การปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอด้วยการฉายรังสี
Papaya breeding by using radiation mutation for papaya ringspot virus resistance

นายอำนวย อรรถลังรอง[๑/] นางสาวรัชนี ศิริยาน[๒/] นางสาววันเพ็ญ ศรีทองชัย[๓/]
นายสิทธิศักดิ์ แสไพศาล[๓/] นางวไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์[๔/]

บทคัดย่อ

การคัดเลือกพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ ดำเนินการระหว่างปี ๒๕๕๔-๒๕๕๘ โดยชักนำให้มะละกอ ๕ พันธุ์ได้แก่ แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) และปลาวาฬ เกิดการกลายพันธุ์ด้วยการฉายรังสีแกมมาอัตรา ๐, ๑๐๐, ๑๕๐ และ ๒๐๐ เกรย์ คัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคจุดวงแหวนมะละกอโดยการปลูกเชื้อไวรัส PRSV-SSK ด้วยวิธีกลในโรงเรือน และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA ก่อนนำต้นที่ไม่แสดงอาการและไม่ติดเชื้อไวรัสไปปลูกในแปลงทดลอง เพื่อคัดเลือกซ้ำและบันทึกลักษณะทางการเกษตร พบว่า มะละกอที่คัดเลือก M๓ จำนวน ๙๐ สายพันธุ์ มีความต้านทานเฉลี่ยต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอเพิ่มขึ้นเมื่อมีการคัดเลือกในแต่ละครั้ง และสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์กลายเหล่านี้เกิดจากการฉายรังสีแกมมาอัตรา ๑๐๐ และ ๑๕๐ เกรย์ มากที่สุด คัดเลือกจากพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ ปลักไม้ลาย แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ และปลาวาฬจำนวน ๓๕, ๒๗, ๑๔, ๑๑ และ ๓ สายพันธุ์ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีลักษณะเนื้อผลสีส้ม ทรงกระบอก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS) ๙-๑๑ เปอร์เซ็นต์ ต้นที่ไม่แสดงอาการของโรคและไม่ติดเชื้อไวรัสได้ถูกนำไปปลูกคัดเลือกซ้ำในแปลงทดลอง ผสมตัวเอง และเก็บเมล็ด M๔ ไปปลูกคัดเลือกต่อไป

[๑/] สถาบันวิจัยพืชสวน
[๒/] ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ
[๓/] สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช
[๔/] สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

๑. คำนำ

มะละกอจัดเป็นหนึ่งในพืช ๔ ชนิดที่มีความสำคัญในท้องถิ่นและเศรษฐกิจของโลก เนื่องจากขยายพันธุ์และปลูกง่ายในสภาพเขตร้อนและกึ่งร้อน ให้ผลผลิตรวดเร็วและสามารถให้ผลผลิตทั้งปีติดต่อกัน และคุณค่าทางอาหารสูงเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในรูปผลสดและแปรรูป ประเทศที่มีการปลูกมะละกอเป็นการค้ารายใหญ่ของโลก คือ ฮาวาย สหรัฐอเมริกา ฟิลิปปินส์ อินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย และออสเตรเลีย สำหรับประเทศไทยผลผลิตมากกว่าร้อยละ ๙๐ ถูกใช้บริโภคภายในประเทศและเป็นวัตถุดิบส่งโรงงานแปรรูปเป็นผลไม้กระป๋องและผลิตภัณฑ์อื่นๆ

แต่ปัญหาโรคจุดวงแหวนมะละกอซึ่งระบาดในพื้นที่ปลูกมะละกอของไทยมากกว่าร้อยละ ๘๐ ทำให้ผลผลิตรวมของมะละกอลดลงและหลายพื้นที่ไม่สามารถปลูกมะละกอได้อีกต่อไป โรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ (papaya ringspot virus, PRSV) ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของมะละกอ มีเพลี้ยอ่อนหลายชนิดเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ เช่น เพลี้ยอ่อนฝ้าย เพลี้ยอ่อนถั่ว และเพลี้ยอ่อนยาสูบ เป็นต้น โดยเชื้อไวรัสจะไปติดอยู่ที่ส่วนปากของเพลี้ยอ่อนขณะดูดน้ำเลี้ยงจากต้นเป็นโรคจะถูกถ่ายทอดไปยังต้นอื่นๆได้ภายในเวลา ๑๐-๓๐ วินาที นอกจากนี้มีพืชอาศัยจำนวนมาก เช่น แตงป่า ฟักแฟง บวบ แตงต่าง ๆ หรือ ตำลึง ทำให้ยากแก่การป้องกันกำจัด มะละกอที่เกิดโรคจะแสดงอาการใบเหลืองด่าง บิดเบี้ยว ลดรูป ผิวของผลและต้นแสดงอาการด่างลักษณะเป็นจุดวงแหวน ในต้นที่เกิดอาการรุนแรงผลจะบิดเบี้ยว เนื้อแข็งกระด้าง ผลสุกเนื้อจะแข็งเป็นไตมีรสขม และผลผลิตลดลงอย่างมาก

การป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากไวรัสสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่มีประสิทธิภาพและสะดวกในการปฏิบัติ คือ การใช้พันธุ์ต้านทานไวรัส ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานมากกว่า ๘๐ ปี (Khetarpal *et al.*, ๑๙๙๘, Kang *et al.*, ๒๐๐๕) พันธุกรรมต้านทานต่อโรคไวรัสส่วนใหญ่ได้จากพันธุ์ป่าในพืชสกุลมะละกอ พบว่า มะละกอป่าหลายชนิดต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ เช่น *Vasconcellea pubescens* (*Carica pubescens*) และ *V. quercifolia* (*Carica quercifolia*) (Alamery and Drew, ๒๐๑๔) ซึ่งมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ ในหลายประเทศ เช่น เวเนซูเอล่า อินเดีย อเมริกา และไต้หวัน แต่จำเป็นต้องแก้ปัญหาการแท้งของต้นอ่อนในการผสมข้ามสกุลด้วยการทำ embryo rescue ลูกผสมเหล่านี้หลายคู่มีความแข็งแรงและต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอในสภาพแปลงได้เป็นอย่างดีแต่มักจะเป็นหมัน เมื่อผสมกลับ (back crossing) จะผลิตเฉพาะ infertile sesquidiploids จาก unreduced megaspores (Manshardt *et al.*, ๑๙๙๕)

การใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม หรือ จีเอ็มโอ (GMO) ในการการสร้างพันธุ์มะละกอที่ต้านทานต่อโรคด่างจุดวงแหวนมะละกอ ประสบความความสำเร็จและมีการใช้อย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา และแคนาดา (Fitch, ๒๐๑๐) อย่างไรก็ดีวิธีนี้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีการต่อต้านจากหลายฝ่ายด้วยเช่นกัน การปรับปรุงพันธุ์ด้วยการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาพันธุ์พืชให้ต้านทานไวรัส เช่น ความสำเร็จในการคัดเลือกพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวให้ต้านทานต่อโรคเส้นใบเหลืองโดยชักนำให้เกิดพันธุ์กลายด้วยการฉายรังสีแกมม่า (วไลลักษณ์ และคณะ; ๒๕๔๔) ดังนั้นจึงควรปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอด้วยการฉายรังสี

๒. วิธีดำเนินการ

- วัสดุและอุปกรณ์

๑. เมล็ดมะละกอพันธุ์การค้า ได้แก่ ๕ พันธุ์ ได้แก่ แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) และปลาวาฬ

๒. วัสดุทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

๓. วัสดุทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมการปลูกเชื้อ และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA

- วิธีการ

๑. ฉายรังสีแกมม่าอัตรา ๐, ๑๐๐, ๑๕๐ และ ๒๐๐ เกร์ย ให้เมล็ดมะละกอ ๕ พันธุ์ ได้แก่ แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) และปลาวาฬ

๒. เพาะเมล็ดที่ฉายรังสีดังกล่าว จากนั้นปลูกมะละกอที่ได้เหลือรอดจากการฉายรังสีที่ระดับต่างๆในแปลงทดลอง เมื่อมะละกอออกดอกทำการผสมตัวเองหรือผสมข้ามต้นในประชากรเดียวกัน เพื่อสร้างประชากรสำหรับการคัดเลือก

๓. เก็บเมล็ดจากต้นที่ผสมตัวเองไว้ไปปลูกคัดเลือกให้ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ โดยปลูกไวรัสเชื้อ PRSV-SSK ด้วยวิธีกล และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสของมะละกอด้วยวิธี ELISA (ภาคผนวก ๑)

๔. ปลูกต้นที่ผ่านการคัดเลือกในแปลงทดลอง และประเมินอาการโรคจุดวงแหวนมะละกอ ดัดแปลงตามวิธีของ วิไล และคณะ (๒๕๕๒) (ภาคผนวก ๒)

๕. ดูแลรักษาและผสมตัวเองหรือผสมข้ามต้นในประชากรเดียวกันในต้นที่คัดเลือก จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนที่ ๓-๕ ซ้ำๆ จนได้สายพันธุ์มะละกอที่ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ

๖. การบันทึกข้อมูล

๖.๑ เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดของเมล็ดหลังการฉายรังสี

๖.๒ จำนวนต้นทั้งหมด และจำนวนต้นเกิดโรค หลังการปลูกเชื้อในโรงเรือน และการปลูกในสภาพแปลง คำนวณเปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคตามสมการ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรค} = \frac{(\text{จำนวนต้นทั้งหมด} - \text{จำนวนต้นที่เกิดโรค}) \times ๑๐๐}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

๖.๓ เพศดอก ลักษณะผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids, TSS) ของต้นที่คัดเลือก

- เวลาและสถานที่

เวลา ก.ย. ๒๕๕๔ – ต.ค. ๒๕๕๘

สถานที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช และศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

๓. ผลการทดลองและวิจารณ์

การสร้างประชากรสำหรับการปลูกคัดเลือก

การฉายรังสีแกมม่าระดับ ๐, ๑๐๐, ๑๕๐ และ ๒๐๐ เกรย์ ให้เมล็ดมะละกอ ๕ พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) และปลาวาฬ เมื่อนำเมล็ดที่ฉายรังสีมาเพาะทันที พบว่า เมล็ดที่ฉายรังสีของมะละกอมีความงอกเฉลี่ยทุกพันธุ์เท่ากับ ๖๑.๔๐, ๔๔.๐๐, ๕๔.๘๐ และ ๕๒.๘๐ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ ๑) โดยการฉายรังสีที่ ๑๐๐ เกรย์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดต่ำที่สุด และไม่แสดงแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่คาดการณ์ได้เมื่อเพิ่มระดับรังสี เมื่อพิจารณาจากมะละกอแต่ละพันธุ์ พบว่า เมล็ดพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน และปลาวาฬมีความงอกค่อนข้างต่ำ แม้ว่าจะไม่ได้ฉายรังสี (ระดับ ๐) อาจเกิดเนื่องจากการเสื่อมสภาพของตัวเมล็ดพันธุ์จากการเก็บรักษาที่ไม่ดี (เมล็ดพันธุ์จากร้านค้า) ซึ่งภายหลังฉายรังสีเปอร์เซ็นต์ความงอกก็ไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก ส่วนพันธุ์ ขอนแก่น ๘๐ และ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) มีความงอก ๗๖ และ ๘๕ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งภายหลังการฉายรังสีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ ๑ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดมะละกอ ๕ พันธุ์เมื่อฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ ๐-๒๐๐ เกรย์ แล้วเพาะทันที

พันธุ์	ระดับความเข้มข้นของรังสี (เกรย์)			
	๐	๑๐๐	๑๕๐	๒๐๐
แขกดำ-ศรีสะเกษ; SK	๓๗	๓๙	๓๖	๔๑
แขกดำ-ดำเนิน; DN	๕๒	๓๘	๕๙	๕๒
ขอนแก่น ๘๐; KK๘๐	๗๖	๓๖	๖๔	๖๘
ปลักไม้ลาย; PL	๘๕	๗๓	๗๕	๖๙
ปลาวาฬ; WH	๕๗	๓๔	๔๐	๓๔
ค่าเฉลี่ย	๖๑.๔๐	๔๔.๐๐	๕๔.๘๐	๕๒.๘๐

ส่วนการเพาะครั้งที่ ๒ ภายหลังการเก็บเมล็ดมะละกอที่ฉายรังสีแกมม่าดังกล่าวในตู้เย็นนาน ๙๐ วัน พบว่า ความงอกเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะทันทีมีเปอร์เซ็นต์ลดลงทุกพันธุ์และทุกระดับความเข้มข้นของการฉายรังสี และมีความงอกของเมล็ดในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับการนำมาเพาะทันที (ตารางที่ ๒)

ตารางที่ ๒ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดมะละกอ ๕ พันธุ์เมื่อฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ ๐-๒๐๐ เกรย์ เพาะหลังฉายรังสี ๙๐ วัน และเก็บเมล็ดในตู้เย็น

พันธุ์	ระดับความเข้มข้นของรังสี (เกรย์)			
	๐	๑๐๐	๑๕๐	๒๐๐
แขกดำ-ศรีสะเกษ; SK	๑๗	๑๑	๘	๘
แขกดำ-ดำเนิน; DN	๑๐	๑๕	๒๐	๓๗
ขอนแก่น ๘๐; KK๘๐	๑๓	๓๓	๔๕	๒๐
ปลักไม้ลาย; PL	๒	๒๘	๑๒	๑๐
ปลาวาฬ; WH	๑๒	๙	๑๕	๑๕
ค่าเฉลี่ย	๑๐.๘	๑๙.๒	๒๐	๑๘

ปลูกมะละกอในแปลงทดลองและผสมตัวเอง ด้วยการห่อดอกในต้นกะเทยเพื่อป้องกันการผสมข้ามหรือป้ายเกสรเพศผู้ของต้นพี่น้องลงบนยอดเกสรเพศเมียสำหรับต้นที่เป็นตัวเมีย โดยผสมต้นคัดเลือกที่ไม่เกิดโรคไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ หรือเกิดโรคช้าต้นละ ๑-๕ ผล เก็บเมล็ดแยกแต่ละผลและกำหนดเป็นสายพันธุ์สำหรับใช้ในการปลูกคัดเลือกต่อไป การปลูกคัดเลือกและผสมพันธุ์สามารถสร้างประชากรที่ใช้ในการคัดเลือก

ได้ทั้งหมด ๑๙๗ สายพันธุ์ ประกอบด้วยพันธุ์กลายของมะละกอพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย และปลาวาฬจำนวน ๓๔, ๓๔, ๘๑, ๓๖ และ ๑๒ สายพันธุ์ตามลำดับ (ตารางที่ ๓)

ตารางที่ ๓ สายพันธุ์กลายของมะละกอพันธุ์ต่างๆที่ฉายรังสีแกมม่าระดับ ๐-๒๐๐ เกรย์ สำหรับใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มะละกอต้านทานโรคไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ

พันธุ์	ระดับความเข้มข้นของรังสี (เกรย์)				รวม
	๐	๑๐๐	๑๕๐	๒๐๐	
แขกดำ-ศรีสะเกษ; SK	๒	๑๑	๑๗	๔	๓๔
แขกดำ-ดำเนิน; DN	๑๑	๗	๑๒	๔	๓๔
ขอนแก่น ๘๐; KK๘๐	๙	๒๙	๓๘	๕	๘๑
ปลักไม้ลาย; PL	๔	๒๐	๑๒	๐	๓๖
ปลาวาฬ; WH	๕	๕	๑	๑	๑๒
รวม	๓๑	๗๒	๘๐	๑๔	๑๙๗

