การผสมและคัดเลือกพันธุ์พริกชี้ฟ้าให้ต้านทานโรคใบด่างแตง (CMV)

Hybridization and Selection of Chili (*Capsicum annuum* L.) for Cucumber Mosaic Disease Resistance.

นายอำนวย อรรถลังรอง[๑/] นายปัญญา ธยามานนท์[๒/]
นางสาววันเพ็ญ ศรีทองชัย[๓/] นายสิทธิศักดิ์ แสไพศาล[๓/]

๑. บทคัดย่อ

การผสมและคัดเลือกพริกชี้ฟ้าต้านทานโรค ๒ สายพันธุ์และพริกชี้ฟ้าที่ให้ผลผลิตที่เหมาะสมในการปลูกผลิตเป็นพริกสด พริกแห้ง และพริกซ๊อส และคัดเลือกพริกลูกผสมดังกล่าวให้ต้านทานต่อโรคใบด่างแตงในชั่วที่ ๒-๔ โดยปลูกเชื้อด้วยวิธีกล เปรียบเทียบกับพันธุ์ VC๒๗a หรือ RMN๑๐๑ ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอ และตรวจสอบการติดเชื้อของต้นที่คัดเลือกด้วยวิธี ELISA ดำเนินการระหว่างปี ๒๕๕๓-๒๕๕๖ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร และสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช พบว่า พันธุ์ VC๒๗a หรือ RMN๑๐๑ แสดงอาการใบด่างอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาสองสัปดาห์ และเกิดโรคเกือบทั้งหมด แต่พริกลูกผสมที่คัดเลือกเกิดโรคช้ากว่าและแสดงอาการใบด่างแตกต่างกัน การคัดเลือกในชั่วที่ ๓ และ ๔ พบว่า มีความต้านทานของพริกชี้ฟ้าที่คัดเลือกต่อโรคใบด่างแตงโดยเฉลี่ย ๓๐.๑๙ และ ๕๑.๕๗ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และความต้านทานต่อการติดเชื้อ CMV ของพริกชี้ฟ้าที่คัดเลือกโดยเฉลี่ย ๖๕.๑๐ และ ๘๙.๔๑ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ คัดเลือกพริกชี้ฟ้าไว้ ๙ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๑๐-๑๒-๐๒, PC๓๐๙-๒๖-๐๘, PC๓๑๐-๑๔-๐๕, PC๓๑๐-๑๒-๐๔, PC๓๑๐-๐๕-๑๑, PC๓๑๐-๑๒-๐๖, PC๓๑๒-๐๒-๐๖, PC๓๑๐-๐๕-๐๑, PC๓๑๓-๐๘-๐๒ และ PC๓๑๐-๑๔-๐๒ ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงระหว่าง ๕๘.๑๔-๘๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ โดยต้นคัดเลือกส่วนใหญ่ไม่ติดเชื้อไวรัส จึงควรนำพริกชี้ฟ้าทั้งหมดดังกล่าวไปปลูกคัดเลือกและทดสอบผลผลิตต่อไป

[๑/]สถาบันวิจัยพืชสวน
[๒/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร
[๓/]สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

คำนำ

โรคที่เกิดจากไวรัสเป็นปัญหาในการผลิตพืชหลายชนิด เมื่อพืชเกิดโรคแล้วมักทำให้มีการเจริญเติบโตลดลง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลงด้วยเช่นกัน สำหรับการผลิตพริกของประเทศไทย โรคใบด่างซึ่งเกิดจากไวรัสมีเชื้อสาเหตุแตกต่างกันมากกว่า ๑๐ ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุ (isolate / strain) มีการระบาด และความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างกัน ได้แก่ พันธุ์พริก พื้นที่ปลูก และระยะเวลาในการปลูก ซึ่งโดยทั่วไปในแปลงการผลิตมักพบเชื้อไวรัสที่เป็นปัญหาในการผลิตพริกมากกว่า ๑ ชนิด ในการทำความเสียหายให้กับพริก ไวรัสที่มีการระบาดมากที่สุดสามอันดับแรกได้แก่ ChiVMV, CMV และ PVY พบในอัตรา ๕๖.๙๖, ๒๖.๖๗ และ ๒๔.๓๕ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (เครือพันธุ์ และคณะ, ๒๕๓๖)

โรคใบด่างแตงมีเชื้อสาเหตุจาก ไวรัสใบด่างของแตง (Cucumber mosaic virus, CMV) มีอนุภาครูปทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓๐ นาโนเมตร จัดอยู่ในสกุล Cucumovirus มีการแพร่ระบาดในพืชมากกว่า ๔๐ วงศ์ และเป็นปัญหาในพืชผักและพืชเศรษฐกิจ หลายชนิด เช่น แตงกวา ฟักทอง พริก มะเขือเทศ ยาสูบ และกล้วย ไวรัสชนิดนี้สามารถถ่ายทอดได้ด้วยวิธีกล มีเพลี้ยอ่อนมากกว่า ๖๐ ชนิดเป็นพาหะ ที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยอ่อนยาสูบ (Myzus persicae), และเพลี้ยอ่อนฝ้าย (Aphis gossypii) และมีการถ่ายทอดโรคแบบ non-persistent ระยะเวลาในการรับเชื้อและการถ่ายทอดเชื้อของแมลงนานเพียงวินาที-นาที (Edward, ๑๙๙๗; Anonymous, ๒๐๐๓) ลักษณะอาการของโรคมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด (strain) ของเชื้อที่ได้รับและชนิดของพืช แต่อาการโดยทั่วไป พบว่า ใบพืชจะแสดงอาการด่าง บางครั้งพบจุดแผลตายเฉพาะแห่งสีน้ำตาลบนใบ ใบเสียรูป บิดเบี้ยว อาจลดขนาด ใบเรียวเล็กเป็นเส้นคล้ายหางหนูหรือเชือกผูกรองเท้า (shoe-string) เนื่องจากเนื้อใบไม่เจริญเติบโตแต่เส้นใบกลับเจริญเป็นปกติ ใบร่วงหลุดได้ง่าย ดอกร่วง ผลมีขนาดเล็ก ปริมาณผลพริกลดลง ผลอาจมีอาการด่างและผิวขรุขระ บิดเบี้ยว ต้นแคระแกร็น (เครือพันธุ์ และวันเพ็ญ, ๒๕๔๕; Nono Womdim, ๒๐๐๑; Berke et al., ๒๐๐๓) ผลผลิตลดลง ๓๐-๗๕ เปอร์เซ็นต์ (Sulyo et al., ๑๙๙๕)

