค 3.26 และ 2.96 คะแนน ตามลำดับ

สำหรับความสามารถในการต้านทานโรคสแคบขององุ่นลูกผสม F_1 พบว่าแต่ละลูกผสมมีความสามารถในการต้านทานโรคสแคบได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$; ตารางที่ 24 และ 25) องุ่นลูกผสมระหว่าง Black Queen × Wilcox 321, Black Queen × NY88.0517.01 และ Carolina Black Rose × NY65.0550.04 มีความสามารถในการต้านทานโรค

สแคบได้ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนการเกิดโรค (2.72, 2.53 และ 2.63 คะแนน ตามลำดับ) ส่วนองุ่นลูกผสมระหว่าง Black Queen × NY65.0551.05 มีความสามารถในการต้านทานโรคสแคบน้อยที่สุด (3.69 คะแนน) และจากการทดสอบลูกผสมจำนวนทั้งหมด 133 ลูกผสมของ 12 คู่ผสม ในห้องปฏิบัติการพบ 29 และ 36 ลูกผสมที่มีความต้านทานถึงต้านทานมากต่อโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ตามลำดับ โดยมีเพียง 14 ลูกผสม ที่มีความต้านทานถึงต้านทานมากต่อเชื้อทั้งสองไอโซเลต คิดเป็น 10.5 เปอร์เซ็นต์ขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด (ตารางที่ 25)

ในการเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างองุ่นลูกผสม F_1 กับไอโซเลตของเชื้อ พบว่าองุ่นลูกผสมแต่ละลูกผสมมีความสามารถในการต้านทานเชื้อทั้งสองไอโซเลตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 24 คะแนนการเกิดโรคสแคบเฉลี่ยขององุ่นลูกผสม F_1 ในแต่ละคู่ผสม

คู่ผสม	**จำนวน (ต้น)**	**คะแนนการเกิดโรคสแคบเฉลี่ย**
Black Queen × Wilcox 321	21	2.72 ± 0.13 b[a]
Black Queen × NY88.0517.01	16	2.53 ± 0.32 b
Black Queen × NY65.0550.04	11	3.02 ± 0.05 ab
Black Queen × NY65.0551.05	22	3.69 ± 0.30 a
Carolina Black Rose × Wilcox 321	4	2.94 ± 0.11 ab
Carolina Black Rose × NY88.0517.01	11	3.28 ± 0.10 ab
Carolina Black Rose × NY65.0550.04	9	2.63 ± 0.01 b
Carolina Black Rose × NY65.0551.05	16	3.34 ± 0.25 ab
Early Muscat × NY65.0551.05	9	3.42 ± 0.16 ab
Italia × NY88.0517.01	4	3.08 ± 0.05 ab
Italia × NY65.0550.04	5	3.17 ± 0.11 ab
Italia × NY65.0551.05	5	3.44 ± 0.10 ab

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 1 คะแนน = 0-6 แผล, 2 คะแนน = 7-25 แผล, 3 คะแนน = 26-50 แผล, 4 คะแนน = 51-100 แผล และ 5 คะแนน = > 100 แผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 25 ระดับความต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม F_1 โดยการให้คะแนนการเกิดแผล หลังปลูกเชื้อ 4 วัน

คู่ผสม	ลูกผสม F_1	ไอโซเลต Nk4-1		ไอโซเลต Rc2-1	
		คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน	คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน
Black Queen × Wilcox 321	SUT0411.01	3.20[a]	ต้านทานปานกลาง	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.04	3.20	ต้านทานปานกลาง	2.60	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.06	3.70	อ่อนแอ	1.50	ต้านทาน
	SUT0411.07	2.90	ต้านทานปานกลาง	1.40	ต้านทาน
	SUT0411.09	2.00	ต้านทาน	1.70	ต้านทาน
	SUT0411.12	3.60	อ่อนแอ	1.43	ต้านทาน
	SUT0411.18	2.60	ต้านทานปานกลาง	3.10	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.22	3.00	ต้านทานปานกลาง	5.00	อ่อนแอ
	SUT0411.23	2.10	ต้านทาน	3.50	อ่อนแอ
	SUT0411.28	3.40	ต้านทานปานกลาง	2.80	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.30	1.40	ต้านทาน	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.35	1.20	ต้านทาน	1.90	ต้านทาน
	SUT0411.37	2.10	ต้านทาน	1.30	ต้านทาน
	SUT0411.38	2.56	ต้านทานปานกลาง	1.10	ต้านทาน
	SUT0411.39	2.30	ต้านทาน	1.40	ต้านทาน
	SUT0411.43	2.30	ต้านทาน	3.80	อ่อนแอ
	SUT0411.45	4.60	อ่อนแอ	4.00	อ่อนแอ
	SUT0411.46	3.40	ต้านทานปานกลาง	2.50	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.47	1.00	ต้านทาน	3.70	อ่อนแอ
	SUT0411.50	5.00	อ่อนแอ	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0411.56	4.30	อ่อนแอ	2.71	ต้านทานปานกลาง
Black Queen × NY88.0517.01	SUT0401.06	4.90	อ่อนแอ	2.00	ต้านทาน
	SUT0401.07	1.90	ต้านทาน	1.10	ต้านทาน
	SUT0401.08	4.80	อ่อนแอ	3.20	ต้านทานปานกลาง
	SUT0401.09	1.30	ต้านทาน	3.80	อ่อนแอ
	SUT0401.13	1.70	ต้านทาน	1.70	ต้านทาน
	SUT0401.14	3.86	อ่อนแอ	1.90	ต้านทาน
	SUT0401.15	4.29	อ่อนแอ	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0401.18	1.80	ต้านทาน	2.10	ต้านทาน
	SUT0401.19	2.10	ต้านทาน	1.50	ต้านทาน
	SUT0401.20	3.50	อ่อนแอ	1.40	ต้านทาน
	SUT0401.24	1.60	ต้านทาน	1.40	ต้านทาน
	SUT0401.27	3.10	ต้านทานปานกลาง	3.20	ต้านทานปานกลาง
	SUT0401.29	2.10	ต้านทาน	4.50	อ่อนแอ
	SUT0401.30	2.00	ต้านทาน	1.90	ต้านทาน
	SUT0401.32	1.70	ต้านทาน	1.10	ต้านทาน
	SUT0401.33	5.00	อ่อนแอ	1.60	ต้านทาน

ตารางที่ 25 ระดับความต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม F_1 โดยการให้คะแนนการเกิดแผล หลังปลูกเชื้อ 4 วัน (ต่อ)

คู่ผสม	ลูกผสม F_1	ไอโซเลต Nk4-1		ไอโซเลต Rc2-1	
		คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน	คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน
Black Queen × NY65.0550.04	SUT0402.01	4.50	อ่อนแอ	4.50	อ่อนแอ
	SUT0402.04	1.80	ต้านทาน	3.63	อ่อนแอ
	SUT0402.05	2.80	ต้านทานปานกลาง	2.14	ต้านทาน
	SUT0402.06	2.30	ต้านทาน	4.30	อ่อนแอ
	SUT0402.08	4.40	อ่อนแอ	3.90	อ่อนแอ
	SUT0402.11	3.70	อ่อนแอ	1.50	ต้านทาน
	SUT0402.12	1.60	ต้านทาน	2.20	ต้านทาน
	SUT0402.13	1.00	ต้านทาน	3.20	ต้านทานปานกลาง
	SUT0402.14	3.89	อ่อนแอ	1.20	ต้านทาน
	SUT0402.30	4.20	อ่อนแอ	3.90	อ่อนแอ
	SUT0402.54	2.57	ต้านทานปานกลาง	3.30	ต้านทานปานกลาง
Black Queen × NY65.0551.05	SUT0410.01	2.70	ต้านทานปานกลาง	3.60	อ่อนแอ
	SUT0410.02	4.50	อ่อนแอ	4.30	อ่อนแอ
	SUT0410.03	4.30	อ่อนแอ	3.60	อ่อนแอ
	SUT0410.05	2.86	ต้านทานปานกลาง	4.00	อ่อนแอ
	SUT0410.07	4.13	อ่อนแอ	4.80	อ่อนแอ
	SUT0410.08	4.13	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ
	SUT0410.09	4.40	อ่อนแอ	3.50	อ่อนแอ
	SUT0410.10	4.29	อ่อนแอ	2.33	ต้านทาน
	SUT0410.11	5.00	อ่อนแอ	3.90	อ่อนแอ
	SUT0410.16	2.56	ต้านทานปานกลาง	1.60	ต้านทาน
	SUT0410.17	4.20	อ่อนแอ	2.75	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.18	5.00	อ่อนแอ	2.30	ต้านทาน
	SUT0410.19	3.20	ต้านทานปานกลาง	3.33	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.20	3.50	อ่อนแอ	4.00	อ่อนแอ
	SUT0410.21	3.71	อ่อนแอ	2.00	ต้านทาน
	SUT0410.24	4.38	อ่อนแอ	3.10	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.25	3.90	อ่อนแอ	3.44	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.27	4.90	อ่อนแอ	3.44	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.28	1.70	ต้านทาน	1.90	ต้านทาน
	SUT0410.31	5.00	อ่อนแอ	2.88	ต้านทานปานกลาง
	SUT0410.32	4.43	อ่อนแอ	4.50	อ่อนแอ
	SUT0410.47	5.00	อ่อนแอ	4.38	อ่อนแอ
Carolina Black Rose × Wilcox 321	SUT0403.03	1.80	ต้านทาน	4.00	อ่อนแอ
	SUT0403.06	2.50	ต้านทานปานกลาง	1.80	ต้านทาน
	SUT0403.09	4.00	อ่อนแอ	2.50	ต้านทานปานกลาง
	SUT0403.10	3.00	ต้านทานปานกลาง	3.90	อ่อนแอ

ตารางที่ 25 ระดับความต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม F_1 โดยการให้คะแนนการเกิดแผล หลังปลูกเชื้อ 4 วัน (ต่อ)

คู่ผสม	ลูกผสม F_1	ไอโซเลต Nk4-1		ไอโซเลต Rc2-1	
		คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน	คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน
Carolina Black Rose × NY88.0517.01	SUT0404.01	5.00	อ่อนแอ	3.80	อ่อนแอ
	SUT0404.02	1.30	ต้านทาน	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0404.03	2.80	ต้านทานปานกลาง	2.10	ต้านทาน
	SUT0404.08	3.00	ต้านทานปานกลาง	4.13	อ่อนแอ
	SUT0404.11	4.60	อ่อนแอ	2.20	ต้านทาน
	SUT0404.12	2.44	ต้านทาน	3.30	ต้านทานปานกลาง
	SUT0404.14	3.80	อ่อนแอ	3.10	ต้านทานปานกลาง
	SUT0404.15	4.30	อ่อนแอ	4.20	อ่อนแอ
	SUT0404.21	3.70	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ
	SUT0404.36	4.70	อ่อนแอ	3.20	ต้านทานปานกลาง
	SUT0404.40	1.50	ต้านทาน	1.00	ต้านทาน
Carolina Black Rose × NY65.0550.04	SUT0405.02	1.20	ต้านทาน	2.67	ต้านทานปานกลาง
	SUT0405.03	2.60	ต้านทานปานกลาง	1.30	ต้านทาน
	SUT0405.05	4.60	อ่อนแอ	3.33	ต้านทานปานกลาง
	SUT0405.06	3.30	ต้านทานปานกลาง	4.40	อ่อนแอ
	SUT0405.13	3.67	อ่อนแอ	4.29	อ่อนแอ
	SUT0405.14	1.80	ต้านทาน	2.30	ต้านทาน
	SUT0405.17	4.00	อ่อนแอ	2.20	ต้านทาน
	SUT0405.19	1.10	ต้านทาน	1.10	ต้านทาน
	SUT0405.25	1.50	ต้านทาน	2.00	ต้านทาน
Carolina Black Rose × NY65.0551.05	SUT0406.01	4.20	อ่อนแอ	3.63	อ่อนแอ
	SUT0406.02	1.00	ต้านทาน	1.20	ต้านทาน
	SUT0406.03	3.60	อ่อนแอ	3.75	อ่อนแอ
	SUT0406.04	3.70	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ
	SUT0406.05	2.70	ต้านทานปานกลาง	1.70	ต้านทาน
	SUT0406.07	4.10	อ่อนแอ	3.50	อ่อนแอ
	SUT0406.08	2.80	ต้านทานปานกลาง	3.63	อ่อนแอ
	SUT0406.11	5.00	อ่อนแอ	3.20	ต้านทานปานกลาง
	SUT0406.12	3.90	อ่อนแอ	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0406.18	3.56	อ่อนแอ	2.50	ต้านทานปานกลาง
	SUT0406.20	5.00	อ่อนแอ	3.30	ต้านทานปานกลาง
	SUT0406.21	4.70	อ่อนแอ	1.89	ต้านทาน
	SUT0406.22	3.67	อ่อนแอ	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0406.27	4.10	อ่อนแอ	4.11	อ่อนแอ
	SUT0406.28	1.30	ต้านทาน	1.00	ต้านทาน
	SUT0406.29	4.00	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ

ตารางที่ 25 ระดับความต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม F_1 โดยการให้คะแนนการเกิดแผล หลังปลูกเชื้อ 4 วัน (ต่อ)

คู่ผสม	ลูกผสม F_1	ไอโซเลต Nk4-1		ไอโซเลต Rc2-1	
		คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน	คะแนนแผล	ระดับความต้านทาน
Early Muscat × NY65.0551.05	SUT0412.01	4.90	อ่อนแอ	3.50	อ่อนแอ
	SUT0412.02	4.14	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ
	SUT0412.05	3.70	อ่อนแอ	1.50	ต้านทาน
	SUT0412.06	3.89	อ่อนแอ	1.56	ต้านทาน
	SUT0412.09	2.00	ต้านทาน	2.50	ต้านทานปานกลาง
	SUT0412.10	2.90	ต้านทานปานกลาง	4.20	อ่อนแอ
	SUT0412.15	4.40	อ่อนแอ	3.60	อ่อนแอ
	SUT0412.16	3.33	ต้านทานปานกลาง	4.50	อ่อนแอ
	SUT0412.17	3.00	ต้านทานปานกลาง	3.00	ต้านทานปานกลาง
Italia × NY88.0517.01	SUT0407.03	1.30	ต้านทาน	1.29	ต้านทาน
	SUT0407.06	3.60	อ่อนแอ	4.10	อ่อนแอ
	SUT0407.14	2.70	ต้านทานปานกลาง	2.80	ต้านทานปานกลาง
	SUT0407.17	4.50	อ่อนแอ	4.30	อ่อนแอ
Italia × NY65.0550.04	SUT0408.02	3.60	อ่อนแอ	4.20	อ่อนแอ
	SUT0408.06	1.00	ต้านทาน	2.70	ต้านทานปานกลาง
	SUT0408.12	3.89	อ่อนแอ	3.00	ต้านทานปานกลาง
	SUT0408.15	3.60	อ่อนแอ	2.67	ต้านทานปานกลาง
	SUT0408.18	3.20	ต้านทานปานกลาง	3.83	อ่อนแอ
Italia × NY65.0551.05	SUT0409.03	5.00	อ่อนแอ	4.00	อ่อนแอ
	SUT0409.04	5.00	อ่อนแอ	5.00	อ่อนแอ
	SUT0409.05	1.70	ต้านทาน	1.10	ต้านทาน
	SUT0409.06	1.00	ต้านทาน	4.13	อ่อนแอ
	SUT0409.21	5.00	อ่อนแอ	2.50	ต้านทานปานกลาง

[a] ระดับความต้านทานแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1.0-2.4 คะแนน = ต้านทาน, 2.5-3.4 คะแนน = ต้านทานปานกลาง และ 3.5-5.0 คะแนน = อ่อนแอ

4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

การทดลองนี้ใช้เชื้อ *S. ampelinum* ที่มีความรุนแรงในการก่อโรคสแคบ จำนวน 2 ไอโซเลต (Nk4-1 และ Rc2-1) ประเมินระดับความต้านทานโรคในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยใช้คะแนนการเกิดแผลเปรียบเทียบกับการปล่อยให้เกิดโรคสแคบตามธรรมชาติในสภาพไร่ และให้คะแนนการเกิดแผลโดยใช้องุ่น จำนวน 10 พันธุ์/สายพันธุ์ และองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 24 สายพันธุ์ เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละสภาพ พบว่าเชื้อทั้งสองไอโซเลตมีระดับความรุนแรงในการก่อโรคโรคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 มีระดับความรุนแรงในการก่อโรค 3.69 และ 3.31 คะแนน ตามลำดับ

สำหรับความสามารถในการต้านทานโรคสแคบขององุ่นทั้ง 10 พันธุ์/สายพันธุ์ และลูกผสม F_1 จำนวน 24 สายพันธุ์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีความสามารถในการต้านทานโรคสแคบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยองุ่นลูกผสม SUT0404.40 (Carolina Black Rose × NY88.0517.01) แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้งสองไอโซเลต ส่วนลูกผสม SUT0401.19 (Black Queen × NY88.0517.01) และ SUT0405.02 (Carolina Black Rose × NY65.0550.04) แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้งสองไอโซเลตในระดับต้านทานปานกลาง

และจากการบันทึกผลการทดลองในสภาพไร่เป็นระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2552 พบว่าระดับความต้านทานโรคสแคบในองุ่นทั้ง 3 ปีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ พบว่าการเกิดโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการ (ใช้เชื้อไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1) เปรียบเทียบกับในสภาพไร่ให้ผลในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน เท่ากับ 0.72 และ 0.71; $P \leq 0.01$ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าองุ่นบางสายพันธุ์ที่มีความต้านทานในสภาพไร่แต่อ่อนแอหรือต้านทานปานกลางในสภาพห้องปฏิบัติการ เช่น NY88.0517.01, SUT0413.09 และ SUT0404.11 และจากการทดลองนี้พบว่าองุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 และองุ่นลูกผสม SUT0404.40 เป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานโรคสแคบทั้งสองไอโซเลตมากที่สุด และแสดงความต้านทานโรคสแคบได้ดีในสภาพไร่ (ตารางที่ 26) โดยองุ่นลูกผสม SUT0404.40 (Carolina Black Rose × NY88.0517.01) ซึ่งมีองุ่นที่เป็นแหล่งของยีนต้านทานโรคสแคบในประวัติสายพันธุ์ คือ *V. rupestris*, *V. cinerea*, *V. labrusca*, *V. riparia* และ *V. lincecumii*

