

สมรรถนะการรวมตัวในลักษณะความต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) และ *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. siamense*) ในพริก ลูกผสมที่มีแม่เป็นพันธุ์รักษาเกษตรเพศผู้เป็นหมัน

Combining ability for resistance against anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) and *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. siamense*) in chili hybrids derived from maintainer line

นาวรัตน์ พรโสภณ¹, ปรียานุช ชุ่มอภัย¹, ศิริพร เอียสกุล¹, สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร², ชเนรินทร์ ฟ้าแลบ³, นครินทร์ จีอาทิตย์⁴, พัชรภรณ์ สุวอ⁵ และ ธัญญารัตน์ ตาอินตะ^{1*}

Nawarat Pornsopin¹, Priyanut Chumaphai¹, Siriporn Earsakul¹, Suchila Techawongstien², Shanerin Falab³, Nakarin Jeeatid⁴, Patcharaporn Suwor⁵ and Tanyarat Tarinta^{1*}

¹ สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

² Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

³ สาขาวิชาวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

³ Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

⁴ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

⁴ Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

⁵ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

⁵ School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

บทคัดย่อ: โรคแอนแทรคโนสเป็นโรคที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตพริกทั่วโลก โดยปัจจุบันมีความต้องการใช้พันธุ์พริกลูกผสมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในอุตสาหกรรมการผลิตพริกสูงขึ้น ลักษณะเกษตรเพศผู้เป็นหมันถูกใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความต้านทานโรคของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 และสายพันธุ์แม่พ่อ โดยทำการปลูกทดสอบลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 9 พันธุ์ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์แม่พ่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 3 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ต้น นำผลพริกระยะผลเขียว 15 ผล และผลพริกระยะผลแดง 15 ผล ไปทำการประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค โดยใช้วิธี microinjection ด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) พบว่าพริกสายพันธุ์แม่พ่อที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปดีและมีศักยภาพดีเด่นในลักษณะความต้านทาน คือ สายพันธุ์แม่ (B-line) ที่มีค่า GCA สูงในลักษณะผลผลิต และมีค่า GCA ต่ำหรือติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค ได้แก่ MS25 และสายพันธุ์พ่อ (C-line) ที่มีค่า GCA สูงในลักษณะผลผลิต และมีค่า GCA ต่ำหรือติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค ได้แก่ AT1-15 และ AT3-15 ดังนั้นทั้งสายพันธุ์แม่และพ่อดังกล่าวจึงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสายพันธุ์แม่พ่อที่ดี ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่มีความต้านทานโรค และให้ผลผลิตดี นอกจากนี้สายพันธุ์แม่พ่อทั้ง 3 พันธุ์ให้คู่ผสมที่มีสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะที่มีศักยภาพดีในลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนส และผลผลิต คือคู่ผสม UBB/AT3-15, MS25/AT5-12 และ MS25/AT1-15 โดยแสดงค่า SCA เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงการเกิดโรคค่อนข้างต่ำมีศักยภาพดีทั้งในด้านผลผลิตสูง

* Corresponding author: tanyata@kku.ac.th

Received: date; July 16, 2024 Revised: date; October 1, 2025

Accepted: date; October 1, 2025 Published: date; February 6, 2026

คำสำคัญ: โรคแอนแทรคโนส; พันธุ์ต้านทาน; สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป; สมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ

ABSTRACT: Anthracnose is a major disease causing the world's chili crop losses. Hybrid cultivars resistant to anthracnose are currently in demand in the chili industry. The male sterility method allows for the efficient production of hybrid seed. This study aimed to assess the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of resistance against anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) and *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. siamense*) in chili hybrids and their parents. Nine hybrids were evaluated for anthracnose susceptibility compared with their parents using a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications and 15 plants per replication. Fifteen fruits at the mature green stage and fifteen fruits at the mature red stage were harvested per entry and inoculated with spore suspensions of *C. capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) using the microinjection method. The results showed that the parental lines with high GCA values for yield and low or negative GCA values for disease severity were the female lines (B-lines) MS25 and the male lines (C-lines) AT1-15 and AT3-15. These lines are considered suitable parents for the development of hybrids with high anthracnose resistance and good yield performance. Furthermore, these three parental lines produced hybrid combinations with high SCA values for yield and low SCA values for disease severity, namely UBB/AT3-15, MS25/AT5-12, and MS25/AT1-15, which exhibited strong potential for both high yield and anthracnose resistance.

Keywords: anthracnose; resistance cultivar; general combining ability; specific combining ability

บทนำ

พริก (*Capsicum spp.*) เป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะวิตามินซี และวิตามินเอ (Dhalival, 2017) มีการใช้ประโยชน์พริกทั้งผลสด และผลแห้งแบบแปรรูปเป็นอาหาร อาทิ น้ำพริก พริกแกง ซอสพริก น้ำจิ้ม และพริกดอง ใช้เป็นส่วนประกอบเพิ่มรสชาติในขนมขบเคี้ยว เส้นหมี่สำเร็จรูป สีจากพริก น้ำมันพริก และสารสกัดจากพริก (capsaicin) และยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา อาหารเสริมสุขภาพ (Meena et al., 2020) ทำให้ผลิตภัณฑ์จากพริกได้รับความนิยมทั่วโลก โดยแหล่งผลิตพริกที่สำคัญของโลกได้แก่ อินเดีย เอธิโอเปีย เมียนมา บังคลาเทศ และไทย ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญของโลก ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศผู้ผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์รายสำคัญของโลก ในปี 2567 มูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ของไทยสูงถึง 12,150.86 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก 9,878.99 ล้านบาท ในปี 2566 โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าส่งออกสูง ได้แก่ ข้าวโพด มะเขือเทศ ผักบุ้งจีน แตงโม และพริก ซึ่งเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีมูลค่าสูงถึง 2,613.80 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศ และมีแรงงานคุณภาพที่เหมาะสมแก่การผลิตเมล็ดพันธุ์ โรคแอนแทรคโนสจากเชื้อสาเหตุ *Colletotrichum spp.* ซึ่งมีรายงานพบการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุจาก จำนวน 24 สปีชีส์ ที่เข้าทำลายพริก (Mongkolporn and Taylor, 2018) ในประเทศไทยมีรายงานพบการแพร่ระบาดจำนวน 3 สปีชีส์ คือ *C. capsici*, *C. gloeosporioides* และ *C. acutatum* (Mongkolporn, 2010) หลังจากนั้นพบว่าทั้ง 3 สปีชีส์ ได้มีการเปลี่ยนชื่อ แล้วตามการจัดจำแนกด้วยวิธีที่ Multigene phylogenetic analysis เป็น *C. truncatum* (Damm et al., 2003) *C. siamense* และ *C. scovillei* (Damm et al., 2012; De Silva et al., 2017) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญในการผลิตพริกช่วงฤดูฝนมีผลกระทบต่อผลผลิตมากกว่า 50% (Pakdeevaporn et al., 2005) ส่งผลต่อการผลิตในด้านคุณภาพเนื่องจากผลพริกที่เป็นโรคไม่สามารถนำจำหน่ายได้ และในด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ โรคแอนแทรคโนสส่งผลให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ หากเกิดการเข้าทำลายอย่างรุนแรง และส่งผลให้ผลผลิตพริกของเกษตรกรลดลงเป็นอย่างมากในแต่ละปี โดยเชื้อสปีชีส์นี้มีลักษณะการเข้าทำลายแบบแฝง (Latent Infections) เมื่อสภาพอากาศเหมาะสมจะแสดงอาการเกิดโรค โดยสามารถเข้าสู่พืชได้ตั้งแต่ระยะต้นกล้า ระยะเจริญเติบโต ระยะเก็บเกี่ยว และหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งการควบคุมโรคแอนแทรคโนสโดยใช้สารเคมีบางกลุ่ม เช่น กลุ่ม Benzimidazoles ยังมีประสิทธิภาพไม่ได้เท่าที่ควร โดยเฉพาะในฤดูฝนพบว่าสารเคมีกลุ่มดังกล่าวไม่สามารถควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ได้ (ฉัตรสุตา และคณะ, 2564) จึงมีการใช้พันธุ์ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสเพื่อช่วยลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนส ในผลผลิตพริกของเกษตรกร การปรับปรุงพันธุ์เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหา ที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับพันธุ์ต้านทานโรคแอนแทรคโนส ยีนที่ควบคุมความต้านทานมีความหลากหลาย และตำแหน่งของโครโมโซมที่ต่างกัน พบรายงานความต้านทานโรคแอนแทรคโนสถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง ด้วยการวิเคราะห์ QTL สามารถบ่งบอกได้ว่ายีนควบคุมความต้านทานโรคแอนแทรคโนสอยู่ที่ตำแหน่งใดบ้างของพริกแต่ละพันธุ์ (Voorrips et

al., 2004) อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดเนื่องจากยีนที่ควบคุมความต้านทานมีความหลากหลาย และตั้งอยู่บนตำแหน่งโครโมโซมที่ต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานได้ในระยะผลที่แตกต่างกัน อาทิ ระยะผลเขียวความต้านทานถูกควบคุมด้วยยีน *Co1* หรือ *Co4* และที่ระยะผลแดงควบคุมด้วยยีน *Co2* หรือ *Co5* ซึ่งแหล่งเชื้อพันธุกรรมมาจากพริกพันธุ์ PBC932 และพันธุ์ PBC80 (Mahasuk et al., 2009) ทำให้พริกแสดงความต้านทานที่แตกต่างกัน ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์พริกเป็นลูกผสมพันธุ์ดี และมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในตลาดเมล็ดพันธุ์พริกโดยปัจจุบันมีความต้องการใช้พันธุ์พริกผสมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในอุตสาหกรรมการผลิตพริกสูงขึ้น ซึ่งในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจำเป็นต้องใช้พันธุ์แม่ที่มีละอองเรณูเป็นหมัน เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูง ลดต้นทุน ลดการใช้แรงงานจำนวนมาก และลดโอกาสในการปนเปื้อนสูง (วิลาวัณย์, 2558) โดยรูปแบบของความเป็นหมันสามารถจำแนกได้ 5 แบบ คือ 1) genetic male sterility 2) cytoplasmic male sterility (CMS) 3) cytoplasmic genetic male sterility (CGMS) 4) chemical induced male sterility และ 5) transgenic male sterility (Vasupalli et al., 2025) ซึ่งในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบัน พบรูปแบบที่นิยมใช้คือ ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันแบบ CGMS ประกอบด้วยสายพันธุ์เป็นหมัน (A-line) สายพันธุ์รักษาความเป็นหมัน (B-line) และสายพันธุ์เพศผู้ปกติ (C-line) ถูกควบคุมในไซโตพลาสซึม (N/S) และนิวเคลียส (*rf*) (ปิยะพร และคณะ, 2560) หากต้องการสร้างลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสโดยใช้พันธุ์แม่เป็นหมัน จำเป็นต้องทำการผสมข้ามระหว่าง A-line หรือ B-line กับพันธุ์ต้านทานโรคแอนแทรคโนส (C-line) ในงานทดลองเลือกใช้พันธุ์รักษาเกสรเพศผู้เป็นหมันเป็นพันธุ์แม่เนื่องจากพันธุ์รักษาเกสรเพศผู้เป็นหมันมีลักษณะที่คล้ายกับพันธุ์เพศผู้เป็นหมันทุกประการ ยกเว้น เรื่องความมีชีวิตของละอองเรณู ในทางปฏิบัติสามารถทดสอบการเข้าคู่กันของพันธุ์ดี (C-line) ร่วมกับ A-line หรือ B-line ได้ อีกทั้งการใช้พันธุ์รักษาเกสรเพศผู้เป็นหมันเป็นพันธุ์แม่มีข้อดีคือ สามารถเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายกว่าพันธุ์ที่เป็นหมัน และยังสามารถใช้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ และคัดเลือก A-line และ B-line คูใหม่ได้ในอนาคต ในการนี้หากต้องการประเมินความต้านทานโรคต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในพริกลูกผสมที่มีแม่เป็นพันธุ์รักษาเพศผู้เป็นหมันจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะในการรวมตัว ที่ผ่านมามีการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปของลูกผสม โดยลูกผสมที่มีแนวโน้มต้านทานโรคความมาจากสายพันธุ์แม่พ่อกที่มีความต้านทานโรค โดยสายพันธุ์แม่พ่อกจะต้องมาจากแหล่งพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (เจตษฎา และคณะ, 2552) และในลักษณะทางผลผลิตมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความต้านทานโรคต่ำ เมื่อใช้สายพันธุ์แม่พ่อกที่มีลักษณะดังกล่าว จะให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูงและต้านทาน (เอกพงษ์, 2563) ซึ่งการที่จะศึกษาการวิเคราะห์สมรรถนะการรวมตัว จำเป็นต้องใช้แผนการผสมที่เหมาะสมตรงกับกลุ่มประชากรเป้าหมาย โดยในการสร้างลูกผสมสามารถใช้แผนการผสมได้หลากหลายรูปแบบ อาทิ Diallel Cross, Half Diallel Cross, Partial Diallel (พีระศักดิ์, 2525) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการสร้างลูกผสมกลุ่มสายพันธุ์แม่พ่อกต่างกลุ่มกัน แผนการผสมพันธุ์แบบ North Carolina mating design II ถือว่าเป็นแผนการผสมรูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมกันอย่างแพร่หลายมากในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ (อาภากร และคณะ, 2562) งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของสายพันธุ์แม่พ่อกและลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์แม่พ่อกที่มีความสามารถในการรวมตัวดีในลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนส และให้ผลผลิตสูงสำหรับใช้สร้างลูกผสมที่ดีในอนาคต

วิธีการศึกษา

พันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา

ทำการคัดเลือกสายพันธุ์แม่พ่อกสำหรับการสร้างพันธุ์ลูกผสมจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มพริกพันธุ์รักษาเกสรเพศผู้เป็นหมัน และกลุ่มพริกต้านทานโรคแอนแทรคโนสกลุ่มละ 3 พันธุ์ ทำการผสมข้ามโดยใช้แผนการผสมแบบ North Carolina Mating design II กำหนดให้พริกพันธุ์รักษาเพศผู้เป็นหมัน (B-line) เป็นพันธุ์แม่ และพันธุ์ต้านทานโรคแอนแทรคโนสเป็นพันธุ์พ่อ (C-line) เพื่อสร้างลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จากนั้นทำการปลูกทดสอบสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปและสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับสายพันธุ์แม่พ่อก (Table 1) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design ; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ต้น ณ สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2566 เมษายน 2567

Table 1 Fifteen chili cultivars evaluated for resistance to anthracnose disease caused by *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) at green and red fruit stages during November 2023 April 2024

No	Code	Status	Pedigree name	Resistance source
1	MS16	Female parent (B-line)	AVPP9907	The World Vegetable Center
2	MS25	Female parent (B-line)	PP33-6-15-5-9	Chiang Mai University
3	UBB	Female parent (B-line)	UBU035-(1)-7-3-5-13-7	Ubon Ratchathani University
4	AT1-15	Male parent (C-line)	Yodson Keam 80 x BC ₂ F ₄ 398x80 C ₅ (1) 8/14, 2/17-21-2-3-1-1-1	Khon Kaen University
5	AT3-15	Male parent (C-line)	IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1)	Khon Kaen University
6	AT5-12	Male parent (C-line)	Yodson Keam 80 x BC ₂ F ₄ 398x80 C ₅ (1) 8/14, 2/17-21-1-1-1	Khon Kaen University
7	MS16 / AT1-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
8	MS16 / AT3-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
9	MS16 / AT5-12	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
10	MS25 / AT1-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
11	MS25 / AT3-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
12	MS25 / AT5-12	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
13	UBB / AT1-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
14	UBB / AT3-15	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University
15	UBB / AT5-12	F ₁ Hybrid		Khon Kaen University

การเตรียมเชื้อราสาเหตุโรค และการปลูกเชื้อบนผลพริก

เก็บตัวอย่างพริกที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส แพร่ระบาดในช่วงฤดูฝนปี 2564 ณ แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการแยกเชื้อด้วยเทคนิค single spore isolation จนได้เชื้อที่บริสุทธิ์คือเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) เลี้ยงบนอาหารสูตร Potato dextrose agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิที่ 25 °C โดยเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7-14 วัน จากนั้นนับจำนวนสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอด้วยสไลด์นับเซลล์ (Hemocytometer) และปรับความเข้มข้นของสปอร์เท่ากับ 5x10⁵ สปอร์/มล. (นุชรีย์ และคณะ, 2564) ทำการปลูกเชื้อในพริกระยะผลเขียว (อายุ 35 วันหลังดอกบาน) และระยะผลแดง (อายุ 45 วันหลังดอกบาน) เนื่องจากพริกทุกสายพันธุ์ที่นำมาทดลองเป็นพริกกลุ่มเดียวกัน คือพริกขี้หนูเม็ดใหญ่มีอายุสุกแก่ที่สม่ำเสมอ ดังนั้นการใช้นับจำนวนวันเป็นเกณฑ์ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลพริกในแต่ละพันธุ์ที่มีความสุกแก่ทางสรีรวิทยาใกล้เคียงกันมากที่สุด ในห้องปฏิบัติการทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรค ด้วยวิธีไมโครอินเจกชัน (microinjection) โดยทำความสะอาดผิวพริกด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10% จากนั้นฉีดเชื้อลงบนผลพริกปริมาตร 2 µL ในระยะผลเขียว และระยะผลแดง วางผลในกล่องพลาสติกที่มีสำลีชุบน้ำกลั่นปลอดเชื้อปิดฝาเพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในระดับ 80-90% บ่มที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design ; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล ทั้งระยะผลเขียว และระยะผลแดง

การประเมินความรุนแรงของโรค

ประเมินความรุนแรงของการเกิดโรคหลังจากปลูกเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ลงบนผลพริกเป็นเวลา 7 วัน โดยวัดพื้นที่แผลที่เป็นอาการของโรคหลังการปลูกเชื้อ และวัดพื้นที่ผลของพริกทั้งหมด จากนั้นทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค โดยใช้สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์รุนแรงของโรค และประเมินระดับความรุนแรงการเกิดโรค (Table 2) (หทัยภัทร และคณะ, 2565)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (disease severity)} = \frac{\text{พื้นที่ของแผลที่เกิดโรค}}{\text{พื้นที่ของผลพริกทั้งหมด}} \times 100$$

Table 2 Anthracnose disease severity scores, resistance levels and symptom description in chili fruits

Score	Disease reaction	Symptom description
0	Highly resistant (HR)	0 No infection
1	Resistant (R)	0.1–5 % of fruit area shows necrotic lesion or a larger water-soaked lesion surrounding the infection site
3	Moderately resistant (MR)	5.1–15% of the fruit area shows necrotic, acervuli may be present, or water-soaked lesion up to 5% of the fruit surface
5	Moderately susceptible (MS)	15.1–25% of the fruit area shows necrotic lesion, acervuli present, or water-soaked lesion up to 25% of the fruit surface
7	Susceptible (S)	25.1–50% of the fruit area shows necrotic lesion with acervuli
9	Highly susceptible (HS)	>50% of the fruit area shows necrosis, lesion often encircling the fruit, abundant acervuli

Source: adapted from ทักษิธร และคณะ, 2565

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความรุนแรงการเกิดโรคตามแผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ STATISTIX 10 วิเคราะห์สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (General combining ability; GCA) และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ (Specific combining ability; SCA) โดยใช้โปรแกรม Community AGD-R Version 5.1 software (วริษา, 2563) วิเคราะห์ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (Heterosis) โดยการประเมิน Heterosis เป็นการแสดงออกของลูกผสมที่ให้ลักษณะดีเด่นกว่าพ่อแม่ ดังนั้นสามารถวัดอัตรา Heterosis เป็นเปอร์เซ็นต์ Mid-parent heterosis และ Better-parent heterosis ดังสมการนี้ (ไพศาล, 2527)

$$\% \text{ Mid-parent heterosis} = \frac{(F_1 - \text{MP})}{\text{MP}} \times 100$$

$$\% \text{ Better-parent heterosis} = \frac{(F_1 - \text{BP})}{\text{BP}} \times 100$$

กำหนดให้ F_1 P_1 และ P_2 เป็นค่าเฉลี่ยของลูกผสม และพ่อแม่ ตามลำดับ (ไพศาล, 2527)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ประเมินความรุนแรงการเกิดโรคของพริกสายพันธุ์แม่พ่อและลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

จากการประเมินความรุนแรงของโรคแอนแทรคโนสในพริกสายพันธุ์ต่างๆ สามารถจำแนกสายพันธุ์แม่พ่อตามระดับความต้านทานได้เป็น 3 กลุ่มหลัก กลุ่มที่ 1) เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่แสดงความต้านทานในระดับปานกลางจนถึงระดับสูง (MR-HR) ต่อเชื้อ *Colletotrichum spp.* ทั้ง 2 สปีชีส์ คือ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในทั้งระยะผลเขียวและระยะผลแดง ซึ่งได้แก่ สายพันธุ์ AT1-15, AT3-15, AT5-12 และ MS25 โดยสายพันธุ์เหล่านี้มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่ำมาก คืออยู่ระหว่าง 0.00–6.7% และให้ผลผลิตที่ดีในช่วง 222.19–250.7 กรัม/ต้น กลุ่มที่ 2) คือสายพันธุ์ที่แสดงความต้านทานระดับปานกลาง (MR) เฉพาะต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ในทั้งสองระยะของการพัฒนาผล ได้แก่สายพันธุ์ MS16 โดยสายพันธุ์นี้มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่ำ คือ 13.1% ในระยะผลเขียว และ 14.7% ในระยะผลแดง แต่กลับให้ผลผลิตที่สูงถึง 489.7 กรัม/ต้น และกลุ่มที่ 3 เป็นสายพันธุ์ที่มีลักษณะเฉพาะตัว โดยแสดงความต้านทานระดับปานกลาง (MR) ต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ที่ระยะผลเขียว แต่ต้านทานปานกลาง (MR) ต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ที่ระยะผลแดง ได้แก่สายพันธุ์ UBB ซึ่งพบ

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคอยู่ที่ประมาณ 13.2% ในระยะผลเขียว และ 12.2% ในระยะผลแดง ให้ผลผลิตปานกลางประมาณ 249.6 กรัม/ต้น นอกจากการศึกษาสายพันธุ์แม่พ่อแล้ว ยังมีการประเมินลักษณะการต้านทานโรคในกลุ่มพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 9 คู่ผสม โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่เช่นกัน กลุ่มที่หนึ่งเป็นลูกผสมที่แสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ในระดับปานกลางถึงสูง (MR-HR) ในทั้งสองระยะผล คือ ระยะผลเขียวและระยะผลแดง ได้แก่ คู่ผสม MS16/AT1-15, MS16/AT5-12, UBB/AT1-15 และ UBB/AT5-12 โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคที่ 10.18–15.89% และมีผลผลิตต่อต้นอยู่ในช่วง 327.8–372.5 กรัม และลูกผสมกลุ่มที่ 2 เป็นลูกผสมที่แสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) เฉพาะที่ระยะผลแดง ในระดับ MR-HR ได้แก่ คู่ผสม MS16/AT3-15, MS25/AT1-15, MS25/AT3-15, MS25/AT5-12 และ UBB/AT3-15 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคที่ 0.00–12.9% และยังแสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ที่ระยะผลแดงในระดับ MR-HR เช่นกัน ด้วยเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคอยู่ที่ 0.00–14.9% โดยให้ผลผลิตที่ต่ำตั้งแต่ 374.2–433.0 กรัม/ต้น (Table 3) ลักษณะการแสดงออกของความต้านทานโรคที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มสายพันธุ์ เป็นผลมาจากยีนควบคุมลักษณะความต้านทานที่มีความหลากหลายและอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันบนโครโมโซม โดยมีรายงานว่ายีนที่ควบคุมความต้านทานในระยะผลเขียวมักเป็นยีนด้อย ส่วนยีนที่ควบคุมความต้านทานในระยะผลแดงมักเป็นยีนเด่น และยีนที่ควบคุมลักษณะเหล่านี้มีความเป็นอิสระต่อกัน ทำให้สายพันธุ์ต่างๆ สามารถแสดงความต้านทานที่หลากหลายได้ ผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับรายงานของ ชนิตา และคณะ (2565) ที่ศึกษาพันธุ์พริกปรับปรุงที่ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคแอนแทรคโนสจากสายพันธุ์ PBC80 และ PBC932 โดยพบว่าการแสดงออกของยีนต้านทานที่ได้รับมานั้นมีความหลากหลายในการตอบสนองต่อเชื้อ *Colletotrichum spp.* ที่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรภรณ์ และ สุชีลา (2557) ที่รายงานว่าคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีความต้านทานโรคสูงสามารถถ่ายทอดลักษณะความต้านทานไปยังลูกผสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 3 Mean performance of yield, disease severity, and disease reaction for *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) in six parental lines and nine F₁ hybrids

No.	Parents	Yield (g/plant)	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)				<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)			
			Disease severity (%)		^{1/} Disease reaction		Disease severity (%)		Disease reaction	
			Green mature	Red mature	Green mature	Red mature	Green mature	Red mature	Green mature	Red mature
Female	1 MS16	489.7±6.0	13.1 ±0.5	14.7±0.5 ^{2/}	MR	MR	15.1±0.7	13.9±0.6	MS	MR
	2 MS25	303.9±13.9	14.0±1.5	13.6±1.1	MR	MR	16.1±0.7	13.0±0.6	MR	MR
	3 UBB	249.6±7.8	13.2±0.7	15.4±1.1	MR	MS	16.1±1.4	12.2±0.8	MS	MR
Male	4 AT1-15	222.2±7.4	0.0±0.0	0.0±0.0	HR	HR	0.0±0.0	0.0±0.0	HR	HR
	5 AT3-15	235.5±176.2	0.0±0.0	0.0±0.0	HR	HR	0.0±0.0	6.7±5.5	HR	MR
	6 AT5-12	250.7±4.00	0.5±0.8	1.2±2.0	R	R	0.0±0.0	0.6±0.4	HR	R
F ₁ hybrid	7 MS16 / AT1-15	372.5±0.0	12.6±1.2	11.2±1.4	MR	MR	18.8±5.5	9.7±1.4	MS	MR
	8 MS16 / AT3-15	374.2±0.0	22.2±6.1	12.0±4.4	S	MR	17.6±5.3	1.6±2.8	MS	R
	9 MS16 / AT5-12	328.9±39.0	13.9±1.8	14.2±0.4	MR	MR	20.4±1.7	13.0±0.8	MS	MR
	10 MS25 / AT1-15	432.2±53.1	27.1±4.7	0.6±1.0	MS	R	18.8±2.0	0.0±0.0	MS	HR
	11 MS25 / AT3-15	389±53.06	21.5±4.5	0.0±0.0	MS	HR	22.2±9.1	0.0±0.0	MS	HR
	12 MS25 / AT5-12	399.1±31.3	27.5±7.8	0.2±0.3	S	R	19.7±7.2	2.2±2.4	MS	R
	13 UBB / AT1-15	355.8±69.5	15.2±0.9	10.4±0.9	MR	MR	17.21±2.7	11.6±2.2	MS	MR
	14 UBB / AT3-15	433.0±84.3	23.1±0.2	12.9±5.0	MS	MR	17.6±2.5	14.9±1.0	MS	MR
	15 UBB / AT5-12	327.8±58.2	15.9±4.3	14.0±1.5	MR	MR	17.8±2.3	14.4±0.7	MS	MR

^{1/} Four levels of disease reaction are Highly resistant (HR) Resistant (R) Moderately resistant (MR) and Moderately susceptible (MS)

^{2/} SD; standard deviation

สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (General Combining Ability; GCA)

จากการศึกษาพบว่าสายพันธุ์แม่ MS25 มีศักยภาพในการถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคโดยแสดงค่า GCA ที่ค่อนข้างต่ำ และติดลบทั้งต่อเชื้อ *Colletotrichum capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนส โดยในระยะผลเขียวและระยะผลแดง สายพันธุ์ MS25 มีค่า GCA เท่ากับ -6.8 และ -8.1 ตามลำดับ รวมทั้งยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต้านทานได้ดี นอกจากลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่ำแล้ว สายพันธุ์ MS25 แสดงค่า GCA ในด้านผลผลิตที่สูงมากถึง 27.60 กรัม/ต้น ซึ่งสะท้อนว่าเป็นสายพันธุ์แม่ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งในด้านความต้านทานโรค และศักยภาพการให้ผลผลิต จึงเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการสร้างลูกผสมที่มีคุณภาพ เมื่อพิจารณาในส่วนของสายพันธุ์พ่อ พบว่าสายพันธุ์ AT1-15 เป็นอีกหนึ่งสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดี โดยมีค่า GCA ต่ำและติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) โดยในระยะผลเขียว ค่า GCA อยู่ที่ 1.6 และ 0.6 และในระยะผลแดงลดลงเหลือ -1.0 และ -0.4 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า AT1-15 มีแนวโน้มในการถ่ายทอดยีนต้านทานไปยังรุ่นลูกได้ดีเช่นกัน อีกหนึ่งสายพันธุ์พ่อที่มีศักยภาพคือ AT3-15 ซึ่งแสดงค่า GCA ค่อนข้างต่ำและติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) และ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในระยะผลแดง โดยมีค่าเท่ากับ -0.1 และ -2.0 สำหรับเชื้อทั้งสองสปีชีส์ ถือเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีคุณลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่ำ และมีระดับความต้านทานต่อเชื้อสูงเด่นชัด และควรได้รับการพิจารณาในการใช้เป็นพันธุ์แม่พ่อเพื่อสร้างลูกผสมที่มีความสามารถในการต้านทานสูง (Table 4) ผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย (2564) ที่รายงานไว้ว่า สายพันธุ์แม่พ่อที่มีค่า GCA ต่ำหรือติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคจะมีแนวโน้มให้ลูกผสมที่มีความต้านทานโรคสูง ซึ่งเป็นหลักการสำคัญของการพัฒนาพันธุ์พืชเพื่อความยั่งยืน เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ กิตติศักดิ์ และคณะ (2564) ที่รายงานว่า การเลือกสายพันธุ์แม่ที่มีค่า GCA ต่ำในด้านความรุนแรงของโรค และมีค่า GCA สูงในด้านผลผลิต เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างลูกผสมที่มีความสมดุลระหว่างความต้านทานและศักยภาพการให้ผลผลิต นอกจากนี้การวิเคราะห์สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (GCA) และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ในลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนส โดยการเลือกพันธุ์แม่พ่อที่มีค่า GCA เหมาะสมจะช่วยให้สามารถสร้างลูกผสมที่มีคุณภาพทั้งในด้านความต้านทานและผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พัชรภรณ์ และสุชีลา, 2557) อีกทั้งความต้านทานโรคในพริกมีลักษณะเฉพาะตามสายพันธุ์ และแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงระยะการพัฒนาของผลพริก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการถ่ายทอดลักษณะต้านทานขึ้นอยู่กับยีนหลายคู่ที่ควบคุมต่างกันในแต่ละระยะ ซึ่งตรงกับผลการวิเคราะห์ค่า GCA ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สายพันธุ์ต่างๆ แสดงค่า GCA แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงของการพัฒนาผล การพัฒนาพริกลูกผสมที่มีความต้านทานโรคแอนแทรคโนส พร้อมทั้งยังให้ผลผลิตที่สูง สามารถลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคพืชในสภาพแปลงผลิตพริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Saengarun et al., 2025)

Table 4 Assessment of general combining ability (GCA) impacts for the parents on yield and anthracnose disease severity in six parental lines

No.	Parents	Yield	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)		<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)	
			Green mature	Red mature	Green mature	Red mature
		GCA	GCA	GCA	GCA	GCA
Female	1 MS16	-20.6 ¹	-3.7	4.1	0.0	0.6
	2 MS25	27.6*	5.5*	-8.1*	1.3*	-6.8*
	3 UBB	-7.0	-1.9	4.1	-1.4*	6.2*
Male	4 AT1-15	7.7	-1.6	-1.1*	-0.6*	-0.4
	5 AT3-15	19.6	2.4*	-0.1	0.2	-2.0*
	6 AT5-12	-27.3*	-0.8	1.1*	0.40	2.4*

^{1/} GCA; general combining ability

* significant differences at the 95% ($p < 0.05$)

สมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ (Specific combining ability : SCA)

จากการวิเคราะห์สมรรถนะการรวมตัวเฉพาะจากคู่ผสมทั้ง 9 คู่ผสม พบลูกผสม 3 คู่ผสม มีสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะที่ดี คือ คู่ผสม UBB/AT3-15, MS25/AT5-12 และ MS25/AT1-15 แสดง SCA ในลักษณะของผลผลิต 41.3, 19.6 และ 17.8 อีกทั้ง แสดงค่า SCA เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคก่อนข้างต่ำต่อเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ที่ระยะผลแดง คือ 0.5, 1.2 และ 1.4 ตามลำดับ อีกทั้งแสดงค่า SCA เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคก่อนข้างต่ำต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในระยะผลแดง คือ 3.3, -0.4 และ 0.9 ตามลำดับ (Table 5) จากการศึกษาสามารถจัดจำแนกรูปแบบการแสดงความต้านทานของคู่ลูกผสมร่วมกับสายพันธุ์แม่พ่อได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ลูกผสมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่ได้จากการผสมข้ามจากสายพันธุ์แม่พ่อที่ต้านทานทั้งคู่ อาทิ MS16/AT1-15, MS16/AT5-12, UBB/AT1-15 และ UBB/AT3-15 ในการสร้างลูกผสมที่ต้านทานจะต้องใช้สายพันธุ์แม่พ่อที่มีความต้านทานทั้งคู่ เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีความต้านทาน ในขณะที่กลุ่มที่ 2 พบลูกผสมที่ต้านทานต่อเชื้อแอนแทรคโนสต่างสปีชีส์ และแสดงความต้านทานในผลระยะสุกแก่ต่างระยะ อาทิ MS16/AT3-15, MS25/AT1-15, MS25/AT3-15, MS25/AT5-12 และ UBB/AT5-12 ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถใช้พ่อแม่ที่มีความต้านทานบางลักษณะหรือบางระยะผลผลิต แต่ยังคงได้ลูกผสมที่มีคุณสมบัติต้านทานในรูปแบบเฉพาะ ในการทดลองนี้ พบว่าได้จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่อ่อนแอกับสายพันธุ์พ่อต้านทานมีการแสดงความต้านทานทุกสายพันธุ์ แต่การแสดงความต้านทานที่แสดงออกมานั้นมีความเฉพาะเจาะจงกับบางเชื้อ และบางระยะสุกแก่เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mahasuk et al. (2009) และงานวิจัยล่าสุดที่พบว่ายีนควบคุมความต้านทานโรคแอนแทรคโนสในพริกมีการแสดงออกที่เฉพาะเจาะจงตามสปีชีส์ของเชื้อโรคและระยะสุกแก่ของผลพริก (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2565) อย่างไรก็ตามไม่พบคู่ผสมที่อ่อนแอทั้ง เชื้อ 2 และ 2 ระยะทั้งนี้อาจเนื่องจากยีนควบคุมความต้านทานถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ทำปฏิกิริยาร่วมกันเช่น ที่ระยะผลเขียวต้านทานถูกควบคุมด้วยยีน Co1 หรือ Co4 และที่ระยะผลแดงควบคุมด้วยยีน Co2 หรือ Co5 ซึ่งแหล่งเชื้อพันธุ์กรรมมาจากพริกพันธุ์ PBC932 และพันธุ์ PBC80 (Mahasuk et al., 2009) อีกทั้งยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมมีหลายคู่ จึงแสดงความต้านทานเฉพาะเจาะจงกับบางเชื้อ และบางระยะผลพริก ซึ่งทำปฏิกิริยาร่วมกันอาจมียีนหลัก และยีนรองต่างตำแหน่งร่วมกันควบคุมการแสดงออกของความต้านทานโรคแอนแทรคโนส (สุชีลา, 2557) ปัจจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานในพริกไม่ได้ขึ้นอยู่กับยีนเพียงตัวเดียว แต่เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันของยีนหลายชุด นอกจากนี้ค่า SCA สามารถใช้เป็นเกณฑ์สำคัญในการประเมินศักยภาพของสายพันธุ์แม่พ่อที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พริกให้มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส การเลือกคู่ผสมที่มีค่า SCA ต่ำในด้านความรุนแรงของโรค จะช่วยเพิ่มโอกาสในการได้ลูกผสมที่มีความต้านทานสูงในทั้งระยะผลเขียวและระยะผลแดง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์พริกที่มีศักยภาพเชิงการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Mahasuk et al., 2009; Park et al., 2018; Than et al., 2008) นอกจากนี้พบว่า การถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคไปสู่ลูกผสมจำเป็นต้องอาศัยสายพันธุ์แม่พ่อที่มีความต้านทาน เพื่อถ่ายทอดลักษณะความต้านทานไปสู่รุ่นลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Paril et al., 2024)

Table 5 Estimates of specific combining ability (SCA) effects of hybrid on yield and anthracnose disease severity in *C. capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*)

No	Hybrid	SCA Yield	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)		<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)	
			Green	Red	Green	Red
			mature	mature	mature	mature
			SCA	SCA	SCA	SCA
1	MS16 / AT1-15	6.3	-2.1	-0.3	0.5	2.0
2	MS 16 / AT3-15	-3.9	3.6*	-0.37	-1.6*	-4.5*
3	MS 16 / AT5-12	-2.4	-1.6	0.7	1.1*	2.5*
4	MS 25 / AT1-15	17.8	3.3*	1.4*	-0.8	-0.4
5	MS 25 / AT3-15	-37.4*	-6.1*	-0.2	1.7*	1.3

Table 5 Estimates of specific combining ability (SCA) effects of hybrid on yield and anthracnose disease severity in *C. capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*)

No	Hybrid	SCA Yield	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)		<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)	
			Green	Red	Green	Red
			mature	mature	mature	mature
			SCA	SCA	SCA	SCA
6	MS 25 / AT5-12	19.6	3.9	-1.2	-0.9	-0.9
7	UBB / AT1-15	-24.0*	-1.3	-1.1	0.3	-1.6
8	UBB / AT3-15	41.3*	2.6	0.6	-0.1	3.3*
9	UBB / AT5-12	-17.2	-1.4	0.5	-0.2	-1.6

¹/SCA; specific combining ability.

*significant differences at the 95% (p < 0.05)

ประเมินความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (Heterosis)

จากการประเมินเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (Heterosis) ของกลุ่มผสมทั้ง 9 กลุ่ม พบกลุ่มผสมจำนวน 4 กลุ่มผสมที่มีความต้านทานสูงโดยจำแนกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผสมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อทั้ง 2 สปีชีส์ระดับ HR ที่ระยะผลแดงจำนวน 2 กลุ่มผสมคือ MS25/AT1-15 และ MS25/AT3-15 ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ในระดับ HR แสดงค่า Mid-parent -91.1 และ -100.0% ตามลำดับ และค่า Better-parent -95.6 และ -100.00% ตามลำดับ ในขณะที่ทั้ง 2 กลุ่มผสมแสดงความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในระดับ HR โดยแสดงค่า Mid-parent -100.00% และแสดงค่า Better-parent -100.00% ทั้ง 2 กลุ่มผสม กลุ่มที่ 2 ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *C. capsici* (*C. truncatum*) ที่ระยะผลแดง ที่ระดับ HR จำนวน 1 กลุ่มผสมคือ MS25/AT5-12 แสดงค่า Mid-parent -97.5% และแสดงค่า Better-parent -98.5% นอกจากนี้ยังแสดงความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจาก *C. gloeosporioides* (*C. siamense*) ในระดับ R โดยแสดงค่า Mid-parent -67.1% และแสดงค่า Better-parent -81.60% และกลุ่มที่ 3 กลุ่มผสม MS16/AT3-15 ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจาก *C. capsici* (*C. truncatum*) ที่ระยะผลแดงในระดับ R โดยแสดงค่า Mid-parent 63.3% และแสดงค่า Better-parent -18.3% (**Table 6**) ทั้งสายพันธุ์ที่มีค่าการเกิดโรคต่ำจะแสดงค่า Heterosis ต่ำหรือติดลบ ซึ่งมีแนวโน้มให้ลูกผสมที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสมาก (Sangarun et al., 2023) ลูกผสมพริกมีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ในด้านจำนวน และน้ำหนักผลที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การคัดเลือกสายพันธุ์พริกที่ต้านทานแอนแทรคโนสจากฐานพันธุ์กรรมที่หลากหลาย พบว่าลูกผสมที่ได้มีความสามารถในการต้านทานที่สูงกว่าสายพันธุ์เดิมอย่างชัดเจน (หทัยภัทร และคณะ, 2565)

Table 6 Estimates of heterosis of nine hybrids disease severity in *C. capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*)

Parents	Status	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)				<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)			
		Heterosis (%)							
		Green		Red		Green		Red	
		mature		mature		mature		mature	
		MP ¹	BP ²	MP	BP	MP	BP	MP	BP
MS16 / AT1-15	F ₁ Hybrid	66.2	-16.9	52.1	-24.00	148.6	24.3	40.0	- 30.0
MS16 / AT3-15	F ₁ Hybrid	193.9	46.7	63.3	-18.3	132.3	16.1	-84.2	-88.3
MS16 / AT5-12	F ₁ Hybrid	82.9	-8.5	79.1	-3.5	169.8	34.9	79.7	-6.2

Table 6 Estimates of heterosis of nine hybrids disease severity in *C. capsici* (*C. truncatum*) and *C. gloeosporioides* (*C. siamense*)

Parents	Status	<i>C. capsici</i> (<i>C. truncatum</i>)				<i>C. gloeosporioides</i> (<i>C. siamense</i>)			
		Heterosis (%)							
		Green		Red		Green		Red	
		mature		mature		mature		mature	
		MP ¹	BP ²	MP	BP	MP	BP	MP	BP
MS25 / AT1-15	F ₁ Hybrid	236.5	68.2	-91.1	-95.6	133.7	16.9	-100.0	-100.0
MS25 / AT3-15	F ₁ Hybrid	167.1	33.5	-100.0	-100.0	175.0	37.6	-100.0	-100.0
MS25 / AT5-12	F ₁ Hybrid	241.8	70.9	-97.5	-98.7	144.6	22.3	-67.1	-81.6
UBB / AT1-15	F ₁ Hybrid	88.5	-5.8	34.7	-32.6	114.0	7.0	90.5	-4.7
UBB / AT3-15	F ₁ Hybrid	186.5	43.2	67.9	-16.1	119.1	9.6	57.8	22.3
UBB / AT5-12	F ₁ Hybrid	97.1	-1.4	70.0	-8.7	121.2	10.58	125.3	18.3

¹ MP: % Mid-parent heterosis

² BP: % Better-parent heterosis

สรุป

จากการประเมินความรุนแรงการเกิดโรคและ สมรรถนะการรวมตัวทั่วไปในลักษณะความต้านทานโรคของสายพันธุ์แม่พ่อและ ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ภายใต้การผสมแบบ North Carolina Mating Design II ซึ่งสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่มีความแตกต่างกัน พบว่า พริกสายพันธุ์แม่พ่อที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปดีและมีศักยภาพดีเด่นในลักษณะความต้านทาน คือ สายพันธุ์แม่ (B-line) ที่มีค่า GCA สูงในลักษณะผลผลิต และมีค่า GCA ต่ำหรือติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค ได้แก่ MS25 และสายพันธุ์พ่อ (C-line) ที่มีค่า GCA สูงในลักษณะผลผลิต และมีค่า GCA ต่ำหรือติดลบในลักษณะเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค ได้แก่สายพันธุ์ AT1-15 และ AT3-15 ดังนั้น ทั้งสายพันธุ์แม่และพ่อดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นสายพันธุ์แม่พ่อที่ดี ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่มีความต้านทาน โรค และให้ผลผลิตดี นอกจากนี้สายพันธุ์แม่พ่อทั้ง 3 สายพันธุ์ ให้คู่ผสมที่มีสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะที่มีศักยภาพดีในลักษณะความ ต้านทานโรคแอนแทรคโนส และผลผลิต คือคู่ผสม UBB/AT3-15, MS25/AT5-12 และ MS25/AT1-15 โดยแสดงค่า SCA เปอร์เซ็นต์ ความรุนแรงการเกิดโรคค่อนข้างต่ำมีศักยภาพดีทั้งในด้านผลผลิตสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุน และส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ (ภายใต้โครงการ พัฒนานักวิจัยใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2566) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัย อุบลราชธานีที่ให้การอนุเคราะห์เชื้อพันธุ์กรรมพริกที่มีลักษณะเกษตรผู้เป็นหมันสำหรับในการใช้ดำเนินงานวิจัย สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (รหัสโครงการ P-20-51875) ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนงบประมาณในการจัดการเชื้อพันธุ์กรรมพริก สิ่งอำนวยความสะดวก และที่ให้การ สนับสนุนสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เจตษฎา อุดรพันธ์, ทวีศักดิ์ภู่อหล้า, เฉลิมพล ภูมิไชย และประภา ศรีพิจิตต์. 2552. การวิเคราะห์พันธุ์กรรมที่ควบคุมลักษณะความ ต้านทานโรคราสนิมในข้าวโพดหวาน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47.
- ฉัตรสุตา เผือกใจแผ้ว, ชัยณพพงศ์ เพชรพรรณ และอรอุมา เรืองวงษ์. 2564. การประเมินความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราบาง สปีชีส์ของรา *Colletotrichum spp.* ที่ก่อโรคในพริก. แก่นเกษตร. 49: 801-807.

- รัชชัย มศิรียนันท์, หทัยรัตน์ กิ่งกำปิง, สมศักดิ์ ครามโชติ, สุชีลา เตชะวงค์เสถียร, นครินทร์ จี้อาติทย์, Wen-Shi Tsai, Sanjeet Kumar และพัชราภรณ์ สุวอ. 2564. ความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตและความต้านทานต่อเชื้อ Pepper yellow leaf curl Thailand virus ในพริก (*Capsicum annuum* L.). เกษตรพระจอมเกล้า. 39: 39- 48.
- นุชรีย์ พรานัก, ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2564. การประเมิน และคัดเลือกลักษณะปรากฏของพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส. แก่นเกษตร. 49: 622-633.
- ปิยะพร พรมสุวรรณ และเฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี. 2560. อิทธิพลของสายพันธุ์รักษาความเป็นหมันที่มีต่อความเป็นหมันของเกสรเพศผู้ในการพัฒนาสายพันธุ์แม่ (A-line) ของพริก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 9: 119-127.
- ชนิตา อ่างรัมย์, พัชราภรณ์ สุวอ, อรรพรรณ ชัชวาลการพาณิชย์, น้ำทิพย์ พิธณฤทธิ, สุชีลา เตชะวงค์เสถียร, ภาสกร เขียวขจี และสมศักดิ์ ครามโชติ. 2565. ความต้านทานของพริกพันธุ์ปรับปรุง (*Capsicum annuum* L.) ที่ได้รับยีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนสพริกจาก PBC80 และ PBC932 ต่อเชื้อ *Colletotrichum* 3 สปีชีส์. แก่นเกษตร. 50: 1266-1275.
- พิชญภา มหาสุข. 2552. การศึกษาพันธุกรรมความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในพริก *Capsicum baccatum* PBC80. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพศาล วุฒิจำนงค์. 2527. การปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วริษา สุทธิลักษณ์, พัชราภรณ์ สุวอ, พลัง สุริหาร และพรชัย ทาระโคตร. 2563. ความสามารถในการรวมตัวสำหรับผลผลิตและ คุณภาพการบริโภคในสายพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษยืนด้วยร่วมที่พัฒนาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศ. แก่นเกษตร. 48: 1216-1228.
- วิลาวัลย์ ไคร์ครวญ, รักชัย คุรุบรรเจิตจิต, ศัลยมล นิเทศพัฒนพงษ์ และอำไพ ประเสริฐสุข. 2558. โครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตพริก: รายงานโครงการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2557. พริก: นวัตกรรมจากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2567. ข้อมูลการส่งออกเมล็ดพันธุ์สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2567. 30 ปี NSTDA กับอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ไทย.
- หทัยภัทร อินทร์ประเสริฐ, พัชราภรณ์ สุวอ, สุชีลา เตชะวงค์เสถียร, นครินทร์ จี้อาติทย์, อรรพรรณ ชัชวาลการพาณิชย์, น้ำทิพย์ พิธณฤทธิ และสมศักดิ์ ครามโชติ. 2565. การประเมินพริกพันธุ์ปรับปรุง (*Capsicum annuum* L.) ที่ได้รับยีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนสจากพริกพันธุ์ PBC80 และ PBC932 ต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum acutatum*. แก่นเกษตร. 50: 1254-1265.
- เอกพงษ์ หลักแดง, จานุลักษณ์ ขนบดี และปิยะวดี เจริญวัฒน์. 2563. สมรรถนะการผสมในลักษณะผลผลิตและความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างของแตงกวาผลยาว. น. 542-548. ใน: การประชุมวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 2 ประจำปี 2563 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อชุมชน, 28 กุมภาพันธ์ 2563. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.
- อาภากร เพื่องถิ, พลัง สุริหาร, กมล เลิศรัตน์, จิรวัฒน์ สนิทชน และสมพงศ์ จันทร์แก้ว. 2562. ความสามารถในการรวมตัวสำหรับลักษณะอายุเก็บเกี่ยวและผลผลิตของสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวาน. แก่นเกษตร. 47: 105-114.
- Damm, U., J. H. C. Woudenberg, P. F. Cannon, and P. W. Crous. 2009. *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous hosts. Fungal Diversity. 39: 45-87.
- Damm, U., P. F. Cannon, J. H. C. Woudenberg, P. R. Johnston, B. S. Weir, Y. P. Tan, R. G. Shivas, and P. W. Crous. 2012. The *Colletotrichum boninense* species complex. Studies in Mycology. 73: 1-36.
- Dhaliwal, M. S., and S. K. Jindal. 2014. Induction and exploitation of nuclear and cytoplasmic male sterility in pepper (*Capsicum spp.*). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 89: 471-479.

- De Oliveira, C. V. S., K. S. Matos, D. M. C. de Albuquerque, R. E. Hanada, and G. F. da Silva. 2017. Identification of *Colletotrichum* isolates from *Capsicum chinense* in Amazon. *Genetics and Molecular Research*. 16.
- Lee, J., J. W. Do, and J. B. Yoon. 2011. Development of STS markers linked to the major QTLs for resistance to the pepper anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. capsici*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 52: 596–601.
- Mahasuk, P., N. Khumpeng, S. Wasee, P. W. J. Taylor, and O. Mongkolporn. 2009. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) at seedling and fruiting stages in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Plant Breeding*. 128: 701.
- Meena, O. P., M. S. Dhaliwa, S. K. Jindal, and M. Rani. 2020. Cytoplasmic male sterile lines with desirable combining ability enhance the concentration annuum under temperature stress conditions. *Industrial Crops and Products*. 145.
- Mongkolporn, O., and P. W. J. Taylor. 2018. Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*. 67: 1255-1263.
- Mongkolporn, O., P. Montri, T. Supakaew, and P. W. J. Taylor. 2010. Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp. *Plant Disease*. 94: 306–310.
- Pakdeevaporn, P., S. Wasee, P. W. J. Taylor, and O. Mongkolporn. 2005. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici* in *Capsicum*. *Plant Breeding*. 124: 206-214.
- Paril, J., J. Reif, A. Fournier-Level, and M. Pourkheirandish. 2024. Heterosis in crop improvement. *The Plant Journal*. 117: 23–32.
- Saengarun, P., P. Suwor, H. Inprasert, N. Kumsee, W. S. Tsai, S. Techawongstien, T. Tainta, S. Kumar, N. Jeeatid, O. Chatchawankanphanich, and S. Kramchote. 2025. Combining ability analysis in anthracnose resistant introgression inbreds and developing improved resistant lines of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 339: 113899.
- Sangarun, P., P. Suwor, K. Saetiew, W. S. Tsai, S. Techawongstien, T. Tarinta, S. Kumar, N. Jeeartid, O. Chatchawankanphanich, N. Phironrit, and S. Kramchote. 2023. Gene actions of resistance to anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) of six F₁ hybrid chili cultivars at the mature green fruit stage. *Acta Horticulturae*. 136: 247-252.
- Than, P. P., R. Jeewon, K. D. Hyde, S. Pongsupasamit, O. Mongkolporn, and P. W. J. Taylor. 2008. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathology*. 33: 23-38.
- Vasupalli, N., K. Mogilicherla, V. Shaik, K. R. S. Rao, S. R. Bhat, and X. Lin. 2025. Advances in plant male sterility for hybrid seed production: an overview of conditional nuclear male sterile lines and biotechnology-based male sterile systems. *Plant Science*. 16.
- Voorrips, R. E., R. Finkers, L. Sanjaya, and R. Groenwold. 2004. QTL mapping of anthracnose (*Colletotrichum* spp.) resistance in a cross between *Capsicum annuum* and *C. chinense*. *Theoretical and Applied Genetics*. 109: 1275–1282.