การใช้พันธุ์ต้านทานโรคเป็นวิธีการป้องกันกำจัดโรคพืชที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะพันธุ์ต้านทานไวรัส (Khetarpal et al., ๑๙๙๘; Lecoq et al., ๒๐๐๔; Kang et al., ๒๐๐๕) มีการใช้อย่างแพร่หลายมายาวนาน เพราะสะดวก ปลอดภัย และเหมาะสมในการผลิตพืช สำหรับความต้านทานต่อ CMV ในพริก พบว่า มีแหล่งกำเนิดในแถบเอเชียและในพันธุ์ป่า (Heisey, ny) และมีการแสดงออกของยีนควบคุมความต้านทานแตกต่างกัน เช่น มีการแสดงออกแบบลักษณะปริมาณ (Heisey, ny; Pochard, ๑๙๘๒; Lapidot et al.,๑๙๙๗; Grube et al., ๒๐๐๐) หรือแบบข่มไม่สมบูรณ์จำนวน ๒ ยีน (Saito et al., ๒๐๐๔) หรือยีนด้อยหลักอย่างน้อย ๒ ยีน (Grube et al., ๒๐๐๐) แตกต่างกันตามฐานพันธุกรรมที่ศึกษา

กรมวิชาการเกษตรได้ปรับปรุงพันธุ์พริกชี้ฟ้าให้มีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตง แต่ยังขาดลักษณะดีบางอย่างที่เหมาะสมตามความต้องการของตลาด จึงได้นำสายพันธุ์พริกชี้ฟ้าที่เหมาะสำหรับผลิตเป็นพริกสด พริกแห้ง และพริกซ๊อส มาผสมและคัดเลือกใหม่ เพื่อให้ได้พริกชี้ฟ้าที่ต้านทานโรคและมีลักษณะผลผลิตตรงตามความต้องการของตลาด

๒. วิธีดำเนินการ

- วัสดุและอุปกรณ์

๑. พริกชี้ฟ้าต้านทานโรค ๒ สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ อ๑๖-๓๑๘-๓๐๐ ต้านทานต่อไวรัส CMV และ ChiVMV และ PC๕๐๐๓-๑๕๑-๒๐-๑ ต้านทานต่อไวรัส ChiVMV และ โรคเหี่ยว พริกชี้ฟ้าที่ให้ผลผลิต

ดี ๓ สายพันธุ์ ได้แก่ พจ ๒-๒-๑-๑ (พริกสด) พจ ๑๘-๑-๑-๑ (พริกแห้ง) และ พจ ๒๗-๑-๒-๑ (พริกซ๊อส) พันธุ์อ่อนแอที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ VC๒๗a และ RMN๑๐๑

๒. วัสดุทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

๓. วัสดุทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมการปลูกเชื้อ และตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA

- วิธีการ

การสร้างประชากรสำหรับการคัดเลือก

๑. ผสมพริกชี้ฟ้าระหว่างพันธุ์ต้านทานโรคฯกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแบบสลับพ่อแม่ ซึ่งจะได้ลูกผสมจำนวน ๑๒ คู่ผสม และผสมระหว่างระหว่างพันธุ์ต้านทานกับพันธุ์ต้านทานได้ลูกผสมจำนวน ๒ คู่ผสม

๒. ปลูกลูกผสมทั้งหมดและคัดเลือกต้นเป็นโรคทิ้งหากมีโรคเกิดขึ้น ผสมตัวเองโดยห่อดอกตูมของพริกก่อนที่ดอกจะบานหนึ่งวัน

๓. เก็บเมล็ดแยกแต่ละคู่ผสม เพื่อนำไปปลูกคัดเลือกต่อไป

การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคใบด่างแตง

๑. วางแผนการคัดเลือกแบบสืบประวัติ เริ่มคัดเลือกพริกชี้ฟ้าตั้งแต่ชั่วที่ ๒

๒. โดยเพาะกล้าพริกชี้ฟ้าที่ต้องการคัดเลือก จำนวนครั้งละ ๒๐-๓๐ สายพันธุ์ๆละ ๓๐-๑๐๐ ต้น ร่วมกับพันธุ์ VC๒๗a โดยปลูกเชื้อด้วยวิธีกล (mechanical inoculation) เมื่อต้นกล้าพริกชี้ฟ้ามีอายุประมาณ ๓๐ และ ๔๔ วัน บดใบของต้นยาสูบหรือลำโพงที่ติดเชื้อ CMV ในสารละลายบัฟเฟอร์ ๐.๐๓ M potassium phosphate, pH ๗.๒ (containing ๐.๑% thioglycollic acid, ๐.๕% sodium sulphite) อัตราส่วนใบต่อสารละลายบัฟเฟอร์เท่ากับ ๑ กรัมต่อ ๔ มิลลิลิตร ในโกร่งและที่บดซึ่งแช่เย็น ใส่ผง Celite (Diatomaceous earth) ลงในน้ำคั้นผสมให้เข้ากัน ปลูกเชื้อโดยใช้นิ้วจุ่มลงในน้ำคั้น แล้วค่อยๆลูบลงบนใบพริกชี้ฟาให้ทั่วทั้งใบจำนวน ๓-๔ ใบ ล้างใบที่ทำการปลูกเชื้อด้วยการรดน้ำสะอาดและเก็บไว้ในโรงเรือนกันแมลง