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่

พันธุ์/สายพันธุ์	แหล่งพันธุกรรม	สภาพห้องปฏิบัติการ						สภาพไร่		
		Nk4-1[a]			Rc2-1			พ.ศ. 2550-2552		
		คะแนน	อันดับ	ระดับความต้านทาน	คะแนน	อันดับ	ระดับความต้านทาน	คะแนน	อันดับ	ระดับความต้านทาน
Black Queen	*V. vinifera*	4.5 abc	21[b]	S[c]	4.9 ab	33	S	4.8 a	34	S
Carolina Black Rose	*V. vinifera*	4.3 bcd	19	S	4.6 abc	31	S	4.4 ab	30	S
Early Muscat	*V. vinifera*	3.5 fgh	13	S	3.2 ghi	12	M	3.8 a-e	15	S
Italia	*V. vinifera*	5.0 a	32	S	4.2 cd	26	S	4.6 a	33	S
Wilcox 321	Blue Jay × MN 242 (MN 11× Diamond)	1.0 l	1	R	1.2 m	3	R	1.0 g	1	R
NY88.0517.01	Joannes Seyve 23.416 × (*V. rupestris* × *V. cinerea*)	3.1 l	9	M	2.8 ij	11	M	1.1 g	5	R
NY88.0507.01	(Ill. 779-2 (Bertille Seyve 2667 × *V. cinerea*) × Carolina Black Rose) × (Alden × Vanessa)	2.0 j	5	R	1.2 m	3	R	1.8 fg	7	R
NY65.0550.04	(Jaeger 70 (*V. rupestris* × *V. lincecumii*) × Victoria's Choice) × (Seyve Villard 23-18 selfed)	1.3 kl	2	R	1.1 m	1	R	1.0 g	1	R
Illinois 547-1	*V. rupestris* × *V. cinerea*	1.4 k	3	R	1.1 m	1	R	1.0 g	1	R
NY65.0551.05	(Jaeger 70 (*V. rupestris* × *V. lincecumii*) × Victoria's Choice) × Lady Patricia (S.14664 × S.V. 20-365)	4.8 abc	30	S	4.3 bcd	28	S	4.2 abc	22	S
SUT0411.28	Black Queen × Wilcox 321	4.1 def	17	S	3.8 def	19	S	4.4 ab	30	S
SUT0401.08	Black Queen × NY88.0517.01	4.6 abc	24	S	3.7 def	18	S	4.0 a-e	17	S
SUT0401.15	Black Queen × NY88.0517.01	4.5 abc	21	S	3.5 fgh	15	S	4.2 abc	22	S
SUT0401.19	Black Queen × NY88.0517.01	2.6 l	6	M	2.7 jk	9	M	3.0 e	9	M
SUT0410.08	Black Queen × NY65.0551.05	4.6 abc	24	S	5.0 a	34	S	3.9 a-e	16	S
SUT0410.24	Black Queen × NY65.0551.05	4.7 abc	28	S	4.1 def	25	S	4.0 a-e	17	S
SUT0410.31	Black Queen × NY65.0551.05	4.9 ab	31	S	3.2 ijk	12	M	4.0 a-e	17	S
SUT0410.47	Black Queen × NY65.0551.05	5.0 a	32	S	4.7 bcd	32	S	4.4 ab	30	S
SUT0403.09	Carolina Black Rose × Wilcox 321	3.2 h	10	M	2.1 kl	7	R	1.6 fg	6	R
SUT0404.11	Carolina Black Rose × NY88.0517.01	3.4 gh	11	M	2.4 kl	8	R	2.0 f	8	R
SUT0404.15	Carolina Black Rose × NY88.0517.01	4.2 bcd	18	S	3.8 cde	19	S	3.0 de	9	M
SUT0404.40	Carolina Black Rose × NY88.0517.01	1.6 k	4	R	1.6 m	5	R	1.0 g	1	R
SUT0405.02	Carolina Black Rose × NY65.0550.04	2.6 j	6	M	2.7 ijk	9	M	3.3 cde	13	M
SUT0406.01	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	3.4 fgh	11	M	3.9 def	21	S	4.2 abc	22	S
SUT0406.20	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	5.0 a	32	S	4.2 cde	26	S	4.0 a-e	17	S
SUT0406.21	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	4.7 abc	28	S	3.4 hi	14	M	4.3 abc	28	S
SUT0406.27	Carolina Black Rose × NY65.0551.05	4.3 bcd	19	S	4.0 cde	22	S	3.2 b-e	12	M
SUT0412.01	Early Muscat × NY65.0551.05	4.5 abc	21	S	4.0 cde	22	S	4.2 abc	22	S
SUT0412.05	Early Muscat × NY65.0551.05	3.6 fgh	14	S	2.0 l	6	R	4.2 abc	22	S
SUT0412.15	Early Muscat × NY65.0551.05	3.7 def	15	S	3.5 efg	15	S	4.2 abc	22	S
SUT0407.06	Italia × NY88.0517.01	2.6 i	6	M	3.6 efg	17	S	3.3 b-e	13	M
SUT0408.02	Italia × NY65.0550.04	3.8 efg	16	S	4.0 cde	22	S	3.1 de	11	M
SUT0409.03	Italia × NY65.0551.05	4.6 abc	24	S	4.3 cde	28	S	4.3 abc	28	S
SUT0409.04	Italia × NY65.0551.05	4.6 abc	24	S	4.5 abc	30	S	4.1 a-e	21	S

[a] เชื้อรา *Sphaceloma ampelinum* ไอโซเลต Nk-1 จาก จ.นครราชสีมา และ Rc2-1 จาก จ.ราชบุรี

[b] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ± S.E. ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ที่ 0.05 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

[c] ระดับความต้านทานแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1.0-2.4 คะแนน = ต้านทาน (R), 2.5-3.4 คะแนน = ต้านทานปากกลาง (M) และ 3.5-5.0 คะแนน = อ่อนแอ (S)

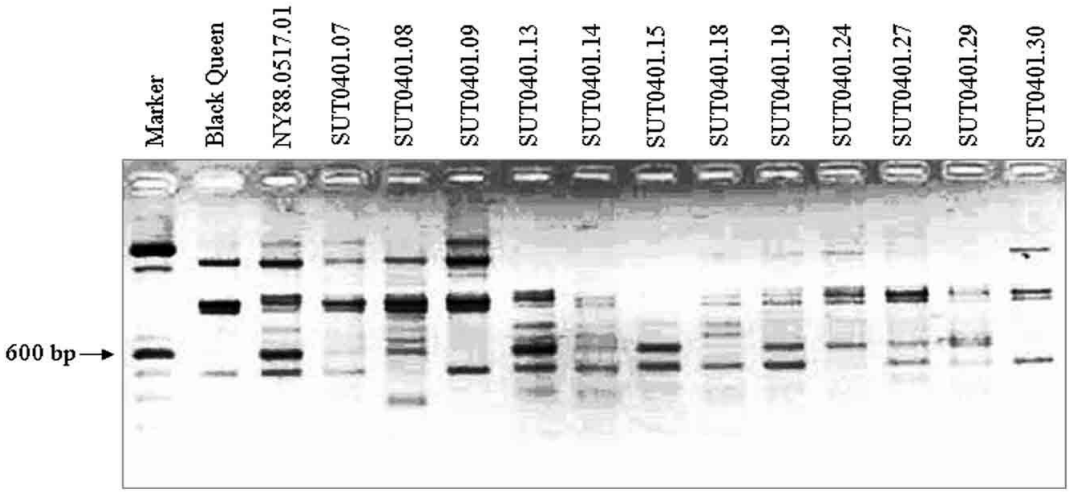
ส่วนที่ 2 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RAPD กับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่น

จากการใช้เครื่องหมาย RAPD จำนวน 3 เครื่องหมาย ได้แก่ OPJ13-300, OPV02-600 และ OPS03-1,300 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอองุ่นพันธุ์ต้านทาน จำนวน 6 สายพันธุ์ (Wilcox 321, NY88.0517.01, NY88.0507.01, NY65.0550.04, Illinois 547-1 และ NY65.0551.05) องุ่นพันธุ์อ่อนแอ จำนวน 3 พันธุ์ (Black Queen, Carolina Black Rose และ Italia) และพันธุ์ต้านทานปานกลาง จำนวน 1 พันธุ์ (Early Muscat) พบเครื่องหมาย OPV02-600 เป็นเครื่องหมายเดียวที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 600 bp ในองุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY88.0517.01, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 จึงนำมาทดสอบกับองุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด 4 คู่ผสม ได้แก่ Black Queen × Wilcox 321, Black Queen × NY88.0517.01, Carolina Black Rose × NY88.0517.01 (ภาพที่ 12) และ Carolina Black Rose × NY65.0550.04 จำนวน 47 ลูกผสม ซึ่งปลูกเชื้อโดยใช้ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ที่มีความรุนแรงในการก่อโรคสูงที่สุด เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย OPV02-600 กับยีนต้านทานโรคสแคบด้วยสมการเส้นตรง simple linear regression พบว่าเครื่องหมาย OPV02-600 ไม่มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่นลูกผสม F_1 ที่ปลูกเชื้อด้วยไอโซเลต Nk4-1 (R^2 = 0.000-0.254) และไอโซเลต Rc2-1 (R^2 = 0.005-0.022) ทั้ง 4 คู่ผสม (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างเครื่องหมาย OPV02-600 กับยีนต้านทานโรคสแคบในองุ่นลูกผสม F_1

คู่ผสม	จำนวน (ต้น)	ไอโซเลต Nk4-1				ไอโซเลต Rc2-1			
		Beta	*t*-value	*P*-value	R^2	Beta	*t*-value	*P*-value	R^2
Black Queen × Wilcox 321	16	0.011	0.043	0.966	0.000	0.068	0.254	0.803	0.005
Black Queen × NY88.0517.01	12	0.504	1.844	0.095	0.254	0.150	0.479	0.642	0.022
Carolina Black Rose × NY88.0517.01	11	0.339	1.080	0.308	0.115	-0.125	-0.379	0.714	0.016
Carolina Black Rose × NY65.0550.04	8	-0.217	-0.544	0.606	0.047	-0.134	-0.330	0.752	0.018



ภาพที่ 12 แถบดีเอ็นเอองุ่นลูกผสมระหว่าง Carolina Black Rose × NY88.0517.01 จำนวน 12 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อแม่ ที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ OPV02-600; marker = 100 bp DNA ladder บนเจล agarose ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่น

การทดลองนี้ใช้เชื้อ *P. viticola* สาเหตุโรคราน้ำค้าง และเชื้อ *S. ampelinum* สาเหตุโรคสแคบ จำนวน 2 ไอโซเลต (Nk4-1 และ Rc2-1) ส่วนเครื่องหมาย RGA-SSCP พัฒนามาจาก RGAs ขององุ่นพันธุ์ Black Queen จำนวน 1 โคลน (rgVvinBQ_47) และ RGAs ขององุ่นสายพันธุ์ NY88.0507.01 จำนวน 5 โคลน (rgVhybNY507_11, rgVhybNY507_17, rgVhybNY507_28, rgVhybNY507_90 และ rgVhybNY507_92) ทำการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับยีนต้านทานโรคทั้งสองในองุ่นลูกผสม F_1 ทั้งหมด 7 คู่ผสม ได้แก่ Black Queen × Wilcox 321, Black Queen × NY88. 0517.01, Black Queen × NY65.0550.04, Black Queen × NY 65.0551.05, Carolina Black Rose × NY88.0517.01, Carolina Black Rose × NY65.0550.04 และ Carolina Black Rose × NY65.0551.05 จำนวน 71 สายพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ rgVvinBQ_47, rgVhybNY 507_11, rgVhyb-NY507_17, rgVhybNY507_28, rgVhybNY507_90 และ rgVhybNY 507_92 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแล้วตัดด้วยเอนไซม์ *Alu*I, *Taq*I, *Apo*I, *EcoR*I, *Mbo*II และ *Hinf*I พบว่าได้ท่อนดีเอ็นเอที่มีขนาด (77, 137), (123, 193), (160, 306), (100, 110), (180, 94) และ (268, 166) bp ตามลำดับ (ตารางที่ 28) เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของดีเอ็นเอสายเดี่ยวด้วยเจล acrylamide ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีเครื่องหมาย RGA-SSCP ที่แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์พ่อแม่ จำนวนทั้งหมด 13 เครื่องหมาย ได้แก่ BQ47_1, BQ47_2, BQ47_3, NY11_1, NY17_1, NY28_1, NY28_2, NY28_3, NY90_1, NY92_1, NY92_2, NY92_3 และNY92_4 โดยใช้ไพรเมอร์ rgVvinBQ_47, rgVhybNY-507_11, rgVhybNY507_17, rgVhybNY507_28, rgVhybNY507_90 และ rgVhybNY507_92

ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคทั้งสองโดยใช้สมการเส้นตรง simple linear regression พบว่าค่าทางฟีโนไทป์ (phenotypic value) ของแต่ละลักษณะต้านทานโรค (ราน้ำค้าง และสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1) แตกต่างกัน ซึ่งค่าเบต้า, *t*-test, *P*-value และ R^2 แสดงไว้ในตารางที่ 29 โดยเครื่องหมาย RGA-SSCP จำนวน 4 เครื่องหมาย มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างหรือสแคบ โดยเครื่องหมาย NY28_1 สัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้าง และเครื่องหมาย NY92_1-3 สัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 ซึ่งเครื่องหมาย NY28_1 แสดงความสัมพันธ์ทางลบ (R^2 = 0.522) กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างในองุ่นลูกผสม Carolina Black Rose × NY65.0550.04 ซึ่งเครื่องหมายนี้แสดงนัยสำคัญทางสถิติ (*t* = -2.765, *P* = 0.028) และมีค่า standardized beta coefficient สูง (-0.722) (ภาพที่ 13)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเครื่องหมาย RGA-SSCP อีก 3 เครื่องหมาย (NY92_1-3) ที่สัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 พบว่าเครื่องหมาย NY92_1 และ NY92_3 กับยีนต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 มีความสัมพันธ์กันทางบวกในองุ่นลูกผสม Carolina Black Rose × NY65.0550.04 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (NY92_1; *t* = 4.776, *P* = 0.003) และมีนัยสำคัญทางสถิติ (NY92_3; *t* = 2.906, *P* = 0.027) โดยมีค่า R^2 = 0.792 และ 0.585 ตามลำดับ ซึ่งเครื่องหมายทั้งสองนี้แสดงความสัมพันธ์กับยีนอ่อนแอต่อโรคสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 เนื่องจากเครื่องหมาย NY92_1 มีสหสัมพันธ์สูงกับเครื่องหมาย NY92_3 (r = 0.745, *P* = 0.017) จึงสามารถเลือกใช้เครื่องหมาย NY92_1 เพียงเครื่องหมายเดียวในการประเมิน เนื่องจากมีค่า R^2 สูงกว่าเครื่องหมาย NY92_3 ส่วนเครื่องหมาย NY92_2 แสดงความสัมพันธ์ทางลบกับยีนต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Rc2-1 ในองุ่นลูกผสม Black Queen × NY65.0550.04 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (R^2 = 0.638; *t* = -3.249, *P* = 0.017) และมีค่า standardized beta coefficient สูงถึง -0.799 แสดงว่าเครื่องหมายนี้มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคสแคบ ไอโซเลต Rc2-1 (ภาพที่ 14)

จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เครื่องหมาย RGA-SSCP มีประสิทธิภาพในการประเมินยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบขององุ่นในระยะแรก โดยยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 สามารถประเมินโดยใช้เครื่องหมาย RGA-SSCP จำนวน 3 เครื่องหมาย (NY28_1, NY92_1 และ NY92_2) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนทางฟีโนไทป์ (phenotypic variance) ของแต่ละเครื่องหมาย (R^2) เท่ากับ 52.2, 79.2 และ 63.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคทั้งสอง พบว่าเกิดขึ้นในองุ่นลูกผสม F_1 ที่มีองุ่นสายพันธุ์ NY65.0550.04 เป็นพันธุ์พ่อ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีองุ่น *V. rupestris*, *V. lincecumii*, *V. labrusca* และ *V. riparia* ในประวัติสายพันธุ์ (pedigree) ซึ่งมีรายงานว่าองุ่นที่มียีนต้านทานโรคราน้ำค้าง ได้แก่ *V. amurensis*, *V. cinerea, V. labrusca*, *V. rotundifolia*, *V riparia* and *V. rupestris* (Reisch and Pratt, 1996; Brown and Moore, 1999) และองุ่นที่มียีน

ต้านทานโรคสแคบ ได้แก่ *V. champini*, *V. rupestris*, *V. simpsoni*, *V. shuttleworthii*, *V. labrusca*, *V. smalliana*, *V. rotundifolia*, *V. tiliafolia, V. vulpina* and *V. munsoniana* (Mortensen, 1981)

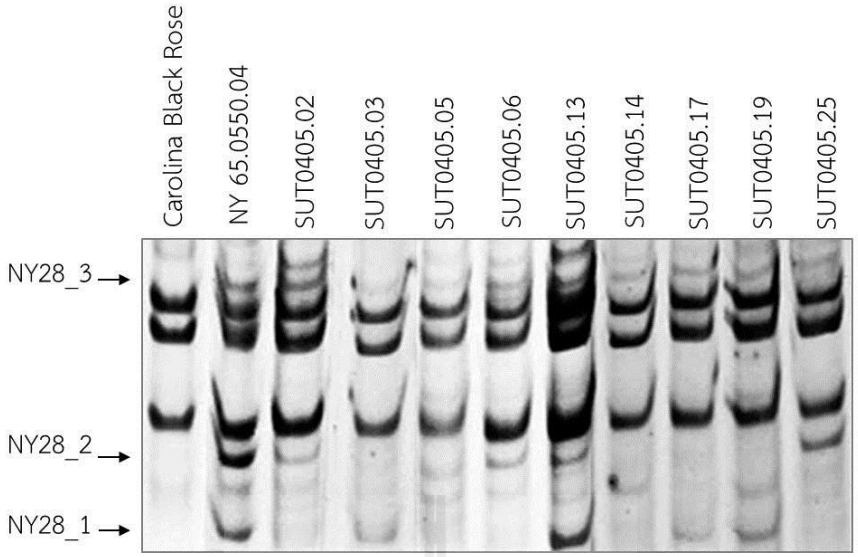
นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างที่มีรายงานว่าสัมพันธ์กัน จำนวน 3 เครื่องหมาย ได้แก่ stkVa011, rgVamu085 (Di Gaspero and Cipriani, 2003) และ rgVcin165 (Mahanil, 2007) แต่เครื่องหมายทั้งสามชนิดไม่มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างในประชากรองุ่นเหล่านี้

ตารางที่ 28 ไพรเมอร์, อุณหภูมิ annealing และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ในการวิเคราะห์ RGA-SSCP

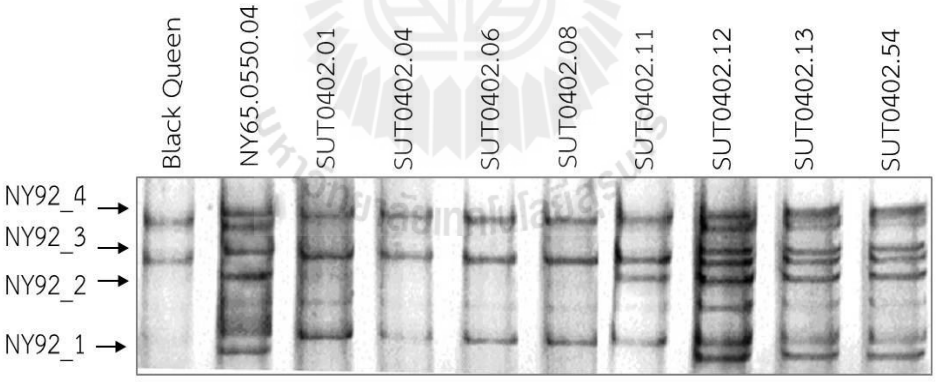
ไพรเมอร์	**ลำดับเบส (5' to 3')**	**อุณหภูมิ annealing (°ซ)**	**เอนไซม์ตัดจำเพาะ**	**ขนาด PCR products (bp)**
rgVvinBQ_47	F: CATTCAAAAATCGCGTTGTA	63	*Alu*I	77, 137
	R: GAAATGGTTCTCCGTCAGTG			
rgVhybNY507_11	F: AGTTGAACAGCTTCCCCTGT	45	*Apo*I	123, 193
	R: TCCGAAAACTGAGGTTTGCT			
rgVhybNY507_17	F: TCTCCCTGCTTTCCTGCCAAAC	58	*Eco*RI	160, 306
	R: GGTGGGTGCAAATGCTCACAGA			
rgVhybNY507_28	F: GAGGCCATTAGCATCCTCTA	50	*Mbo*II	100, 110
	R: GATTGGTAGCAGGCAAAAAG			
rgVhybNY507_90	F: TCTCCGTCCCTAATTTCTCC	58	*Taq*I	180, 94
	R: CGTAATTTCCTGAGCACCAA			
rgVhybNY507_92	F: GGAGGCCGTCACACTCTTTG	62	*Hin*fI	268, 166
	R: GGTTGGGTTGACGCAGTGAT			