การปลูกคัดเลือกพันธุ์มะละกอต้านทานโรคไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ

การปลูกคัดเลือกรุ่น M๒

การปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๑ ดำเนินระหว่างเดือน มีนาคม ถึง มิถุนายน ๒๕๕๕ ประกอบด้วยมะละกอจำนวน ๔๓ สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ แขกดำ มีจำนวนต้นรวมทั้งหมด ๔๗๕ ต้น พบว่า มะละกอที่ปลูกเชื้อเกือบทั้งหมดแสดงอาการใบจุดวงแหวน (chlorotic spot) ใบด่าง (mosaic) ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle) รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และใบย่นปูดโปน (rugosity) โดยหลังปลูกเชื้อครั้งแรก ๒๕ และ ๓๕ วัน เกิดโรค ๑๖๓ ต้น (๓๔.๒๔ เปอร์เซ็นต์) และ ๒๐๒ ต้น (๔๒.๔๔ เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และเกิดโรคมากกว่า ๗๕ เปอร์เซ็นต์หลังปลูกเชื้อ ๓๕ วัน ในเบื้องต้นคัดเลือกต้นที่ไม่แสดงอาการของโรคไว้ทั้งหมด ๔๓ ต้น และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA พบว่า ติดเชื้อเกือบทั้งหมด คงเหลือต้นที่ไม่ติดเชื้อและนำไปปลูกขยายพันธุ์เพียง ๗ ต้น จากสายพันธุ์ต่างๆดังนี้ KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๑), KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๑), KK๘๐/๑๕๐-๒(๓), KK๘๐/๑๕๐-๑๙(๒) และ KK๘๐/๑๕๐-๓๓(๑) จำนวน ๒, ๑, ๑, ๑ และ ๒ ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ ๔) เมื่อย้ายต้นลงปลูกในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ พบว่า มะละกอทั้งหมดแสดงอาการโรคไวรัสจุดวงแหวนมะละกอจึงไม่มีการคัดเลือกพันธุ์มะละกอในครั้งนี้

ส่วนปลูกคัดเลือกมะละกอครั้งที่ ๒ จำนวน ๔๔ สายพันธุ์ รวมกับพันธุ์แขกดำ จำนวนทั้งหมด ๑,๓๒๓ ต้น ระหว่างเดือน มิถุนายน-สิงหาคม ๒๕๕๕ พบว่า มะละกอที่คัดเลือกเกิดโรคจำนวนมากถึง ๑,๒๙๙ ต้น หลังปลูกเชื้อ ๖๐ วัน และแสดงอาการของโรคเช่นเดียวกับการปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๑ โดยหลังปลูกเชื้อ ๒๕, ๓๕ และ ๖๐ วันมีต้นมะละกอแสดงอาการของโรคเท่ากับ ๖๓๐, ๕๗๐ และ ๒๓ ต้นตามลำดับ (ตารางที่ ๕)

ตารางที่ ๔ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๔๔ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๒๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๑ ระหว่าง มีนาคม-มิถุนายน ๒๕๕๕

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๒๕ วัน	๓๕ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
KK๘๐/๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๔	๐	๑๑	๑	๒	๒	๐
KK๘๐/๐-๒(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๙	๑	๗	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๐-๕(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๒	๕	๕	๒	๐	๐	๐
KK๘๐/๐-๖(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๕	๗	๗	๐	๑	๑	๐
KK๘๐/๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๖	๖	๑๐	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๐-๗(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๘	๓	๕	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๐-๗(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๑	๕	๑	๕	๐	๐	๐
KK๘๐/๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๙	๒	๐	๖	๑	๑	๐
KK๘๐/๐-๘(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๑	๘	๒	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๓	๘	๓	๐	๒	๐	๒
KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๔	๑	๓	๑๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๒	๔	๗	๐	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๔)	Cs, Mo, Mal, Ru	๒๑	๔	๕	๑๑	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๕(๕)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๓	๙	๓	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๓	๘	๓	๐	๒	๑	๑
KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๖	๘	๗	๐	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๘	๕	๑	๐	๒	๒	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๔)	Cs, Mo, Mal, Ru	๕	๑	๐	๐	๔	๔	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๗(๕)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑	๐	๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๘(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๔	๕	๗	๑	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๘(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๔	๕	๕	๓	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๒๙(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๐	๒	๖	๐	๒	๒	๐
KK๘๐/๑๐๐-๒๙(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๖	๗	๔	๓	๒	๒	๐
KK๘๐/๑๐๐-๒๙(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๒	๔	๘	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๒๙(๔)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๑	๔	๓	๑	๓	๓	๐
KK๘๐/๑๕๐-๑(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๖	๔	๙	๒	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๘	๖	๒	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๕	๒	๑๑	๐	๒	๒	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒(๓)	Cs, Mo, Mal, Ru	๙	๒	๓	๐	๔	๓	๑
KK๘๐/๑๕๐-๓(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๔	๒	๐	๒	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๗	๑๐	๔	๐	๓	๓	๐
KK๘๐/๑๕๐-๔(๒)	Cs, Mo, Mal, Ru	๑๗	๑๑	๕	๐	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๕๐-๔(๓)	Mottle ต้นเตี้ย	๔	๑	๒	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๔(๔)	Mo, Ru	๔	๑	๒	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๔(๕)	Cs, Mot	๕	๓	๒	๐	๐	๐	๐

KK๘๐/๑๕๐-๑๙(๑)	Mot	๑๒	๐	๒	๑๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๑๙(๒)	Cs, Mot	๑๐	๑	๕	๒	๒	๑	๑
KK๘๐/๑๕๐-๑๙(๓)	Mo, Mot	๘	๓	๔	๑	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒๑(๑)	Mot	๑๑	๐	๑๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒๑(๓)	Mo, Cs	๖	๑	๕	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒๗(๑)	Mot	๑๖	๐	๑๔	๒	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๐(๑)	Mot	๗	๑	๕	๐	๑	๑	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๓(๑)	Mot	๗	๒	๒	๐	๓	๑	๒
แขกดำ	Mo, Mot	๑	๑	๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๔๗๕	๑๖๓	๒๐๒	๖๗	๔๓	๓๖	๗

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

ตารางที่ ๕ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๔๕ สายพันธุ์/พันธุ์หลังปลูกเชื้อ ๒๕-๖๐ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๒ ระหว่าง มิถุนายน-สิงหาคม ๒๕๕๕

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๒๕ วัน	๓๕ วัน	๖๐ วัน	คงเหลือ		
DN/๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๔๑	๒๖	๑๕	๐	๐	๐	๐
DN/๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๐	๑๔	๖	๐	๐	๐	๐
DN/๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๑๕	๑๑	๓	๐	๑	๐	๑
DN/๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๑	๑๕	๖	๐	๐	๐	๐
DN/๑๐๐-๓๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๓	๑๘	๑๓	๑	๑	๐	๑
DN/๑๐๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๗	๒๑	๖	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๕	๑๓	๑๒	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๒๙(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๓	๙	๑๓	๐	๑	๐	๑
DN/๒๐๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๘	๑๑	๑๗	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal,	๓๕	๓	๓๒	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๔(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๘	๐	๗	๐	๑	๐	๑
KK๘๐/๑๕๐-๓๔(๓)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๑๘	๒	๑๕	๐	๑	๐	๑
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๓	๑๐	๑๓	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๙	๑๕	๑๔	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๓)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๔	๘	๒๖	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๒๒**	**๓**	**๑๑**	**๐**	**๘**	**๐**	**๘**
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๒๕**	**๑๑**	**๑๒**	**๐**	**๒**	**๐**	**๒**
PL/๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๑๖	๕	๑๐	๐	๑	๐	๑
PL/๐-๒(๒)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๓๐**	**๑๙**	**๙**	**๐**	**๒**	**๐**	**๒**
PL/๐-๒(๓)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๔๒**	**๒๒**	**๑๔**	**๐**	**๖**	**๐**	**๖**
PL/๑๕๐-๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๓	๑๕	๑๗	๐	๑	๐	๑
PL/๑๕๐-๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๑	๑๒	๑๖	๐	๓	๐	๓
PL/๑๕๐-๓(๓)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๓๒**	**๑๔**	**๑๗**	**๐**	**๑**	**๐**	**๑**
PL/๑๕๐-๑๙(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๑๗	๔	๑๓	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๑๙(๒)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๑๖**	**๕**	**๕**	**๓**	**๓**	**๐**	**๓**
PL/๑๕๐-๑๙(๓)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๒๕**	**๖**	**๑๕**	**๑**	**๓**	**๐**	**๓**
PL/๑๕๐-๒๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๗	๑๘	๗	๒	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๓๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๐	๑๒	๘	๐	๐	๐	๐
SK/๐-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๙	๑๐	๑๘	๐	๑	๐	๑
SK/๐-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๕	๒๑	๑๑	๐	๓	๐	๓
SK/๑๐๐-๑๐(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๔	๒๐	๑๓	๐	๑	๐	๑
SK/๑๐๐-๓๕(๑)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๔๑**	**๒๐**	**๑๓**	**๐**	**๘**	**๐**	**๘**
SK/๑๐๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๑	๑๙	๑๑	๐	๑	๐	๑
SK/๑๕๐-๒๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๓	๑๖	๑๓	๐	๔	๐	๔
SK/๑๕๐-๓(๑)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๓๘**	**๒๕**	**๙**	**๐**	**๔**	**๐**	**๔**
SK/๑๕๐-๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๒๘	๑๐	๑๕	๐	๓	๐	๓
WH/๐-๑๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๕	๑๗	๑๕	๑	๒	๐	๒
WH/๐-๑๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๗	๑๙	๑๔	๒	๒	๐	๒
WH/๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๙	๒๑	๑๔	๑	๓	๐	๓
WH/๑๐๐-๑๗(๑)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๒๗**	**๑๑**	**๗**	**๐**	**๙**	**๐**	**๙**
WH/๑๐๐-๑๗(๒)	**Cs, Mo, Mot, Mal, Ru**	**๓๑**	**๑๕**	**๘**	**๑**	**๗**	**๐**	**๗**
WH/๑๐๐-๒๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๒	๑๘	๑๐	๒	๒	๐	๒

WH/๑๐๐-๒๖(๒)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๘	๑๔	๑๘	๐	๖	๐	๖
WH/๑๐๐-๒๖(๓)	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๓๖	๑๙	๑๒	๒	๓	๐	๓
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Mal, Ru	๖๓	๓๙	๑๗	๗	๐	๐	๐
รวม		๑,๓๒๓	๖๓๖	๕๗๐	๒๓	๙๔	๐	๙๔

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

มีมะละกอที่ไม่แสดงอาการหลังปลูกเชื้อจำนวน ๙๔ ต้น จาก ๓๑ สายพันธุ์ และทั้งหมดไม่ติดเชื้อเมื่อทดสอบด้วยวิธี ELISA โดยสายพันธุ์ WH/๑๐๐-๑๗(๑), SK/๑๐๐-๓๕(๑), KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔) และ WH/๑๐๐-๑๗(๒) มีจำนวนต้นไม่เกิดโรคมากถึง ๙ (๒๒.๕๘ เปอร์เซ็นต์), ๘ (๓๖.๓๖ เปอร์เซ็นต์), ๘ (๑๙.๕๑ เปอร์เซ็นต์) และ ๗ (๓๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์) ต้นตามลำดับ (ตารางที่ ๕)

เมื่อย้ายปลูกลงในแปลงทดลองที่ศรีสะเกษ มะละกอดังกล่าวเกิดโรคเน่าตายและเสียหายคงเหลือเพียง ๖๖ ต้นไป หลังย้ายปลูกมะละกอแสดงอาการของโรคตั้งแต่ ๐-๘๐ เปอร์เซ็นต์ โดยในระยะแรกไม่เกิดโรค/เกิดโรคค่อนข้างน้อยและเพิ่มขึ้นเมื่อต้นมีอายุเพิ่มมากขึ้น เมื่อต้นมะละกอออกดอกผสมตัวเอง (ต้นกระเทย) /ผสมภายในกลุ่ม (ต้นตัวเมีย) แต่ดอกร่วงเป็นจำนวนมากและติดผลน้อย เนื่องจากสภาพอากาศไม่เหมาะสม คัดเลือกต้นและผสมพันธุ์ไว้ ๑๓ ต้น ได้แก่ KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๖ KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๗, KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑, SK/๑๕๐-๓(๑)-๑, PL/๐-๒(๒)-๒, PL/๐-๒(๓)-๕, PL/๐-๒(๓)-๖, PL/๑๕๐-๓(๓)-๑, PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑, PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓, WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘, WH/๑๐๐-๒๖(๒)-๕ และ SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑ สามารถเก็บเมล็ดได้เพียงจำนวนหนึ่ง และภายหลังเกิดน้ำท่วมตายทั้งหมด

การคัดเลือกมะละกอครั้งที่ ๓ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน ๒๕๕๖ มีมะละกอที่ใช้ในการคัดเลือก ๒๘ สายพันธุ์ โดยแต่ละสายพันธุ์มีจำนวนต้นระหว่าง ๑๑-๔๓ ต้น/สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์แขกดำ มะละกอที่ปลูกคัดเลือกทั้งหมดมีจำนวน ๙๑๖ ต้น หลังปลูกเชื้อเพียง ๑๒ วันมะละกอเกิดโรคมากถึง ๖๘๙ ต้น (๗๕.๒๒ เปอร์เซ็นต์) โดยส่วนใหญ่แสดงอาการ ใบจุดวงแหวน และใบด่าง คงเหลือต้นหลังปลูกเชื้อ ๓๐ วันเพียง ๑๘ ต้น ซึ่งทั้งหมดไม่แสดงอาการของโรคและตรวจไม่พบการติดเชื้อไวรัส (ตารางที่ ๖) เมื่อย้ายปลูกลงแปลงทดลองมะละกอดังกล่าวตายไป ๕ ต้นเหลือเพียง ๑๓ ต้น ทั้งหมดมีการเจริญเติบโตดีและไม่แสดงอาการโรคจุดวงแหวน แต่ไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ได้เนื่องจากเกิดอุทกภัย (ปี ๒๕๕๖) ทำให้ต้นมะละกอที่ปลูกตายทั้งหมด

ส่วนการคัดเลือกมะละกอจำนวน ๒๑ สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์แขกดำ ครั้งที่ ๔ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน ๒๕๕๖ มีมะละกอทั้งหมด ๖๓๙ ต้น พบว่า หลังปลูกเชื้อ ๑๕ วัน พันธุ์แขกดำซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอเกิดโรคทั้งหมด สายพันธุ์คัดเลือกส่วนใหญ่เกิดโรคเกือบทั้งหมดเช่นกัน แต่สายพันธุ์ SK/๑๐๐-๔(๒), SK/๑๐๐-๒(๒), SK/๑๕๐-๑๒(๑), SK/๑๕๐-๑๕(๓) และ SK/๑๕๐-๑๕(๑) เกิดโรค ๑๔, ๒๐, ๒๒, ๒๔ และ ๑๓ ต้น หรือมีต้นที่ไม่เกิดโรคมากถึง ๑๘, ๑๗, ๙, ๘ และ ๗ ต้นตามลำดับ (ตารางที่ ๗)