๓. คัดเลือกเบื้องต้นโดยพิจารณาสายพันธุ์ที่เกิดโรคใบด่างน้อยและต้นที่ไม่แสดงอาการใบด่าง ทดสอบการติดเชื้อไวรัสของต้นที่คัดเลือกด้วยวิธี enzyme-linked immuno-sorbent assay (ELISA) คัดเลือกซ้ำโดยพิจารณาจากต้นที่ไม่ติดเชื้อ มีลักษณะผลแบบพริกชี้ฟ้า และลักษณะอื่นๆดี ผสมตัวเองด้วยการใช้สำลีห่อดอกพริกชี้ฟ้าก่อนดอกบาน ๑ วัน ปลูกคัดเลือก ๓ ครั้ง (ชั่วที่ ๔)

๔. การบันทึกข้อมูล จำนวนต้นทั้งหมดและจำนวนต้นที่แสดงอาการใบด่างหลังปลูกเชื้อทุกสัปดาห์จำนวน ๑๐-๑๒ ครั้ง และคำนวณเปอร์เซ็นต์ต้านทานโรคใบด่างตามสมการ ดังนี้

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

- เวลาและสถานที่

เวลา ก.ย. ๒๕๕๓ – ต.ค. ๒๕๕๖

สถานที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร และสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

๓. ผลการทดลองและวิจารณ์

การสร้างประชากรสำหรับการปลูกคัดเลือก

การผสมพันธุ์ระหว่างพริกชี้ฟ้าต้านทานโรค ๒ สายพันธุ์กับพริกชี้ฟ้าที่ให้ผลผลิตดี ๓ สายพันธุ์ แบบสลับพ่อแม่ พบว่า การผสมพันธุ์สามารถสร้างลูกผสมพริกชี้ฟ้าได้ทั้งหมด ๑๔ คู่ผสม ได้แก่ ลูกผสมระหว่างพันธุ์ต้านทานโรคใบด่างแตง อ๑๖-๓๑๘-๓๐๐ กับพริกพจ ๒-๒-๑-๑ พจ ๑๘-๑-๑-๑ และ พจ ๒๗-๑-๒-๑ จำนวน ๓ คู่ผสม และลูกผสมสลับพ่อแม่อีก ๓ คู่ผสม ดำเนินเช่นเดียวกันในพริก PC๕๐๐๓-๑๕๑-๒๐-๑ ซึ่งจะได้ลูกผสมและลูกผสมกลับจำนวนอย่างละ ๓ คู่ผสม รวมทั้งการผสมระหว่างพริกชี้ฟ้าต้านทานทั้งสองพันธุ์อีก ๒ คู่ผสม เมื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์แล้วปลูกลูกผสมทั้งหมดในโรงเรือนกันแมลงคู่ผสมละ ๑๐ ต้น ผสมตัวเองและสร้างประชากรสำหรับการคัดเลือก (F๒) แต่เกิดความเสียหายจากอุทกภัยและน้ำท่วมขังนานมากกว่า ๑ เดือน ลูกผสมที่เสียหายและไม่สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ คือ ลูกผสมระหว่าง A๓๐๓ x L๓๑๘ คงเหลือลูกผสมจำนวน ๑๓ คู่ผสม (ตารางที่ ๑)

ตารางที่ ๑ พริกชี้ฟ้าลูกผสมระหว่างพริกชี้ฟ้าที่มีประวัติต้านทานโรคใบด่างแตงและพริกชี้ฟ้าที่ให้ผลผลิตดี ๑๓ คู่ผสม

รหัส	ลูกผสม	รหัส	ลูกผสม
PC๓๐๑	อ๑๖ x A๓๐๓	PC๓๐๘	L๓๑๘ x อ๑๖
PC๓๐๒	อ๑๖ x L๓๑๘	PC๓๐๙	L๓๒๗ x อ๑๖
PC๓๐๓	อ๑๖ x L๓๒๗	PC๓๑๐	L๓๐๒ x A๓๐๓
PC๓๐๔	A๓๐๓ x อ๑๖	PC๓๑๑	L๓๑๘ x A๓๐๓
PC๓๐๕	A๓๐๓ x L๓๑๘	PC๓๑๒	L๓๒๗ x A๓๐๓
PC๓๐๖	A๓๐๓ x L๓๒๗	PC๓๑๓	อ๑๖ x L๓๐๒
PC๓๐๗	L๓๐๒ x อ๑๖		

หมายเหตุ พ่อ/แม่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ ลักษณะดีเด่น พ่อ/แม่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ ลักษณะดีเด่น
อ๑๖ = อ๑๖-๓๑๘-๓๐๐ CMV+ChiVMV L๓๐๒ = พจ ๒-๒-๑-๑ พริกสด
A๓๐๓ = PC๕๐๐๓-๑๕๑- ChiVMV+BW L๓๑๘ = พจ ๑๘-๑-๑-๑ พริกแห้ง
L๓๒๗ = พจ ๒๗-๑-๒-๑ พริกซ๊อส

การคัดเลือกพันธุ์ต้านทาน

การคัดเลือกพันธุ์พริกชี้ฟ้าชั่วที่ ๒

ปลูกพริกชี้ฟ้าจำนวน ๑๓ คู่ผสม คู่ผสมละ ๑๑๒-๑๔๘ ต้น/คู่ผสม จำนวนรวม ๑,๗๕๘ ต้นร่วมกับพันธุ์ VC๒๗a พบว่า พริก VC๒๗a แสดงอาการใบด่างสีเขียวเข้มสลับสีเขียวอ่อน หลังการปลูกเชื้อนาน ๒ สัปดาห์ และเกิดโรคเกือบทั้งหมด แสดงว่าการปลูกเชื้อ CMV สามารถทำให้เกิดโรคในพริกชี้ฟ้าที่คัดเลือกได้ เนื่องจากพันธุ์เปรียบเทียบเกิดโรคเกือบ ๘๕ เปอร์เซ็นต์ พริกชี้ฟ้าที่ปลูกคัดเลือกมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงระหว่าง และ ๓๗-๗๕ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงเฉลี่ย ๑๕.๑๕ เปอร์เซ็นต์ ในเบื้องต้นคัดเลือกต้นพริกชี้ฟ้าที่ไม่แสดงอาการใบด่างไว้สายพันธุ์ละ ๓๐ ต้น แต่พริกชี้ฟ้าที่คัดเลือกเหล่านี้เกิดโรคใบด่างไปจำนวนหนึ่ง จึงคัดเลือกทิ้งและเหลือพริกชี้ฟ้าที่คัดเลือกทั้งหมด ๑๘๓ ต้น แตกต่างกันไปตามคู่ผสม และเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบการติดเชื้อด้วยวิธี ELISA พบว่า พริกชี้ฟ้าลูกผสมเกือบทั้งหมดไม่ติดเชื้อ CMV ยกเว้น ลูกผสม PC๓๐๑ PC๓๐๓ และ PC๓๐๘ ซึ่งต้านทานต่อการติดเชื้อ ๘๓.๓๓ ๙๓.๓๓ และ ๙๐.๙๑ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่ พริก VC๒๗a ติดเชื้อ ๙๐ เปอร์เซ็นต์ คัดเลือกพริกชี้ฟ้าที่ต้านทานต่อโรคใบด่างสูงที่สุดและรองลงมา พิจารณาร่วมกับเปอร์เซ็นต์ต้านทานการติดเชื้อ CMV ไว้ ๕