ตารางที่ 29 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่นลูกผสม F_1

คู่ผสม	เครื่องหมาย	จำนวน (ต้น)	โรคราน้ำค้าง				โรคสแคบ (ไอโซเลต Nk4-1)				โรคสแคบ (ไอโซเลต Rc2-1)			
			Beta	*t*-value	*P*-value	R^2	Beta	*t*-value	*P*-value	R^2	Beta	*t*-value	*P*-value	R^2
Black Queen × Wilcox 321	BQ47_1	12	-0.569	-2.186	0.054	0.323	-0.253	-0.828	0.427	0.064	-0.355	-1.202	0.257	0.126
	NY90_1	9	-0.333	-0.934	0.382	0.111	-0.247	-0.673	0.523	0.061	-0.532	-1.663	0.140	0.283
Black Queen × NY88.0517.01	BQ47_1	11	-0.393	-1.283	0.232	0.155	-0.488	-1.677	0.128	0.238	-0.491	-1.691	0.125	0.241
	BQ47_2	11	-0.296	-0.930	0.377	0.088	-0.248	-0.768	0.462	0.061	-0.372	-1.202	0.260	0.138
	BQ47_3	11	0.102	0.309	0.765	0.010	-0.218	-0.672	0.519	0.048	0.184	0.563	0.587	0.034
	NY11_1	9	-0.335	-0.940	0.378	0.112	-0.179	-0.482	0.644	0.032	-0.110	-0.293	0.778	0.012
	NY90_1	12	-0.237	-0.772	0.458	0.056	0.122	0.387	0.707	0.015	-0.420	-1.463	0.174	0.176
Black Queen × NY65.0550.04	BQ47_1	7	-0.260	-0.602	0.573	0.068	-0.609	-1.718	0.147	0.371	-0.225	-0.515	0.628	0.050
	NY90_1	9	-0.153	-0.410	0.694	0.023	0.528	1.647	0.144	0.279	-0.005	-0.014	0.989	0.000
	NY92_1	8	-0.530	-1.532	0.177	0.281	-0.634	-2.006	0.092	0.401	-0.336	-0.874	0.416	0.113
	NY92_2	8	-0.313	-0.807	0.451	0.098	-0.418	-1.127	0.303	0.175	**-0.799**	**-3.249**	**0.017**	**0.638**
	NY92_3	8	-0.530	-1.532	0.177	0.281	-0.634	-2.006	0.092	0.401	-0.336	-0.874	0.416	0.113
	NY92_4	8	-0.530	-1.532	0.177	0.281	-0.634	-2.006	0.092	0.401	-0.336	-0.874	0.416	0.113
Black Queen × NY65.0551.05	NY90_1	9	-0.235	-0.639	0.543	0.055	0.632	2.159	0.068	0.400	-0.199	-0.537	0.608	0.040
Carolina Black Rose × NY88.0517.01	NY28_1	10	-0.389	-1.194	0.267	0.151	-0.265	-0.778	0.459	0.070	-0.529	-1.762	0.116	0.280
Carolina Black Rose × NY65.0550.04	NY28_1	9	**-0.722**	**-2.765**	**0.028**	**0.522**	0.146	0.391	0.707	0.021	-0.320	-0.893	0.401	0.102
	NY28_2	9	0.153	0.411	0.694	0.024	-0.162	-0.436	0.676	0.026	0.577	1.869	0.104	0.333
	NY28_3	9	0.227	0.616	0.557	0.051	0.012	0.031	0.976	0.000	0.419	1.221	0.262	0.176
	NY92_1	8	0.304	0.781	0.464	0.092	**0.890**	**4.776**	**0.003**	**0.792**	0.451	1.239	0.262	0.204
	NY92_2	8	0.299	0.767	0.472	0.089	0.516	1.475	0.191	0.266	0.521	1.497	0.185	0.272
	NY92_3	8	0.314	0.811	0.448	0.099	**0.765**	**2.906**	**0.027**	**0.585**	0.405	1.086	0.319	0.164
Carolina Black Rose × NY65.0551.05	NY17_1	10	0.411	1.274	0.239	0.169	-0.384	-1.175	0.274	0.147	0.103	0.293	0.777	0.011



ภาพที่ 13 แถบดีเอ็นเอองุ่นลูกผสมระหว่าง Carolina Black Rose × NY65.0550.04 จำนวน 9 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อแม่ บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ rgVhybNY507_28 และตัดด้วยเอนไซม์ *Mbo*II



ภาพที่ 14 แถบดีเอ็นเอองุ่นลูกผสมระหว่าง Black Queen × NY65.0550.04 จำนวน 8 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อแม่ บนเจล acrylamide ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วย ไพรเมอร์ rgVhybNY507_92 และตัดด้วยเอนไซม์ *Hin*fI

ส่วนที่ 3 การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลเบื้องต้นขององุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ จากวิธีขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งและติดตา โดยจัดทรีตเมนท์แบบแฟกตอเรียล และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) การวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ (1) วิเคราะห์วิธีขยายพันธุ์กับองุ่นพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 7 พันธุ์/สายพันธุ์ (2) วิเคราะห์วิธีขยายพันธุ์กับองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ และ (3) วิเคราะห์วิธีขยายพันธุ์กับองุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 ในแต่ละคู่ผสม ซึ่งจากการวิเคราะห์วิธีขยายพันธุ์กับองุ่นพันธุ์พ่อแม่ พบว่าวิธีขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีไม่มีอิทธิพลต่อขนาดผล จำนวนผล/ช่อ น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และคุณภาพผล ($P > 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อจำนวนช่อ และน้ำหนักช่ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) รวมทั้งมีอิทธิพลต่อวันสุกแก่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่าวิธีการติดตาทำให้ลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่ดีกว่าวิธีการตอนกิ่ง (ตารางที่ 30 และ 31) เมื่อพิจารณาที่องุ่นพันธุ์พ่อแม่ พบว่าองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้นจำนวนช่อ โดยองุ่นพันธุ์ Black Queen มีลักษณะดังกล่าวดีที่สุด อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถสรุปลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321 ได้เนื่องจากไม่ออกดอกและติดผล (ตารางที่ 30 และ 32) และจากการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีขยายพันธุ์และพันธุ์องุ่น พบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อจำนวนผลต่อช่ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยวิธีการติดตาทำให้องุ่นพันธุ์ Carolina Black Rose มีจำนวนผลต่อช่อมากกว่าวิธีการตอนกิ่ง 78.51 และ 75.81 ผล ตามลำดับ ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์อื่นให้จำนวนผลต่อช่อเท่ากันในทั้งสองวิธีขยายพันธุ์ (ตารางที่ 30 และ 33)

ส่วนการวิเคราะห์วิธีขยายพันธุ์กับองุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์ พบว่าวิธีขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีไม่มีผลต่อจำนวนช่อ จำนวนผล/ช่อ น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และคุณภาพผล ($P > 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อวันสุกแก่ ขนาดผล และน้ำหนักช่ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าวิธีการติดตาทำให้ลักษณะทางการเกษตรส่วนใหญ่ดีกว่าวิธีการตอนกิ่งเช่นเดียวกับพันธุ์พ่อแม่ (ตารางที่ 34 และ 35) เมื่อพิจารณาระหว่างองุ่นลูกผสม F_1 พบว่าลูกผสมแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ตัวอย่างเช่น องุ่นลูกผสม SUT0401.15 และ SUT0403.09 มีจำนวนผลต่อช่อมากและน้อยที่สุด (59.61 และ 35.79 ผล ตามลำดับ) และจากการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีขยายพันธุ์และพันธุ์/สายพันธุ์องุ่น พบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อน้ำหนักช่ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยวิธีการติดตาทำให้องุ่นลูกผสม F_1 ส่วนใหญ่มีน้ำหนักช่อมากกว่าวิธีการตอนกิ่ง 92.53 และ 90.52 กรัม ตามลำดับ ยกเว้น SUT0401.32, SUT0406.09, SUT0407.06 และ SUT0412.16 ซึ่งให้น้ำหนักช่อไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างวิธีขยายพันธุ์ทั้งสอง (ตารางที่ 34 และ 37)

เมื่อพิจารณาวิธีขยายพันธุ์กับองุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 ในแต่ละคู่ผสม จำนวน 9 คู่ผสม พบว่าวิธีขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนช่อ น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และคุณภาพผล ($P > 0.05$) ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์องุ่นมีอิทธิพลต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) หรืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น น้ำหนักผล จำนวนช่อ และจำนวนเมล็ดในบางคู่ผสม เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีขยายพันธุ์และพันธุ์/สายพันธุ์องุ่น พบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักช่ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในทุกคู่ผสม ยกเว้น คู่ผสม Carolina Black Rose × NY65.0551.05 และ Italia × NY88.0517.01 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) และในบางคู่ผสมพบอิทธิพลร่วมต่อจำนวนผลต่อช่อ pH และ TSS/TA ด้วย (ตารางที่ 38-73) และจากการเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลระหว่างองุ่นพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม F_1 พบว่าองุ่นลูกผสม F_1 ส่วนใหญ่มีลักษณะดังกล่าวอยู่ในช่วงพิสัยของพันธุ์พ่อแม่ นอกจากนี้ เมื่อศึกษาความดีเด่นของลักษณะ (heterosis) ในลูกผสม F_1 โดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ พบว่าลูกผสม F_1 เกือบทุกคู่ผสม ยกเว้น คู่ผสม Carolina Black Rose × Wilcox 321 ซึ่งไม่สามารถคำนวณความดีเด่นของลักษณะ มีค่าความดีเด่นของลักษณะวันสุกแก่ จำนวนเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด ดีกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการรับประทานผลสด อย่างไรก็ตาม ลูกผสมเหล่านี้ยังมีค่าความดีเด่นของลักษณะจำนวนช่อ จำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักช่อ และ °Brix ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ ส่วนลูกผสมที่น่าใจในการพัฒนาเป็นองุ่นรับประทานผลสด คือ ลูกผสม SUT0407 ซึ่งเกิดจาก Italia × NY88.0517.01 เนื่องจากมีความดีเด่นของลักษณะวันสุกแก่ ขนาดผล น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด และคุณภาพผลดีกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ แต่จำเป็นต้องใช้จำนวนลูกผสม SUT0407 มากกว่านี้ (ตารางที่ 68) ซึ่งผลการทดลองทั้ง 3 ส่วนนี้ทำให้ทราบว่าวิธีการขยายพันธุ์โดยการติดตาทำให้ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลส่วนใหญ่ดีกว่าการตอนกิ่ง ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับความสามารถทางพันธุกรรมของพันธุ์/สายพันธุ์องุ่นนั้น ๆ ในการหาน้ำ ธาตุอาหารในดิน หรือปัจจัยอื่น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล วิธีการติดตาให้ค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าการตอนกิ่ง เช่น น้ำหนักช่อมีค่าอัตราพันธุกรรม 117.69 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การตอนกิ่งมีค่า 106.28 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักผลมีค่าอัตราพันธุกรรม 84.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการตอนกิ่งมีค่า 60.87 เปอร์เซ็นต์ และ TA มีค่าอัตราพันธุกรรม 100 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การตอนกิ่งมีค่า 92.31 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งทำให้องุ่นมีการถ่ายทอดปริมาณน้ำตาลได้ดีขึ้น โดยการติดตาทำให้อัตราพันธุกรรมของ °Brix เท่ากับ 34.75 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การตอนกิ่งเท่ากับ 12.75 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าพันธุกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งในการบ่งชี้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาขององุ่น เช่น การถ่ายทอดลักษณะปริมาณน้ำตาลและกรดในผลองุ่น (*V. vinifera*) (Liu et al., 2007) แต่ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตองุ่นส่วนใหญ่ยังขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความเข้มข้นของธาตุอาหารในก้านใบ (petiole) รวมทั้งการจัดการสวนองุ่นด้วย (Yogeeshappa, 2007) และจากการพิจารณาเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

กับความต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบขององุ่น พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเนื่องจากองุ่นพันธุ์พ่อที่ต้านทานโรคราน้ำค้าง/สแคบ (NY88.0517.01 และ NY65.0550.04) มีขนาดช่อผล จำนวนผลต่อช่อ และมีขนาดเมล็ดเล็กกว่าองุ่นพันธุ์แม่ แต่องุ่นลูกผสม F_1 ที่ค่อนข้างต้านทานถึงต้านทาน มีลักษณะดังกล่าวอยู่ในช่วงพิสัยขององุ่นพันธุ์พ่อแม่ สอดคล้องกับ Ramming et al. (2009) ซึ่งรายงานว่าความต้านทานโรค Pierce's ขององุ่นไม่เกี่ยวข้องกับการมีขนาดช่อและขนาดผลเล็ก หรือมีขนาดเมล็ดใหญ่ โดยพบว่าองุ่นลูกผสมที่ต้านทานโรคนี้มีขนาดผลใหญ่กว่าพันธุ์พ่อที่ต้านทาน

และเมื่อพิจารณาเพิ่มเติมโดยการเปรียบเทียบระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ ลักษณะทางการเกษตร และคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 ทั้ง 18 สายพันธุ์กับองุ่นพันธุ์แม่ พบว่าองุ่นลูกผสม SUT0403.09 และ SUT0404.11 แสดงความต้านทานทั้งสองโรคในระดับค่อนข้างต้านทานถึงต้านทาน และองุ่นทุกพันธุ์/สายพันธุ์มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) โดยองุ่นพันธุ์ Black Queen มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลดีที่สุดเกือบทุกลักษณะ ส่วนลูกผสมที่น่าสนใจซึ่งมีค่า TSS/TA อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ขององุ่นรับประทานผลสด (20.00-35.00) มีจำนวน 6 สายพันธุ์ คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ขององุ่นลูกผสมทั้งหมด คือ SUT0403.09, SUT0405.02, SUT0406.09, SUT0412.01, SUT0407.06 และ SUT0409.03 โดยมีค่า TSS/TA เท่ากับ 22.92, 22.33, 22.09, 22.32, 24.54 และ 28.01 ตามลำดับ (ตารางที่ 74) โดยเฉพาะอย่างยิ่งองุ่นลูกผสม SUT0403.09 เพราะแสดงความต้านทานทั้งโรคราน้ำค้างและสแคบด้วย นอกจากลูกผสมที่กล่าวมาแล้ว ในขณะนี้ยังมีลูกผสมที่กำลังอยู่ในระหว่างรอการเก็บเกี่ยว ประเมินโรคสแคบในสภาพไร่ และวิเคราะห์ผลลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลอีก 15 สายพันธุ์ รวมทั้งองุ่นลูกผสม SUT0404.40 ที่ต้านทานโรคสแคบในระดับสูง จึงไม่อาจรายงานผลในครั้งนี้ได้ เนื่องจากสิ้นสุดระยะการวิจัยแล้ว อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยต่อจนจบ แม้ว่าจะสิ้นสุดระยะการวิจัยแล้วก็ตาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 30 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	*	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.46	11.84	10.82	22.82	2.21	0.88	40.70	18.30	12.64	1.79	5.48	8.07	2.98

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 31 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	101.86 b[a]	12.27	13.63	6.01 b	67.56	164.28 b	2.37	4.10	5.83	2.51	15.86	0.79	24.11
ติดตา	102.77 a	12.95	13.98	7.08 a	67.68	174.14 a	2.51	4.03	5.93	2.50	15.86	0.78	24.28
ค่าเฉลี่ย	102.32	12.61	13.81	6.55	67.62	169.21	2.44	4.07	5.88	2.51	15.86	0.79	24.20

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 32 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Black Queen	108.08 b[a]	16.61 a	19.49 a	6.68	84.24 a	301.25 a	3.77 a	4.54 a	9.61 a	2.85 a	17.20 b	0.57 d	31.31 b
Carolina Black Rose	96.03 f	15.85 a	18.25 a	6.59	77.16 b	259.26 b	3.54 b	4.24 a	7.48 b	2.77 b	17.20 b	0.57 d	30.38 c
Early Muscat	91.81 g	11.86 c	11.53 c	6.68	69.47 d	165.74 e	2.52 c	3.40 b	5.78 c	2.58 c	16.80 b	0.54 d	31.05 b
Italia	98.64 e	13.78 b	16.71 b	6.68	71.51 c	188.89 c	2.75 bc	3.06 b	6.37 c	2.76 b	18.32 a	0.56 d	32.18 a
NY88.0517.01	102.26 d	8.85 d	8.86 d	6.58	46.44 e	44.53 f	1.00 d	4.44 a	3.52 e	2.05 e	12.80 d	1.35 a	9.60 f
NY65.0550.04	104.47 c	9.51 d	9.57 d	6.78	46.72 e	43.67 f	0.99 d	4.54 a	3.78 e	2.09 e	13.40 d	1.25 b	10.69 e
NY65.0551.05	114.91 a	11.80 c	12.21 c	5.80	77.79 b	181.14 d	2.47 c	4.14 a	4.54 d	2.34 d	15.20 c	0.64 c	24.07 d
ค่าเฉลี่ย	102.31	12.61	13.80	6.54	67.62	169.21	2.43	4.06	5.87	2.49	15.85	0.78	24.18
พิสัย	91.81-114.91	8.85-16.61	8.86-19.49	5.80-6.78	46.44-84.24	43.67-301.25	0.99-3.77	3.06-4.54	3.52-9.61	2.05-2.85	12.80-18.32	0.54-1.35	9.60-32.18

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 33 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

วิธีขยายพันธุ์	พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
		วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	Black Queen	107.60	16.35	19.56	6.20	83.83 a[a]	294.87	3.71	4.53	9.53	2.83	17.20	0.57	32.07
	Carolina Black Rose	95.60	15.43	18.07	5.80	75.81 c	245.96	3.43	4.23	7.53	2.79	17.20	0.57	30.08
	Early Muscat	91.40	11.38	11.56	5.80	70.05 e	159.87	2.40	3.42	5.71	2.58	16.80	0.54	30.92
	Italia	98.20	13.22	16.30	6.00	72.43 d	187.59	2.72	3.23	6.21	2.79	18.32	0.56	32.13
	NY88.0517.01	101.80	8.65	8.54	6.20	46.38 f	43.11	0.98	4.58	3.45	2.06	12.80	1.35	9.54
	NY65.0550.04	104.00	9.30	9.49	6.60	46.70 f	42.61	0.97	4.59	3.82	2.09	13.40	1.25	10.71
	NY65.0551.05	114.40	11.54	11.87	5.60	77.71 b	175.96	2.40	4.12	4.54	2.32	15.20	0.65	23.26
ค่าเฉลี่ย		101.86	12.27	13.63	6.03	67.56	164.28	2.37	4.10	5.83	2.49	15.85	0.78	24.10
ติดตา	Black Queen	108.57	16.86	19.42	7.20	84.64 a	307.63	3.83	4.55	9.69	2.87	17.20	0.57	30.54
	Carolina Black Rose	96.46	16.27	18.43	7.40	78.51 b	272.57	3.66	4.24	7.43	2.75	17.20	0.56	30.68
	Early Muscat	92.22	12.34	11.51	7.60	68.90 e	171.61	2.64	3.39	5.85	2.58	16.80	0.54	31.19
	Italia	99.08	14.35	17.12	7.60	70.60 de	190.18	2.78	2.97	6.61	2.73	18.32	0.57	32.22
	NY88.0517.01	102.72	9.05	9.17	7.20	46.51 f	45.95	1.03	4.30	3.59	2.05	12.80	1.35	9.66
	NY65.0550.04	104.94	9.73	9.65	7.00	46.75 f	44.74	1.01	4.50	3.75	2.08	13.40	1.26	10.67
	NY65.0551.05	115.43	12.07	12.54	6.00	77.86 b	186.31	2.54	4.15	4.55	2.35	15.20	0.62	24.89
ค่าเฉลี่ย		102.77	12.95	13.98	7.14	67.68	174.14	2.50	4.01	5.92	2.49	15.85	0.78	24.26