หลังปลูกเชื้อนาน ๔๕ วัน คงเหลือต้นที่ไม่แสดงอาการเพียง ๓๑ ต้น (๔.๘๕ เปอร์เซ็นต์) เมื่อตรวจสอบการติดเชื้อไวรัส พบว่า ต้นมะละกอเกือบทั้งหมดไม่ติดเชื้อไวรัส ยกเว้น SK/๑๐๐-๖(๑) และ SK/๑๕๐-๑๒(๑) ซึ่งมีต้นที่ไม่แสดงอาการแต่ติดเชื้อไวรัสสายพันธุ์ละ ๑ ต้น คงเหลือต้นที่ไม่แสดงอาการของโรคและไม่ติดเชื้อจำนวน ๒๙ ต้น ประกอบด้วย SK/๑๐๐-๒(๒), SK/๑๕๐-๑๕(๑), SK/๑๕๐-๑๕(๓), SK/๑๐๐-๔(๒), SK/๑๕๐-๑๒(๒) และ SK/๑๕๐-๑๖(๓) จำนวน ๘, ๕, ๕, ๔, ๒ และ ๒ ต้นตามลำดับ ส่วน SK/๑๕๐-๗(๑), SK/๑๕๐-๑๕(๕) และ SK/๑๕๐-๑๖(๒) มีสายพันธุ์ละ ๑ ต้น (ตารางที่ ๗)

เมื่อย้ายลงปลูกในแปลงทดลองที่ศรีสะเกษ พบว่า มะละกอทั้งหมดมีการเจริญเติบโตดีเป็นต้นกระเทยมากถึง ๑๘ ต้น มะละกอที่คัดเลือกเกือบทั้งหมดไม่แสดงอาการของโรคหลังปลูกลงแปลง ๘ เดือน แต่มีมะละกอจำนวน ๓ ต้นที่แสดงอาการของโรคไวรัสจุดวงแหวนเล็กน้อย ได้แก่ SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๑, SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๑ และ SK/๑๕๐-๕(๑)-๑ (ตารางที่ ๘)

ตารางที่ ๖ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๒๙ สายพันธุ์/พันธุ์หลังปลูกเชื้อ ๑๒-๓๐ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๓ ระหว่าง กุมภาพันธ์-เมษายน ๒๕๕๖

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๒ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	คงเหลือ		
DN/๐-๑(๑)	Cs, Mo	๓๘	๓๒	๖	๐	๐	๐	๐
DN/๑๐๐-๑๑(๑)	Cs, Mo	๓๒	๒๘	๔	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๑๑(๑)	Cs, Mo	๓๖	๒๔	๑๑	๐	๑	๐	๑
DN/๑๕๐-๑๑(๒)	Cs, Mo	๓๘	๓๑	๗	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๓๒(๑)	Cs, Mo	๓๗	๒๘	๙	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๑(๒)	Cs, Mo	๓๗	๒๙	๗	๐	๑	๐	๑
KK๘๐/๑๕๐-๑๗(๑)	Cs, Mo	๓๙	๒๕	๑๔	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๒)	Cs, Mo	๓๔	๒๖	๘	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)	Cs, Mo	๓๕	๒๙	๖	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๓(๔)	Cs, Mo	๑๒	๗	๔	๐	๑	๐	๑
PL/๑๕๐-๓(๕)	Cs, Mo	๓๑	๒๔	๕	๐	๒	๐	๒
PL/๑๕๐-๕(๑)	Cs, Mo	๔๑	๑๙	๒๑	๑	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๑๙(๔)	Cs, Mo	๒๙	๒๒	๖	๑	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๑๙(๕)	Cs, Mo	๔๓	๓๗	๔	๐	๒	๐	๒
PL/๑๕๐-๒๑(๒)	Cs, Mo	๓๗	๑๙	๑๖	๑	๑	๐	๑
PL/๑๕๐-๒๑(๓)	Cs, Mo	๓๔	๒๑	๑๑	๐	๒	๐	๒
PL/๑๕๐-๒๖(๑)	Cs, Mo	๒๒	๑๘	๔	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๒๗(๑)	Cs, Mo	๑๕	๘	๗	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๓๓(๑)	Cs, Mo	๓๔	๒๗	๕	๐	๒	๐	๒
PL/๑๕๐-๓๖(๒)	Cs, Mo	๓๙	๓๘	๑	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๓๖(๓)	Cs, Mo	๒๓	๑๖	๓	๐	๔	๐	๔
PL/๑๕๐-๓๖(๔)	Cs, Mo	๓๖	๒๖	๙	๑	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๓๖(๕)	Cs, Mo	๓๓	๒๘	๓	๐	๒	๐	๒
PL/๒๐๐-๒๔(๑)	Cs, Mo	๓๒	๒๒	๙	๑	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)	Cs, Mo	๑๑	๑๐	๑	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๒๐(๑)	Cs, Mo	๒๐	๑๓	๗	๐	๐	๐	๐
WH/๐-๑๗(๒)	Cs, Mo	๓๑	๒๘	๓	๐	๐	๐	๐
WH/๐-๑๗(๓)	Cs, Mo	๓๒	๒๙	๓	๐	๐	๐	๐
แขกดำ	Cs, Mo, Ru	๓๕	๒๕	๑๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๙๑๖	๖๘๙	๒๐๔	๕	๑๘	๐	๑๘

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

ตารางที่ ๗ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๒๒ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๔ ระหว่างเดือน กรกฎาคม-กันยายน ๒๕๕๖

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
SK/๑๐๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๗	๒๐	๘	๑	๘	๐	๘
SK/๑๐๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๖	๒๕	๑	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๔(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๑๔	๑๔	๐	๔	๐	๔
SK/๑๐๐-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๖	๔	๐	๑	๑	๐
SK/๑๐๐-๑๐(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๓๔	๐	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๑๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๓๐	๒	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๑๑(๔)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๓๒	๐	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๑๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๙	๒	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๓	๒๒	๑	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๘	๑๗	๐	๐	๑	๐	๑
SK/๑๕๐-๗(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๘	๓	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๑๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๓๔	๐	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๑๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๒	๘	๐	๑	๑	๐
SK/๑๕๐-๑๒(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๒๘	๔	๐	๒	๐	๒
SK/๑๕๐-๑๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๐	๑๓	๑	๑	๕	๐	๕
SK/๑๕๐-๑๕(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๔	๓	๐	๕	๐	๕
SK/๑๕๐-๑๕(๔)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๒๗	๓	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๑๕(๕)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๙	๒๘	๐	๐	๑	๐	๑
SK/๑๕๐-๑๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๕	๒๕	๐	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๑๖(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๘	๑	๑	๑	๐	๑
SK/๑๕๐-๑๖(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๓๒	๐	๐	๒	๐	๒
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๒	๑๒	๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๖๓๙	๕๕๐	๕๕	๓	๓๑	๒	๒๙

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

มะละกอต้านทานไวรัสจุดวงแหวนมะละกอที่ปลูก ๒๙ ต้นหลังปลูกอายุ ๘ เดือน ส่วนใหญ่มีความสูงระหว่าง ๒๐๐-๓๐๐ เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ๑๔-๑๘ เซนติเมตร การติดผลของมะละกอสายพันธุ์ SK/๑๕๐-๗(๑)-๑ ติดผลมากที่สุด ๖๗ ผล แต่ SK/๑๐๐-๒(๒)-๓ และ SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๓ ไม่ติดผล การผสมตัวเองโดยคลุมดอกก่อนดอกมะละกอจะบานระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง กันยายน ๒๕๕๗ มะละกอไม่ค่อยติดผลและผลที่ได้ส่วนใหญ่เป็นผลที่เกิดจากการผสมแบบเปิด (ตารางที่ ๘)

คัดเลือกต้นมะละกอที่มีลักษณะดีและติดผลผสมตัวเอง/ติดผลดีไว้จำนวน ๒๓ ต้น (ตารางที่ ๙) ประกอบด้วยผลที่ได้จากการผสมตัวเองจำนวน ๒๘ ผล และผลจากการผสมเปิดจำนวน ๙ ผล ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) ระหว่าง ๙-๑๒ เปอร์เซ็นต์ สีเนื้อส้มหรือส้มแดง ลักษณะผลทรงกระบอก (ภาพที่ ๑) เก็บเกี่ยวเมล็ดแยกต้นและผลเพื่อใช้คัดเลือกต่อไป

ตารางที่ ๘ การเจริญเติบโตของมะละกอ M๒ คัดเลือกครั้งที่ ๔ จำนวน ๒๙ ต้น หลังปลูก ๘ เดือน

รหัสพันธุ์	ความสูงถึงตายอด (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (ซม.)	จำนวนผลต่อต้น	ระดับการเกิดโรค[๑]	เพศของต้น[๒]
SK/๑๐๐-๒(๒)-๑	๒๓๕	๑๕.๗	๑๖	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๒	๒๒๐	๑๐.๓	๖	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๓	๑๖๐	๗.๕	-	๐	N
SK/๑๐๐-๒(๒)-๔	๒๗๕	๑๗.๙	๑๑	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๕	๒๕๐	๑๙.๒	๒๐	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๖	๒๔๕	๑๗.๗	๑๕	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๗	๒๕๕	๑๘.๘	๓๗	๐	H
SK/๑๐๐-๒(๒)-๘	๒๖๕	๑๖.๗	๙	๐	H
SK/๑๐๐-๔(๒)-๑	๓๒๕	๑๘.๑	๘	๐	H
SK/๑๐๐-๔(๒)-๒	๒๗๕	๑๔.๖	๔๓	๐	F
SK/๑๐๐-๔(๒)-๓	๒๐๐	๑๑	๑๘	๐	F
SK/๑๐๐-๔(๒)-๔	๒๓๕	๑๕.๑	๕๕	๐	F
SK/๑๕๐-๗(๑)-๑	๒๕๕	๑๓.๘	๖๗	๐	F
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๑	๒๑๕	๑๔.๓	๔๔	๒	F
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒	๒๑๐	๑๕.๒	๓๓	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๑	๒๔๐	๑๑.๓	๒๕	๑	F
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๒	๒๔๐	๙	๑๐	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๓	๒๐๐	๘.๕	-	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๔	๒๖๐	๑๔.๑	๒๖	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๕	๒๕๐	๑๑.๗	๒๒	๐	F
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๑	๒๗๕	๑๔.๔	๓๒	๐	F
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๒	๒๔๐	๑๒.๓	๑๙	๐	F
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๓	๓๐๕	๑๕.๙	๔๐	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔	๓๑๕	๑๘.๑	๔๑	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕	๒๙๐	๑๗.๓	๕๑	๐	H
SK/๑๕๐-๑๕(๕)-๑	๒๕๕	๑๖.๓	๕๕	๐	F
SK/๑๕๐-๑๖(๒)-๑	๓๑๐	๑๕.๓	๕๖	๐	H
SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๑	๓๕๐	๑๕.๑	๓๘	๑	H
SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๒	๒๙๐	๑๗.๒	๕๔	๐	H

[๑] ภาคผนวก ๒ การประเมินการเป็นโรคจุดวงแหวน มี ๕ ระดับ ๐–๕ (ต้านทานโรค-อ่อนแอจุดวงแหวน)

[๒] H= Hermaphrodite; F = Female; N = No data

การคัดเลือกครั้งที่ ๕ ประกอบด้วยมะละกอ (M๒) จำนวน ๑๕ สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ ๑๙-๓๖ ต้น ร่วมกับพันธุ์แขกดำมีจำนวนต้นทั้งหมด ๔๕๕ ต้น พบว่าหลังการปลูกเชื้อ ๑๕ วัน มะละกอเป็นโรคมากถึง ๓๙๒ ต้น (๘๖.๑๕ เปอร์เซ็นต์) และแสดงอาการของโรคทั้งหมดทุกสายพันธุ์ที่คัดเลือกหลังปลูกเชื้อ ๔๕ วัน (ตารางที่ ๑๐)

ตารางที่ ๙ ลักษณะและคุณภาพผลมะละกอของต้น M๒ ที่คัดเลือกครั้งที่ ๔ จำนวน ๒๓ ต้น หลังปลูก ๘ เดือน

รหัสพันธุ์	TSS (เปอร์เซ็นต์)	สีเนื้อ	ลักษณะผล
SK/๑๐๐-๒(๒)-๑	๑๐.๓๓	ส้มแดง	ยาวรี ก้นป่อง
SK/๑๐๐-๒(๒)-๔	๑๐.๐๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้น
SK/๑๐๐-๒(๒)-๕	๑๑.๘๓	ส้มแดง	ทรงกระบอก ช่องว่างผลน้อย
SK/๑๐๐-๒(๒)-๖	๑๐.๕๐	ส้ม	ทรงกระบอก
SK/๑๐๐-๒(๒)-๗	๘.๕๐	ส้มแดง	ทรงกระบอก
SK/๑๐๐-๒(๒)-๘	๑๐.๑๗	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง
SK/๑๐๐-๔(๒)-๑	๑๐.๕๐	ส้มแดง	ยาวรี ช่องว่างน้อย เนื้อหนา
SK/๑๐๐-๔(๒)-๒	๑๐.๑๐	ส้มแดง	ทรงกลม ช่องว่างผลมาก
SK/๑๐๐-๔(๒)-๔	๙.๕๐	ส้มเหลือง	ทรงกลม
SK/๑๕๐-๗(๑)-๑	๘.๗๐	ส้ม	ทรงกลมรี
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๑	๑๐.๕๐	ส้ม	ทรงกลมรี
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒	๘.๕๐	ส้มแดง	ทรงกระบอกก้นป่อง เนื้อหนา
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๔	๙.๖๗	ส้มแดงเข้ม	ยาวรีก้นป่อง
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๕	๑๐.๐๐	ส้มแดง	ทรงกลม
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๑	๙.๗๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้น
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๒	๘.๕๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้น
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๓	๙.๐๐	ส้มแดง	ทรงกระบอกก้นป่อง เนื้อหนา
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔	๙.๖๗	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕	๙.๑๗	ส้มแดง	ยาวรีก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
SK/๑๕๐-๑๕(๕)-๑	๙.๐๐	ส้ม	ทรงกลมรี ช่องว่างผลมาก
SK/๑๕๐-๑๖(๒)-๑	๘.๓๓	ส้มแดงเข้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๑	๑๑.๕๘	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง
SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๒	๑๑.๑๗	ส้ม	ทรงกระบอก เนื้อหนา

ตารางที่ ๑๐ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๑๖ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๕ ระหว่าง สิงหาคม-ตุลาคม ๒๕๕๖

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ			
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ
KK๘๐/๑๐๐-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๒๗	๕	๒	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๗	๒๒	๕	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๓๐	๐	๒	๐
KK๘๐/๑๐๐-๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๙	๒๕	๓	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๔	๗	๑	๐
KK๘๐/๑๐๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๒๓	๗	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๗(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๙	๒๕	๔	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๗(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๓	๓๐	๓	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๕	๒๐	๕	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๘(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๘	๒๗	๑	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๑	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๖	๕	๐	๐

SK/๒๐๐-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๙	๑๖	๓	๐	๐
SK/๒๐๐-๑๐(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๒๔	๔	๒	๐
SK/๒๐๐-๑๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๖	๓๓	๓	๐	๐
SK/๒๐๐-๑๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๙	๒๙	๐	๐	๐
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๑	๑๑	๐	๐	๐
รวม		๔๕๕	๓๙๒	๕๕	๘	๐

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

SK/๑๐๐-๒(๒)-๑

SK/๑๐๐-๒(๒)-๔.