สายพันธุ์ จำนวน ๒๐ ต้น ได้แก่ PC๓๐๙, PC๓๑๐, PC๓๑๑, PC๓๑๒ และ PC๓๑๘ ซึ่งมีต้นพริกที่คัดเลือกจำนวน ๖, ๖, ๒, ๓ และ ๓ ต้นตามลำดับ (ตารางที่ ๒)

ตารางที่ ๒ การคัดเลือกพริกชี้ฟ้าลูกผสมชั่วที่ ๒

รหัส	จำนวนต้น		% ต้านทานโรคใบด่างแตง	คัดเลือก	ติดเชื้อ	% ต้านทานการติดเชื้อ CMV	จำนวนต้นที่คัดเลือก
	ทั้งหมด	คงเหลือ *					
PC๓๐๑	๑๔๗	๙๕	๖๔.๖๓	๑๘	๓	๘๓.๓๓	๐
PC๓๐๒	๑๔๘	๗๕	๕๐.๖๘	๖	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๓	๑๔๐	๘๐	๕๗.๑๔	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๐
PC๓๐๔	๑๑๒	๕๓	๔๗.๓๒	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๕	๑๓๑	๖๗	๕๑.๑๕	๗	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๖	๑๒๖	๖๘	๕๓.๙๗	๔	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๗	๑๔๔	๕๔	๓๗.๕๐	๑๔	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๘	๑๓๙	๗๙	๕๖.๘๓	๑๑	๑	๙๐.๙๑	๐
PC๓๐๙	**๑๔๖**	**๙๗**	**๖๖.๔๔**	**๒๗**	**๐**	**๑๐๐.๐๐**	**๖**
PC๓๑๐	**๑๓๐**	**๘๐**	**๖๑.๕๔**	**๑๗**	**๐**	**๑๐๐.๐๐**	**๖**
PC๓๑๑	**๑๒๖**	**๙๔**	**๗๔.๖๐**	**๒๒**	**๐**	**๑๐๐.๐๐**	**๒**
PC๓๑๒	**๑๓๐**	**๘๙**	**๖๘.๔๖**	**๑๓**	**๐**	**๑๐๐.๐๐**	**๓**
PC๓๑๓	**๑๓๙**	**๘๓**	**๕๙.๗๑**	**๑๔**	**๐**	**๑๐๐.๐๐**	**๓**
รวม	๑,๗๕๘	๑,๐๑๔	๕๗.๖๘	๑๘๓	๕	๙๗.๒๗	๒๐
VC๒๗a	๓๓	๕	๑๕.๑๕	๑๐	๙	๑๐.๐๐	๐

หมายเหตุ * ต้นคงเหลือหลังปลูกเชื้อ ๗๐ วัน

การคัดเลือกพันธุ์พริกชี้ฟ้าชั่วที่ ๓

ปลูกคัดเลือกพริกชี้ฟ้าลูกผสมชั่วที่ ๓ จำนวน ๒๐ สายพันธุ์ พบว่า พริกชี้ฟ้าที่ปลูกคัดเลือกแสดงอาการใบด่างจำนวนมากมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตง ๓๓-๖๖ เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ VC๒๗a และ RMN๑๐๑ เกิดโรค ๗๙.๔๙ และ ๗๑.๔๓ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีพริกชี้ฟ้า ๙ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๑๐-๐๑, PC๓๑๓-๐๒, PC๓๐๙-๒๖, PC๓๐๙-๐๑, PC๓๐๙-๐๔, PC๓๑๐-๑๔, PC๓๑๐-๐๒, PC๓๐๙-๐๗ และ PC๓๐๙-๒๔ ที่มีระดับความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงมากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์ พริกชี้ฟ้าทั้งหมดที่คัดเลือกมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงเฉลี่ย ๓๐.๑๙ เปอร์เซ็นต์ ในเบื้องต้นคัดเลือกพริกชี้ฟ้าสายพันธุ์ละ ๑๕ ต้น จากนั้นคัดเลือกสายพันธุ์พริกชี้ฟ้าที่ต้านทานต่อโรคใบด่างแตงน้อยกว่า ๑๐ เปอร์เซ็นต์ทิ้งไป คงเหลือสายพันธุ์พริกชี้ฟ้าที่เก็บตัวอย่างไปตรวจสอบการติดเชื้อด้วยวิธี ELISA จำนวน ๑๗ สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์พริกชี้ฟ้าที่ทดสอบติดเชื้อระหว่าง ๒๐-๙๓ เปอร์เซ็นต์ โดยติดเชื้อ CMV เฉลี่ยทั้งหมด ๖๕.๑๐ เปอร์เซ็นต์ มีพริกชี้ฟ้า ๖ สายพันธุ์ที่ไม่ติดเชื้อตั้งแต่ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ได้แก่ PC๓๑๐-๑๔, PC๓๐๙-๐๗, PC๓๑๓-๐๘, PC๓๑๐-๑๒, PC๓๐๙-๒๔ และ PC๓๑๑-๑๕ จึงคัดเลือกต้นที่ไม่แสดงอาการใบด่างและไม่ติดเชื้อไว้จำนวน ๒, ๑, ๕, ๓, ๒ และ ๑ ต้นตามลำดับ ในการคัดเลือกพันธุ์พริกนอกจากพิจารณาลักษณะที่ไม่ติดเชื้อ CMV แล้วยังพิจารณาจากลักษณะเปอร์เซ็นต์ต้านทานต่อโรคใบด่างหรือการแสดงอาการใบด่างหลังปลูกเชื้อ และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆโดยเฉพาะลักษณะผลแบบพริกชี้ฟ้า ซึ่งมีการ