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 34 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.72	7.00	6.72	15.16	1.76	9.21	41.78	21.89	19.15	2.29	6.22	8.27	4.44

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 35 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จำนวน 18 สายพันธุ์

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	102.20 b[a]	11.83 b	12.19 b	5.56	48.02	90.52 b	2.00	3.88	4.39	2.40	14.86	0.85	18.90
ติดตา	103.12 a	12.38 a	13.04 a	5.62	48.04	92.93 a	2.05	3.86	4.46	2.39	14.91	0.86	18.94
เฉลี่ย	102.66	12.11	12.62	5.59	48.03	91.73	2.03	3.87	4.43	2.40	14.89	0.86	18.92

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 36 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา จำนวน 18 สายพันธุ์

ลูกผสม F_1	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
SUT0401.15	105.07 d[a]	11.62 ef	11.70 f	6.20 a	59.61 a	96.42 i	1.71 d	4.34 abc	4.95 cd	2.28 g	14.60 def	1.17 c	12.50 h
SUT0401.32	104.27 e	12.65 bcd	11.55 fg	5.10 bcd	50.41 e	77.53 l	1.62 de	4.43 ab	4.25 de	2.16 h	14.80 c-f	1.15 c	12.87 h
SUT0401.33	106.08 c	11.85 de	12.00 e	5.50 abc	56.46 c	91.44 j	1.70 d	4.38 abc	3.49 fgh	2.35 f	14.60 def	1.34 a	10.89 i
SUT0403.09	116.36 a	13.12 bc	13.05 d	5.70 ab	35.79 m	98.10 h	3.02 a	3.65 b-e	6.00 b	2.61 b	16.40 a	0.80 e	21.12 cd
SUT0404.08	97.64 gh	9.11 g	8.85 h	5.80 ab	38.26 k	30.61 p	0.85 e	3.81 a-e	3.43 fgh	2.58 bc	15.20 c-f	0.83 de	18.75 f
SUT0404.11	96.83 hi	8.51 g	8.78 h	4.60 d	42.76 i	37.74 o	0.93 e	3.50 cde	2.65 gh	2.56 cd	16.38 a	0.72 fg	22.92 c
SUT0405.02	96.03 ij	12.47 cd	13.00 d	5.60 abc	43.87 h	66.53 n	1.61 de	3.36 de	2.88 gh	2.15 h	12.20 g	1.14 c	10.67 i
SUT0405.17	98.04 f	12.97 bc	12.93 d	6.00 a	53.95 d	86.08 k	1.69 d	3.57 b-e	3.54 fg	2.16 h	12.60 g	1.25 b	10.12 i
SUT0406.01	101.45 e	12.54 cd	14.48 b	5.40 a-d	42.55 i	70.48 m	1.75 d	3.53 b-e	2.96 gh	2.47 e	15.20 cde	0.68 gh	22.33 cd
SUT0406.09	103.87 e	13.52 ab	13.87 bc	6.20 a	53.60 d	99.74 g	2.56 b	3.59 b-e	3.48 fgh	2.35 f	15.20 cde	0.78 ef	19.44 f
SUT0406.20	105.27 d	14.26 a	15.94 a	6.00 a	57.80 b	109.17 c	2.88 ab	3.70 a-e	3.57 fg	2.34 f	15.20 cde	0.87 d	17.82 g
SUT0407.06	98.04 f	12.99 bc	16.42 a	5.40 a-d	39.68 j	105.66 e	2.79 ab	3.25 e	5.42 c	2.46 e	15.00 c-f	0.68 gh	22.09 d
SUT0409.03	102.26 e	13.28 bc	12.89 d	5.50 abc	56.67 c	141.94 a	2.63 ab	3.66 a-e	5.41 c	2.35 f	16.20 ab	0.79 e	20.79 e
SUT0410.20	113.51 b	12.87 bc	13.42 cd	5.60 abc	47.72 g	123.65 b	2.70 ab	4.55 a	6.95 ab	2.29 g	14.70 c-f	0.66 gh	22.32 cd
SUT0410.31	113.71 b	12.77 bc	14.04 bc	4.90 cd	37.29 l	98.72 h	2.81 ab	3.98 a-e	7.20 a	2.29 g	14.40 ef	0.65 h	22.19 cd
SUT0412.01	95.23 l	10.90 g	11.85 e	5.60 abc	50.56 e	105.45 e	2.20 c	4.04 a-d	4.65 cde	2.49 de	14.20 f	0.67 gh	21.34 e
SUT0412.05	95.63 kl	11.61 ef	11.48 fg	5.80 ab	47.29 g	100.45 f	2.24 c	4.23 a-d	4.03 def	2.54 cd	15.60 abc	0.64 h	24.54 b
SUT0412.16	96.51 kl	11.02 g	11.44 fg	5.90 ab	50.06 f	107.67 d	2.20 c	4.02 a-d	4.55 cde	2.70 a	15.40 bcd	0.57 i	28.01 a
ค่าเฉลี่ย	102.54	12.11	12.65	5.60	48.02	91.52	2.11	3.87	4.41	2.40	14.88	0.86	18.92

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 37 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม F_1 ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

วิธีขยายพันธุ์	ลูกผสม F_1	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
		วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	SUT0401.15	104.60	11.36	11.37	6.00	59.58	94.05 n	1.68	4.30	4.98	2.29	14.60	1.17	12.48
	SUT0401.32	103.80	12.37	11.45	4.60	50.42	77.96 r	1.63	4.47	4.14	2.17	14.80	1.15	12.88
	SUT0401.33	105.60	11.58	11.48	5.60	56.44	89.84 o	1.68	4.39	3.45	2.34	14.60	1.34	10.89
	SUT0403.09	117.98	12.78	12.48	5.60	34.75	99.67 k	3.01	3.59	6.22	2.54	16.38	0.72	23.06
	SUT0404.08	97.20	8.90	8.54	5.80	38.24	29.19 z	0.82	3.81	3.49	2.16	12.20	1.14	10.69
	SUT0404.11	96.40	8.32	8.47	4.60	42.78	36.75 x	0.91	3.43	2.73	2.18	12.60	1.24	10.18
	SUT0405.02	95.60	12.19	12.54	5.60	43.82	64.12 v	1.58	3.43	2.86	2.47	15.20	0.68	22.29
	SUT0405.17	97.60	12.68	12.47	6.00	53.91	84.48 q	1.66	3.57	3.53	2.35	15.20	0.78	19.49
	SUT0406.01	101.00	12.26	13.98	5.20	42.58	67.56 u	1.68	3.51	2.88	2.34	15.20	0.85	18.00
	SUT0406.09	103.40	13.21	13.38	6.20	53.60	99.57 k	1.96	3.61	3.37	2.47	15.00	0.68	22.12
	SUT0406.20	104.80	13.94	15.38	6.00	57.83	108.51 f	1.97	3.68	3.55	2.36	16.20	0.79	20.93
	SUT0407.06	97.60	12.69	15.86	5.40	39.69	105.40 hi	2.78	3.22	5.36	2.56	15.60	0.63	24.73
	SUT0409.03	101.80	12.98	12.44	5.40	56.65	137.98 b	2.56	3.63	5.49	2.69	15.40	0.56	27.48
	SUT0410.20	113.00	12.58	12.94	5.60	47.78	127.90 c	2.77	4.57	6.88	2.61	16.40	0.80	21.15
	SUT0410.31	113.20	12.48	13.54	5.20	37.27	97.89 l	2.79	4.19	7.13	2.57	15.20	0.83	19.23
	SUT0412.01	94.80	10.65	11.44	5.60	50.52	104.31 i	2.18	4.00	4.59	2.29	14.20	0.66	21.38
	SUT0412.05	95.20	11.35	11.07	5.80	47.26	96.29 m	2.15	4.25	3.89	2.28	14.40	0.65	22.12
	SUT0412.16	96.00	10.64	10.57	6.00	51.30	107.80 f	2.21	4.21	4.49	2.50	14.20	0.68	21.00
ค่าเฉลี่ย		102.20	11.83	12.19	5.57	48.02	90.52	2.00	3.88	4.39	2.40	14.86	0.85	18.90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 37 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม F_1 ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล (ต่อ)

วิธีขยายพันธุ์	ลูกผสม F_1	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
		วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
	SUT0401.15	105.54	11.89	12.03	6.40	59.63	98.79 kl[a]	1.74	4.38	4.92	2.27	14.60	1.17	12.51
	SUT0401.32	104.73	12.94	11.65	5.60	50.39	77.09 r	1.62	4.39	4.35	2.15	14.80	1.15	12.87
	SUT0401.33	106.55	12.11	12.52	5.40	56.49	93.04 n	1.73	4.38	3.53	2.35	14.60	1.34	10.90
	SUT0403.09	114.74	13.46	13.62	5.80	34.84	96.53 m	3.03	3.71	5.78	2.53	16.18	0.72	22.79
	SUT0404.08	98.07	9.31	9.17	5.80	38.28	32.03 y	0.87	3.81	3.38	2.15	12.20	1.15	10.66
	SUT0404.11	97.27	8.70	9.08	4.60	42.74	38.73 w	0.95	3.56	2.56	2.15	12.60	1.25	10.07
	SUT0405.02	96.46	12.75	13.47	5.60	43.91	68.93 t	1.64	3.29	2.91	2.48	15.20	0.68	22.36
	SUT0405.17	98.48	13.27	13.38	6.00	53.99	87.67 p	1.72	3.57	3.55	2.35	15.20	0.78	19.39
ติดตา	SUT0406.01	101.91	12.82	14.99	5.60	42.53	73.40 s	1.83	3.54	3.05	2.34	15.20	0.88	17.64
	SUT0406.09	104.33	13.82	14.36	6.20	53.60	99.91 k	1.97	3.58	3.58	2.45	15.00	0.68	22.06
	SUT0406.20	105.74	14.58	16.50	6.00	57.78	109.84 e	2.00	3.71	3.59	2.34	16.20	0.79	20.65
	SUT0407.06	98.48	13.28	16.99	5.40	39.68	105.91 gh	2.81	3.28	5.48	2.51	15.60	0.64	24.35
	SUT0409.03	102.72	13.58	13.35	5.60	56.68	145.90 a	2.70	3.69	5.34	2.70	15.40	0.57	28.54
	SUT0410.20	114.02	13.16	13.89	5.60	47.66	119.40 d	2.64	4.54	7.02	2.60	16.40	0.80	21.09
	SUT0410.31	114.22	13.05	14.53	4.60	37.32	99.55 k	2.83	3.76	7.26	2.59	15.20	0.83	18.27
	SUT0412.01	95.65	11.14	12.26	5.60	50.60	106.59 g	2.22	4.08	4.70	2.29	15.20	0.65	23.25
	SUT0412.05	96.06	11.87	11.88	5.80	47.33	104.61 i	2.33	4.20	4.17	2.29	14.40	0.65	22.26
	SUT0412.16	97.03	11.40	12.31	5.80	48.83	107.54 f	2.19	3.84	4.61	2.49	14.32	0.66	21.68
ค่าเฉลี่ย		102.89	12.40	13.11	5.63	48.02	92.53	2.05	3.85	4.43	2.39	14.91	0.86	18.96

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 38 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	*	*	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	*	**	*	*	**	**	ns	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1.22	10.31	9.98	21.11	2.14	1.04	29.82	26.53	22.73	3.02	8.51	8.50	7.31

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 39 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	104.68 b[a]	12.06 b	12.48 b	5.72	59.33	119.97 b	1.94	4.45	5.11	2.34	14.80	1.12	15.57
ติดตา	105.62 a	12.57 a	12.96 a	6.36	59.53	124.50 a	1.99	4.40	5.22	2.34	14.80	1.12	15.30
เฉลี่ย	105.15	12.32	12.72	6.04	59.43	122.24	1.97	4.43	5.17	2.34	14.80	1.12	15.44

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 40 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0401 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว										
Black Queen	108.08 a[a]	16.61 a	19.49 a	6.68 a	84.24 a	301.25 a	3.77 a	4.54	9.61 a	2.85 a	17.20 a	0.57 c	31.31 a
NY88.0517.01	102.26 d	8.85 c	8.86 c	6.58 a	46.44 e	44.53 e	1.00 b	4.44	3.52 c	2.05 e	12.80 c	1.35 a	9.60 d
SUT0401.15	105.07 bc	11.62 b	11.70 b	6.19 b	59.61 b	96.42 b	1.71 b	4.34	4.95 b	2.28 c	14.60 b	1.17 b	12.50 b
SUT0401.32	104.27 c	12.65 b	11.55 b	5.11 c	50.41 d	77.53 d	1.62 b	4.43	4.25 bc	2.16 d	14.80 b	1.15 b	12.87 b
SUT0401.33	106.08 b	11.85 b	12.00 b	5.51 c	56.46 c	91.44 c	1.70 b	4.38	3.49 c	2.35 b	14.60 b	1.34 a	10.89 c
ค่าเฉลี่ย	105.17	12.11	11.99	5.71	56.48	96.91	1.75	4.39	4.46	2.28	14.70	1.19	12.92
Heterosis (%)	-0.03	-5.42	-17.14	-15.54	-15.07	-48.83	-29.71	-2.45	-35.62	-7.76	-2.20	27.08	-40.91

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 41 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0401 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว										
Black Queen	ตอนกิ่ง	107.60	16.35	19.56	6.20	83.83	294.87 b[a]	3.71	4.53	9.53	2.83	17.20	0.57	31.11
	ติดตา	108.57	16.86	19.42	7.20	84.64	307.63 a	3.83	4.55	9.69	2.87	17.20	0.57	30.20
NY88.0517.01	ตอนกิ่ง	101.80	8.65	8.54	6.20	46.38	43.11 i	0.98	4.58	3.45	2.06	12.80	1.35	9.51
	ติดตา	102.72	9.05	9.17	7.20	46.51	45.95 h	1.03	4.30	3.59	2.05	12.80	1.35	9.50
SUT0401.15	ตอนกิ่ง	104.60	11.36	11.37	6.00	59.58	94.05 d	1.68	4.30	4.98	2.29	14.60	1.17	12.64
	ติดตา	105.54	11.89	12.03	6.40	59.63	98.79 c	1.74	4.38	4.92	2.27	14.60	1.17	12.46
SUT0401.32	ตอนกิ่ง	103.80	12.37	11.45	4.60	50.42	77.96 f	1.63	4.47	4.14	2.17	14.80	1.15	12.99
	ติดตา	104.73	12.94	11.65	5.60	50.39	77.09 f	1.62	4.39	4.35	2.15	14.80	1.15	12.87
SUT0401.33	ตอนกิ่ง	105.60	11.58	11.48	5.60	56.44	89.84 e	1.68	4.39	3.45	2.34	14.60	1.34	10.98
	ติดตา	106.55	12.11	12.52	5.40	56.49	93.04 de	1.73	4.38	3.53	2.35	14.60	1.34	10.88

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 42 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	**	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	**	**	**	*	ns	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.77	6.50	5.94	15.09	1.42	5.02	29.90	20.43	7.71	39.15	6.34	9.97	3.60

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 43 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	112.05 b[a]	13.24	14.48 b	5.65	61.65	174.16 b	2.92	4.35	7.02	2.58	16.00	0.71	23.93
ติดตา	113.06 a	13.79	15.10 a	5.85	61.87	178.22 a	2.96	4.25	7.13	2.60	16.00	0.71	23.70
เฉลี่ย	112.56	13.52	14.79	5.75	61.76	176.19	2.94	4.30	7.08	2.59	16.00	0.71	23.82

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 44 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0410 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว										
Black Queen	108.08 c[a]	16.61 a	19.49 a	6.68 a	84.24 a	301.25 a	3.77 a	4.54	9.61 a	2.85 a	17.20 a	0.57 b	31.31 a
NY65.0551.05	114.91 a	11.80 c	12.21 c	5.80 b	77.79 b	181.14 b	2.47 b	4.14	4.54 c	2.34 c	15.20 b	0.64 b	24.07 b
SUT0410.20	113.51 b	12.87 b	13.42 b	5.90 b	47.72 c	123.65 c	2.70 b	4.55	6.95 b	2.61 b	16.40 a	0.80 a	21.12 c
SUT0410.31	113.71 b	12.77 b	14.04 b	4.91 c	37.29 d	98.72 d	2.81 b	3.98	7.20 b	2.58 b	15.20 b	0.83 a	18.75 d
ค่าเฉลี่ย	112.55	13.51	14.79	5.82	61.76	176.19	2.94	4.30	7.08	2.60	16.00	0.71	23.81
Heterosis (%)	1.89	-9.78	-13.38	-13.30	-47.53	-53.90	-11.54	-1.61	0.00	0.00	-2.47	34.43	-27.99

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 45 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0410 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว										
Black Queen	ตอนกิ่ง	107.60	16.35	19.56	6.20	83.83	294.87 b[a]	3.71	4.53	9.53	2.83	17.20	0.57	31.11
	ติดตา	108.57	16.86	19.42	7.20	84.64	307.63 a	3.83	4.55	9.69	2.87	17.20	0.57	30.20
NY65.0551.05	ตอนกิ่ง	114.40	11.54	11.87	5.60	77.71	175.96 d	2.40	4.12	4.54	2.32	15.20	0.65	23.36
	ติดตา	115.43	12.07	12.54	6.00	77.86	186.31 c	2.54	4.15	4.55	2.35	15.20	0.62	24.70
SUT0410.20	ตอนกิ่ง	113.00	12.58	12.94	5.60	47.78	127.90 e	2.77	4.57	6.88	2.61	16.40	0.80	20.92
	ติดตา	114.02	13.16	13.89	5.60	47.66	119.40 f	2.64	4.54	7.02	2.60	16.40	0.80	20.58
SUT0410.31	ตอนกิ่ง	113.20	12.48	13.54	5.20	37.27	97.89 gh	2.79	4.19	7.13	2.57	15.20	0.83	18.29
	ติดตา	114.22	13.05	14.53	4.60	37.32	99.55 g	2.83	3.76	7.26	2.59	15.20	0.83	18.27

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 46 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	*	**	**	ns	ns	*	*	ns	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.12	6.79	6.29	16.51	1.75	5.48	29.65	25.10	14.31	6.50	5.74	10.95	3.22

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 47 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	106.79	14.11	15.28	5.70	55.28 b[a]	172.82 b	3.22	3.91	6.88	2.67	16.79	0.65	26.57
ติดตา	105.60	14.87	16.03	6.60	57.68 a	184.55 a	3.35	3.98	6.61	2.64	16.69	0.64	26.74
เฉลี่ย	106.20	14.49	15.66	6.15	56.48	178.69	3.29	3.95	6.75	2.66	16.74	0.65	26.66