SK/๑๐๐-๒(๒)-๕

SK/๑๐๐-๒(๒)-๗

SK/๑๐๐-๒(๒)-๘

SK/๑๐๐-๔(๒)-๑

SK/๑๐๐-๔(๒)-๒

SK/๑๐๐-๔(๒)-๔

SK/๑๕๐-๗(๑)-๑

SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒.

SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๔

SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๕

SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๑

SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๒

SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๓

SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔

SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕

SK/๑๕๐-๑๕(๕)-๑

ภาพที่ ๑ ลักษณะผลมะละกอของต้น M๒ ที่คัดเลือกครั้งที่ ๔ บางต้นหลังปลูก ๘ เดือน

การคัดเลือกครั้งที่ ๖ ระหว่าง กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๖ มีมะละกอ M๒ ที่คัดเลือกจำนวน ๒๓ สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์แขกดำ มีจำนวนต้นทั้งหมด ๗๓๘ ต้น พบว่า หลังปลูกเชื้อ ๑๕ วันมะละกอแสดงอาการโรคเกือบทั้งหมด ๖๖๒ ต้น (๘๙.๗๐ เปอร์เซ็นต์) และคงเหลือเพียง ๒๐ ต้นหลังปลูกเชื้อ ๓๐ วัน เมื่อนำไปทดสอบการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ พบว่า ไม่ติดเชื้อถึง ๑๙ ต้น ได้แก่ PL/๑๕๐-๒(๑) จำนวน ๔ ต้น KK๘๐/๒๐๐-๖(๑) และ KK๘๐/๒๐๐-๑๑(๒) สายพันธุ์ละ ๓ ต้น PL/๑๕๐-๒(๒) และ PL/๑๕๐-๙(๑) สายพันธุ์ละ ๒ ต้น KK๘๐/๒๐๐-๓(๑), KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑), PL/๑๐๐-๒(๒), PL/๑๐๐-๑๖(๑) และ DN/๐-๕(๑) สายพันธุ์ละ ๑ ต้น (ตารางที่ ๑๑) แต่ภายหลังเมื่อนำไปปลูกในแปลงทดลองที่ศรีสะเกษมีต้นตายไป ๙ ต้น คงเหลือเพียง ๑๐ ต้น

ตารางที่ ๑๑ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๒๔ สายพันธุ์/พันธุ์หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๖ ระหว่าง กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๖

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
DN/๐-๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๑	๓๙	๑	๐	๑	๐	๑
KK๘๐/๑๐๐-๑๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๖	๖	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๐๐-๑๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๘	๓๖	๒	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๑๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๗	๒๖	๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๓๐	๐	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๐	๓๙	๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๙	๒๘	๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๗(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๘	๘	๐	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๙	๒๙	๑๐	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๒	๓๗	๔	๐	๑	๐	๑
KK๘๐/๒๐๐-๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๑	๑๙	๒	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๒๐๐-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๕	๒๙	๓	๐	๓	๐	๓
KK๘๐/๒๐๐-๑๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๒๔	๗	๐	๓	๐	๓
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๘	๓	๐	๑	๐	๑
PL/๑๐๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๐	๓๖	๔	๐	๐	๐	๐
PL/๑๐๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๙	๓๗	๑	๐	๑	๐	๑
PL/๑๐๐-๑๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๒	๑๘	๔	๐	๐	๐	๐
PL/๑๐๐-๑๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๙	๑๙	๐	๐	๐	๐	๐

PL/๑๐๐-๑๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๓	๑๘	๔	๐	๑	๐	๑
PL/๑๐๐-๑๖(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๕	๕	๐	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๙	๓๔	๐	๐	๕	๑	๔
PL/๑๕๐-๒(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๗	๓๓	๒	๐	๒	๐	๒
PL/๑๕๐-๙(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๗	๔๕	๐	๐	๒	๐	๒
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๙	๑๙	๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๗๓๘	๖๖๒	๕๖	๐	๒๐	๑	๑๙

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

การคัดเลือกมะละกอ M๒ ครั้งที่ ๗ จำนวน ๒๐ สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ ๑๕-๔๗ ต้น ร่วมกับพันธุ์แขกดำระหว่างเดือน กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๖ มีจำนวนต้นทั้งหมด ๗๑๘ ต้น พบว่า มะละกอเกิดโรคเกือบทั้งหมดหลังปลูกเชื้อ ๑๕ วัน โดยเกิดโรครวมมากถึง ๖๕๐ ต้น (๙๐.๕๓ เปอร์เซ็นต์) และคงเหลือเพียง ๕ ต้น ภายหลังปลูกเชื้อ ๓๐ วัน ซึ่งทั้ง ๕ ต้นที่ไม่แสดงอาการไม่ติดเชื้อถึง ๔ ต้น ได้แก่ DN/๒๐๐-๑๑(๑) จำนวน ๒ ต้นDN/๑๐๐-๓(๒) และ DN/๒๐๐-๑๖(๑) จำนวนสายพันธุ์ละ ๑ ต้น (ตารางที่ ๑๒) เมื่อย้ายปลูกลงแปลงทดลองที่

ศรีสะเกษตาย ๑ ต้น คงเหลือ DN/๑๐๐-๓(๒), DN/๒๐๐-๑๑(๑) และ DN/๒๐๐-๑๖(๑) จำนวนสายพันธุ์ละ ๑ ต้นเท่านั้น

ตารางที่ ๑๒ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ ๒๑ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๗ ระหว่าง กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๖

สายพันธุ์	Symptom	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
DN/๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๗	๒๕	๑๒	๐	๐	๐	๐
DN/๐-๘(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๓	๒๕	๘	๐	๐	๐	๐
DN/๐-๑๐(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๖	๓๐	๖	๐	๐	๐	๐
DN/๐-๑๐(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๙	๒๗	๑๑	๐	๑	๑	๐
DN/๐-๑๐(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๒๕	๕	๐	๐	๐	๐
DN/๑๐๐-๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๕	๑๔	๑	๐	๐	๐	๐
DN/๑๐๐-๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๐	๒๘	๑	๐	๑	๐	๑
DN/๑๐๐-๓(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๓๓	๑	๐	๐	๐	๐
DN/๑๐๐-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๓๑	๑	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๗(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๐	๓๘	๒	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๘	๓๘	๐	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๑๐(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๙	๓๙	๐	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๑๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๘	๓๐	๘	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๑๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๘	๓๘	๐	๐	๐	๐	๐
DN/๑๕๐-๑๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๗	๔๗	๐	๐	๐	๐	๐
DN/๒๐๐-๘(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๗	๓๕	๒	๐	๐	๐	๐
DN/๒๐๐-๑๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๗	๓๒	๓	๐	๒	๐	๒
DN/๒๐๐-๑๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๓	๓๐	๒	๐	๑	๐	๑
WH/๑๐๐-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๘	๓๘	๐	๐	๐	๐	๐
WH/๑๕๐-๑๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๓๔	๐	๐	๐	๐	๐

แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๓	๑๓	๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๗๑๘	๖๕๐	๖๓	๐	๕	๑	๔

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

การเจริญเติบโตของมะละกอที่ต้านทานโรคจากการคัดเลือกครั้งที่ ๖ (๑๐ ต้น) และ ๗ (๓ ต้น) จำนวน ๒๓ ต้นหลังปลูกในแปลงทดลอง ๘ เดือน พบว่า มะละกอดังกล่าวส่วนใหญ่มีความสูงของต้นระหว่าง ๑๘๐-๒๔๐ เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ๑๒-๑๕ เซนติเมตร ไม่แสดงอาการของโรคมากถึง ๗ สายพันธุ์ ได้แก่ KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑, PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑, PL/๑๕๐-๒(๑)-๒, PL/๑๕๐-๙(๑)-๒ และ DN/๑๐๐-๓(๒)-๑ ซึ่งเป็นต้นกระเทย ส่วน KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑ และ DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑ เป็นต้นตัวเมีย ส่วนที่เกิดโรคเล็กน้อยระดับ ๑-๒ ได้แก่ DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒, PL/๑๕๐-๒(๑)-๓ และ DN/๐-๕(๑)-๑ ซึ่งเป็นต้นกระเทย สายพันธุ์ที่เหลือแสดงอาการใบด่างระดับ ๓ และเป็นต้นตัวเมีย (ตารางที่ ๑๓)

ตารางที่ ๑๓ การเจริญเติบโตของมะละกอ M๒ จำนวน ๑๓ ต้น คัดเลือกครั้งที่ ๖ และ ๗ หลังปลูก ๘ เดือน

รหัสพันธุ์	ความสูงถึงตายอด (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (ซม.)	จำนวนผลต่อต้น	ระดับการเกิดโรค[๑]	เพศของต้น[๒]
DN/๐-๕(๑)-๑	๒๑๕	๑๒.๘	๒๓	๑	H
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑	๑๙๕	๑๑.๒	๑๖	๐	H
DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒	๑๖๐	๑๐.๑	๒๔	๒	H
DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑	๑๔๕	๑๒.๖	๔๒	๐	F
KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑	๒๒๐	๑๔.๙	๕๒	๐	F
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑	๑๙๕	๑๔.๓	๒๐	๐	H
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑	๒๔๐	๑๒.๙	๕๕	๐	H
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒	๒๑๕	๑๒.๖	๕๐	๐	H
PL/๑๕๐-๒(๑)-๓	๒๑๕	๑๓.๗	๔๗	๑	H
PL/๑๕๐-๒(๒)-๑	๑๘๕	๑๓	๓๒	๓	F (ใบด่าง)
PL/๑๕๐-๒(๒)-๒	๑๖๐	๙.๑	๙	๓	F (ใบด่าง)
PL/๑๕๐-๙(๑)-๑	๑๘๐	๑๐	๑๖	๓	F (ใบด่าง)
PL/๑๕๐-๙(๑)-๒	๑๘๕	๑๑.๓	๓๒	๐	H

[๑] ภาคผนวก ๒ การประเมินการเป็นโรคจุดวงแหวน มี ๕ ระดับ ๐–๕ (ต้านทานโรค-อ่อนแอจุดวงแหวน)

[๒] H= Hermaphrodite; F = Female; N = No data

มะละกอที่คัดเลือกส่วนใหญ่มี TSS ระหว่าง ๙-๑๒ เปอร์เซ็นต์ เนื้อสีส้ม และมีทรงกระบอก (ตารางที่ ๑๔) มะละกอ KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑ มีความหวานสูงที่สุด ๑๒.๑๗ องศาบริกซ์ รองลงมา ได้แก่, DN/๑๐๐-๓(๒)-๑, PL/๑๕๐-๙(๑)-๑ และ PL/๑๕๐-๙(๑)-๒ มีความหวาน ๑๑.๘๓, ๑๐.๕ และ ๑๐.๕ องศาบริกซ์ ตามลำดับ ทั้งหมดมีสีเนื้อส้มแดง-ส้มแดงเข้ม (ภาพที่ ๒)

ตารางที่ ๑๔ ลักษณะและคุณภาพผลของมะละกอต้นคัดเลือก M๒ จำนวน ๑๓ ต้น ในการคัดเลือกครั้งที่ ๖ และ ๗ หลังปลูก ๘ เดือน ที่ ศรีสะเกษ

รหัสพันธุ์	TSS (เปอร์เซ็นต์)	สีเนื้อ	ลักษณะผล
DN/๐-๕(๑)-๑	๙.๐๐	ส้ม	ทรงกระบอกรี เนื้อหนา ช่องว่างผลน้อย
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑	๑๑.๘๓	ส้มแดงเข้ม	ทรงยาวรี ช่องว่างผลมาก
DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒	๑๐.๐๐	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างมาก

DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑	๘.๕๐	ส้ม	กลมรี
KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑	๑๐.๐๐	ส้ม	ทรงกลม
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑	๑๒.๑๗	ส้มแดงเข้ม	กลมรี เนื้อหนา ช่องว่างผลน้อย
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑	๘.๘๓	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒	๙.๑๗	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
PL/๑๕๐-๒(๑)-๓	๗.๕๐	ส้ม	ทรงกระบอกก้นป่อง ช่องว่างผลมาก
PL/๑๕๐-๒(๒)-๑	๘.๕๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้นคอดกลาง
PL/๑๕๐-๒(๒)-๒	๘.๗๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้น
PL/๑๕๐-๙(๑)-๑	๑๐.๕๐	ส้มแดง	ทรงกระบอกสั้น
PL/๑๕๐-๙(๑)-๒	๑๐.๕๐	ส้มแดง	ทรงกระบอกใหญ่สั้น

DN/๐-๕(๑)-๑

DN/๑๐๐-๓(๒)-๑

DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒

DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑

KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑

KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑

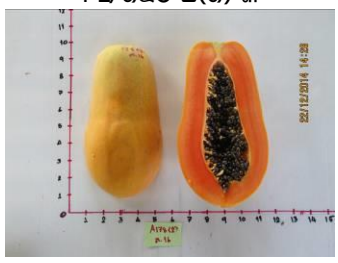
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑

PL/๑๕๐-๒(๑)-๒

PL/๑๕๐-๒(๑)-๓

PL/๑๕๐-๒(๒)-๑

PL/๑๕๐-๒(๒)-๒


PL/๑๕๐-๙(๑)-๒

ภาพที่ ๒ ลักษณะผลมะละกอของต้น M๒ ที่คัดเลือกครั้งที่ ๖ และ ๗ บางต้นหลังปลูก ๘ เดือน

การปลูกคัดเลือกรุ่น M๓

การคัดเลือกครั้งที่ ๑ ระหว่าง พฤศจิกายน ๒๕๕๖-กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗ ปลูกมะละกอ (M๓) จำนวน ๒๔ สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์แขกดำ มีจำนวนต้นทั้งหมด ๕๖๓ ต้น พบว่า ต้นมะละกอแสดงอาการใบจุดวงแหวน (chlorotic spot) ใบด่าง (mosaic) ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle) รูปร่างใบผิดปกติ

(malformation) และใบย่นปูดโปน (rugosity) ทุกสายพันธุ์/พันธุ์ที่ทดสอบ โดยหลังปลูกเชื้อครั้งแรก ๓๐ วัน มีต้นเกิดโรครวมมากถึง ๕๕๗ ต้น (๙๘.๙๓ เปอร์เซ็นต์) เหลือต้นที่ไม่เป็นโรคเพียง ๖ ต้น ได้แก่ PL/๐-๒(๓)-๖(๒), PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑), SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑), และ WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑) สายพันธุ์ละ ๑ ต้น ส่วน SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔) มีต้นไม่เกิดโรค ๒ ต้น ซึ่งทั้งหมดไม่ติดเชื้อไวรัสสาเหตุโรคจุดวงแหวนมะละกอ (ตารางที่ ๑๕)

ตารางที่ ๑๕ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ (M๓) ๒๕ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๑ ระหว่าง พฤศจิกายน ๒๕๕๖-กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๗	๗	๐	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๖(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๒	๑๓	๙	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๗(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๙	๑๐	๙	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๐	๘	๒	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓	๒	๑	๐	๐	๐	๐
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑	๐	๑	๐	๐	๐	๐
PL/๐-๒(๒)-๒(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๓	๘	๐	๐	๐	๐
PL/๐-๒(๓)-๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๔	๑๒	๒	๐	๐	๐	๐
PL/๐-๒(๓)-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๖	๑๒	๒๔	๐	๐	๐	๐
PL/๐-๒(๓)-๖(๒)	**Cs, Mo, Mot, Ru, Mal**	**๔๑**	**๑๓**	**๒๗**	**๐**	**๑**	**๐**	**๑**
PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๑	๔	๗	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)	**Cs, Mo, Mot, Ru, Mal**	**๒๗**	**๒๓**	**๓**	**๐**	**๑**	**๐**	**๑**
PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๙	๓	๐	๐	๐	๐
PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๑	๒๘	๓	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๔๐	๓๔	๖	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๗	๒๕	๒	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๓)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๒	๑๒	๑๐	๐	๐	๐	๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)	**Cs, Mo, Mot, Ru, Mal**	**๓๔**	**๒๑**	**๑๑**	**๐**	**๒**	**๐**	**๒**
PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๓	๓๑	๒	๐	๐	๐	๐
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)	**Cs, Mo, Mot, Ru, Mal**	**๔๑**	**๑๖**	**๒๔**	**๐**	**๑**	**๐**	**๑**
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๐	๑๒	๐	๐	๐	๐
WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑)	**Cs, Mo, Mot, Ru, Mal**	**๙**	**๓**	**๕**	**๐**	**๑**	**๐**	**๑**
WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๐	๑๒	๘	๐	๐	๐	๐
WH/๑๐๐-๒๖(๒)-๕(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๗	๖	๑	๐	๐	๐	๐
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๑๓	๑๓	๐	๐	๐	๐	๐
รวม		๕๖๓	๓๗๗	๑๘๐	๐	๖	๐	๖

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

เมื่อนำทั้งหมดไปปลูกในแปลงมะละกอตายไป ๒ ต้น คงเหลือเพียง ๔ ต้น ได้แก่ SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)-๑, PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑, WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑)-๑ และ SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)-๒ โดยหลังปลูกในแปลงทดลอง ๘ เดือน มะละกอดังกล่าวมีความสูงระหว่าง ๑๔๕-๒๑๕ เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ๙.๔-๑๒.๔ เซนติเมตร เกิดโรคระดับ ๐ และ ๑ จำนวนระดับละ ๒ ต้น ทั้งหมดเป็นต้นกระเทย (ตารางที่ ๑๖) ผสมตัวเองและเก็บเมล็ดได้ ๙ ผล แต่บางผลมีเมล็ดค่อนข้างน้อย ผลมะละกอที่คัดเลือกมี TSS ระหว่าง

๙-๑๐ เปอร์เซ็นต์ มีสีส้ม และส้มแดงเข้ม จำนวน ๓ และ ๑ ผลตามลำดับ ส่วนใหญ่มีลักษณะผลแบบทรงกระบอก (ตารางที่ ๑๗)

ตารางที่ ๑๖ การเจริญเติบโตของมะละกอ M๓ คัดเลือกครั้งที่ ๑ จำนวน ๔ ต้น หลังปลูก ๘ เดือน

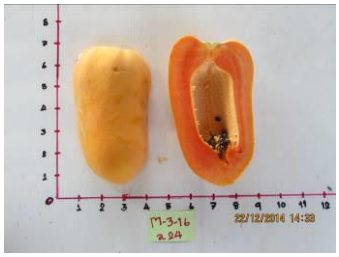
รหัสพันธุ์	ความสูงถึงตายอด (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (ซม.)	จำนวนผลต่อต้น	ระดับการเกิดโรค[๑]	เพศของต้น[๒]
PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑	๑๔๕	๑๒.๔	๓๙	๐	H
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)-๒	๑๘๕	๑๐.๘	๑๗	๐	H
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)-๑	๒๐๕	๑๑.๕	๑๖	๑	H
WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑)-๑	๒๑๕	๙.๔	๒๔	๑	H

[๑] ภาคผนวก ๒ การประเมินการเป็นโรคจุดวงแหวน มี ๕ ระดับ ๐–๕ (ต้านทานโรค-อ่อนแอจุดวงแหวน)

[๒] H= Hermaphrodite; F = Female; N = No data

ตารางที่ ๑๗ ลักษณะและคุณภาพผลมะละกอต้นคัดเลือก M๓ คัดเลือกครั้งที่ ๑ จำนวน ๔ ต้น หลังปลูก ๘ เดือน

รหัสพันธุ์	TSS (เปอร์เซ็นต์)	สีเนื้อ	ลักษณะผล
PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑	๙.๐๐	ส้ม	ทรงกระบอกสั้น
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)-๒	๙.๕๐	ส้มแดงเข้ม	ยาวรี เนื้อหนา
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)-๑	๙.๕๐	ส้ม	ทรงกระบอก ช่องว่างผลมาก
WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑)-๑	๑๐.๐๐	ส้ม	ทรงกระบอก



PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑

SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)-๒

SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)-๑

ภาพที่ ๓ ลักษณะผลมะละกอของต้น M๓ ที่คัดเลือกครั้งที่ ๑ จำนวน ๓ ต้น หลังปลูก ๘ เดือน

การคัดเลือกครั้งที่ ๒ ระหว่าง มีนาคม-พฤษภาคม ๒๕๕๗ ปลูกมะละกอ (M๓) จำนวน ๘ สายพันธุ์ (สายพันธุ์ที่ยังเหลือเมล็ดจากการคัดเลือกครั้งที่ ๑) ร่วมกับพันธุ์แขกดำ มีจำนวนต้นทั้งหมด ๒๕๑ ต้น พบว่าเกิดโรคเกือบทั้งหมด แสดงอาการเช่นที่ผ่านมา มะละกอ ๗ สายพันธุ์ ได้แก่ SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑), PL/๐-๒(๓)-๖(๑), PL/๐-๒(๓)-๖(๒), PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒), PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑), SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๒) และ SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)

ที่มีต้นไม่แสดงอาการของโรคและไม่ติดเชื้อสายพันธุ์ละ ๑-๔ ต้น ซึ่งมีมะละกอทั้งหมดจำนวน ๑๕ ต้น แต่มะละกอติดเชื้อจำนวน ๔ ต้น คงเหลือเพียง ๑๑ ต้นจากมะละกอทั้ง ๗ สายพันธุ์ดังกล่าว (ตารางที่ ๑๘)

เมื่อย้ายปลูกลงในแปลงทดลองที่ศรีสะเกษ ๖ เดือน มะละกอดังกล่าวตายไป ๖ ต้น คงเหลือเพียง ๔ ต้น ได้แก่ PL/๐-๒(๓)-๖(๑)-๑, PL/๐-๒(๓)-๖(๑)-๒, PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒)-๑ และ PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑ ซึ่งมีความสูงต้นระหว่าง ๑๐๕-๑๖๕ เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ๘-๑๐ เซนติเมตร ไม่เกิดโรคจำนวน ๑ ต้น และเกิดโรคในระดับ ๑ จำนวน ๓ ต้น โดยเป็นต้นกระเทยและตัวเมียอย่างละ ๒ ต้น (ตาราง ๑๙)

ตารางที่ ๑๘ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ (M๓) ๙ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๒ ระหว่าง มีนาคม-พฤษภาคม ๒๕๕๗

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๕ วัน	๓๐ วัน	๔๕ วัน	คงเหลือ		
PL/๐-๒(๓)-๖(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๕	๒๖	๖	๑	๒	๐	๒
PL/๐-๒(๓)-๖(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๓	๒๗	๔	๐	๒	๑	๑
PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๘	๒๐	๒	๒	๔	๒	๒
PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๕	๒๓	๙	๑	๒	๑	๑
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๘	๒๓	๑	๒	๒	๐	๒
SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๔	๒๑	๔	๗	๒	๐	๒
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๖	๕	๐	๐	๑	๐	๑
SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๒)	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๓๒	๒๙	๑	๒	๐	๐	๐
แขกดำ	Cs, Mo, Mot, Ru, Mal	๒๐	๑๔	๒	๔	๐	๐	๐
รวม		๒๕๑	๑๘๘	๒๙	๑๙	๑๕	๔	๑๑

[๑] Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic), Mot = ใบด่างเป็นแถบหรือปื้น (mottle), Mal = รูปร่างใบผิดปกติ (malformation) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

ตารางที่ ๑๙ การเจริญเติบโตของมะละกอ M๓ คัดเลือกครั้งที่ ๒ จำนวน ๔ ต้น หลังปลูก ๖ เดือน

รหัสพันธุ์	ความสูงถึงตายอด (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (ซม.)	ระดับการเกิดโรค[๑]	เพศของต้น[๒]
PL/๐-๒(๓)-๖(๑)-๑	๑๖๕	๑๐.๐	๑	H
PL/๐-๒(๓)-๖(๑)-๒	๑๓๕	๘.๓	๐	H
PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒)-๑	๑๒๐	๙.๑	๑	F
PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)-๑	๑๐๕	๘.๒	๑	F

[๑] ภาคผนวก ๒ การประเมินการเป็นโรคจุดวงแหวน มี ๕ ระดับ ๐–๕ (ต้านทานโรค-อ่อนแอจุดวงแหวน)

[๒] H= Hermaphrodite; F = Female

การคัดเลือกมะละกอ (M๓) จำนวน ๓๑ สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์แขกดำ ครั้งที่ ๓ ระหว่าง สิงหาคม-ตุลาคม ๒๕๕๘ พบว่า สายพันธุ์เกือบทั้งหมดไม่แสดงอาการของโรค โดยหลังปลูกเชื้อ ๒๘ วันมีมะละกอเกิดโรคเพียง ๒๙ ต้นจากต้นที่ปลูกคัดเลือกทั้งหมด ๗๐๗ ต้น โดยเป็นพันธุ์แขกดำมากถึง ๙ ต้น จึงมีมะละกอที่ไม่แสดงอาการของโรคมากถึง ๖๗๘ ต้น (๙๕.๙๐ เปอร์เซ็นต์) ซึ่งติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอเพียง ๒๖ ต้น โดยมีสายพันธุ์ที่ไม่เกิดโรคและไม่ติดเชื้อมากถึง ๑๕ สายพันธุ์ (ตารางที่ ๒๐)

มะละกอทั้ง ๒๙ สายพันธุ์/พันธุ์ที่ทดสอบในครั้งที่ ๓ มาจากตระกูลของมะละกอ M๒ ซึ่งคัดเลือกในครั้งที่ ๔ (ตารางที่ ๗) จำนวน ๖ ตระกูล ประกอบด้วย SK/๑๐๐-๒(๒) (๑๐ สายพันธุ์) SK/๑๐๐-๔(๒) (๔ สายพันธุ์) SK/๑๕๐-๗(๑) (๑ สายพันธุ์) SK/๑๕๐-๑๒(๒) (๓ สายพันธุ์) SK/๑๕๐-๑๕(๑) (๙ สายพันธุ์) SK/๑๕๐-๑๖(๒) (๑ สายพันธุ์) และSK/๑๕๐-๑๖(๓) (๑ สายพันธุ์) ซึ่งตระกูลดังกล่าวนี้มีเปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคดีกว่าตระกูลอื่นๆที่ทดสอบในครั้งดังกล่าว ทำให้สายพันธุ์ที่คัดเลือกจากตระกูลเหล่านี้ต้านทานโรคได้ดี จึงเกิดโรคน้อยหลังการปลูกเชื้อ อย่างไรก็ดีต้นที่ต้านทานเหล่านี้อาจเกิดการติดเชื้อและมีจำนวนต้นที่แสดงอาการของโรคใบจุดวงแหวนมะละกอเพิ่มขึ้นหลังจากนำไปปลูกในแปลงทดลอง เพราะมีการติดเชื้อจากแมลงพาหะหลังปลูกในแปลงที่มีการระบาดของโรคดังกล่าว

ตารางที่ ๒๐ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ (M๓) ๓๒ สายพันธุ์/พันธุ์หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๓ ระหว่าง สิงหาคม-ตุลาคม ๒๕๕๘

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๔ วัน	๒๑ วัน	๒๘ วัน	คงเหลือ		
SK/๑๐๐-๒(๒)-๑(๑)	Cs	๓๐	๐	๐	๐	๓๐	๑	๒๙
SK/๑๐๐-๒(๒)-๔(๑)	Cs	๒๕	๐	๑	๐	๒๔	๒	๒๒
SK/๑๐๐-๒(๒)-๔(๒)	**No**	**๑๙**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๙**	**๐**	**๑๙**
SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๑)	Cs	๒๓	๐	๑	๐	๒๒	๑	๒๑
SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๒)	**No**	**๙**	**๐**	**๐**	**๐**	**๙**	**๐**	**๙**
SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๓)	Cs	๒๙	๐	๑	๐	๒๘	๑	๒๗
SK/๑๐๐-๒(๒)-๖(๒)	Cs	๓๖	๐	๐	๐	๓๖	๑	๓๕
SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๒)	Cs, Mo, Ru	๑๗	๑	๑	๐	๑๕	๒	๑๓
SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๓)	**No**	**๑๕**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๕**	**๐**	**๑๕**
SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๔)	**No**	**๑๔**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๔**	**๐**	**๑๔**
SK/๑๐๐-๔(๒)-๑(๒)	**No**	**๑๘**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๘**	**๐**	**๑๘**
SK/๑๐๐-๔(๒)-๑(๑)	**No**	**๒๑**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๑**	**๐**	**๒๑**
SK/๑๐๐-๔(๒)-๒(๑)	Ru, Mo	๓๓	๑	๑	๒	๒๙	๔	๒๕
SK/๑๐๐-๔(๒)-๔(๑)	**No**	**๓๐**	**๐**	**๐**	**๐**	**๓๐**	**๐**	**๓๐**
SK/๑๕๐-๗(๑)-๑(๑)	**No**	**๒๖**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๖**	**๐**	**๒๖**
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๑(๑)	Ru, Mo	๒๘	๐	๑	๐	๒๗	๑	๒๖
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒(๑)	**No**	**๒๙**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๙**	**๐**	**๒๙**
SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒(๒)	Ru, Mo	๒๓	๐	๑	๐	๒๒	๑	๒๑
SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๕(๑)	Ru, Mo	๘	๐	๐	๑	๗	๑	๖
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๒(๒)	**No**	**๑๘**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๘**	**๐**	**๑๘**
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๓(๒)	**No**	**๒๒**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๒**	**๐**	**๒๒**
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๑)	**No**	**๒๘**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๘**	**๐**	**๒๘**
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๓)	**No**	**๑๕**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๕**	**๐**	**๑๕**
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๔)	Mo, Ru, Cs	๒๓	๐	๑	๐	๒๒	๑	๒๑
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕(๑)	No	๑๑	๐	๑	๐	๑๐	๑	๙
SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕(๒)	**No**	**๑๘**	**๐**	**๐**	**๐**	**๑๘**	**๐**	**๑๘**
SK/๑๕๐-๑๕(๕)-๑(๑)	Mo, Ru	๒๖	๐	๒	๐	๒๔	๒	๒๒
SK/๑๕๐-๑๖(๒)-๑(๑)	Mo, Ru, Cs	๓๐	๐	๒	๐	๒๘	๔	๒๔
SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๑(๑)	**No**	**๒๐**	**๐**	**๐**	**๐**	**๒๐**	**๐**	**๒๐**
SK/๑๐๐-๔(๒)-๒ x SK/๑๐๐-๒(๒)-๕	Mo, Cs	๒๖	๐	๑	๐	๒๕	๑	๒๔
SK/๑๐๐-๖(๑)-๑ x SK/๑๐๐-๒(๒)-๔	Mo, Cs	๒๗	๐	๑	๐	๒๖	๑	๒๕
แขกดำ	Cs, Mo, Ru	๑๐	๔	๒	๓	๑	๑	๐
รวม		๗๐๗	๖	๑๗	๖	๖๗๘	๒๖	๖๕๒

[๑] No = ไม่เกิดโรค (no symptom) Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

การคัดเลือกมะละกอ (M๓) จำนวน ๓๗ สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์แขกดำ ครั้งที่ ๔ ระหว่าง กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๘ พบว่า สายพันธุ์เกือบทั้งหมดไม่แสดงอาการของโรค โดยหลังปลูกเชื้อ ๒๘ วันมีมะละกอเกิดโรคเพียง ๖๔ ต้นจากต้นที่ปลูกคัดเลือกทั้งหมด ๗๐๗ ต้น โดยเป็นพันธุ์แขกดำมากถึง ๑๐ ต้น จึงมีมะละกอที่ไม่แสดงอาการของโรคมากถึง ๖๓๙ ต้น แต่ติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอ ๙ ต้น คงเหลือสายพันธุ์ที่ไม่เกิดโรคและไม่ติดเชื้อมากถึง ๖๓๐ ต้น (๙๐.๙๐ เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ ๒๑)

ตารางที่ ๒๑ การเกิดโรคและการติดเชื้อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอของมะละกอ (M๓) ๓๘ สายพันธุ์/พันธุ์ หลังปลูกเชื้อ ๑๕-๔๕ วัน ปลูกคัดเลือกครั้งที่ ๔ ระหว่าง กันยายน-พฤศจิกายน ๒๕๕๘

สายพันธุ์	Symptom[๑]	จน.ต้นทั้งหมด	จน.ต้นแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ				จน.ต้นติดเชื้อ	จน.ต้นคงเหลือ
			๑๔ วัน	๒๑ วัน	๒๘ วัน	คงเหลือ		
DN/๐-๕(๑)-๑(๑)	Cs, Mo, Ru	๒๖	๑	๑	๐	๒๔	๑	๒๓
DN/๐-๕(๑)-๑(๒)	No	๗	๐	๐	๐	๗	๐	๗
DN/๐-๕(๑)-๑(๓)	Cs, Mo, Ru	๒๘	๑	๑	๐	๒๖	๐	๒๖
DN/๐-๕(๑)-๑(๔)	Cs, Mo, Ru	๓๑	๑	๑	๐	๒๙	๑	๒๘
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๑)	No	๕	๐	๐	๐	๕	๐	๕
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๒)	Cs, Mo, Ru	๓๕	๑	๑	๐	๓๓	๐	๓๓
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๓)	Cs, Mo, Ru	๒๗	๑	๓	๐	๒๓	๑	๒๒
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๔)	Cs, Mo, Ru	๒๔	๑	๐	๐	๒๓	๐	๒๓
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๕)	Cs, Mo, Ru	๑๕	๑	๐	๐	๑๔	๐	๑๔
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๖)	Cs, Mo, Ru	๒๐	๑	๑	๐	๑๘	๐	๑๘
DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๗)	Cs, Mo, Ru	๒๔	๑	๑	๐	๒๒	๐	๒๒
DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒(๑)	Cs, Mo, Ru	๓๓	๑	๑	๐	๓๑	๐	๓๑
DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒(๒)	No	๒	๐	๐	๐	๒	๐	๒
DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑(๑)	No	๘	๐	๐	๐	๘	๐	๘
KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑(๑)	No	๒๘	๐	๐	๐	๒๘	๐	๒๘
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๑)	No	๒๑	๐	๐	๐	๒๑	๐	๒๑
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๒)	No	๒๕	๐	๐	๐	๒๕	๐	๒๕
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๓)	Cs, Mo, Ru	๓๑	๒	๔	๐	๒๕	๑	๒๔
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๔)	Cs, Mo, Ru	๓๑	๒	๔	๐	๒๕	๐	๒๕
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๑)	Cs, Mo, Ru	๒๔	๐	๓	๐	๒๑	๐	๒๑
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๒)	Mo, Ru	๒๗	๐	๓	๐	๒๔	๐	๒๔
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๓)	Mo, Ru	๓๑	๐	๔	๐	๒๗	๑	๒๖
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๔)	Mo, Ru	๒๗	๓	๗	๐	๑๗	๑	๑๖
PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๕)	Cs, Mo, Ru	๒๔	๕	๗	๐	๑๒	๑	๑๑
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๑)	Cs, Mo	๒๔	๑	๐	๐	๒๓	๐	๒๓
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๒)	No	๑๒	๐	๐	๐	๑๒	๐	๑๒
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๓)	No	๒๗	๐	๐	๐	๒๗	๐	๒๗
PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๔)	Cs, Mo	๒๓	๑	๐	๐	๒๒	๐	๒๒
PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๑)	No	๓	๐	๐	๐	๓	๐	๓
PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๒)	No	๒๐	๐	๐	๐	๒๐	๐	๒๐
PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๓)	No	๒๙	๐	๐	๐	๒๙	๐	๒๙
PL/๑๕๐-๒(๒)-๑(๑)	No	๒๖	๐	๐	๐	๒๖	๐	๒๖

PL/๑๕๐-๒(๒)-๒(๑)	No	๒๐	๐	๐	๐	๒๐	๐	๒๐
PL/๑๕๐-๙(๑)-๑(๑)	Cs, Mo, Ru	๒๔	๑	๑	๐	๒๒	๐	๒๒
PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๑)	No	๒๕	๐	๐	๐	๒๕	๐	๒๕
PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๒)	Cs, Mo, Ru	๓๐	๑	๐	๐	๒๙	๐	๒๙
PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๓)	No	๓๓	๐	๐	๐	๓๓	๐	๓๓
แขกดำ	Cs, Mo, Ru	๑๓	๕	๓	๒	๓	๓	๐
รวม		๗๐๓	๒๗	๓๕	๒	๖๓๙	๙	๖๓๐

[๑] No = ไม่เกิดโรค (no symptom) Cs = ใบจุดวงแหวน (chlorotic spot), Mo = ใบด่าง (mosaic) และ Ru = ใบย่นปูดโปน (rugosity)

ซึ่งสายพันธุ์มะละกอเหล่านี้ คัดเลือกมาจากตระกูลของมะละกอ M๒ ที่คัดเลือกในครั้งที่ ๖ และ ๗ (ตารางที่ ๑๑ และ ๑๒) จำนวน ๑๐ ตระกูล ประกอบด้วย DN/๐-๕(๑) (๔ สายพันธุ์) DN/๑๐๐-๓(๒) (๗ สายพันธุ์) DN/๒๐๐-๑๑(๑) (๒ สายพันธุ์) DN/๒๐๐-๑๖(๑) (๑ สายพันธุ์) KK๘๐/๒๐๐-๓(๑) (๑ สายพันธุ์) KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑) (๔ สายพันธุ์) PL/๑๐๐-๑๖(๑) (๕ สายพันธุ์) PL/๑๕๐-๒(๑) (๖ สายพันธุ์) PL/๑๕๐-๒(๒) (๒ สายพันธุ์) และ PL/๑๕๐-๙(๑) (๔ สายพันธุ์) โดยมีสายพันธุ์ที่คัดเลือกซึ่งไม่แสดงอาการของโรคและไม่ติดเชื้อมากถึง ๑๖ สายพันธุ์ ส่วนที่เหลือส่วนใหญ่มีความต้านทานต่อโรคใบจุดวงแหวนมะละกอมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๓) PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๔) และ PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๕) ที่เกิดโรคค่อนข้างมาก (ตารางที่ ๒๑)

การจำแนกสายพันธุ์มะละกอที่คัดเลือกและเปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคที่เกิดขึ้นใน M๒ และ M๓ ตามพันธุ์ดั้งเดิมก่อนการฉายรังสี มะละกอแขกดำ-ศรีสะเกษ มีสายพันธุ์มะละกอที่ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอจำนวนมากที่สุดถึง ๓๕ สายพันธุ์ โดยคัดเลือกมากจาก M๒ จำนวน ๘ ต้น ได้แก่ SK/๑๐๐-๒, SK/๑๐๐-๔, SK/๑๐๐-๓๕, SK/๑๕๐-๓, SK/๑๕๐-๗, SK/๑๕๐-๑๒, SK/๑๕๐-๑๕, SK/๑๕๐-๑๖ ซึ่งเกิดจากการฉายรังสีแกมม่าระดับ ๑๐๐ (SK/๑๐๐) และ ๑๕๐ เกรย์ (SK/๑๕๐) จำนวน ๓ และ ๕ ต้นตามลำดับ ต้นคัดเลือกเหล่านี้มีความต้านทานต่อโรคใบจุดวงแหวนมะละกอเฉลี่ย ๑๑.๗๑ เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ SK/๑๕๐-๑๕(๑) มีความต้านทานมากถึง ๒๕.๐๐ เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ SK/๑๐๐-๒(๒) และ SK/๑๐๐-๓๕(๑) มีความต้านทาน ๒๑.๖๒ และ ๑๙.๕๑ ตามลำดับ (ตารางที่ ๒๒)

ความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอของผลที่แตกต่างกันในต้นเดียวกัน พบว่า SK/๑๕๐-๑๕(๑) SK/๑๕๐-๑๕(๓) และ SK/๑๕๐-๑๕(๕) ซึ่งแยกสายพันธุ์ตามผลที่ ๑, ๓ และ ๕ ของ SK/๑๕๐-๑๕ (มะละกอแขกดำ-ศรีสะเกษ ฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ ๑๕๐ เกรย์ต้นที่ ๑๕) มีความต้านทาน ๒๕.๐๐ ๑๕.๖๓ และ ๓.๔๕ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ ๒๒) แสดงว่าเมล็ดของผลมะละกอที่แตกต่างกันในต้นเดียวกันมีความสามารถในการต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอแตกต่างกัน นอกจากนี้ลำดับของผลอาจมีอิทธิพลต่อความต้านทานโรคด้วยเช่นกัน โดยมีแนวโน้มลดลงในลำดับผลที่ถูกผสมในระยะหลัง เมื่อพืชเกิดการกลายพันธุ์พืชจะพยายามปรับตัวให้กลับไปสู่ลักษณะปกติก่อนเกิดการกลายพันธุ์ และจะพยายามขจัดลักษณะการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นทิ้ง ซึ่งอาจเกิดในระยะสร้างเซลสืบพันธุ์ ดังนั้นเซลสืบพันธุ์ที่เกิดขึ้นในระยะแรกจึงมีความกลายพันธุ์สูงกว่าในระยะหลังที่เกิดขึ้น

ในชั่ว M๓ สายพันธุ์ที่คัดเลือกจากต้นเหล่านี้และลูกผสม ๒ คู่ มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอเฉลี่ย ๗๘.๗๖ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๒๒) ส่วนใหญ่มีความต้านทานต่อโรคมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น สายพันธุ์ที่คัดเลือกจาก SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑ และ SK/๑๕๐-๓(๑)-๑ จำนวน ๔ และ ๒ สายพันธุ์มีความต้านทานลดลงอย่างมากจนเกือบจะไม่แสดงความต้านทานโรคเลย การแยกสายพันธุ์เหล่านี้ตามผลที่เก็บเกี่ยวของต้นเดียวกัน พบว่า แต่ละผลที่มาจากต้นเดียวกันมีความต้านทาน/อ่อนแอต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอใกล้เคียงกันแตกต่างจากในชั่ว M๒ ทั้งนี้อาจเกิดจากความไม่คงตัวของลักษณะที่กลายพันธุ์ในชั่ว M๒ และ M๓ มีความแตกต่างกัน ซึ่งตามทฤษฎีความคงตัวของลักษณะทางพันธุกรรมใน M๓ และมีมากกว่าใน M๒ จึงมีความแปรปรวนของลักษณะเกิดขึ้นน้อยกว่า

ส่วนมะละกอกลายพันธุ์ M๓ ที่คัดเลือกจากพันธุ์แขกดำ-ดำเนินมี ๑๔ สายพันธุ์ เกิดจากการฉายรังสีที่ระดับ ๐, ๑๐๐ และ ๒๐๐ เกรย์ จำนวน ๔, ๗ และ ๓ สายพันธุ์ตามลำดับ ในกลุ่มนี้สายพันธุ์ที่คัดเลือกมีความต้านทานต่อโรคใบจุดวงแหวนมะละกอค่อนข้างสูงทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยความต้านทานต่อโรคสูงถึง ๙๓.๗๕ เปอร์เซ็นต์ และมีสายพันธุ์ไม่แสดงอาการของโรคถึง ๔ สายพันธุ์ คือ DN/๐-๕(๑)-๑(๒), DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๑), DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒(๒) และ DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑(๑) ระดับความต้านทานต่อโรคของ

ผลที่เก็บเกี่ยวในต้นเดียวกันแสดงผลไปในทิศทางเดียวกัน เช่นเดียวกับสายพันธุ์มะละกอที่คัดเลือกจากพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ แม้ว่าในการคัดเลือกชั่ว M๒ มีความต้านทานต่อโรคเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ๓.๕๕ เปอร์เซ็นต์ โดย DN/๒๐๐-๑๑(๑) มีความต้านทานโรคสูงที่สุดเพียง ๕.๔๑ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๒๓)

ขณะที่สายพันธุ์ในชั่ว M๓ ที่คัดเลือกจากมะละกอพันธุ์ขอนแก่น ๘๐ และปลาวาฬ เกือบทั้งหมดไม่ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ แต่สายพันธุ์ KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑(๑), KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๑) และ KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๒) ไม่เกิดโรคทั้งหมด ส่วน KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๔), KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๓) และ WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑) ต้านทานโรค ๘๐.๖๕ ๗๗.๔๒ และ ๑๑.๑๑ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอเฉลี่ยเพียง ๓๓.๕๑ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๒๔)

สำหรับในพันธุ์ปลักไม้ลายมะละกอ M๓ ที่คัดเลือกเกิดจากการฉายรังสีระดับ ๐, ๑๐๐ และ ๑๕๐ เกรย์ จำนวน ๔, ๕ และ ๑๘ สายพันธุ์ตามลำดับ มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอเฉลี่ย ๖๑.๓๙ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากมะละกอปลักไม้ลายที่ไม่ได้ฉายรังสี (ระดับ ๐) จำนวน ๔ สายพันธุ์ ไม่แสดงความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ ๒ สายพันธุ์ และที่เหลือ ๒ สายพันธุ์ต้านทานต่อโรคน้อยกว่า ๓ เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สายพันธุ์ที่คัดเลือกมาจาก PL/๑๕๐-๓(๓)-๑ และ PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓ ก็มีความต้านทานต่อโรคน้อยมากถึงไม่ต้านทานเช่นกัน สายพันธุ์อื่นๆที่เหลือเกือบทั้งหมดต้านทานต่อโรคสูงมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๔) และ PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๕) ที่ต้านทานโรคเพียง ๕๙.๒๖ และ ๔๕.๘๓ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๒๕) โดยระดับความต้านทานต่อโรคของผลที่เก็บเกี่ยวในต้นเดียวกันแสดงออกไปในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ

อย่างไรก็ดีมะละกอ M๓ ที่แสดงความต้านทานโรคจุดวงแหวนมะละกอค่อนข้างสูงเหล่านี้ เมื่อผสมตัวเองและนำไปทดสอบความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอในชั่ว M๔ จะมีแนวโน้มการแสดงความต้านทานต่อโรคเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และสายพันธุ์ที่แสดงความต้านทานโรคเพิ่มมากขึ้นในการคัดเลือกตามทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืช ในประเทศไทยการปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อโรคใบจุดวงแหวนมะละกอมีการดำเนินมาอย่างยาวนานด้วยวิธีต่างๆหลายวิธี เช่น การใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (นงลักษณ์ และคณะ, ๒๕๔๐) การผสมข้ามพันธุ์เพื่อถ่ายทอดยีนต้านทานโรค (วิไล และคณะ, ๒๕๔๐) และการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการใช้รังสีแกมม่า (สิริวิภา และคณะ, ๒๕๓๗) เป็นต้น

สิริวิภา และคณะ (๒๕๓๗) คัดเลือกมะละกอสายพันธุ์กลายที่มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอและให้คุณภาพผลผลิตที่ดี ๒ สายพันธุ์ จากชักนำให้มะละกอพันธุ์โกโก้ก้านดำกลายพันธุ์ด้วยการฉายรังสีแกมมาและคัดเลือกจนถึงชั่ว M๔ นอกจากนี้ยังพบมะละกอที่ต้านทานต่อโรคดังกล่าวอีกจำนวนหนึ่งที่คัดเลือกได้จากมะละกอพันธุ์อื่นๆที่ฉายรังสีแกมมาด้วยเช่นกัน

ตารางที่ ๒๒ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคของมะละกอ M๒ และ M๓ ที่คัดเลือกจากพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษจำนวน ๓๗ สายพันธุ์

สายพันธุ์ M๒	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน	สายพันธุ์/ลูกผสม M๓	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน
	ทั้งหมด	ต้านทาน			ทั้งหมด	ต้านทาน	
SK/๑๐๐-๒(๒)	๓๗	๘	๒๑.๖๒	SK/๑๐๐-๒(๒)-๑(๑)	๓๐	๒๙	๙๖.๖๗
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๔(๑)	๒๕	๒๒	๘๘.๐๐
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๔(๒)	๑๙	๑๙	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๑)	๒๓	๒๑	๙๑.๓๐
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๒)	๙	๙	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๕(๓)	๒๙	๒๗	๙๓.๑๐

				SK/๑๐๐-๒(๒)-๖(๒)	๓๖	๓๕	๙๗.๒๒
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๒)	๑๗	๑๓	๗๖.๔๗
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๓)	๑๕	๑๕	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๒(๒)-๗(๔)	๑๔	๑๔	๑๐๐.๐๐
SK/๑๐๐-๔(๒)	๓๒	๔	๑๒.๕๐	SK/๑๐๐-๔(๒)-๑(๑)	๒๑	๒๑	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๔(๒)-๑(๒)	๑๘	๑๘	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๔(๒)-๒(๑)	๓๓	๒๕	๗๕.๗๖
				SK/๑๐๐-๔(๒)-๔(๑)	๓๐	๓๐	๑๐๐.๐๐
SK/๑๐๐-๓๕(๑)	๔๑	๘	๑๙.๕๑	SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๑)	๔๐	๐	๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๒)	๕๕	๒	๓.๖๔
				SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๓)	๒๒	๐	๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๓๕(๑)-๑(๔)	๖๘	๔	๕.๘๘
SK/๑๕๐-๓(๑)	๓๘	๔	๑๐.๕๓	SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๑)	๔๗	๒	๔.๒๖
				SK/๑๕๐-๓(๑)-๑(๒)	๖๔	๐	๐.๐๐
SK/๑๕๐-๗(๑)	๑๘	๑	๕.๕๖	SK/๑๕๐-๗(๑)-๑(๑)	๒๖	๒๖	๑๐๐.๐๐
SK/๑๕๐-๑๒(๒)	๓๔	๒	๕.๘๘	SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๑(๑)	๒๘	๒๖	๙๒.๘๖
				SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒(๑)	๒๙	๒๙	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๕๐-๑๒(๒)-๒(๒)	๒๓	๒๑	๙๑.๓๐
SK/๑๕๐-๑๕(๑)	๒๐	๕	๒๕.๐๐	SK/๑๕๐-๑๕(๑)-๕(๑)	๘	๖	๗๕.๐๐
SK/๑๕๐-๑๕(๓)	๓๒	๕	๑๕.๖๓	SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๒(๒)	๑๘	๑๘	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๓(๒)	๒๒	๒๒	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๑)	๒๘	๒๘	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๓)	๑๕	๑๕	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๔(๔)	๒๓	๒๑	๙๑.๓๐
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕(๑)	๑๑	๙	๘๑.๘๒
				SK/๑๕๐-๑๕(๓)-๕(๒)	๑๘	๑๘	๑๐๐.๐๐
SK/๑๕๐-	๒๙	๑	๓.๔๕	SK/๑๕๐-๑๕(๕)-	๒๖	๒๒	๘๔.๖๒

๑๕(๕)				๑(๑)			
SK/๑๕๐-๑๖(๒)	๓๑	๑	๓.๒๓	SK/๑๕๐-๑๖(๒)-๑(๑)	๓๐	๒๔	๘๐.๐๐
SK/๑๕๐-๑๖(๓)	๓๔	๒	๕.๘๘	SK/๑๕๐-๑๖(๓)-๑(๑)	๒๐	๒๐	๑๐๐.๐๐
				SK/๑๐๐-๔(๒)-๒ x SK/๑๐๐-๒(๒)-๕	๒๖	๒๔	๙๒.๓๑
				SK/๑๐๐-๖(๑)-๑ x SK/๑๐๐-๒(๒)-๔	๒๗	๒๕	๙๒.๕๙
เฉลี่ย			๑๑.๗๑				๗๘.๗๖

ตารางที่ ๒๓ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคของมะละกอ M๒ และ M๓ ที่คัดเลือกจากพันธุ์แขกดำ-ดำเนิน จำนวน ๑๔ สายพันธุ์

สายพันธุ์ M๒	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน	สายพันธุ์ M๓	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน
	ทั้งหมด	ต้านทาน			ทั้งหมด	ต้านทาน	
DN/๐-๕(๑)	๔๑	๑	๒.๔๔	DN/๐-๕(๑)-๑(๑)	๒๖	๒๓	๘๘.๔๖
				DN/๐-๕(๑)-๑(๒)	๗	๗	๑๐๐.๐๐
				DN/๐-๕(๑)-๑(๓)	๒๘	๒๖	๙๒.๘๖
				DN/๐-๕(๑)-๑(๔)	๓๑	๒๘	๙๐.๓๒
DN/๑๐๐-๓(๒)	๓๐	๑	๓.๓๓	DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๑)	๕	๕	๑๐๐.๐๐
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๒)	๓๕	๓๓	๙๔.๒๙
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๓)	๒๗	๒๒	๘๑.๔๘
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๔)	๒๔	๒๓	๙๕.๘๓
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๕)	๑๕	๑๔	๙๓.๓๓
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๖)	๒๐	๑๘	๙๐.๐๐
				DN/๑๐๐-๓(๒)-๑(๗)	๒๔	๒๒	๙๑.๖๗
DN/๒๐๐-๑๑(๑)	๓๗	๒	๕.๔๑	DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒(๑)	๓๓	๓๑	๙๓.๙๔
				DN/๒๐๐-๑๑(๑)-๒(๒)	๒	๒	๑๐๐.๐๐
DN/๒๐๐-๑๖(๑)	๓๓	๑	๓.๐๓	DN/๒๐๐-๑๖(๑)-๑(๑)	๘	๘	๑๐๐.๐๐
เฉลี่ย			๓.๕๕				๙๓.๗๓

ตารางที่ ๒๔ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคของมะละกอ M๒ และ M๓ ที่คัดเลือกจากพันธุ์ขอนแก่น ๘๐ และปลาวาฬจำนวน ๑๔ สายพันธุ์

สายพันธุ์ M๒	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน	สายพันธุ์ M๓	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน
	ทั้งหมด	ต้านทาน			ทั้งหมด	ต้านทาน	
KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)	๒๒	๘	๓๖.๓๖	KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๖(๑)	๗	๐	๐.๐๐
				KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๖(๒)	๒๒	๐	๐.๐๐
				KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๔)-๗(๑)	๑๙	๐	๐.๐๐
KK๘๐/๑๕๐-	๒๕	๒	๘.๐๐	KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-	๑๐	๐	๐.๐๐

๓๕(๕)				๑(๑)			
				KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑(๒)	๓	๐	๐.๐๐
				KK๘๐/๑๕๐-๓๕(๕)-๑(๓)	๑	๐	๐.๐๐
KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)	๔๒	๑	๒.๓๘	KK๘๐/๒๐๐-๓(๑)-๑(๑)	๒๘	๒๘	๑๐๐.๐๐
KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)	๓๒	๑	๓.๑๓	KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๑)	๒๑	๒๑	๑๐๐.๐๐
				KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๒)	๒๕	๒๕	๑๐๐.๐๐
				KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๓)	๓๑	๒๔	๗๗.๔๒
				KK๘๐/๒๐๐-๑๔(๑)-๑(๔)	๓๑	๒๕	๘๐.๖๕
WH/๑๐๐-๑๗(๑)	๒๗	๙	๓๓.๓๓	WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๑)	๙	๑	๑๑.๑๑
				WH/๑๐๐-๑๗(๑)-๘(๒)	๒๐	๐	๐.๐๐
WH/๑๐๐-๒๖(๒)	๓๘	๖	๑๕.๗๙	WH/๑๐๐-๒๖(๒)-๕(๑)	๗	๐	๐.๐๐
เฉลี่ย			๑๖.๕๐				๓๓.๕๑

ตารางที่ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคของมะละกอ M๒ และ M๓ ที่คัดเลือกจากพันธุ์ปลักไม้ลาย จำนวน ๒๗ สายพันธุ์

สายพันธุ์ M๒	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน	สายพันธุ์ M๓	จำนวนต้น		เปอร์เซ็นต์ต้านทาน
	ทั้งหมด	ต้านทาน			ทั้งหมด	ต้านทาน	
PL/๐-๒(๒)	๓๐	๒	๖.๖๗	PL/๐-๒(๒)-๒(๑)	๓๑	๐	๐.๐๐
PL/๐-๒(๓)	๔๒	๖	๑๔.๒๙	PL/๐-๒(๓)-๕(๑)	๑๔	๐	๐.๐๐
				PL/๐-๒(๓)-๖(๑)	๗๑	๒	๒.๘๒
				PL/๐-๒(๓)-๖(๒)	๗๔	๒	๒.๗๐
PL/๑๐๐-๑๖(๑)	๒๓	๑	๔.๓๕	PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๑)	๒๔	๒๑	๘๗.๕๐
				PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๒)	๒๗	๒๔	๘๘.๘๙
				PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๓)	๓๑	๒๖	๘๓.๘๗
				PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๔)	๒๗	๑๖	๕๙.๒๖
				PL/๑๐๐-๑๖(๑)-๑(๕)	๒๔	๑๑	๔๕.๘๓
PL/๑๕๐-๒(๑)	๓๙	๔	๑๐.๒๖	PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๑)	๒๔	๒๓	๙๕.๘๓
				PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๒)	๑๒	๑๒	๑๐๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๓)	๒๗	๒๗	๑๐๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๒(๑)-๒(๔)	๒๓	๒๒	๙๕.๖๕
				PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๑)	๓	๓	๑๐๐.๐๐

				PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๒)	๒๐	๒๐	๑๐๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๒(๑)-๓(๓)	๒๙	๒๙	๑๐๐.๐๐
PL/๑๕๐-๒(๒)	๓๗	๒	๕.๔๑	PL/๑๕๐-๒(๒)-๑(๑)	๒๖	๒๖	๑๐๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๒(๒)-๒(๑)	๒๐	๒๐	๑๐๐.๐๐
PL/๑๕๐-๓(๓)	๓๒	๑	๓.๑๓	PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๑)	๑๑	๐	๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๓(๓)-๑(๒)	๖๘	๑	๑.๔๗
PL/๑๕๐-๙(๑)	๔๗	๒	๔.๒๖	PL/๑๕๐-๙(๑)-๑(๑)	๒๔	๒๒	๙๑.๖๗
				PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๑)	๒๕	๒๕	๑๐๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๒)	๓๐	๒๙	๙๖.๖๗
				PL/๑๕๐-๙(๑)-๒(๓)	๓๓	๓๓	๑๐๐.๐๐
PL/๑๕๐-๑๙(๒)	๑๖	๓	๑๘.๗๕	PL/๑๕๐-๑๙(๒)-๑(๑)	๕๕	๓	๕.๔๕
PL/๑๕๐-๑๙(๓)	๒๕	๓	๑๒.๐๐	PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓(๑)	๓๒	๐	๐.๐๐
				PL/๑๕๐-๑๙(๓)-๓(๒)	๓๑	๐	๐.๐๐
เฉลี่ย			๘.๗๙				๖๑.๓๙

การปรับปรุงพันธุ์พืชสวนด้วยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ มีการดำเนินการในพืชต่างๆไม่น้อยกว่า ๑๖ ชนิด ทำให้เกิดความหลากหลายของยีนที่น่าสนใจมากกว่า ๑๐๐ ยีน (Dayton Wilde *et al.*, ๒๐๑๒) ส่วนการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อไวรัสด้วยการชักนำให้กลายพันธุ์ พบว่า ประสบความสำเร็จในกระเจี๊ยบเขียว (Phadvibulya *et al*, ๒๐๐๙) พริก (Ibiza *et al.*, ๒๐๑๐) มะเขือเทศ (Peiris *et al.*, ๒๐๐๙) และมะละกอ (สิริวิภา และคณะ, ๒๕๓๗) เป็นต้น โดยทั่วไปการกลายพันธุ์ของพืชจากการชักนำทางฟิสิกส์หรือเคมี (Physically or chemically induced mutations) เกิดขึ้นแบบสุ่มทั้งกลุ่มยีนหรือยีน ซึ่งยีนที่กลายพันธุ์เหล่านี้จะเป็นแหล่งพันธุกรรมสำคัญที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งในการใช้วิธีฉายรังสีให้กลายพันธุ์ยีนที่กลายพันธุ์ส่วนใหญ่จะเป็นยีนด้อย ๙๐–๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ และยีนเด่นราว ๐–๖ เปอร์เซ็นต์ (Forstera and Shub, ๒๐๑๒)

ลักษณะต้านทานต่อไวรัสจุดวงแหวนมะละกอชนิด P (PRSV-P) ซึ่งเป็นไวรัสที่พบและทำลายมะละกออย่างกว้างขวางในมะละกอป่า *Vasconcellea pubescens* (*Carica pubescens*) และ *V. quercifolia* (*Carica quercifolia*) ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น แต่อาจมีความแตกต่างกันที่จำนวนยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานดังกล่าว โดยใน *V. pubescens* มีรายงานว่าถูกควบคุมด้วยยีนเด่น ๑ ยีน (single dominant gene) แต่ใน *V. quercifolia* อาจถูกควบคุมด้วยยีนเด่นเพียง ๑ ยีน หรือประกอบด้วยยีนจำนวนมาก (multiple genes) (Alamery and Drew, ๒๐๑๔)

กลไกความต้านทานต่อการระบาดของไวรัสในพืชมีการจำแนกไว้ดังนี้ ต้านทานต่อแมลงพาหะที่ถ่ายทอดโรคหรือพืชมีความสามารถติดเชื้อไวรัสต่ำ พืชมีภูมิคุ้มกันโรค (immunity) ต้านทานต่อการเคลื่อนย้ายของไวรัสระหว่างเซลล์ ต้านทานต่อการเคลื่อนย้ายไวรัสภายในต้นพืช ต้านทานต่อการเพิ่มจำนวนไวรัสในพืช และต้านทานต่อการเพิ่มจำนวนหรือลดความสามารถของไวรัสในแมลงพาหะ (Lecoq *et al.*, ๒๐๐๔) ดังนั้นความต้านทานต่อโรคของพืชจึงมีหลายระดับแตกต่างกัน สำหรับความต้านทานโรคในระดับแปลง (field resistance) พืชที่รับเชื้อโรคจะไม่แสดงอาการหรือเกิดโรคช้าในแปลงทดลอง จึงมีการเจริญเติบโตและให้ผล

ผลิตได้ตามปกติ (Schlegel, ๒๐๑๐) ในกรณีของไวรัสพืชอาจติดเชื้อไวรัสแต่ไม่มีการเพิ่มจำนวนหรือถูกจำกัดการแพร่ขยายของเชื้อไวรัส (Hull, ๒๐๐๒)

ในมะละกอซึ่งเป็นพืชที่มีอายุหลายปี เมื่อปลูกในแปลงที่มีการระบาดของโรคจุดวงแหวนมะละกอ จะมีโอกาสรับการถ่ายทอดเชื้อโรคดังกล่าวตลอดเวลาระหว่างที่ปลูก ต้นคัดเลือกที่ไม่ติดเชื้อจากการปลูกเชื้อด้วยวิธีกลจึงเกิดโรคขึ้นในภายหลังที่ปลูกในแปลงทดลอง และมีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน ส่วนในมะละกอที่ไม่แสดงอาการของโรค การติดหรือไม่ติดเชื้อไวรัสระหว่างปลูกไม่สามารถยืนยันได้จากอาการของโรคที่ปรากฏเพียงอย่างเดียวได้ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคในสภาพแปลงธรรมชาติ จึงอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่จะทำให้สายพันธุ์กลายที่คัดเลือกแสดงอาการอ่อนแอในชั่วต่อมา

๔. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การฉายรังสีแกมม่าให้เมล็ดมะละกอ ๕ พันธุ์ ได้แก่ แขกดำ-ศรีสะเกษ แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ ปลักไม้ลาย (ฮอลแลนด์) และปลาวาฬ ทำให้เมล็ดเกิดการกลายพันธุ์และสามารถคัดเลือกพันธุ์มะละกอให้ต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอได้ โดยสายพันธุ์มะละกอที่คัดเลือกมีความต้านทานต่อโรคเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นในแต่ละครั้งของการคัดเลือก มะละกอ M๓ ที่คัดเลือกจำนวน ๙๐ สายพันธุ์ส่วนใหญ่มีความต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ เกิดจากพันธุ์กลายของมะละกอที่ฉายรังสีแกมมาอัตรา ๑๐๐ และ ๑๕๐ เกรย์มากที่สุด คัดเลือกจากมะละกอพันธุ์แขกดำ-ศรีสะเกษ ปลักไม้ลาย แขกดำ-ดำเนิน ขอนแก่น ๘๐ และปลาวาฬจำนวน ๓๕, ๒๗, ๑๔, ๑๑ และ ๓ สายพันธุ์ตามลำดับ ต้นที่ไม่แสดงอาการของโรคและไม่พบการติดเชื้อไวรัสได้ถูกนำไปปลูกในแปลงทดลอง เพื่อคัดเลือกซ้ำและผสมตัวเอง ก่อนเก็บเมล็ดพันธุ์ไปปลูกคัดเลือกในชั่ว M๔ ต่อไป

๕. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ปลูกคัดเลือกต่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีความคงตัวของลักษณะต้านทานต่อโรคจุดวงแหวนมะละกอ

๖. เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ ศรินทุ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วิไล ปราสาทศรี และ เดนนิส กอนซาลเวส. ๒๕๔๐. การผลิตพันธ์มะละกอต้านทานไวรัสจุดวงแหวนโดยวิธีพันธุวิศวกรรม. น. ๗ ใน การประชุมสัมมนาวิชาการมะละกอ ๒-๔ กรกฎาคม ๒๕๔๐ โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส จ.ขอนแก่น. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

วไลลักษณ์ แพทย์วิบูล วิชัย ภูริปัญญวานิช เครือพันธุ์ กิตติปกรณ์ อำนวย อรรถลังรอง. ๒๕๔๔. การปรับปรุงพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวห้าเหลี่ยมให้ต้านทานโรคเส้นใบเหลืองโดยใช้รังสีแกมมา. น. ๕๓-๖๒ ในรายงานการประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ ๘ เรื่อง รังสีกับชีวิต, ๒๐-๒๑ มิถุนายน ๒๕๔๔ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และ สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ

วิไล ปราสาทศรี แววจักร กองพลพรหม Dennis Gonsalves สมศักดิ์ วิชัยนันท์ Carol Gonsalves อาทิตย์ ฟุ้งเกียรติไพบูลย์ สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ เกษมศักดิ์ ผลากร ปรีชา เชยชุ่ม ๒๕๔๐. การพัฒนาพันธุ์มะละกอทนทานโรคจุดวงแหวนมะละกอ. น. ๓๐-๔๓ ใน การประชุมสัมมนาวิชาการมะละกอ ๒-๔ กรกฎาคม ๒๕๔๐ โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส จ.ขอนแก่น. ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

วิไล ปราสาทศรี อุดม คำชา เฉลิมชัย ปราสาทศรี รัชนี ศิริยาน สุวิทย์ ชัยเกียรติยศ ประหยัด ยุพิน และ Gonsalves, D. ๒๕๕๒. ขอนแก่น ๘๐ มะละกอผลเล็กเพื่อกินสุกและส่งออก. รายงานการวิจัยของศูนย์บริการด้านพืชและปัจจัยการผลิตขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๓ กรมวิชาการเกษตร. ๑๖ น.

สิริวิภา สัจจพงษ์ วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์ อุทัย นพคุณวงศ์ และชูศักดิ์ สัจจพงษ์. ๒๕๕๗. การใช้รังสีแกมมาเพื่อปรับปรุงพันธุ์มะละกอทนทานโรคจุดวงแหวน. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ ๕. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. C ๖๔-๗๔ น.

Alamery, S. and Drew, R. (๒๐๑๔). Studies on the genetics of PRSV-P resistance gene in intergeneric hybrids between *Carica papaya* and *Vasconcellea quercifolia*. Acta Hortic. ๑๐๒๒, ๕๕-๖๑.

Dayton Wilde, H., Y. Chen, P. Jiang. and A. Bhattacharya. ๒๐๑๒. Targeted mutation breeding of horticultural plants. Emir. J. Food Agric. ๒๐๑๒. ๒๔ (๑): ๓๑-๔๑

Fitch, Maureen M. M. ๒๐๑๐. Papaya ringspot virus (PRSV) coat protein gene virus resistance in papaya update on progress worldwide. Transgenic Plant Journal ๔ (Special Issue ๑), ๑๖-๒๘.

Forstera, B.P. and Q.Y.Shub. ๒๐๑๒. Plant Mutagenesis in Crop Improvement: Basic Terms and Applications. page ๙-๒๐. In: Plant Mutation Breeding and Biotechnology. Q.Y. Shu, B.P.Forster and H. Nakagawa (eds). CAB International and FAO.

Hull, R. ๒๐๐๒. Matthews' Plant Virology, ๔th edition. Academic Press, San Diego, CA. ๑๐๐๑ p.

Ibiza, V. P., J. Cañizares, F. Nuez. ๒๐๑๐. EcoTILLING in Capsicum species: searching for new virus resistances. BMC Genomics ๑๑:๖๓๑, ๒๕ p. available at : http://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/๑๐.๑๑๘๖/๑๔๗๑-๒๑๖๔-๑๑-๖๓๑

Kang, B.C., I. Yeam and M. M. Jahn. ๒๐๐๕. Gentics of plant virus resistance. Annual Review of Phytopathology. Vol. ๔๓: ๕๘๑-๖๒๑

Khetarpal, R.K., B.Maisonneuve, Y. Maury, B. Chalhoub, S. Dinant, H. Lecoq and A. Varma. ๑๙๙๘. Breeding for resistance to plant viruses. page ๑๔-๓๒. In: Plant Virus Disease Control. Hadidi, A., R.K.Khetarpal and H. Koganezawa. (eds) The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota USA

Lecoq, H., B.Moury, C. Desbiez, A. Palloix and M. Pitrat. ๒๐๐๔. Durable virus resistancein plants through conventional approaches: achallenge. Virus Res. ๑๐๐: ๓๑–๓๙

Manshardt, R., Lius, S., Sondur, S., Wenslaff, T., Fitch, M., Sanford, J., Zee, F., Gonsalves, D., Stiles, J., Ferreira, S. and Slightom, J.L. ๑๙๙๕. Papaya breeding for PRV resistance. Acta Hort. (ISHS) ๓๗๐:๒๗-๓๒.

Peiris, R., T. K. Wickramasinghe and S. P. Indrasena. ๒๐๐๙. M ๑๒๗ - A Promising Tomato Variety Developed hrough Induced Mutation Technique. page ๓๗๙-๓๘๐. In: Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Q.Y. Shu (ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Phadvibulya, V., K. Boonsirichai, A. Adthalungrong and W. Srithongchai. ๒๐๐๙. Selection for Resistance to Yellow Vein Mosaic Virus Disease of Okra by Induced Mutation. page ๓๔๙-๓๕๑. In: Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Q.Y. Shu (ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Schlegel, Rolf H. J. ๒๐๑๐. Dictionary of Plant Breeding ๒nd edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton. ๕๘๔ p.

ภาคผนวก ๑ : ขั้นตอนการปลูกเชื้อโรคจุดวงแหวนมะละกอและการตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA

ขั้นตอนการปลูกเชื้อ PRSV-SSK ให้มะละกอ

๑. เพิ่มปริมาณเชื้อตั้งต้น PRSV-SSK (Stock) ในมะละกอพันธุ์แขกดำ
๒. เพาะเมล็ดมะละกอสายพันธุ์ต่างๆที่ต้องการทดสอบจำนวน ~๓๐ ต้น (ถุงละ ๓ ต้น)
๓. บดใบมะละกอที่ติดเชื้อจากต้นมะละกอที่เป็นโรค ในสารละลายบัฟเฟอร์ ๐.๑ KPB pH ๗.๒ ในโกร่งและที่บดซึ่งแช่เย็น ใส่ผง Celite (ช่วยสร้างบาดแผล) ในน้ำคั้นผสมให้เข้ากัน
๔. ปลูกเชื้อลงบนใบมะละกอที่ต้องการทดสอบ โดยใช้นิ้วจุ่มลงในน้ำคั้น แล้วค่อยๆลูบลงบนใบให้ทั่วทุกใบของมะละกอที่ทดสอบ และปลูกเชื้อซ้ำในต้นที่ไม่แสดงอาการหลังปลูกเชื้อครั้งแรก ๗ วัน
๕. ตรวจสอบการเกิดโรคระหว่างอายุ ๑๒-๖๐ วันหลังปลูกเชื้อ
ตัดต้นที่เป็นโรคทิ้งแล้วเก็บใบมะละกอต้นที่ไม่เป็นโรคมาตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA

ขั้นตอนการทดสอบ ELISA

๑. บดใบมะละกอใน Coating buffer (๑:๑๐)
๒. หยอดน้ำคั้นใบพืชใน เพลททดสอบ หลุมละ ๑๐๐ ไมโครลิตร บ่มที่ ๓๗ องศาเซลเซียส ๑ ชั่วโมง
๓. ระหว่างนั้นบดใบมะละกอปกติใน conjugate buffer (๑:๒๐) กรองด้วยผ้าขาวบาง นำเฉพาะส่วนใสมาเจือจางกับ antiserum (๑:๑๐๐๐) เรียกว่า cross absorb เพื่อลด background ให้กับผลการทดสอบ บ่มที่ ๓๗ องศาเซลเซียส ๑ ชั่วโมง
๔. ล้างเพลทด้วย ๑X PBS-T จำนวน ๓ ครั้งๆละ ๓ นาที
๕. หยอด antiserum ที่ทำ cross absorb ไว้หลุมละ ๑๐๐ ไมโครลิตร
บ่มที่ ๓๗ องศาเซลเซียส ๑ ชั่วโมง
๖. ล้างเพลทด้วย ๑X PBS-T จำนวน ๓ ครั้งๆละ ๓ นาที
๗. หยอด GAR ซึ่งเจือจางด้วย conjugate buffer ๑:๒๐๐๐ หลุมละ ๑๐๐ ไมโครลิตร
บ่มที่ ๓๗ องศาเซลเซียส ๑ ชั่วโมง
๘. ล้างเพลทด้วย ๑X PBS-T ๓ ครั้งๆละ ๓ นาที
๙. หยอด substarte (๑ เม็ด : substarte buffer ๑๐ มิลลิลิตร) และอ่านผลด้วยเครื่องอ่าน ELISA (RLISA Reader)

ภาคผนวก ๒ : การประเมินอาการเป็นโรคจุดวงแหวนมะละกอ ดัดแปลงตามวิธีของ วิไล และคณะ (๒๕๕๒)
ระดับอาการของโรคจุดวงแหวนมะละกอมี ๕ ระดับ ได้แก่

ระดับ ๐ = มะละกอไม่แสดงอาการของโรคจุดวงแหวน มีความต้านทานโรคดีมาก

ระดับ ๑ = มะละกอมีอาการใบเหลืองด่างน้อยมาก ๑-๒๕% ของพื้นที่ใบ
มีอาการจุดวงแหวนที่ผลไม่ชัดเจน
ไม่มีรอยช้ำหรือรอยขีดที่ก้านใบและลำต้น มีความต้านทานโรคดี

ระดับ ๒ = มะละกอมีอาการใบเหลืองด่างปานกลาง ๒๖-๕๐% ของพื้นที่ใบ
มีอาการจุดวงแหวนที่ผลเล็กน้อย ผิวผลเรียบ
ไม่มีหรือมีรอยช้ำหรือขีดที่ก้านใบเล็กน้อย มีความต้านทานโรคดีปานกลาง

ระดับ ๓ = มะละกอมีอาการใบเหลืองด่างชัดเจน ๕๑-๗๕% ของพื้นที่ใบ
มีอาการจุดวงแหวนที่ผลชัดเจนทั่วทั้งผล
มีรอยช้ำหรือขีดที่ก้านใบและลำต้น มีความต้านทานโรคน้อย

ระดับ ๔ = มะละกอมีอาการใบเหลืองด่างรุนแรง ๗๕-๑๐๐% ใบกรอบ ใบบิดเบี้ยว หรือใบลดรูป
มีอาการจุดวงแหวนที่ผลชัดเจนทั่วทั้งผล แผลบุบจนตกสะเก็ด รูปทรงผลบิดเบี้ยว ผิวหยาบ เนื้อเป็นไตมีรสขม ไม่ต้านทานโรค