คัดเลือกเพิ่มเติมอีก ๕ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๐๙-๐๔, PC๓๑๒-๐๓, PC๓๑๐-๐๕, PC๓๑๓-๑๔ และ PC๓๐๙-๒๖ จำนวน ๒, ๑, ๓, ๕ และ ๑ ต้นตามลำดับ (ตารางที่ ๓)

การคัดเลือกพันธุ์พริกชี้ฟ้าชั่วที่ ๔

ปลูกคัดเลือกพริกชี้ฟ้าลูกผสมชั่วที่ ๔ จำนวน ๒๖ สายพันธุ์ พบว่า พริกชี้ฟ้าที่ปลูกคัดเลือกแสดงอาการใบด่างจำนวนมากมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตง ๒๖-๘๓ เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ VC๒๗a และ RMN๑๐๑ เกิดโรค ๙๓.๙๔ และ ๙๘.๓๓ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีพริกชี้ฟ้าที่แสดงความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงมากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ๑๓ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๐๙-๒๖-๐๘, PC๓๑๐-๐๕-๐๑, PC๓๑๐-๐๕-๑๑, PC๓๑๐-๑๒-๐๒, PC๓๑๐-๑๒-๐๔, PC๓๑๐-๑๒-๐๖, PC๓๑๐-๑๔-๐๒, PC๓๑๐-๑๔-๐๕, PC๓๑๒-๐๒-๐๖,
PC๓๑๓-๐๘-๐๒, PC๓๑๓-๐๘-๐๔, PC๓๑๓-๑๔-๐๔ และ PC๓๑๓-๑๔-๐๖ แต่มีพริกชี้ฟ้าเพียงสายพันธุ์เดียวที่มีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงมากกว่า ๘๐ เปอร์เซ็นต์ และต้นที่คัดเลือกไม่ติดเชื้อทั้งหมด คือ PC๓๑๐-๑๒-๐๒ ขณะที่การติดเชื้อ CVM ของพริกที่คัดเลือก พบว่า พริกชี้ฟ้าจำนวน ๒๔ สายพันธุ์ไม่ติดเชื้อ CMV ตั้งแต่ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ยกเว้น PC๓๐๙-๐๔-๐๓ และ PC๓๐๙-๐๔-๐๕ ที่ไม่ติดเชื้อ ๖๖.๖๗ และ ๖๑.๕๔ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ ๔)

คัดเลือกพริกชี้ฟ้าที่ความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงดีที่สุดและรองลงมา ๙ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๑๐-๑๒-๐๒, PC๓๐๙-๒๖-๐๘, PC๓๑๐-๑๔-๐๕, PC๓๑๐-๑๒-๐๔, PC๓๑๐-๐๕-๑๑, PC๓๑๐-๑๒-๐๖,
PC๓๑๒-๐๒-๐๖, PC๓๑๐-๐๕-๐๑, PC๓๑๓-๐๘-๐๒ และ PC๓๑๐-๑๔-๐๒ ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตง ๘๓.๓๓, ๗๔.๔๗, ๗๓.๖๘, ๖๙.๕๗, ๖๕.๓๑, ๖๐.๔๗, ๖๐.๐๐, ๕๘.๖๒ และ ๕๘.๑๔ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีต้นคัดเลือกที่ไม่ติดเชื้อตั้งแต่ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป โดยมีพริกชี้ฟ้ามากถึง ๔ สายพันธุ์ที่ไม่ติดเชื้อ CVM (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๓ การคัดเลือกพริกชี้ฟ้าลูกผสมชั่วที่ ๓

รหัส	จำนวนต้น		% ต้านทานโรคใบด่างแตง	คัดเลือก	ติดเชื้อ	% ต้านทานการติดเชื้อ CMV	จำนวนต้นที่คัดเลือก
	ทั้งหมด	คงเหลือ *					
PC๓๐๙-๐๑	๙๑	๔๑	๔๕.๐๕	๑๕	๘	๔๖.๖๗	๐
PC๓๐๙-	**๘๔**	**๓๖**	**๔๒.๘๖**	**๑๕**	**๔**	**๗๓.๓๓**	**๒**
PC๓๐๙-	**๙๗**	**๔๑**	**๔๒.๒๗**	**๑๕**	**๑**	**๙๓.๓๓**	**๑**
PC๓๐๙-๒๓	๙๖	๑๖	๑๖.๖๗	๑๕	๘	๔๖.๖๗	๐
PC๓๐๙-	**๙๐**	**๓๓**	**๓๖.๖๗**	**๑๕**	**๒**	**๘๖.๖๗**	**๒**
PC๓๐๙-	**๔๗**	**๑๔**	**๒๙.๗๙**	**๑๕**	**๘**	**๔๖.๖๗**	**๑**
PC๓๑๐-๐๑	๔๗	๑๖	๓๔.๐๔	๑๕	๘	๔๖.๖๗	๐
PC๓๑๐-๐๒	๙๓	๔๐	๔๓.๐๑	๑๕	๔	๗๓.๓๓	๐
PC๓๑๐-	**๑๐๐**	**๒๒**	**๒๒.๐๐**	**๑๕**	**๒**	**๘๖.๖๗**	**๓**
PC๓๑๐-	**๙๘**	**๔๔**	**๔๔.๙๐**	**๑๕**	**๑**	**๙๓.๓๓**	**๒**
PC๓๑๐-	**๑๑๐**	**๓๑**	**๒๘.๑๘**	**๑๕**	**๗**	**๕๓.๓๓**	**๓**