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 48 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0403 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	96.03 b[a]	15.85 a	18.25 a	6.60 a	77.16 a	259.26 a	3.54	4.24	7.48 a	2.77 a	17.20	0.57 b	30.38 a
SUT0403.09	116.36 a	13.12 b	13.05 b	5.70 b	35.79 b	98.10 b	3.02	3.65	6.00 b	2.53 b	16.28	0.72 a	22.92 b
ค่าเฉลี่ย	106.20	14.49	15.65	6.15	56.48	179.68	3.28	3.95	6.74	2.65	16.74	0.65	26.65

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 49 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0403 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	ตอนกิ่ง	95.60	15.43	18.07	5.80	75.81 ab[a]	245.96 b	3.43	4.23	7.53	2.79	17.20	0.57	30.98
	ติดตา	96.46	16.27	18.43	7.40	78.51 a	272.57 a	3.66	4.24	7.43	2.75	17.20	0.56	30.69
SUT0403.09	ตอนกิ่ง	117.98	12.78	12.48	5.60	34.75 cd	99.67 c	3.01	3.59	6.22	2.56	16.40	0.72	22.83
	ติดตา	114.74	13.46	13.62	5.80	36.84 c	96.53 cd	3.03	3.71	5.78	2.56	16.40	0.72	22.62

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 50 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
วิธีขยายพันธุ์ (M)	*	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.71	8.84	8.36	15.73	1.83	1.01	44.73	17.70	16.56	1.96	5.69	5.09	4.19

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 51 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	97.75 b[a]	10.33	10.91	5.60	50.80 b	88.75 b	1.54	4.01	4.30	2.30	13.70	1.08	15.12
ติดตา	98.63 a	10.83	11.46	6.25	51.51 a	97.32 a	1.63	3.98	4.24	2.28	13.70	1.08	15.27
เฉลี่ย	98.19	10.58	11.19	5.93	51.16	93.04	1.59	4.00	4.27	2.29	13.70	1.08	15.20

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 52 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0404 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	96.03 c[a]	15.85 a	18.25 a	6.59 a	77.16 a	259.26 a	3.54 a	4.24 b	7.48 a	2.77 a	17.20 a	0.57 d	30.38 a
NY88.0517.01	102.26 a	8.85 b	8.86 b	6.58 a	46.44 b	44.53 b	1.00 b	4.44 a	3.52 b	2.05 c	12.80 b	1.35 a	9.60 c
SUT0404.08	97.64 b	9.11 b	8.85 b	5.80 a	38.26 d	30.61 d	0.85 b	3.81 c	3.43 b	2.15 b	12.20 b	1.14 c	10.67 b
SUT0404.11	96.83 b	8.51 b	8.78 b	4.60 b	42.76 c	37.74 c	0.93 b	3.50 d	2.65 c	2.16 b	12.60 b	1.25 b	10.12 bc
ค่าเฉลี่ย	98.19	10.58	11.19	5.89	51.16	93.04	1.58	4.00	4.27	2.28	13.70	1.08	15.19
Heterosis (%)	-1.93	-28.66	-35.10	-21.09	-34.45	-77.50	-60.79	-15.67	-44.73	-10.37	-17.33	25.00	-47.97

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 53 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0404 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	ตอนกิ่ง	95.60	15.43	18.07	5.80	75.81 b[a]	245.96 b	3.43	4.23	7.53	2.79	17.20	0.57	30.98
	ติดตา	96.46	16.27	18.43	7.40	78.51 a	272.57 a	3.66	4.24	7.43	2.75	17.20	0.56	30.69
NY88.0517.01	ตอนกิ่ง	101.80	8.65	8.54	6.20	46.38 c	43.11 d	0.98	4.58	3.45	2.06	12.80	1.35	9.51
	ติดตา	102.72	9.05	9.17	7.20	46.51 c	45.95 c	1.03	4.30	3.59	2.05	12.80	1.35	9.52
SUT0404.08	ตอนกิ่ง	97.20	8.90	8.54	5.80	38.24 e	29.19 g	0.82	3.81	3.49	2.16	12.20	1.14	10.68
	ติดตา	98.07	9.31	9.17	5.80	38.28 e	32.03 ef	0.87	3.81	3.38	2.15	12.20	1.15	10.65
SUT0404.11	ตอนกิ่ง	96.40	8.32	8.47	4.60	42.78 d	36.75 ef	0.91	3.43	2.73	2.18	12.60	1.24	10.19
	ติดตา	97.27	8.70	9.08	4.60	42.74 d	38.73 e	0.95	3.56	2.56	2.15	12.60	1.25	10.07

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 54 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	**	*	*	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	*	**	**	*	*	*	*	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.82	6.61	6.24	13.44	1.51	0.74	42.86	21.37	18.97	1.85	5.70	7.70	3.88

** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 55 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	98.20 b[a]	12.40 b	13.14 b	6.00	55.06 b	109.29 b	1.91	3.96	4.44	2.43	15.25	0.82	20.64
ติดตา	99.09 a	13.01 a	13.73 a	6.50	55.79 a	118.48 a	2.01	3.90	4.41	2.42	15.25	0.82	20.78
เฉลี่ย	98.65	12.71	13.44	6.25	55.43	113.89	1.96	3.93	4.43	2.43	15.25	0.82	20.71

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 56 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0405 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว										
Carolina Black Rose	96.03 c[a]	15.85 a	18.25 a	6.59 a	77.16 a	259.26 a	3.54 a	4.24 ab	7.48 a	2.77 a	17.20 a	0.57 d	30.38 a
NY65.0550.04	104.47 a	9.51 c	9.57 d	6.78 a	46.72 c	43.67 d	0.99 b	4.54 a	3.78 b	2.09 d	13.40 c	1.25 a	10.69 d
SUT0405.02	96.03 c	12.47 b	13.00 b	5.70 c	43.87 d	66.53 c	1.61 b	3.36 c	2.88 c	2.47 b	15.20 b	0.68 c	22.33 b
SUT0405.17	98.04 b	12.97 b	12.93 c	5.90 b	53.95 b	86.08 b	1.69 b	3.57 bc	3.54 bc	2.35 c	15.20 b	0.78 b	19.44 c
ค่าเฉลี่ย	98.64	12.70	13.44	6.24	55.43	113.89	1.96	3.93	4.42	2.42	15.25	0.82	20.71
Heterosis (%)	-3.20	0.32	-6.76	-13.30	-21.04	-49.62	-27.31	-20.96	-42.98	-0.82	-0.65	-19.78	1.70

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 57 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0405 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว										
Carolina Black Rose	ตอนกิ่ง	95.60	15.43	18.07	5.80	75.81 ab[a]	245.96 b	3.43	4.23	7.53	2.79	17.20	0.57	30.98
	ติดตา	96.46	16.27	18.43	7.40	78.51 a	272.57 a	3.66	4.24	7.43	2.75	17.20	0.56	30.69
NY65.0550.04	ตอนกิ่ง	104.00	9.30	9.49	6.60	46.70 d	42.61 gh	0.97	4.59	3.82	2.09	13.40	1.25	10.71
	ติดตา	104.94	9.73	9.65	7.00	46.75 d	44.74 g	1.01	4.50	3.75	2.08	13.40	1.26	10.67
SUT0405.02	ตอนกิ่ง	95.60	12.19	12.54	5.60	43.82 e	64.12 f	1.58	3.43	2.86	2.47	15.20	0.68	22.34
	ติดตา	96.46	12.75	13.47	5.60	43.91 e	68.93 e	1.64	3.29	2.91	2.48	15.20	0.68	22.34
SUT0405.17	ตอนกิ่ง	97.60	12.68	12.47	6.00	53.91 c	84.48 cd	1.66	3.57	3.53	2.35	15.20	0.78	19.59
	ติดตา	98.48	13.27	13.38	6.00	53.99 c	87.67 c	1.72	3.57	3.55	2.30	15.20	0.78	19.42

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 58 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	*	*	**	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	*	*	**	**	ns	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	0.83	6.46	5.88	14.80	1.42	0.61	37.49	22.90	19.93	2.23	6.31	9.98	3.86

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 59 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	103.84 b[a]	13.28 b	14.54 b	5.76	61.51 b	139.51 b	2.29	3.83	4.37	2.46	15.76	0.71	22.88
ติดตา	104.77 a	13.91 a	15.36 a	6.24	62.06 a	148.41 a	2.40	3.84	4.44	2.45	15.76	0.71	23.18
เฉลี่ย	104.31	13.60	14.95	6.00	61.79	143.96	2.35	3.84	4.41	2.46	15.76	0.71	23.03

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 60 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0406 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	96.03 e[a]	15.85 a	18.25 a	6.59 a	77.16 a	259.26 a	3.54 a	4.24	7.48 a	2.77 a	17.20 a	0.57 d	30.38 a
NY65.0551.05	114.91 a	11.80 c	12.21 d	5.80 c	77.79 a	181.14 b	2.47 b	4.14	4.54 b	2.34 c	15.20 c	0.64 cd	24.07 b
SUT0406.01	101.45 d	12.54 c	14.48 c	5.31 c	42.55 d	70.48 e	1.75 b	3.53	2.96 c	2.34 c	15.20 c	0.87 a	17.82 e
SUT0406.09	103.87 c	13.52 b	13.87 c	6.09 b	53.60 c	99.74 d	1.96 b	3.59	3.48 c	2.46 b	15.00 c	0.68 c	22.09 c
SUT0406.20	105.27 b	14.26 b	15.94 b	5.90 b	57.80 b	109.17 c	1.99 b	3.70	3.57 c	2.35 c	16.20 b	0.79 b	20.79 d
ค่าเฉลี่ย	104.31	13.59	14.95	5.94	61.78	143.96	2.34	3.84	4.41	2.45	15.76	0.71	23.03
Heterosis (%)	-1.84	-2.82	-3.09	-6.94	-33.76	-57.71	-36.88	-13.84	-44.43	-7.03	-4.51	27.87	-25.71

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 61 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0406 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Carolina Black Rose	ตอนกิ่ง	95.60	15.43	18.07	5.80	75.81 c	245.96	3.43	4.23	7.53	2.79	17.20	0.57	30.98
	ติดตา	96.46	16.27	18.43	7.40	78.51 a	272.57	3.66	4.24	7.43	2.75	17.20	0.56	30.69
NY65.0551.05	ตอนกิ่ง	114.40	11.54	11.87	5.60	77.71 b	175.96	2.40	4.12	4.54	2.32	15.20	0.65	23.36
	ติดตา	115.43	12.07	12.54	6.00	77.86 b	186.31	2.54	4.15	4.55	2.35	15.20	0.62	24.70
SUT0406.01	ตอนกิ่ง	101.00	12.26	13.98	5.20	42.58 g	67.56	1.68	3.51	2.88	2.34	15.20	0.85	17.91
	ติดตา	101.91	12.82	14.99	5.60	42.53 g	73.40	1.83	3.54	3.05	2.34	15.20	0.88	17.27
SUT0406.09	ตอนกิ่ง	103.40	13.21	13.38	6.20	53.60 f	99.57	2.54	3.61	3.37	2.47	15.00	0.68	22.37
	ติดตา	104.33	13.82	14.36	6.20	53.60 f	99.91	2.58	3.58	3.58	2.45	15.00	0.68	22.06
SUT0406.20	ตอนกิ่ง	104.80	13.94	15.38	6.00	57.83 d	108.51	2.76	3.68	3.55	2.36	16.20	0.79	20.44
	ติดตา	105.74	14.58	16.50	6.00	57.78 d	109.84	3.00	3.71	3.59	2.34	16.20	0.79	20.48

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 62 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
วิธีขยายพันธุ์ (M)	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	ns	ns	ns	**	**	ns	*	*	ns	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	1.12	9.64	9.48	18.48	1.86	0.83	38.68	14.49	21.15	1.32	4.60	8.66	0.23

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 63 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	98.36 b[a]	11.11	11.30	5.76	59.37	128.85 b	2.27	4.00	4.64	2.39	14.96	0.64	23.74
ติดตา	99.28 a	11.76	12.10	6.16	58.70	135.33 a	2.38	3.93	4.78	2.40	15.18	0.62	24.65
เฉลี่ย	98.82	11.44	11.70	5.96	59.04	132.09	2.33	3.97	4.71	2.40	15.07	0.63	24.20

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 64 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0412 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Early Muscat	91.81 c[a]	11.86	11.53	6.70	69.47 b	165.74 b	2.52	3.40 b	5.78 a	2.58	16.80 a	0.54 b	31.05 a
NY65.0551.05	114.91 a	11.80	12.21	5.80	77.79 a	181.14 a	2.47	4.14 a	4.54 bc	2.34	15.20 b	0.64 a	24.07 b
SUT0412.01	95.23 b	10.90	11.85	5.60	50.56 c	105.45 d	2.20	4.04 a	4.65 b	2.29	14.70 bc	0.66 a	22.32 c
SUT0412.05	95.63 b	11.61	11.48	5.80	47.29 d	100.45 e	2.24	4.23 a	4.03 c	2.29	14.40 c	0.65 a	22.19 c
SUT0412.16	96.51 b	11.02	11.44	5.90	50.06 c	107.97 c	2.20	4.02 a	4.55 bc	2.49	14.26 c	0.67 a	21.34 d
ค่าเฉลี่ย	98.82	11.44	11.70	5.96	59.03	132.15	2.33	3.97	4.71	2.40	15.14	0.63	24.19
Heterosis (%)	-7.32	-5.49	-2.36	-7.53	-33.04	-39.68	-11.20	8.75	-14.53	-4.07	-8.96	11.86	-20.36

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 65 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0412 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Early Muscat	ตอนกิ่ง	91.40	11.38	11.56	5.80	70.05	159.87 c[a]	2.40	3.42	5.71	2.58	16.80	0.54	30.92 b
	ติดตา	92.22	12.34	11.51	7.60	68.90	171.61 b	2.64	3.39	5.85	2.58	16.80	0.54	31.19 a
NY65.0551.05	ตอนกิ่ง	114.40	11.54	11.87	5.60	77.71	175.96 b	2.40	4.12	4.54	2.32	15.20	0.65	23.26 d
	ติดตา	115.43	12.07	12.54	6.00	77.86	186.31 a	2.54	4.15	4.55	2.35	15.20	0.62	24.89 c
SUT0412.01	ตอนกิ่ง	94.80	10.65	11.44	5.60	50.52	104.31 f	2.18	4.00	4.59	2.29	14.20	0.66	21.38 f
	ติดตา	95.65	11.14	12.26	5.60	50.60	106.59 e	2.22	4.08	4.70	2.29	15.20	0.65	23.25 d
SUT0412.05	ตอนกิ่ง	95.20	11.35	11.07	5.80	47.26	96.29 g	2.15	4.25	3.89	2.28	14.40	0.65	22.12 e
	ติดตา	96.06	11.87	11.88	5.80	47.33	104.61 f	2.33	4.20	4.17	2.29	14.40	0.65	22.26 e
SUT0412.16	ตอนกิ่ง	96.00	10.64	10.57	6.00	51.30	107.80 d	2.21	4.21	4.49	2.50	14.20	0.68	21.00 g
	ติดตา	97.03	11.40	12.31	5.80	48.83	107.54 d	2.19	3.84	4.61	2.49	14.32	0.66	21.68 f

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 66 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	*
วิธีขยายพันธุ์ (M)	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	1.79	14.99	12.71	28.75	3.39	1.57	29.02	9.95	7.00	1.28	3.81	53.79	1.43

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 67 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	99.20	11.52	13.57	5.87	52.83	112.03 b[a]	2.16	3.65	4.98	2.47	15.57	0.85	22.13
ติดตา	100.09	12.23	14.43	6.73	52.26	114.01 a	2.21	3.52	5.23	2.43	15.57	0.85	22.08
เฉลี่ย	99.65	11.88	14.00	6.30	52.55	113.02	2.19	3.59	5.11	2.45	15.57	0.85	22.11

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 68 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0407 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Italia	98.64 b[a]	13.78 a	16.71 a	6.80	71.51 a	188.89 a	2.75 a	3.06 b	6.37 a	2.76 a	18.32 a	0.56 c	32.18 a
NY88.0517.01	102.26 a	8.85 c	8.86 b	6.70	46.44 b	44.53 c	1.00 b	4.44 a	3.52 c	2.05 c	12.80 c	1.35 a	9.60 c
SUT0407.06	98.04 b	12.99 b	16.42 a	5.40	39.68 c	105.66 b	2.79 a	3.25 b	5.42 b	2.54 b	15.60 b	0.64 b	24.54 b
ค่าเฉลี่ย	99.65	11.87	14.00	6.30	52.54	113.03	2.18	3.58	5.10	2.45	15.57	0.85	22.11
Heterosis (%)	-2.40	14.75	28.38	-20.00	-32.72	-9.47	48.40	-13.33	9.49	5.39	0.26	-33.33	17.47

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 69 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0407 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Italia	ตอนกิ่ง	98.20	13.22	16.30	6.00	72.43	187.59	2.72	3.15	6.13	2.79 a[a]	18.32	0.56	32.13
	ติดตา	99.08	14.35	17.12	7.60	70.60	190.18	2.78	2.97	6.61	2.73 b	18.32	0.57	32.22
NY88.0517.01	ตอนกิ่ง	101.80	8.65	8.54	6.20	46.38	43.11	0.98	4.58	3.45	2.06 e	12.80	1.35	9.54
	ติดตา	102.72	9.05	9.17	7.20	46.51	45.95	1.03	4.30	3.59	2.05 e	12.80	1.35	9.66
SUT0407.06	ตอนกิ่ง	97.60	12.69	15.86	5.40	39.69	105.40	2.78	3.22	5.36	2.56 c	15.60	0.63	24.73
	ติดตา	98.48	13.28	16.99	5.40	39.68	105.91	2.81	3.28	5.48	2.51 d	15.60	0.64	24.35

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 70 วาเรียนซ์ของลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

แหล่งข้อมูล	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ	ผล	เมล็ด	เมล็ด				
บลอค	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*	ns	ns	*
วิธีขยายพันธุ์ (M)	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
พันธุ์/สายพันธุ์ (V)	**	*	**	*	**	**	ns	**	**	**	**	**	**
V x M	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	*
CV (%)	1.60	12.87	11.96	27.66	2.43	0.98	27.54	11.21	7.47	1.20	3.90	5.35	1.66

* = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05, ** = แตกต่างทางสถิติในระดับ 0.01, ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 71 ผลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่

วิธีขยายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
ตอนกิ่ง	104.80	12.58	13.54	5.67	68.93	167.18 b[a]	2.56	3.63	5.39	2.60	16.31	0.59	27.62
ติดตา	105.74	13.33	14.34	6.40	68.38	174.13 a	2.67	3.60	5.50	2.59	16.31	0.59	28.55
เฉลี่ย	105.27	12.96	13.94	6.04	68.66	170.66	2.62	3.62	5.45	2.60	16.31	0.59	28.09

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 72 ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม SUT0409 กับพันธุ์พ่อแม่จากวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตา

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร									คุณภาพผล			
	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนัก	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
		กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	ช่อ (กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Italia	98.64 c[a]	13.78 a	16.71 a	6.80 a	71.51 b	188.89 a	2.75	3.06 c	6.37 a	2.76 a	18.32 a	0.56 c	32.18 a
NY65.0551.05	114.91 a	11.80 b	12.21 b	5.80 b	77.79 a	181.14 b	2.47	4.14 a	4.54 c	2.34 c	15.20 b	0.64 a	24.07 c
SUT0409.03	102.26 b	13.28 ab	12.89 b	5.50 b	56.67 c	141.94 c	2.63	3.66 b	5.41 b	2.70 b	15.40 b	0.57 b	28.01 b
ค่าเฉลี่ย	105.27	12.95	13.94	6.03	68.66	170.66	2.62	3.62	5.44	2.60	16.31	0.59	28.09
Heterosis (%)	-4.23	3.83	-10.86	-10.26	-24.09	-23.28	0.77	1.67	-0.92	5.88	-8.11	-5.00	-0.43

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 73 อิทธิพลของวิธีขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตากับองุ่นลูกผสม SUT0409 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผล

พันธุ์/สายพันธุ์	ลักษณะทางการเกษตร										คุณภาพผล			
	วิธีขยายพันธุ์	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวน	จำนวน	น้ำหนักช่อ	น้ำหนัก	จำนวน	น้ำหนัก 100	pH	°Brix	TA	TSS/TA
			กว้าง	ยาว	ช่อ	ผล/ช่อ	(กรัม)	ผล (กรัม)	เมล็ด	เมล็ด (กรัม)				
Italia	ตอนกิ่ง	98.20	13.22	16.30	6.00	72.43	187.59 b[a]	2.72	3.15	6.13	2.79 a	18.32	0.56	32.13 a
	ติดตา	99.08	14.35	17.12	7.60	70.60	190.18 a	2.78	2.97	6.61	2.73 b	18.32	0.57	32.22 a
NY65.0551.05	ตอนกิ่ง	114.40	11.54	11.87	5.60	77.71	175.96 c	2.40	4.12	4.54	2.32 d	15.20	0.65	23.26 e
	ติดตา	115.43	12.07	12.54	6.00	77.86	186.31 b	2.54	4.15	4.55	2.35 d	15.20	0.62	24.89 d
SUT0409.03	ตอนกิ่ง	101.80	12.98	12.44	5.40	56.65	137.98 de	2.56	3.63	5.49	2.69 c	15.40	0.56	27.48 bc
	ติดตา	102.72	13.58	13.35	5.60	56.68	145.90 d	2.70	3.69	5.34	2.70 c	15.40	0.57	28.54 b

[a] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 74 ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ ลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 กับพันธุ์แม่

พันธุ์/สายพันธุ์	ระดับความต้านทานโรค		ลักษณะทางการเกษตร								คุณภาพผล			
	ราน้ำค้าง	สแคบ	วันสุกแก่	ขนาดผล (มม.)		จำนวนช่อ	จำนวนผล/ช่อ	น้ำหนักช่อ (กรัม)	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	pH	°Brix	TA	TSS/TA
				กว้าง	ยาว										
Black Queen	S[a]	S[b]	108.08 b[d]	16.61 a	19.49 a	6.68 a	84.24 a	301.25 a	3.77 a	4.54 a	9.61 a	2.85 a	17.20 b	0.57 h	31.31 a
Carolina Black Rose	S	S	96.03 ij	15.85 b	18.25 b	6.59 ab	77.16 ab	259.26 b	3.54 b	4.24 ab	7.48 b	2.77 b	17.20 b	0.57 h	30.38 a
Italia	MS	S	98.64 h	13.78 c	16.71 c	6.68 a	71.51 b	188.89 c	2.79 d	3.14 g	6.45 c	2.84 a	18.40 a	0.57 h	32.26 a
Early Muscat	MS	S	91.81 k	11.86 gh	11.53 f	6.68 a	69.47 b	165.74 d	2.52 e	3.40 efg	5.78 d	2.58 c	16.80 b	0.54 h	31.05 a
SUT0401.15	MR	S	105.07 cd	11.62 h	11.70 f	6.19 abc	59.61 c	96.42 fg	1.71 h	4.34 ab	4.95 ef	2.28 e	14.60 e	1.17 c	12.50 e
SUT0401.32	MR	NA[c]	104.27 cd	12.65 ef	11.55 f	5.11 de	50.41 de	77.53 gh	1.62 h	4.43 a	4.25 g	2.16 f	14.80 de	1.15 c	12.87 e
SUT0401.33	MR	NA	106.08 c	11.85 gh	12.00 f	5.51 cde	56.46 cd	91.44 fg	1.70 h	4.38 a	3.49 h	2.35 e	14.60 e	1.34 a	10.89 e
SUT0403.09	R	R	118.53 a	13.09 c-f	12.96 e	5.31 cde	34.80 g	101.43 f	3.08 c	3.59 de	6.24 c	2.56 c	16.40 bc	0.72 f	22.92 c
SUT0404.08	MR	NA	97.64 hi	9.11 j	8.85 g	5.90 a-d	38.26 fg	30.61 i	0.85 i	3.81 cd	3.43 h	2.15 f	12.20 f	1.14 c	10.67 e
SUT0404.11	MR	R	96.83 hij	8.51 j	8.78 g	4.71 e	42.76 efg	37.74 i	0.93 i	3.50 def	2.65 i	2.16 f	12.60 f	1.25 b	10.12 e
SUT0405.02	MR	M	96.03 ij	12.47 fg	13.00 e	5.70 bcd	43.87 ef	66.53 h	1.61 h	3.36 efg	2.88 i	2.47 d	15.20 de	0.68 fg	22.33 c
SUT0405.17	MR	NA	98.04 hi	12.97 def	12.93 e	5.90 a-d	53.95 cd	86.08 fgh	1.69 h	3.57 def	3.54 h	2.35 e	15.20 de	0.78 e	19.44 d
SUT0406.01	MR	S	101.45 g	12.54 efg	14.48 d	5.31 cde	42.55 efg	70.48 h	1.75 h	3.53 def	2.96 i	2.34 e	15.20 de	0.87 d	17.82 d
SUT0406.09	MR	NA	103.87de	13.52 cd	13.87 d	6.09 abc	53.60 cd	99.74 f	1.96 g	3.59 de	3.48 h	2.46 d	15.00 de	0.68 fg	22.09 c
SUT0412.01	MR	S	95.23 j	10.90 i	11.85 f	5.70 bcd	50.56 de	105.45 f	2.20 f	4.04 bc	4.65 fg	2.29 e	14.70 de	0.66 g	22.32 c
SUT0407.06	MR	M	98.04 hi	12.99 def	16.42 c	5.30 cde	39.68 fg	105.66 f	2.79 d	3.25 fg	5.42 de	2.54 cd	15.60 cd	0.64 g	24.54 c
SUT0409.03	MR	S	102.26 fg	13.28 cde	12.89 e	5.60 cde	56.67 cd	141.94 e	2.63 de	3.66 de	5.41 de	2.70 b	15.40 de	0.57 h	28.01 b
F-test			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

[a] ระดับความต้านทานโรคราน้ำค้างในสภาพไร่ แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้ 0.0-2.9 คะแนน = ต้านทานมาก (HR), 3.0-4.9 คะแนน = ต้านทาน (R), 5.0-5.9 คะแนน = ค่อนข้างต้านทาน (MR), 6.0-6.9 คะแนน = ค่อนข้างอ่อนแอ (MS), 7.0-8.9 คะแนน = อ่อนแอ (S) และ 9.0-10.0 คะแนน = อ่อนแอมาก (HS)

[b] ระดับความต้านทานโรคสแคบในสภาพไร่ แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1.0-2.4 คะแนน = ต้านทาน (R), 2.5-3.4 คะแนน = ต้านทานปานกลาง (M) และ 3.5-5.0 คะแนน = อ่อนแอ (S)

[c] NA = ยังอยู่ระหว่างการเก็บข้อมูล

[d] ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ย ตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4
บทสรุป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่น พบว่าองุ่นพันธุ์ Black Queen อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้างมากที่สุดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ สายพันธุ์ NY65.0551.05 และ NY88.0517.01 ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างมากที่สุดในสภาพห้องปฏิบัติการ ในสภาพไร่สายพันธุ์ NY88.0517.01 ยังคงต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง แต่ความต้านทานโรคราน้ำค้างของสายพันธุ์ NY65.0551.05 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างต้านทาน ส่วนวิธีการขยายพันธุ์โดยการตอนกิ่งและติดตาทำให้องุ่นเป็นโรคราน้ำค้างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคราน้ำค้างขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าสามารถใช้การประเมินโรคราน้ำค้างเบื้องต้นในสภาพห้องปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ควรยืนยันด้วยการทดสอบในสภาพไร่หลายสภาพแวดล้อม ซึ่งการทดลองนี้ได้องุ่นลูกผสม F_1 ที่น่าสนใจ จำนวน 1 ลูกผสม ที่ต้านทานโรคราน้ำค้างดีกว่าพันธุ์แม่ และมีระดับความต้านทานเทียบเท่าพันธุ์พ่อ คือ SUT0403.09
2. การศึกษาเชื้อ *S. ampelinum* สาเหตุโรคสแคบขององุ่น พบว่าการแยกเชื้อชนิดนี้จากชิ้นส่วนองุ่นที่เป็นโรคด้วยวิธี tissue transplanting โดยทำการชักนำให้เชื้อเจริญออกมาจากเนื้อเยื่อที่เป็นโรคบนอาหาร WA แล้วบ่มทิ้งไว้ 3-5 วัน สามารถแยกเชื้อได้ดี การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *S. ampelinum* ช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของเชื้อราชนิดนี้มากขึ้น กล่าวคือ เชื้อแต่ละไอโซเลตเจริญเติบโตช้า อาหารเลี้ยงเชื้อต่างชนิดกันมีผลทำให้การเจริญเติบโต ลักษณะสี การสร้าง aerial mycelium และรูปร่างโคโลนีของเชื้อแตกต่างกัน สีของโคโลนีจะเข้มขึ้นตามอายุของเชื้อ และหยุดการเจริญเติบโตเมื่อเชื้อมีอายุได้ 8 สัปดาห์ เชื้อแต่ละไอโซเลตมีขนาดโค-นิเดียใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 4.20-5.51 × 1.58-2.07 ไมครอน และมีความเหมือนกันทางพันธุกรรมภายในภาคมากกว่าต่างภาค
3. การประเมินความต้านทานโรคสแคบขององุ่น พบว่าองุ่นส่วนใหญ่แสดงอาการของโรคในวันที่ 2 ของการปลูกเชื้อในสภาพห้องปฏิบัติการ ยกเว้น องุ่นสายพันธุ์ต้านทาน (Wilcox 321, NY88.0507.01, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1) ซึ่งองุ่นแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์มีระดับความต้านทานโรคแตกต่างกัน องุ่นสายพันธุ์ Wilcox 321, NY65.0550.04 และ Illinois 547-1 ต้านทานมากที่สุด ส่วนองุ่นพันธุ์ Black Queen อ่อนแอมากที่สุด

และพบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลตมีระดับความรุนแรงในการก่อโรคต่างกัน และมีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์องุ่น ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์องุ่นให้ต้านทานโรคสแคบ จำเป็นต้องทดสอบความต้านทานโรคหลายปี หลายสถานที่ หรือรวมยีนต้านทานหลาย ๆ ยีนไว้ในพันธุ์เดียวกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านทานโรคสแคบอย่างยั่งยืน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคสแคบขององุ่นในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงว่าสามารถใช้การประเมินโรคสแคบในสภาพห้องปฏิบัติการช่วยในการคัดเลือกพันธุ์องุ่นต้านทานโรคสแคบเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ควรยืนยันด้วยการทดสอบในสภาพไร่หลายสภาพแวดล้อม จากการทดลองนี้พบลูกผสม F_1 ที่น่าสนใจมากที่สุด คือ SUT0404.40 เนื่องจากต้านทานเชื้อทั้งสองไอโซเลตในสภาพห้องปฏิบัติการและมีความต้านทานในระดับสูงในสภาพไร่ ซึ่งอาจใช้เป็นแหล่งของยีนต้านทานโรคสแคบได้ในอนาคต

4. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RAPD กับยีนต้านทานโรคสแคบองุ่น พบว่าเครื่องหมาย OPV02 เป็นเครื่องหมายเดียวที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 600 bp แต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคสแคบในองุ่นเหล่านี้ เนื่องจากไม่มีความสัมพันธ์กับยีนต้านทานโรคสแคบ ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย RGA-SSCP กับยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในองุ่นพบว่าเครื่องหมาย RGA-SSCP มีประสิทธิภาพในการประเมินยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบขององุ่นเบื้องต้น โดยยีนต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบ ไอโซเลต Nk4-1 และ Rc2-1 สามารถประเมินโดยใช้เครื่องหมาย RGA-SSCP จำนวน 3 เครื่องหมาย (NY28_1, NY92_1 และ NY92_2)
5. การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลขององุ่นลูกผสม F_1 พบว่าองุ่นลูกผสม F_1 ส่วนใหญ่มีลักษณะดังกล่าวอยู่ในช่วงพิสัยของพันธุ์พ่อแม่ ได้แก่ วันสุกแก่ ขนาดผล จำนวนช่อ จำนวนผล/ช่อ น้ำหนักช่อ น้ำหนักผล จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด ความเป็นกรดด่าง (pH) ความหวาน (°Brix) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดทาร์ทาริก (TA) และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS) กับปริมาณกรด ส่วนวิธีขยายพันธุ์โดยการติดตาช่วยทำให้องุ่นส่วนใหญ่มีการแตกตาและขนาดผลดีกว่าการตอนกิ่ง
6. การปรับปรุงพันธุ์องุ่นเพื่อให้ต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบโดยวิธีผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์แม่ที่มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลดีกับพันธุ์พ่อที่มีความต้านทานโรคสูงแต่มีลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลไม่ดี ประสบผลสำเร็จทำให้ได้ลูกผสมที่มีความต้านทานโรคราน้ำค้างและสแคบในระดับค่อนข้างต้านทานถึงต้านทาน จำนวน 2 สายพันธุ์ จาก 18 สายพันธุ์ คือ ลูกผสม SUT0403.09 และ SUT0404.11 โดยลูกผสม SUT0403.09 มีความกว้างผล น้ำหนักผล และ °Brix ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์แม่ที่

นิยมใช้เป็นการค้า และยังมี TA ต่ำกว่าลูกผสมส่วนมาก จึงทำให้มีคุณภาพผลค่อนข้างดี เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับปรับปรุงพันธุ์องุ่นเพื่อให้ต้านทานโรค และให้ได้ผลผลิตและคุณภาพผลสูงต่อไป นอกจากลูกผสมที่กล่าวมาแล้ว ในขณะนี้ยังมีลูกผสมที่กำลังอยู่ในระหว่างรอการเก็บเกี่ยว ประเมินโรคสแคบในสภาพไร่ และวิเคราะห์ผลลักษณะทางการเกษตรและคุณภาพผลอีก 15 สายพันธุ์ รวมทั้ง SUT0404.40 ที่ต้านทานโรคสแคบในระดับสูง จึงยังไม่สามารถรายงานผลในครั้งนี้ได้ เนื่องจากสิ้นสุดระยะการวิจัยแล้ว อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยต่อจนจบ แม้ว่าจะสิ้นสุดระยะการวิจัยแล้วก็ตาม

บรรณานุกรม

กิติพงศ์ ตรีตรุยานนท์. (2544). การตัดแต่งกิ่งองุ่น: ภูมิปัญญาชาวบ้าน. **วารสาร ส.ก.ว.** 8(1): 35.

กานต์ คำทรัพย์. (2546). ชีววิทยา ความสามารถในการก่อให้เกิดโรค และการควบคุมโดยใช้สารเคมีของเชื้อรา *Sphaceloma ampelinum* de Bary สาเหตุโรคสแคบขององุ่น. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. (2533). โรคเชื้อราขององุ่นที่พบใหม่. **หนังสือพิมพ์กสิกร** 66(5): 444-447.

กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. (2536). โรคสแคบขององุ่น (*Sphaceloma ampelinum* de Bary). **วารสารวิชาการเกษตร** 11(2): 66-72.

กรรณิการ์ เพี้ยนภักตร์ อภิรัชต์ สมฤทธิ์ และธนิตย์ ปล่องบรรจง. (2545). เทคนิคการแยกเชื้อราสาเหตุโรคสแคบของพืชต่าง ๆ ในประเทศไทย. **ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา** 12(1): 14-19.

ขนิษฐา มากรุง. (2548). การพัฒนาวิธีการตรวจสอบการเข้าทำลายของเชื้อ *Sphaceloma ampelinum* de Bary สาเหตุโรคสแคบองุ่นและความหลากหลายของสายพันธุ์เชื้อ. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นิพนธ์ วิสารทานนท์. (2542). **โรคไม้ผลเขตกึ่งร้อน**. ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 81.

นันทกร บุญเกิด. (2546). **คู่มือการสร้างสวนองุ่น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. หน้า 17.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555). สถิติส่งออก-นำเข้าสินค้าที่สำคัญของไทย [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/import_result.php

Agrios, G.N. (1997). **Plant Pathology**. Academic Press Limited, New York. pp. 315-320.

Alvarez, E. and Molina, M.L. (2000). Characterizing the *Sphaceloma* fungus, causal agent of super-elongation disease in cassava. **Plant Dis.** 84: 423-428.

Anonymus. (2007). Vitis 'Reliance' [On-line]. Available: http://www.Mobot.org/gardening help/plantfinder/Plant.asp?code=N540

Bandyopadhyay, T. (2011). Molecular marker technology in genetic improvement of tea. **Int. J. Plant Breed. Genet.** 5: 23-33.

Boehm, J.W. (2004). Protocol [On-line]. Available: http://www.protocol-nline.org/prot/detailed/1200.html

Brown, M.V. and Moore, J.N. (1999). Inheritance of downy mildew resistance in table grapes. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 124: 262-267

Cheema, S.S., Kapur, S.P., Chohan, J.S. and Jeyarajan, R. (1978). Studies on the cultural and pathogenic variations of *Sphaceloma ampelinum*, the causal organism of the anthracnose disease of grape. **Indian Phytopath.** 31(2): 163-166.

Diaz, A., Fergany, M., Formisano, G., Ziarsolo, P., Blanca, J., Fei, Z., Staub, J.E., Zalapa, J.E., Cuevas, H.E., Dace, G., Oliver, M., Boissot, N., Dogimont, C., Pitrat, M., Hofstede, R., van Koert, P., Harel-Beja, R., Tzuri, G., Portnoy, V., Cohen, S., Schaffer, A., Katzir, N., Xu, Y., Zhang, H., Fukino, N., Matsumoto, S., Garcia-Mas, J. and Monforte, A.J. (2011). A consensus linkage map for molecular markers and quantitative trait loci associated with economically important traits in melon (*Cucumis melo* L.). **BMC Plant Biol.** 11: 111.

Di Gaspero, G. and Cipriani, G. (2003). Nucleotide binding site/leucine-rich repeats, Pto-like and receptor like kinase related to disease resistance in grapevine. **Mol. Gen. Genomics** 269: 612-623.

Donald, T.M., Pellerone, F., Adam-Blondon, A.–F., Bouquet, A., Thomas, M.R. and Dry, I.M. (2002). Identification of resistance gene analogs linked to a powdery mildew resistance locus in grapevine. **Theor. Appl. Genet.** 104: 610-618.

Immanuel, S.C., Pothiraj, N., Thiyagarajan, K., Bharath,i M. and Rabindran, R. (2011). Identification of microsatellite (SSR) and RAPD markers linked to rice blast disease resistance gene in rice (*Oryza sativa* L.). **Afri. J. Biotechnol.** 10: 3301-3321.

Inglis, D.A., Hagedorn, D.J. and Rand, R.E. (1988). Use of dry inoculum to evaluate beans for resistance to anthracnose and angular leaf spot. **Plant Dis.** 72: 771-774.

Intrigliolo, D.S. and Castel, J.R. (2008). Response of *Vitis vinifera* cv. 'Tempranillo' to partial rootzone drying in the field: Water relations, growth, yield and fruit and wine quality. **Agric. Water Manage.** 96: 282-292.