PC๓๑๐-๐๓	๙๑	๒๑	๒๓.๐๘	๑๕	๑๒	๒๐.๐๐	๐
PC๓๑๑-๒๑	๑๐๑	๓๕	๓๔.๖๕	๑๕	๗	๕๓.๓๓	๐
PC๓๑๑-	**๙๗**	**๓๑**	**๓๑.๙๖**	**๑๕**	**๓**	**๘๐.๐๐**	**๑**
PC๓๑๒-๐๒	๔๑	๓	๗.๓๒	๐	n	n	๐
PC๓๑๒-๑๑	๔๓	๔	๙.๓๐	๐	n	n	๐
PC๓๑๓-๐๒	๒๔	๐	๐	๐	n	n	๐
PC๓๑๓-	**๘๕**	**๒๕**	**๒๙.๔๑**	**๑๕**	**๒**	**๘๖.๖๗**	**๕**
PC๓๑๓-	**๙๘**	**๑๗**	**๑๗.๓๕**	**๑๕**	**๗**	**๕๓.๓๓**	**๕**
PC๓๑๒-	**๑๐๐**	**๒๓**	**๒๓.๐๐**	**๑๕**	**๕**	**๖๖.๖๗**	**๑**
รวม	๑,๖๓๓	๔๙๓	๓๐.๑๙	๒๕๕	๘๙	๖๕.๑๐	๒๖
VC๒๗a	๓๙	๘	๒๐.๕๑	๑๐	๑๐	๐.๐๐	๐
RMN๑๐๑	๑๔	๔	๒๘.๕๗	๑๐	๑๐	๐.๐๐	๐

หมายเหตุ * ต้นคงเหลือหลังปลูกเชื้อ ๗๕ วัน

n = ไม่มีข้อมูล

การเกิดโรคภายหลังการปลูกเชื้อ CMV พบว่า ส่วนใหญ่พริก VC๒๗a และ RMN๑๐๑ แสดงอาการใบด่างหลังการปลูกเชื้อภายในสองสัปดาห์ และเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเกือบหมดภายใน ๓-๔ สัปดาห์ โดยใบมีลักษณะด่างสีเขียวเข้มสลับสีเขียวอ่อน หรือใบเสียรูป บิดเบี้ยว และลดขนาด สอดคล้องกับ เครือพันธุ์ และวันเพ็ญ (๒๕๔๕) ส่วนการเก็บตัวอย่างใบพืชมาทดสอบการติดเชื้อด้วยวิธี ELISA พบว่า พริกพันธุ์อ่อนแอทั้งสองสายพันธุ์ติดเชื้อเกือบทั้งหมด

ส่วนการแสดงอาการใบด่างในพริกลูกผสมที่คัดเลือกซึ่งมีประวัติต้านทานต่อโรคใบด่าง พบว่า พริกลูกผสมที่คัดเลือกส่วนใหญ่เกิดโรคค่อนข้างช้า และอาจเริ่มแสดงอาการใบด่างจำนวนมากหลังปลูกเชื้อนานเกือบ ๑ เดือน ส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากมีพันธุกรรมต้านทานโรคใบด่างในพริกที่คัดเลือกดังกล่าว โดยพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานต่อ CMV ในพริกมีรายงานแตกต่างกันไป แต่ส่วนใหญ่รายงานว่าเกี่ยวข้องกับยีนอย่างน้อย ๒ คู่ รวมทั้งมีการแสดงออกแบบลักษณะปริมาณ (Heisey, ny; Pochard, ๑๙๘๒; Lapidot *et al*.,๑๙๙๗; Grube *et al*., ๒๐๐๐) นอกจากนี้อาการของโรคยังอาจเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม เช่น รายงานของ Cho และคณะ (๒๐๐๔) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิทำให้พริกสายพันธุ์ VC๒๗a ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อ ChiVMV แสดงอาการของโรคแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลต่อการติดเชื้อไวรัสดังกล่าว

ตารางที่ ๔ การคัดเลือกพริกชี้ฟ้าลูกผสมชั่วที่ ๔

รหัส	จำนวนต้น		% ต้านทานโรคใบด่างแตง	คัดเลือก	ติดเชื้อ	% ต้านทานการติดเชื้อ CMV	สายพันธุ์ที่คัดเลือก
	ทั้งหมด	คงเหลือ *					
PC๓๐๙-๐๔-	๔๙	๒๒	๔๔.๙๐	๑๕	๕	๖๖.๖๗	๐
PC๓๐๙-๐๔-	๔๙	๑๓	๒๖.๕๓	๑๓	๕	๖๑.๕๔	๐
PC๓๐๙-๐๗-	๕๐	๒๒	๔๔.๐๐	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๐๙-๒๔-	๔๗	๒๓	๔๘.๙๔	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๐๙-๒๔-	๔๙	๒๔	๔๘.๙๘	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๐
PC๓๐๙-๒๖-	๔๗	๓๕	๗๔.๔๗	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๑
PC๓๑๐-๐๕-	๒๙	๑๗	๕๘.๖๒	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๑
PC๓๑๐-๐๕-	๔๓	๑๙	๔๔.๑๙	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๑๐-๐๕-	๔๙	๓๒	๖๕.๓๑	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๑

PC๓๑๐-๑๒-	๓๐	๒๕	๘๓.๓๓	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๑
PC๓๑๐-๑๒-	๔๖	๓๒	๖๙.๕๗	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๑
PC๓๑๐-๑๒-	๔๓	๒๖	๖๐.๔๗	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๑
PC๓๑๐-๑๔-	๔๖	๒๕	๕๔.๓๕	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๑๐-๑๔-	๓๘	๒๘	๗๓.๖๘	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๑
PC๓๑๑-๑๕-	๓๔	๑๗	๕๐.๐๐	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๑๒-๐๒-	๕๐	๓๐	๖๐.๐๐	๑๕	๒	๘๖.๖๗	๑
PC๓๑๓-๐๘-	๔๘	๑๖	๓๓.๓๓	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๐
PC๓๑๓-๐๘-	๔๓	๒๕	๕๘.๑๔	๑๕	๑	๙๓.๓๓	๑
PC๓๑๓-๐๘-	๔๐	๑๕	๓๗.๕๐	๑๔	๑	๙๒.๘๖	๐
PC๓๑๓-๐๘-	๕๐	๒๗	๕๔.๐๐	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๑๓-๐๘-	๕๐	๒๕	๕๐.๐๐	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
PC๓๑๓-๑๔-	๔๗	๒๒	๔๖.๘๑	๑๕	๒	๘๖.๖๗	๐
PC๓๑๓-๑๔-	๔๙	๑๗	๓๔.๖๙	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๑๓-๑๔-	๕๐	๑๘	๓๖.๐๐	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๑๓-๑๔-	๔๙	๒๕	๕๑.๐๒	๑๕	๓	๘๐.๐๐	๐
PC๓๑๓-๑๔-	๕๐	๒๖	๕๒.๐๐	๑๕	๐	๑๐๐.๐๐	๐
รวม	๑,๑๗๕	๖๐๖	๕๑.๕๗	๓๘๗	๔๑	๘๙.๔๑	๙
VC๒๗a	๓๓	๒	๖.๐๖	๑๕	๑๕	๐.๐๐	๐
RMN๑๐๑	๖๐	๑	๑.๖๗	๑๕	๑๒	๒๐.๐๐	๐

หมายเหตุ * ต้นคงเหลือหลังปลูกเชื้อ ๗๕ วัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอาการใบด่างและการติดเชื้อไวรัส พบว่า มีความสัมพันธ์กันไม่แน่นอน แต่มักพบการติดเชื้อในพริกที่แสดงอาการใบด่าง เนื่องจากการทดลองทำในสภาพโรงเรือนกันแมลง จึงสามารถลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวลงระดับหนึ่ง ในบางกรณีพริกพันธุ์ต้านทานโรคอาจติดเชื้อไวรัสแต่ไม่แสดงอาการ หรือแสดงอาการไม่รุนแรงและเจริญเติบโตได้ตามปกติ เรียกความต้านทานดังกล่าวว่า ความต้านทานระดับแปลง (field resistance) (Schlegel, ๒๐๑๐) โดยพืชอาจติดเชื้อไวรัส แต่เชื้อไวรัสไม่สามารถเพิ่มจำนวนหรือถูกจำกัดการแพร่ขยาย (Hull, ๒๐๐๒) พริกต้านทานโรคบางสายพันธุ์จึงพบการติดเชื้อไวรัส แต่ไม่แสดงอาการใบด่าง เช่นเดียวกับการทดลองของ Rashid และคณะ (๒๐๐๗) ซึ่งตรวจพบเชื้อไวรัส CMV และ/หรือ ChiVMV ในตัวอย่างพริกหวานที่ไม่แสดงอาการใบด่างซึ่งปลูกทดสอบในแปลงทดลอง

ลักษณะความต้านทานต่อโรคไวรัสในพืช อาจจำแนกได้ดังนี้ คือ ต้านทานต่อแมลงพาหะที่ถ่ายทอดโรคหรือพืชมีความสามารถติดเชื้อไวรัสต่ำ พืชมีภูมิคุ้มกันโรค (immunity) ต้านทานต่อการเคลื่อนย้ายของไวรัสระหว่างเซล ต้านทานต่อการเคลื่อนย้ายไวรัสภายในต้นพืช ต้านทานต่อการเพิ่มจำนวนไวรัสในพืช และต้านทานต่อการเพิ่มจำนวนหรือลดความสามารถของไวรัสในแมลงพาหะ (Lecoq *et al*., ๒๐๐๔)

การผสมและคัดเลือกพริกชี้ฟ้าให้ต้านทานโรคใบด่างแตงจนถึงชั่วที่ ๔ สามารถคัดเลือกพริกชี้ฟ้า ๙ สายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงระหว่าง ๕๘.๑๔-๘๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ และต้นที่คัดเลือกส่วนใหญ่ไม่ติดเชื้อไวรัส ได้แก่ สายพันธุ์ PC๓๑๐-๑๒-๐๒, PC๓๐๙-๒๖-๐๘, PC๓๑๐-๑๔-๐๕, PC๓๑๐-๑๒-๐๔,

PC๓๑๐-๐๕-๑๑, PC๓๑๐-๑๒-๐๖, PC๓๑๒-๐๒-๐๖, PC๓๑๐-๐๕-๐๑, PC๓๑๓-๐๘-๐๒ และ PC๓๑๐-๑๔-๐๒ ซึ่งควรนำพันธุ์เหล่านี้ไปปลูกทดสอบผลผลิตต่อไป

๔. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผสมพันธุ์พริกชี้ฟ้าต้านทานโรค ๒ สายพันธุ์และพริกชี้ฟ้าที่ให้ผลผลิตที่เหมาะสมในการปลูกผลิตเป็นพริกสด พริกแห้ง และพริกซ๊อส แบบสลับพ่อแม่ ๑๒ คู่ผสม และระหว่างพันธุ์ต้านทาน ๒ คู่ผสม เมื่อนำลูกผสมเหล่านี้มาปลูกคัดเลือกให้ต้านทานต่อโรคใบด่างแตง พบว่า ระดับความต้านทานต่อโรคใบด่างแตงเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการคัดเลือกซ้ำ การปลูกคัดเลือกจนถึงชั่วที่ ๒-๔ โดยเพาะกล้าพริกที่จะคัดเลือกในแต่ละชั่วและพันธุ์อ่อนแอที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ๑-๒ พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ VC๒๗a และ RMN๑๐๑ และปลูกเชื้อไวรัส CMV ๒ ครั้ง เมื่ออายุประมาณ ๓๐ และ ๔๔ วัน ในแต่ละชั่วที่คัดเลือกและเก็บตัวอย่างใบของต้นที่คัดเลือกไปตรวจสอบการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธี ELISA คัดเลือกสายพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อการเกิดโรคใบด่างแตงระหว่าง ๕๘.๑๔-๘๓.๓๓ เปอร์เซ็นต์ไว้ ๙ สายพันธุ์ ได้แก่ PC๓๑๐-๑๒-๐๒, PC๓๐๙-๒๖-๐๘, PC๓๑๐-๑๔-๐๕, PC๓๑๐-๑๒-๐๔, PC๓๑๐-๐๕-๑๑, PC๓๑๐-๑๒-๐๖, PC๓๑๒-๐๒-๐๖, PC๓๑๐-๐๕-๐๑,

PC๓๑๓-๐๘-๐๒ และ PC๓๑๐-๑๔-๐๒ ซึ่งสายพันธุ์และต้นที่คัดเลือกส่วนใหญ่ไม่ติดเชื้อไวรัส ขณะที่พันธุ์อ่อนแอ VC๒๗a และ/หรือ RMN๑๐๑ เกิดโรคใบด่างและติดเชื้อเกือบทั้งหมด จึงควรนำพริกทั้งหมดดังกล่าวไปปลูกคัดเลือกและทดสอบผลผลิตต่อไป

๕. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ร่วมกับพันธุ์การค้า/พันธุ์ต้านทานในศูนย์วิจัยฯต่างๆ

๖. เอกสารอ้างอิง

เครือพันธุ์ กิตติปกรณ์ Chiyoichi Noda สุวรรณา กลัดพันธุ์ และนวลจันทร์ ดีมา. ๒๕๓๖. การศึกษาเกี่ยวกับไวรัสของพริกและการคัดเลือกพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อไวรัสบางชนิด. หน้า ๓๓๑-๓๔๐. ในรายงานการประชุมวิชาการประจำปีครั้งที่ ๓๑, วันที่ ๓-๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๖ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เครือพันธุ์ กิตติปกรณ์ และวันเพ็ญ ศรีทองชัย. ๒๕๔๕. โรคไวรัสที่สำคัญของพืชผักและพืชน้ำมัน. กองโรคพืชและจุลชีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. ๘๘ หน้า

Anonymous. ๒๐๐๓. Characterization of evolution potential of the viruses analyzed. ๗ p. Available at: http://www.apsnet.org/phyto/xtras/๒๐๐๓/๐๕๒๓-๐๑E.pdf

Berke, T.G., L.L. Black, R.A. Morris, N.S. Talekar and J.F. Wang. ๒๐๐๓ Suggested cultural practices for sweet pepper. ๕ p. Available at: http://www.avrdc.org.tw/LC/pepper/swtpepper.pdf

Cho M. C., S.C. Shieh, P.A. Gniffke, S.K.Green and D.H. Pae. ๒๐๐๔. Infection of Chili Veinal Mottle Virus (ChiVMV) is not affected by temperature. Pages ๑๗๙. In: Proceedings

of the XIIth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Capsicum and eggplant. ๑๗-๑๙ May, ๒๐๐๔. Noordwijkerhout, Netherlands,

Edward J. S. ๑๙๙๗. Common diseases of cucurbits. ๘ p.
Available at: http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-๐๘๐๙/ANR-๐๘๐๙.pdf

Grube, R. C., Y. Zhang, J. F. Murphy, F.Loaiza-Figueroa, V. K. Lackney, R. Provvidenti and M.K. Jahn. ๒๐๐๐. New source of resistance to *Cucumber mosaic virus* in *Capsicum frutescens*. Plant Dis. ๘๔: ๘๘๕-๘๙๑. Available at: http://www.apsnet.org/pd/pdfs/๒๐๐๐/๐๖๑๖-๐๑R.pdf

Heisey, B. ny. Managing pepper diseases by breeding for resistance. ๓ p.
Available at: http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/๒๐๓๐/๑๙๖๐๗.pdf

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

Kang, B.C., I. Yeam and M.M. Jahn, ๒๐๐๕. Genetics of plant virus resistance. Ann. Rev. Phytopathol., 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

Lapidot, M., I. Paran, R. Ben-Joseph, S. Ben-Harush, M. Pilowsky, S. Cohen and C. Shifriss. ๑๙๙๗. Tolerance to cucumber mosaic virus in pepper: Development of advanced breeding lines and evaluation of virus level. Plant Dis. ๘๑:๑๘๕-๑๘๘.
Available at: http://www.apsnet.org/pd/PDFS/๑๙๙๖/๑๒๑๗-๐๕R.PDF

Nono-Womdim, R. ๒๐๐๑. An overview of major virus diseases of vegetable crops in Africa and some aspects of their control. ๒๐ p.
Available at: http://www.iita.org/cms/details/virology/pdf_files/๒๑๓-๒๓๒.pdf

Pochard, E., R. D. de Vaulx and A. Florent. ๑๙๘๓. Linkage between partial resistance to CMV and susceptibility to TMV in the line "PERRENIAL": Analysis on androgenetic homozygous lines. Capsicum Newsletter. (๒): ๓๒-๓๓.

Rashid, M. H., K. M. Khalequzzaman., M. S. Alam., S. A. Uddin. and S. K. GREEN. ๒๐๐๗. Screening of different sweet pepper lines against cucumber mosaic virus and chili veinal mottle virus. Int. J. Sustain. Crop Prod. ๒(๓):๑-๔.

Saito, T. T. Yoshida, A. Saito and T. Yamada. ๒๐๐๔. Genetics of resistance to Cucumber Mosaic Virus (CMV) in sweet pepper (Capsicum annuum L.). p. ๑๙๑. *In:* Proceedings of the XIIth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Capsicum and eggplant, Noordwijkerhout, Netherlands, ๑๗-๑๙ May, ๒๐๐๔.

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

Sulyo, Y., A.S. Duriat, N. Gunaeni and E. Korilna. ๑๙๙๕. Confirmation of potentially important pepper viruses in Indonesia. p. ๑๗๔-๑๘๐. *In*: Proceeding of the AVNET-II Midterm Workshop AVRDC, ADB and PCARRD, February ๒๑-๒๕, ๑๙๙๕. PCARD, Los Banos,Lagana,Philippines. Asia Vegetable Research and Development Center ๓๒๗ p.