Kalivas, A., Xanthopoulos, F., Kehagia, O. and Tsaftaris, A.S. (2011). Agronomic characteri-zation, genetic diversity and association analysis of cotton cultivars using simple sequence repeat molecular markers. **Genet. Mol. Res.** 10: 208-217.

Kar, P.K., Srivastava, P.P., Awasthi, A.K. and Urs, S.R. (2008). Genetic variability and association of ISSR markers with some biochemical traits in mulberry (*Morus* spp.) genetic resources available in India. **Tree Genet. Genomes** 4: 75-83.

Kikkert, J.R., Thomas, M.R. and Reisch, B.I. (2001). Grapevine genetic engineering. *In* Roubelakis-Angelakis, K.A. (ed.). **Molecular Biology & Biotechnology of the Grapevine**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. pp. 393-410.

Levesque, R. and SPSS Inc. (2006). **SPSS Programming and Data Management**, 3rd Edition. SPSS Institute, United States of America.

Liu, H.F., Wu, B.H., Fan, P.G., Xu, H.Y. and Li, S.H. (2007). Inheritance of sugars and acids in berries of grape (*Vitis vinifera* L.). **Euphytica** 153: 99-107.

Lodhi, M.A., Ye, G., Weeden, N.F. and Reisch, B.I. (1994). A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cutivars, *Vitis* species and Ampelopsis. **Plant Mol. Biol. Rep.** 12(1): 6-13.

Mahanil, S. (2007). Inheritance and cloning of candidate resistance gene analogs (RGAs) for downy mildew in grapevine (*Vitis* spp.). PhD. Thesis. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand.

Mantel, N. (1976). The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Res.** 27: 209-220.

Milad, S.I., Wahba, L.E. and Barakat, M.N. (2011). Identification of RAPD and ISSR markers associated with flag leaf senescence under water-stressed conditions in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Aus. J. of Crop Sci.** 5: 337-343.

Mortensen, J.A. (1981). Sources and inheritance of resistance to anthracnose in *Vitis*. J. Hered. 72(6): 423-426.

Nisar, M. and Ghafoor, A. (2011). Linkage of a RAPD marker with powdery mildew resistance *er-1* gene in *Pisum sativum* L. **Russ. J. Genet.** 47: 300-304.

Patil, S.G., Honrao, B.K., Rao, V.G. and Patil, V.P. (1990). Field evaluation of grape germplasm for resistance against anthracnose. **Biovigyanam** 16: 69-72.

Ramming, D.W., Walker, M.A., Tenscher, A. and Krivanek, A.F. (2009). Breeding table and raisin grapes with increased fruit quality while retaining Pierce's disease resistance. **Acta Hort.** 827: 445-450.

Reisch, B.I. and Pratt, C. (1996). **Fruit Breeding, Volume II: Vine and Small Fruit Crops.** John Wiley and Sons, New York.

Rohlf, F.J. (1993). **NTSYSpc v. 2.2 Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System ver. 2.2**. Exeter Software, Setauket, New York.

Roy, J.K., Bandopadhyay, R., Rustgi, S., Balyan, H.S. and Gupta, P.K. (2006). Association analysis of agronomically important traits using SSR, SAMPL and AFLP markers in bread wheat. **Curr. Sci.** 90: 683-689.

Ruan, C.-J., Li, H. and Mopper, S. (2009). Characterization and identification of ISSR markers associated with resistance to dried-shrink disease in sea buckthorn. **Mol. Breeding** 24: 255-268.

Sambrook, J. and Russell, D.W. (2001). **Molecular Cloning: A Laboratory Manual**. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.

Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. **Am. J. Psycho.** 15: 72-101.

Van Zyl, L.M., Coutinho, T.A., Wingfield, M.J., Pongpanich, K. and Wingfield, B.D. (2002). Morphological and molecular relatedness of geographically diverse isolates of *Coniothyrium zuluense* from South Africa and Thailand. **Mycol. Res.** 106(1): 51-59.

Visarathanonth, N. (1990). A survey of some temperate fruit diseases in Thailand. Third International Workshop on Temperate Zone Fruits in the Tropics and Subtropics. **Acta Hort.** 279: 609-618.

Virk, P.S., Ford-Lloyd, B.V., Jackson, M.T., Pooni, H.S., Clemeno, T.P. and Newbury, H.J. (1996). Predicting quantitative variation within rice germplasm using molecular markers. **Heredity** 76: 296-304.

Wang, X., Qiu, X., Meng, X. and Yang, L. (2010). Preliminary study on polymorphism analysis of *SpRunt-1* gene by PCR-SSCP in *Strongylocentrotus intermedius* and its association with growth traits. **Mol. Biol. Rep.** 37: 411-415.

Wang, X., Li, Y., Li, H., Zhang, Y., Zhao, L. and Yu, Y. (2003). RAPD analysis of genuineness on source of *Bupleurum chinense*. **Zhong Yao Cai** 26: 855-856.

Wikipedia. (2010). Grape [On-line]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Grape.

Yogeeshappa, H. (2007). Yield and quality of grapes (cv. Thompson Seedless) in relation to soil fertility status of vineyards in Bijapur Taluk of Karnataka. M.Sc. Thesis. University of Agricultural Sciences, Dharwad.

Yu, X., Bai, G., Luo, N., Chen, Z., Liu, S., Liu, J., Warnke, S.E. and Jiang, Y. (2011). Association of simple sequence repeat (SSR) markers with submergence tolerance in diverse populations of perennial ryegrass. **Plant Sci.** 180: 391-398.

ภาคผนวก ก

Journal publication

CULTURAL CHARACTERISTICS OF *SPHACELOMA AMPELINUM*, CAUSAL PATHOGEN OF GRAPE ANTHRACNOSE ON DIFFERENT MEDIA

Oythip Poolsawat [1,2], Akkawat Tharapreuksapong [1], Sopone Wongkaew [1] and Piyada Tantasawat [1*]

Received: Feb 3, 2009; Revised: May 18, 2009; Accepted: May 21, 2009

Abstract

***Sphaceloma ampelinum*, the causal pathogen of grape anthracnose, is the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*. To evaluate its variability, isolates of *S. ampelinum* were collected from diseased plants from the northeastern, northern, eastern, and western regions of Thailand. The pathogen was isolated by a tissue transplanting method on water agar (WA) and the growing mycelium was subsequently transferred onto cereal agar (CA) and susceptible grape leaves to induce sporulation. Single conidial isolates were obtained and 19 representatives from all regions were cultured on potato dextrose agar (PDA), CA, corn cereal agar (CCA) and Job's tear corn cereal agar (JCCA) for cultural characterization. It was found that the different culture media affected growth, colony color, appearance, and formation of aerial mycelium. The best culture media for surface mycelium growth was CA, while PDA led to the highest aerial mycelium formation. In addition, CA induced the highest morphological variability among isolates. Variation of isolates appeared to be more pronounced among different regions than that within the same regions, except isolates from the eastern region. By using cultural characteristics alone, some isolates within the same region cannot be fully differentiated. These results suggest that diversity exists among isolates of *S. ampelinum* in Thailand, particularly those from different regions.**

Keywords: *Elsinoe ampelina*, *Sphaceloma ampelinum*, culture medium, grape

Introduction

Grape (*Vitis vinifera*) grows well in the tropical areas, but it usually faces with numerous disease problems. Major grape diseases in Thailand are downy mildew, anthracnose, and rust. Particularly, anthracnose or scab caused by the fungus *Sphaceloma ampelinum* de Bary, a pathogen of European origin, is one of the most significant. In Thailand, this disease was first reported in 1990 (Peinpuck *et al.*, 1993). It is widely dispersed in the rainy season when temperature and moisture are favorable for disease development (Koûdela and Krejzar,

[1] *School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand. E-mail: piyada@sut.ac.th*

[2] *Center for Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Thailand.*

[*] *Corresponding author*

J Phytopathol **158**:837–840 (2010)
doi: 10.1111/j.1439-0434.2010.01696.x
© 2010 Blackwell Verlag GmbH

Short Communication

Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand

Genetic Diversity and Pathogenicity Analysis of *Sphaceloma ampelinum* Causing Grape Anthracnose in Thailand

Oythip Poolsawat[1,2], Akkawat Tharapreuksapong[1], Sopone Wongkaew[1], Bruce Reisch[3] and Piyada Tantasawat[1]

Authors' addresses: [1]Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand; [2]Center for Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok, Thailand; [3]Department of Horticultural Sciences, Cornell University, Geneva, NY, USA (correspondence to P. Tantasawat. E-mail: piyada@sut.ac.th)

Received January 28, 2010; accepted March 10, 2010

Keywords: *Sphaceloma ampelinum*, *Elsinoe ampelina*, random amplified polymorphic DNA

Abstract

Anthracnose is one of the major diseases affecting grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars in Thailand. Isolates of *Sphaceloma ampelinum*, the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*, were collected from various regions of Thailand. Nineteen single-conidial isolates were evaluated for differences in conidial morphology, DNA patterns and pathogenicity. These isolates could not be unambiguously distinguished based on conidial morphology; however, they were genetically differentiated using random amplified polymorphic DNA markers. Cluster analysis by the unweighted paired grouped mean arithmetic average classified these isolates into four groups. Pathogenicity analysis using nine grape genotypes and five *S. ampelinum* isolates showed that 'Wilcox321' and 'Illinois547-1 were highly resistant to all isolates, suggesting their usefulness as resistant sources in future breeding programmes.

Introduction

Successful grape cultivation in Thailand is usually hindered by numerous diseases; the most devastating ones are downy mildew and anthracnose. Anthracnose or scab as called by Thai pathologists is caused by *S. ampelinum* de Bary. It could cause as high as 50% crop losses in a season (CAB International, 2000). Due to the high cost and toxicity associated with fungicide application, a grape cultivar resistant to anthracnose is highly desirable.

The knowledge of pathogen diversity and pathogenic variability is particularly important and is the first step for developing resistant cultivars. Previous studies have demonstrated limited morphological diversity of *S. ampelinum* in Thailand (Makrung 2005). In our preliminary work, morphological and molecular characterization and pathogenicity analysis were performed on field isolates of *S. ampelinum* from two regions of Thailand. However, these isolates were unstable due to genetic heterogeneity, necessitating single-conidial isolation (Tharapreuksapong et al. 2009). Recently, we obtained 19 single-conidial isolates from four regions of Thailand and identified a medium that could partially differentiate them based on cultural characteristics (Poolsawat et al. 2009), but their genetics and pathogenicity are still unknown. The objectives of this study were to evaluate the conidial morphology and genetic diversity as well as to determine the variability in pathogenicity among isolates of *S. ampelinum* from four major grape-growing regions of Thailand. This knowledge will facilitate the development of sustainable resistant grape cultivars.

Materials and Methods

Conidial morphological characterization

Nineteen *S. ampelinum* single-conidial isolates were obtained from four regions of Thailand (five isolates each from the eastern (Chonburi province; Cb1-1, 2-1, 3-1, 4-1 and 5-1), western (Ratchaburi province; Rc1-1, 2-1, 3-1, 4-1 and 5-1), northern (Chiang Rai and Prae provinces; Cr1-1, 2-1, 3-1, Pr4-1 and 5-1) and four isolates from the northeastern (Nakhon Ratchasima; Nk2-1, 3-1, 4-1 and 5-1) as described by Poolsawat et al. (2009). Means of 50 conidial size (width × length) measurements per isolate were used for analysis of variance (ANOVA) by statistical analysis system (SAS, 1987).

Molecular characterization

DNA extraction and RAPD analysis were performed according to Tharapreuksapong et al. (2009), using six primers; RAPD-1 (5′GGCACTGAGG3′), OPA-1 (5′CAGGCCCTTC3′), OPA-2 (5′TGCCGAGCTG 3′), OPA-3 (5′AGTCAGCCAC3′), MUNG-1 (5′GGT GCGGAA3′) and MUNG-2 (5′GTAGACCCGT3′).

Australasian Plant Pathol.
DOI 10.1007/s13313-012-0127-5

Laboratory and field evaluations of resistance to *Sphaceloma ampelinum* causing anthracnose in grapevine

Oythip Poolsawat · Akkawat Tharapreuksapong · Sopone Wongkaew · Wirot Chaowiset · Piyada Tantasawat

Received: 26 September 2011 / Accepted: 2 February 2012
© Australasian Plant Pathology Society Inc. 2012

Abstract Anthracnose of grapevine, caused by the fungus *Sphaceloma ampelinum* de Bary, the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*, is one of the major diseases of grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the tropics. Ten grapevine cultivars/lines and 24 F_1 hybrids were evaluated for resistance to anthracnose in the laboratory, using an excised leaf technique with two anthracnose isolates (Nk4-1 and Rc2-1), and in the field by using natural infection during 2007 and 2009. Significant differences in the lesion/disease scores among grapevine genotypes, ranging from 1 (resistant) to 5 (susceptible), were observed under both laboratory and field conditions, but ranking of genotypes may vary between screening methods. No significant difference in disease severity was observed among three consecutive years of field evaluations. Resistance evaluations under both conditions consistently classified 'Wilcox 321', 'NY88.0507.01', 'NY65.0550.04' and 'Illinois 547-1' as resistant lines useful as parents for future breeding programs. Moreover, one F_1 hybrid 'SUT0404.40', was found to be resistant to both isolates under laboratory and field evaluations. The resistance levels of 34 grape genotypes evaluated under laboratory (using isolates Nk4-1 and Rc2-1) and field conditions gave consistent results with Spearman's rank correlation coefficients of 0.72 and 0.71 ($P \leq 0.01$), respectively, suggesting that this laboratory screening assay is efficient for rapid, reliable and economical identification of resistant hybrids in grapevine breeding programs.

Keywords Correlation · Disease resistance · Hybrid · Scab · Screening method · *Vitis vinifera*

O. Poolsawat · A. Tharapreuksapong · S. Wongkaew · W. Chaowiset · P. Tantasawat (✉)
Suranaree University of Technology,
111 University Avenue, Muang District,
Nakhon Ratchasima 30000, Thailand
e-mail: piyada@sut.ac.th

O. Poolsawat · S. Wongkaew · P. Tantasawat
Center of Excellence on Agricultural Biotechnology:
(AG-BIO/PERDO-CHE),
Bangkok 10900, Thailand

Introduction

Grapevines grow well in tropical areas, but they usually face numerous destructive disease problems. Anthracnose or scab as called by Thai pathologists, one of the major diseases affecting grapevines in Thailand, is caused by *Sphaceloma ampelinum* de Bary. In Thailand, this disease was first reported in 1990 (Pienpuck et al. 1993). Typical symptoms include necrotic spots on shoots, young leaves, petioles, fruits and stems, leaf and stem distortion, and shot holes. It spreads in the rainy season when temperature and moisture are favorable for the development of the disease and can result in as high as 50% crop losses in a season (CAB International 2000). Most grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) widely grown in different regions of Thailand are susceptible to the disease. Frequent applications of fungicides are usually required to allow sufficient protection, but they are costly and could be harmful to consumers as well as to the environment. Utilization of resistant cultivars is considered the most effective and economical strategy to control grape diseases (Lu 1997). Thus, a grapevine cultivar resistant to anthracnose is highly desirable as an alternative for efficient grapevine production in Thailand where the disease pressure is high. However, to develop resistant cultivars, a rapid, economical and reliable screening method for anthracnose resistance is required either at the levels of field, greenhouse or laboratory evaluations. In grapevine, varietal/species differences in resistance to *S. ampelinum*

Genetics and Molecular Research, in press

Association of RGA-SSCP markers with resistance to downy mildew and anthracnose in grapevine

P. Tantasawat[1,2], O. Poolsawat[1,2], T. Prajongjai[1] and W. Chaowiset[1]

[1] School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand
[2] Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

Corresponding author: P. Tantasawat
E-mail: piyada@sut.ac.th; tel.: +66-44-223378; fax: +66-44-224281

ABSTRACT. Downy mildew (*Plasmopara viticola*) and anthracnose (*Sphaceloma ampelinum*) are two major diseases which severely affect most grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown commercially in Thailand. The progress of conventional breeding programs of grapevine for improved resistance to both diseases can be sped up by selection using molecular markers associated with the resistance traits. The objective of this study was to evaluate the association between thirteen resistance gene analog (RGA)-single-strand conformation polymorphism (SSCP) markers with resistance to downy mildew and anthracnose in 71 segregating progenies of 7 cross combinations between susceptible cultivars and resistant lines. F_1 hybrids from each cross were assessed for resistance to downy mildew and anthracnose (isolates Nk4-1 and Rc2-1) under laboratory condition. Association of resistance traits with RGA-SSCP markers was evaluated using simple linear regression analysis. Three RGA-SSCP markers were found to be significantly correlated with anthracnose resistance, whereas significant correlation with downy mildew resistance was observed in only one RGA-SSCP marker. These results demonstrated the usefulness of RGA-SSCP markers, and identified four candidate markers having significant associations with resistance to two major diseases of grapevine. Nevertheless, the putative associations between these markers and resistance need to be verified with larger segregating populations before they can be used for marker-assisted selection (MAS) in the future.

Key words: *Plasmopara viticola*; Resistance gene analog; Single-strand conformation polymorphism; *Sphaceloma ampelinum*; *Vitis* spp.

ภาคผนวก ข

Proceedings

Acta Hort. 787: 345-353

Diversity of *Sphaceloma ampelinum*, Causal Pathogen of Grapevine Anthracnose in Thailand

Oythip Poolsawat, Akkawat Tharapreuksapong, Sujin Jenweerawat, Sopone Wongkaew and Piyada Thipyapong*
School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand
Prissana Wiriyajitsomboon
Department of Microbiology, Kasetsart University, 50 Phahonyothin Road, Jatujak District, Bangkok 10900, Thailand

Keywords: *Vitis vinifera*, *Elsinoe ampelina*, morphology, pathogenicity, resistance

Abstract

Anthracnose and downy mildew are major diseases of most grapevine (*Vitis vinifera)* cultivars grown in Thailand. Isolates of *Sphaceloma ampelinum*, the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*, were collected from grapevine foliar in Nakhon Ratchasima, Ratchaburi, Chiang Rai, Prae and Chonburi provinces, Thailand by directly plating infected tissues onto water agar, and the fungus was subsequently transferred and cultured on potato dextrose or cereal agar (PDA or CA) medium. Single-spore isolates were obtained and cultured on PDA, CA, corn cereal agar (CCA) and Job's tears corn cereal agar (JCCA) developed in our laboratory to compare colony morphology. Morphological analysis of the fungus showed that various isolates could not be unambiguously distinguished based on colony size, color, appearance and conidial size. Moreover, color is not a stable characteristic over time. However, isolates from the same region appeared more morphologically related than the ones from different regions. Colonies sporulated faster when grown on JCCA. Five distinct isolates were used for pathogenicity analysis with 6 potential resistant hybrids and 3 susceptible cultivars. Differential pathogenic responses were observed among these genotypes. Better understanding the pathogen will allow efficient selection of breeding strategies for anthracnose resistance in Thailand.

Acta Hort. 827: 611-618

Molecular, Morphological and Pathogenicity Characterization of *Sphaceloma ampelinum* Isolates from Thailand

Akkawat Tharapreuksapong, Oythip Poolsawat, Sujin Jenweerawat, Sopone Wongkaew and Piyada Thipyapong
School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

Keywords: *Vitis vinifera*, RAPD, *Elsinoe ampelina*, anthracnose, resistance

Abstract

Anthracnose is a major disease of most grapevine (*Vitis vinifera)* cultivars grown in Thailand. Isolates of *Sphaceloma ampelinum*, the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*, were collected from grapevine foliar in Nakhon Ratchasima and Chonburi provinces, Thailand, by directly plating infected tissues onto water agar. The fungus was subsequently cultured in potato dextrose or cereal agar medium. Various isolates could not be unambiguously distinguished based on morphological analysis. These isolates were genetically differentiated using random amplified polymorphic DNA markers. Four distinct isolates were used for pathogenicity analysis on 8 resistant hybrids, 1 moderately resistant cultivar and 3 susceptible cultivars. Differential pathogenic responses were observed. Better understanding the pathogen will allow efficient selection of breeding strategies for anthracnose resistance in Thailand.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Proceedings of the 5th International Table Grape Symposium, 14-17 November 2007, Cape town, South Africa

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *SPHACELOMA AMPELINUM*, CAUSAL PATHOGEN OF GRAPEVINE ANTHRACNOSE IN THAILAND

P. Thipyapong (*), O. Poolsawat, A. Tharapreuksapong & S. Wongkaew

School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand
(*) To whom correspondence should be addressed, Tel: + 66 44 224276, Fax: + 66 44 224281, E-mail: piyada@sut.ac.th

Introduction

Anthracnose or scab, caused by *Sphaceloma ampelinum* de Bary, the anamorph stage of *Elsinoe ampelina*, is one of the major diseases affecting grapevine in Thailand which could cause as high as 50% crop losses in a season. Typical symptoms include necrotic leaf spots on shoots, young leaves, petioles, fruits and stems, leaf and stem distortion, and shot holes. Lesions are usually sunken and circular with gray centers and red or brown borders. The center may drop out leaving a shot hole appearance (CAB International, 2000). Most European grapes (*Vitis vinifera*), widely grown in different regions of Thailand (the western, central, eastern, northern, and northeastern regions), are highly susceptible to numerous diseases including anthracnose, downy mildew and rust. Several applications of systemic (e.g., benomyl, carbendazim) and non-systemic (e.g., mancozeb, propineb) fungicides are often required to protect grapevine against anthracnose, especially during the rainy season (CAB International, 2000; Kumsup, 2003). Therefore, a grape cultivar highly resistant to anthracnose is an economical and environmentally-friendly alternative for efficient grapevine production in Thailand. The knowledge of pathogen diversity and pathogenic variability of fungal isolates to various plant genotypes are particularly important and is the first step for developing resistant cultivars. Previous study demonstrated variability in morphology and pathogenicity to 9 grapevine genotypes of *S. ampelinum* isolates collected from four different regions of Thailand (Poolsawat et al., 2007). Isolates from the same region appeared more morphologically related than the ones from different regions. However, the pathogen diversity was not fully explored due to the limitation of morphological characterization. Molecular markers such as random amplified polymorphic DNA (RAPD) and restriction fragment length polymorphism (RFLP) have been shown to be more useful for the identification, differentiation and genetic diversity evaluation of isolates of *Sphaceloma* spp. (Alvarez and Molina, 2000; Hyun et al., 2001; Alvarez et al., 2003). To obtain a more complete picture of the diversity of this pathogen within and among different regions of Thailand, in the present study, we characterized 19 single-spore isolates from 5 provinces in 4 geographical regions of Thailand using RAPD.

The International Conference on Sustainable Community Development

January 21st-23rd, 2010

Nong Khai Campus Khon Kaen University and Vientiane, Lao PDR

Growth and downy mildew resistance of grapevine hybrids

Thongchai Prajongjai[1], Sopone Wongkaew[1], Yuvadee Manakasem[1], Bruce I. Reisch[2], Piyada Tantasawat[1]

[1]School of Crop Production Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

[2]Department of Horticultural Sciences, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station, 630 West North Street, Geneva, NY 14456, USA

E-mail : Thongchaip2525@windowslive.com; Piyada@sut.ac.th

Abstract

Grapevine (*Vitis* spp.) is one of the high-value fruit crops in Thailand. Unfortunately, it is susceptible to several diseases particularly downy mildew and anthracnose, necessitating the development of resistant cultivars. Potential F_1 hybrids from crosses between high fruit quality parents and disease resistant parents were evaluated for their vegetative growth and downy mildew resistance under field conditions in comparison with their parents at Suranaree University of Technology (SUT) Farm, Thailand. Eight parents and 18 F_1 hybrids were planted in a randomized complete block design (RCBD) with 5 replications. When vegetative growth and levels of downy mildew resistance of F_1 hybrids and their respective parents were compared, it was found that in some crosses, significant variability of increment in height, number of nodes and number of shoots, and downy mildew score was observed among parents and F_1 hybrids. Three F_1 hybrids with higher increment in height or number of shoots than high fruit quality parents were identified. In addition, five F_1 hybrids appeared to have higher levels of resistance to downy mildew than their respective high fruit quality parents. One of the hybrids 'SUT0403.09' had considerable resistance to downy mildew at the level almost comparable to its highly resistant parent 'Wilcox 321'. Although the fruit quality of these hybrids remains to be determined, these results clearly suggested the potential of some F_1 hybrids for the future use as breeding lines.

Keyword : *Vitis* spp., vegetative growth, downy mildew resistance, hybrid

ประวัติผู้วิจัย

นาง ปิยะดา ตันตสวัสดิ์ เกิดเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2510 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2531 (เกียรตินิยมอันดับ 1) และปริญญาเอก สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืช (Plant Breeding), Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2540 หลังจบการศึกษาได้ทำงานเป็น Postdoctoral research associate ที่ Cornell University ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเวลา 3 ปี แล้วจึงกลับมาทำงานที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2543 จนถึงปัจจุบัน ตำแหน่งปัจจุบันคือ รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สอนวิชาต่าง ๆ ทั้งในระดับปริญญาตรี โท และเอก ด้านปรับปรุงพันธุ์พืช เทคโนโลยีชีวภาพ การต้านทานโรคและแมลง และเทคโนโลยีการผลิตพืช เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้ร่วมวิจัยในประเทศไทยรวมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน 9 โครงการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์องุ่น ถั่วเขียว ทานตะวัน และแตงกวาโดยวิธีมาตรฐานและ/หรือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เครื่องหมายโมเลกุล และเทคนิคด้านอณูชีววิทยา) มีผลงานวิจัยที่เผยแพร่ในรูปบทความวิจัย บทความปริทัศน์ รายงานการประชุม รายงานการวิจัย ฯลฯ รวม 75 เรื่อง

หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ. มหาวิทยาลัย
ต. สุรนารี อ.เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-4204
โทรสาร 0-4422-4281
E-mail piyada@sut.ac.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. การส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดภายใต้สภาพ photoautotrophic. (2546). การ ประชุมศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติประจำปี นครปฐม. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
2. การโคลนกลุ่มของยีนต้านทานโรค (RGAs) เพื่อให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในองุ่น (*Vitis* spp.). (2547). การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 4, เชียงใหม่. หัวหน้าโครงการ (นศ. นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรม การวิจัยแห่งชาติ
3. การเปรียบเทียบวิธีการสกัดดีเอ็นเอจากใบถั่วเขียว (*Vigna radiata*). (2547). การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 4, เชียงใหม่. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
4. การผลิตข้าวโพด (*Zea mays* L.) ดับเบิลแฮพลอยด์โดยการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร. (2547). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
5. การผลิตข้าวโพด (*Zea mays* L.) สายพันธุ์แท้โดยการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร. (2547). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หัวหน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
6. การจำแนกพันธุ์ถั่วฝักยาวไร้ค้างและถั่วฝักยาวโดยใช้ ISSR analysis. (2548). การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5, ชลบุรี. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
7. บทบาทของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดซ (polyphenol oxidases) ในการต้านทานของมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* L.) ต่อการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* (F.)). (2548). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
8. ผลของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดซในมะเขือเทศต่อความต้านทานของหนอนกระทู้หอม. (2548). การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5, ชลบุรี. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
9. การตรวจสอบลูกผสมถั่วเขียวชั่วที่หนึ่งโดยเครื่องหมายโมเลกุล ISSR. (2549). การประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1, เชียงราย. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
10. การแยกโปรโตพลาสต์ทานตะวัน. (2550). การประชุมวิชาการ งา ทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติครั้งงที่ 5, น่าน. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

11. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) เพื่อเพิ่มผลผลิต. (2553). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หัวหน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
12. การปรับปรุงพันธุ์องุ่น (Vitis spp.) ให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง. (2553). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หัวหน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
13. การพัฒนาพันธุ์แตงกวา (*Cucumis sativus* L.) ลูกผสมที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง. (2554). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หัวหน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
14. การพัฒนา maintainer line ของทานตะวัน โดยวิธีรวมโปรโตพลาสต์. (2554). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. หัวหน้าโครงการ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
15. Effects of colchicine on aseptic culture of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). (1988). ปัญหาพิเศษ
16. Wound induction of polyphenol oxidases. (1994). Cornell Center for Advanced Technology, Ithaca, New York, USA. ผู้ร่วมวิจัยและเสนอผลงาน
17. Systemic wound induction of potato (*Solanum tuberosum*) polyphenol oxidase. (1995). Phytochemistry 40: 673-676. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1
18. Defensive role of polyphenol oxidases against *Pseudomonas syringae* pv. tomato. (1996). Annual Meeting of the American Society of Plant Physiologists, San Antonio, Texas. Plant Physiol. 111s: 168. ผู้ร่วมวิจัยและเสนอผลงาน
19. Differential expression and turnover of the tomato polyphenol oxidase gene family during vegetative and reproductive development. (1997). Plant Physiol. 113: 707-718. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1
20. Modification of polyphenol oxidase expression in transgenic tomato: Role of PPO in disease resistance. (1997). Keystone Symposia on Molecular and Cellular Biology, Copper Mountain, Colorado. ผู้ร่วมวิจัยและเสนอผลงาน
21. Polyphenol oxidase gene family: differential expression during vegetative and reproductive development, and in response to injuries, and defensive functional analysis. (1997). Ph.D. thesis. Cornell University, Ithaca, NY. 132 pp.
22. Suppression of polyphenol oxidases increases stress tolerance in tomato. (1997). The 5th International Congress of Plant Molecular Biology, Singapore. ผู้ร่วมวิจัยและเสนอผลงาน

23. Tomato polyphenol oxidase (PPO): Differential response of the PPO F promoter to injuries and wound signals. (1997). Plant Physiol. 115: 409-418. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1

24. PPO expression and accumulation during pollen germination and pollen tube growth. (2002). Fourteenth Annual Penn State Symposium in Plant Physiology: Plant Reproduction 2002, State College, Pennsylvania. ผู้ร่วมวิจัยและเสนอผลงาน

25. Overexpression of a bacterial branched-chain α-keto acid dehydrogenase complex in Arabidopsis results in accumulation of branched-chain acyl-CoAs and alteration of free amino acid composition in seeds. (2003). Plant Sci. 165: 1213-1219. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 2

26. Overexpression of polyphenol oxidase in transgenic tomato plants increases resistance to common cutworm (*Spodoptera litura* (F.)). (2003). Plant Biology 2003, Honolulu, Hawaii. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

27. Antisense downregulation of polyphenol oxidase results in enhanced disease susceptibility. (2004). Planta 220: 105-117. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1

28. Increasing resistance of tomato to Lepidopteran insects by overexpression of polyphenol oxidase. (2004). The 6th World Congress on the Processing Tomato, Melbourne, Australia. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

29. Production of doubled haploid maize (*Zea mays* L.) by anther culture. (2004). AgBiotech Graduate Conference I, Bangkok, Thailand. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน) แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

30. Suppression of polyphenol oxidases increases stress tolerance in tomato. (2004). Plant Sci. 167: 693-703. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1

31. Tomato polyphenol oxidase (PPO): Role of PPO during oxidative stress. (2004). Plant Sci. 167: 693-703. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก

32. Development of food safety software prototype. (2006). Suranaree J. Sci. Tech. 13: 101-111. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 4

33. Genetic diversity of the *Vigna* germplasm from Thailand and neighboring regions revealed by AFLP analysis. (2006). Gen. Res. Crop Evol. 53: 1043-1059. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 4 แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

34. A simple and highly efficient protocol for somatic embryogenesis and plant regeneration from proembryonic mass suspension culture in 'Autumn Royal Seedless'. (2007). Vitis 46(1): 45-46. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 4 แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

35. Functional analysis of polyphenol oxidases by antisense/sense technology. (2007). Molecules 12: 1569-1595. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก

36. Molecular characterization of *Sphaceloma ampelinum*, causal pathogen of grapevine anthracnose in Thailand. (2007). Proceedings of the 5th International Table Grape Symposium. Nov 14-16, 2007, Cape town, South Africa. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

37. Polyphenol oxidase-mediated resistance to common cutworm. (2007). The 60th New Zealand Plant Protection Conference. Aug 13-16, 2007, Napia, New Zealand. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

38. Resistance gene analogs from *Vitis cinerea*, *Vitis rupestris*, and *Vitis* hybrid Horizon. (2007). Am. J. Enol. Vitic. 58(4): 484-493. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 4 แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

39. Diversity of *Sphaceloma ampelinum*, causal pathogen of grapevine anthracnose in Thailand. (2008). Acta Hort. 787: 345-353. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

40. NBS-LRR-type resistance gene analogs (RGAs) in *Vitis cinerea* B9, *V. rupestris* B38 and 'Horizon. (2008). Acta Hort. 787: 207-214**.** หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

41. Overexpression of tomato polyphenol oxidase increases resistance to common cutworm. (2008). Plant Sci.174: 456-466. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

42. Cloning of resistance gene analogs (RGAs) in grapevine hybrid. (2009). Acta Hort. 827: 583-590. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

43. Cultural characteristics of *Sphaceloma ampelinum*, causal pathogen of grape anthracnose on different media. (2009). Suranaree J. Sci. Technol. 16(2): 149-157. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

44. Defensive role of tomato polyphenol oxidases against cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* [Hübner]) and beet armyworm (*Spodoptera exigua* [Hübner]). (2009). J. Chem. Ecol. 35: 28-38. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

45. Genetic transformation of a seedless grape cultivar 'Autumn Royal' (*Vitis vinifera* L.). (2009). Acta Hort. 827: 405-408. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนอันดับ 4 แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

46. Molecular, morphological and pathogenicity characterization of *Sphaceloma ampelinum*. (2009). Acta Hort. 827: 611-618. หัวหน้าโครงการและและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

47. Chitosan stimulates growth of micropropagated *Dendrobium* plantlets. (2010). Acta Hort. 878: 205-212. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

48. Correlation of total dry matter (TDM) with seed yield in mungbean. (2010). Proceedings of the International Conference on Sustainable Community Development. Jan 21-23, 2010, Nong Khai Campus Khon Kaen University and Vientiane, Lao PDR.

49. Genetic diversity and pathogenicity analysis of *Sphaceloma ampelinum* causing grape anthracnose in Thailand. (2010). J. Phytopathol. 158: 837-840. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

50. Growth and downy mildew resistance of grapevine hybrids. (2010). Proceedings of the International Conference on Sustainable Community Development. Jan 21-23, 2010, Nong Khai Campus, Khon Kaen University and Vientiane, Lao PDR.

51. Identification of genes for powdery mildew resistance in mungbean. (2010). J. Life Sci. 4(5): 25-29. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

52. The effects of proline and coconut water on callus induction of cucumber (*Cucumis sativus* L.). (2010). Acta Hort. 871: 589-597 หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

53. Variety identification and comparative analysis of genetic diversity in yardlong bean (*Vigna unguiculata* spp. *sesquipedalis*) using morphological characters, SSR and ISSR analysis. (2010). Sci. Hort. 124: 204-216. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

54. Variety identification and genetic relationships of mungbean and blackgram in Thailand based on morphological characters and ISSR analysis. (2010). Afri. J. Biotech. 9(27): 4452-4464. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

55. Grapevine breeding and genetics. (2011). UNESCO-EOLSS, UK (Encyclopedia; accepted). ผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก

56. Isolation of resistance gene analogs from grapevine resistant and susceptible to downy mildew and anthracnose. (2011). Sci. Hort. 128: 357-363. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

57. Pronamide-induced polyploidy in *Rhynchostylis gigantea* and *Dendrobium*. (2011). Acta Hort. (accepted) หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

58. Relationships and variability of agronomic and physiological characters in mungbean. (2011). Afr. J. Biotechnol. 10(49): 9992-10000. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

59. Seed yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) is correlated with root length density and total dry matter. (2011). *In* Beans: Nutrition, Consumption and Health. Nova Science Publishers, Inc. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

60. SSR analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genetic relationship and variety identification in Thailand. (2011). Aust. J. Crop Sci. 5: 283-290. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนอันดับ 1/ ผู้เขียนหลัก

61. Tomato polyphenol oxidase (PPO) B expression is spatially and temporally regulated during development and in response to ethylene. (2011). Molecules 16: 493-517. ผู้ร่วมวิจัยและผู้เขียนหลัก

62. Optimization of factors for efficient isolation of protoplasts in sunflower (*Helianthus annuus* L.). (2012). Aust. J. Crop Sci. 6: 1004-1010. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

63. Association between root length density and seed yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). (2012). Environmental Research Journal 6: 50-56. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

64. Seed yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) is correlated with root length density and total dry matter. Popescu, E. and Golubev, I. (eds). Beans: Nutrition, Consumption and Health. Nova Science Publishers, New York. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

65. Application of ISSR markers for verification of F_1 hybrids in mungbean (*Vigna radiata*). (2012). Genet. Mol. Res. 11: 3329-3338. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

66. Laboratory and field evaluations of resistance to *Sphaceloma ampelinum* causing anthracnose in grapevine. Australasian Plant Pathol 41: 263-269. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

67. Pronamide-induced polyploidy in *Rhynchostylis* and *Dendrobium*. Acta Hort. 937: 615-620. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

68. Association of RGA-SSCP markers with resistance to downy mildew and anthracnose in grapevines. Genet. Mol. Res. 11: 1799-1809. หัวหน้าโครงการและผู้เขียนหลัก

69. *In vitro* induction of embryo-like structures in unpollinated ovary culture of cucumber (*Cucumis sativus* L.). (2012). The 1st Biotechnology World Congress. Feb 14-15, 2012, Dubai, UAE. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

70. Association of RGA-SSCP markers with resistance to downy mildew and anthracnose in grapevine. The 1st Biotechnology World Congress. Feb 14-15, 2012, Dubai, UAE. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

71. Identification of chemical mutagen-induced *Dendrobium* 'Earsakul' mutants using ISSR markers. (2012). The International Conference "Molecular Mapping & Marker Assisted Selection". Feb 8-11, 2012, Vienna, Austria. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

72. Evaluation of genetic variability in *in vitro* chemical mutagen-induced *Dendrobium* 'Earsakul' mutants. (2012). The International Symposium on Orchids and Ornamental Plants. Jan 9-12, 2012, Chiang Mai, Thailand. หัวหน้าโครงการ (นศ.นำเสนอผลงาน)

73. Association of ISSR markers with resistance to powdery mildew in mungbean. (2012). International Plant Molecular Biology Congress. Oct 21-26, 2012, Jeju, Korea. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

74. Overexpression of polyphenol oxidase increases susceptibility to *Septoria lycopersici*. (2012). The 2nd Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation. Oct 28-31, 2012, Phuket, Thailand. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

75. Assessment of *Phytophthora palmivora* culture filtrates from different media on in vitro selection of black rot resistance in *Dendrobium.* (2012). The 2nd Asian Conference on Plant-Microbe Symbiosis and Nitrogen Fixation. Oct 28-31, 2012, Phuket, Thailand. หัวหน้าโครงการและผู้เสนอผลงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี