วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



# ความต้านทานของพริกพันธุ์ปรับปรุง (*Capsicum annuum* L.) ที่ได้รับยีนต้านทานโรคแอนแทรคโนสพริกจาก PBC80 และ PBC932 ต่อเชื้อ *Colletotrichum* 3 สปีชีส์

# Resistance to anthracnose disease of chili progressive lines derived anthracnose resistant genes from PBC80 and PBC932 to three *Colletotrichum* species

**ชนิตา อ่างรัมย์[1], พัชราภรณ์ สุวอ[1]*, อรวรรณ ชัชวาลการพาณิชย์[2], น้ำทิพย์ พิรณฤทธิ์[2], สุชีลา เตชะวงค์เสถียร[3,4], ภาสกร เขียวขจี[5] และ สมศักดิ์ คราม์โชติ[1]**

Chanita Angram[1], Patcharaporn Suwor[1]*, Orawan Chatchawankanphanich[2], Namthip Phironrit [2], Suchila Techawongstien[3,4], Passakorn Kiewkajee[5] and Somsak Kramchote[1]

[1] *ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพฯ 10520*
[1] *Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok,10520*
[2] *ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140*
[2] *National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, 73140*
[3] *สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[3] *Horticulture section, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002*
[4] *ศูนวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[4] *Plant Breeding Research Center for Sustainable, Faculty of Agriculture, Khon Kaen, 40002, Thailand*
[5] *บ้านไร่เขียวขจี ภาสกรฟาร์ม อำเภอหนองคันทรง จังหวัดตราด 23000*
[5] *Banraikiewkajee Passakorn' Farm, Nong Khan Song, Trat, 23000*

**บทคัดย่อ:** การผลิตพริกในประเทศไทยได้รับความเสียหายจากการระบาดเชื้อ *Colletotrichum* spp. หลายสปีชีส์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลพริกสดและพริกแห้ง ดังนั้นงานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพันธุ์หาสายพันธุ์พริกต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสจากกลุ่มพริกที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ จำนวนทั้งหมด 65 สายพันธุ์ (ได้รับยีนต้านทานโรคแอนแทรคโนสจากพริก PBC932 และ PBC80) เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า มาประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส *Colletotrichum* จำนวน 3 สปีชีส์ คือ *C. capsici* (CC) และ *C. acutatum* (CA) *C. gloeosporioides* (CG) ในพริกระยะแก่ผลเขียว (G) และระยะผลสุกสีแดง (R) วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ผล และประเมินการเกิดโรคด้วยวิธีการฉีดเชื้อเข้าที่ผิวผล ด้วยเชื้อสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น $5x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 ไมโครลิตรต่อผล ประเมินความรุนแรงของโรคโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผลในวันที่ 5 หลังจากปลูกเชื้อ ผลการทดลองพบว่าพริกสายพันธุ์ KM6-4-1 แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้ง 3 สปีชีส์ ทั้งในระยะผลเขียวและผลแดง ในขณะที่พันธุ์ KM6-2-1 และ KM1-9-1 ต้านทานต่อเชื้อ CA-G, CA-R, CC-G, CC-R และ CG-G อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีพันธุ์ที่ต้านทานต่อเชื้อ CA-G จำนวน 11 สายพันธุ์ ต้านทานต่อ CA-R จำนวน 36 สายพันธุ์ ต้านทานต่อเชื้อ CG-G จำนวน 42 สายพันธุ์ ต้านทานต่อเชื้อ CG-R จำนวน 29 สายพันธุ์ ต้านทานต่อเชื้อ CC-G จำนวน 15 สายพันธุ์ และต้านทานต่อเชื้อ CC-R จำนวน 20 สายพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ CA มีความรุนแรงมากกว่าเชื้อ CC และ CG ดังนั้นเชื้อพันธุกรรมพริกที่ผ่านการประเมินความต้านทานจะถูกนำไปประเมินลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตเพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างลูกผสมพริกพันธุ์การค้าต้านทานโรคแอนแทรคโนสต่อไป

**คำสำคัญ:** ปรับปรุงพันธุ์ต้านทานโรค; แหล่งความต้านทาน; การประเมิน

* Corresponding author: patcharaporn.su@kmitl.ac.th

Received: date; September 30, 2021 Accepted: date; February 9, 2022 Published: date; June 30, 2022

**ABSTRACT:** Chili production in Thailand have been lost by a various of *Colletotrichum* spp. The disease affected to yield and fruit quality of both fresh and dried chili products. Therefore, the experiment aimed to evaluate the anthracnose resistant cultivars from 65 chili progressive lines (accuired anthracnose resistance gene from chili PBC932 and PBC80) compared to commercial cultivars and assess resistance to anthracnose of three species of three *Colletotrichum* species were *C. cappsici* (CC), *C. acutatum* (CA), and *C. gloeosporoides* (CG) at mature green (G) and ripe red (R) fruit stages. The experiments were carried out by randomized complete block design (RCBD) with three replications and ten fruits per replication. The screening method was performed by the microinjection technique with the spore suspension concentration of $5 \times 10^5$ spores/mL with 2 µL/fruit. The disease severity was evaluated by lesion diameter at day $5^{th}$ after inoculation. The results showed that KM6-4-1 line was resistant to three *Colletotrichum* species at both mature green (G) and ripe red (R) fruit stages, while KM6-2-1 and KM1-9-1 lines were resistant to CA-G, CA-R, CC-G, CC-R and CG-G. However, some varieties were resistant to the single trait, 11 lines were resistant to CA-G , 36 lines were resistant to CA-R, 42 lines were resistant to CG-G , 29 lines were resistant to CG-R, 15 lines were resistant to CC-G and 20 lines were resistant to CC-R. In addition, CA specie showed aggressive more than others two species. Therefore, the resistant lines will be evaluated with the agronomic traits and yield for developing a parental line for producing a commercial $F_1$-hybird variety against anthracnose disease.
**Keywords:** breeding for disease resistance; genetic resistant resources; evaluation

**บทนำ**

พริก (*Capsicum* spp.) เป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจของทั่วโลกและประเทศไทย เนื่องจากพริกถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบทั้งในรูปผลสด พริกแห้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ซอสพริก พริกป่น พริกดอง สีผสมอาหาร เวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง และใช้ในอาหารสัตว์ จึงส่งผลให้พริกมีความต้องการในการบริโภคเพิ่มมากขึ้น จากการรายงานของ FAO (2019) พบว่ามีพื้นที่การผลิตทั่วโลก 3,718,997 เฮกตาร์ ประเทศที่มีพื้นที่ปลูกพริกมากที่สุด คือ ประเทศจีน (844,653 เฮกตาร์) ประเทศอินเดีย (789,892 เฮกตาร์) ประเทศอินโดนีเซีย (300,377 เฮกตาร์) และประเทศไทยอยู่อันดับที่ 7 (98,628 เฮกตาร์) จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร (2563) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกพริก 153,624 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 293,454 ไร่ ผลผลิต 192,281 ตัน พริกที่ปลูกมากที่สุด คือ พริกขี้หนูผลใหญ่ (77,622 ไร่) รองลงมาคือ พริก ขี้หนูผลเล็ก (59,808 ไร่) และพริกใหญ่ ได้แก่ พริกหนุ่ม พริกบางช้าง พริกมัน พริกเหลือง และพริกใหญ่ (13,765 ไร่) นอกจากนั้นเป็นพริกหยวกและพริกหวานมีพื้นที่เก็บเกี่ยว (2,426) ไร่ คิดเป็นมูลค่ารวม 7,943 ล้านบาท อย่างไรก็ตามยังพบว่าผลผลิตพริกยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศ จึงมีการนำเข้าพริกจากประเทศจีนและอินเดีย คิดเป็นมูลค่า 4,327 ล้านบาท (กรมศุลกากร 2563) เนื่องจากการผลิตพริกได้รับได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และการเข้าทำลายของโรคและแมลงโดยเฉพาะโรคที่เกิดในฤดูฝนคือโรคแอนแทรคโนส เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* spp. (Isaac, 1992) ทั่วโลกมีรายงานพบการแพร่ระบาดของเชื้อสาเหตุหลากหลายสปีชีส์ เช่น *C. Truncatum C. acutatum C. gloeoporioides C. dematium C.graminicola C. piperatum C. atramentaum C. fructicola C. siamense C. atramentarium C. dematium Glomerella cingulate* และ *C. nigrum* (Ridzuan et al., 2018) และมีรายงานว่าเชื้อแต่ละสปีชีส์มีความสามารถในการก่อโรคที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้แต่ละพื้นที่พบความรุนแรงและการแพร่ระบาดของเชื้อที่แตกต่างกัน เช่น ในประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ มาเลเซีย (*C. truncatum*) (Sariah, 1994) อินโดนีเซีย (*C. acutatum C. truncatum* และ *C. gloeosporioides*) (Voorrips et al. 2004) อินเดีย (*C. fructicola* และ *C. siamense)* (Sharma and Shenoy 2014) เกาหลี (*C. acutatum C. gloeosporioides C. coccodes* และ *C. dematium*) (Park and Kim 1992) ไต้หวัน (*C. acutatum C. truncatum* และ *C. gloeosporioides*) (Manandhar et al., 1995) และเวียดนาม (*C. acutatum C. truncatum C. gloeosporioides* และ *C. nigrum*) (Don et al., 2007) ในประเทศไทย พบการแพร่ระบาด จำนวน 3 สปีชีส์ คือ *C. acutatum C. capsici* และ *C. gloeosporioides* (Than et al., 2008) โดยเชื้อแต่ละสปีชีส์มีขนาดและรูปร่างของสปอร์ที่แตกต่างกัน (Kim et al., 2007) โดยพบเชื้อ *C. acutatum* มีการแพร่ระบาดและมีความรุนแรงมากที่สุดสามารถเข้าทำลายได้ทั้งระยะผลเขียวและผลแดง (Suwor et al., 2015) มี conidia รูปร่างแบบหัวท้ายแหลม (fusiform) และ colony ละเอียดคล้ายกำมะหยี่สีเทา ไม่สร้าง setae มี appressorium แบบกระบอง (clavate) (รัฐกร และสรัญยา 2550) และอาการแรกเริ่มจะมีจุดสีน้ำตาล ต่อมาค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเข้ม

(Muljowati et al., 2021) รอยแผลบุ๋มลึกลงไป (Cueva et al., 2018) รองลงมาคือ *C. capsici* มีเส้นใยเจริญฟูหนา สีเทาอมเขียว ด้านหลังโคโลนีมีสีเทาเขียวพบการสร้าง sclerotia เจริญปะปนอยู่ ลักษณะโคนิเดียเป็นเซลล์เดียวใส รูปร่าง คล้ายพระจันทร์เสี้ยว เมื่อเข้าทำลายในพริกพบจุดฉ่ำน้ำ แผลยุบตัวลง ตรงกลางแผลมีสีน้ำตาล และรอบแผลเป็นสีเหลือง (ฉัตรสุดา และคณะ, 2564) และ *C. gloeosporioides* สปอร์มีเซลล์เดียว ไม่มีสี บริเวณฐานตัด มีรูปร่างหลากหลายทั้งรูปร่างตรง ทรงกระบอก ทรงกระบอกกว้าง ปลายมน บางครั้งพบปลายมนเล็กน้อยไปจนถึงปลายเรียว (โชติรส และคณะ, 2554) เมื่อเข้าทำลายในพริกเริ่มแรกมีจุดฉ่ำน้ำ เนื้อเยื่อยุบตัวลง แผลรูปร่างค่อนข้างกลมและเนื้อเยื่อเริ่มแตกออก ต่อมาแผลขยายใหญ่ขึ้น พบ spore mass ของเชื้อรา สีส้มจำนวนมากบนแผล (ปิลันธนา และคณะ, 2564) ซึ่งสามารถเข้าทำลายพริกได้ในระยะผลเขียว ผลแดงและสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้

จากรายงานที่ผ่านมาพบแหล่งพันธุกรรมพริกที่พบว่ามีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสแตกต่างกัน 2 กลุ่ม ได้แก่ พริก PBC932 (*C. chinense* Jacq) และพริก PBC80 และ PBC81 (*C. bacatum* L.) (AVRDC, 1999) โดย Yoon and Park (2005) ปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อแอนแทรคโนสด้วยวิธีการผสมกลับ และคัดเลือกด้วยวิธีการบันทึกประวัติ ใช้พันธุ์ PBC80 เป็น donor parent และพันธุ์ SP026 (*C. annuum*) เป็น recurrent parent และแก้ปัญหาการแท้งของต้นอ่อนด้วยวิธีการเลี้ยงคัพภะ (embryo rescue) เนื่องจากพริกทั้ง 2 ชนิดนี้มีอุปสรรคในเรื่องการผสมข้ามสปีชีส์ คัดเลือกสายพันธุ์ต้านทานด้วยวิธีบันทึกประวัติในขณะเดียวกันก็ทำการผสมกลับหาสายพันธุ์แม่ 3 ครั้งเพื่อเพิ่มลักษณะที่ดี พบว่าสายพันธุ์ที่ได้นั้นมีระดับความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส เช่นเดียวกับพันธุ์ PBC80 มีการศึกษา QTL ในพริก *C. chinense* “PBC932” Sun et al. (2015) ในประชากรลูกผสมกลับ ($BC_1$) ที่ได้จากลูกผสม *C. annuum* line 77013 (พันธุ์อ่อนแอ) พบตำแหน่ง QTL ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อแอนแทรคโนส *C. acutatum* บนโครโมโซม P5 ในงานทดลองของ นุชรีย์ และคณะ (2564) ได้ประเมินความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ในพริกพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดยีนความต้านทานจาก PBC932 และ PBC80 พบว่ามีความต้านทานต่อเชื้อทั้งสองสปีชีส์และสองระยะผลสุกแก่ และ Suwor et al. (2015) พบการแสดงออกของยีนต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ในพริกพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายยีนจากพริกพันธุ์ PBC932 และพันธุ์ PBC80 ในระยะผลเขียวพบยีนเป็นแบบยีนด้อย 1 ตำแหน่ง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้นำพริกพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์จากพริกพันธุ์ PBC80 และ PBC932 มาประเมินและคัดเลือกพันธุ์สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส เพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์พ่อแม่ในการผลิตลูกผสมพริกพันธุ์การค้าต้านทานโรคแอนแทรคโนสต่อไป

## วิธีการศึกษา

### สายพันธุ์พริก และการปลูก

ศึกษาทั้งหมด 65 สายพันธุ์ มาจากพริก 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานมาจาก PBC932 (*C. chinense*) จำนวน 34 พันธุ์ ซึ่งพัฒนาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักของโลก (The World Vegetable Center; Worldveg.) โดยได้รับยีนต้านทานจาก PBC932 เข้าสู่พริกพันธุ์ (*C. annuum* L.) คือพันธุ์ IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1) และพันธุ์ L3//(L3/R1) กลุ่มที่ 2 พริกที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานมาจากพริกพันธุ์ PBC80 (*C. baccatum)* จำนวน 9 พันธุ์ จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) พริกกลุ่ม *C. annuum* L. โดยถ่ายยีนต้านทานจาก PBC80 ด้วยวิธีการเลี้ยงคัพภะแล้วผสมกลับหาพริกพันธุ์ดีและผสมตัวเองจนถึงชั่วรุ่นที่ 6 และกลุ่มที่ 3 มาจากพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 22 สายพันธุ์ที่มาจากพันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทย (**Table 1)**

ทำการเพาะเมล็ดในวัสดุปลูกพีทมอสในถาดเพาะขนาด 104 หลุม เป็นระยะเวลา 1 เดือน แล้วย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่มีดินผสม (ดิน : ขี้เถ้าแกลบ : กาบมะพร้าว ในอัตรา 1: 1: 1 ส่วน) รดน้ำ 2 ครั้งต่อวัน ช่วงเช้า-บ่าย ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ปริมาณ 5 กรัมต่อต้น ทุก ๆ สัปดาห์ พ่นสารชีวภัณฑ์เพื่อป้องกัน (1.เชื้อราบิวเวอร์เรีย 2.แบคทีเรียบาซิลลัส ทูริงเยนซิส) และพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลง (1.อิมิดาโคลพริด 2.อะมิทราซ) ทุก ๆ สัปดาห์ หลังย้ายปลูก เป็นเวลา 75-90 วัน จึงเก็บผลผลิตพริกมาใช้ประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส

### การเตรียมเชื้อและการปลูกเชื้อ

นำเชื้อ *Colletotrichum* จำนวน 3 สปีชีส์ ได้แก่ *C. acutatum*-Rod38/3 *C. gloeosporioides*- KK3 และ *C. capsici*-cp4/1 (เป็นสายพันธุ์ที่ระบาดในประเทศไทย) มาจากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น มาเลี้ยงบนอาหาร

potato dextrose agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเตรียมสปอร์แขวนลอยโดยขูดเอาสปอร์ของเชื้อใส่ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ นับจำนวนสปอร์ด้วย hemacytometer และปรับความเข้มข้น 5x$10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อในพริกทั้งหมด 65 สายพันธุ์ (**Table 1**) ในระยะผลเขียวและระยะผลแดง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (randomized complete block design) 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ผล โดยทำความสะอาดผลพริกด้วย 70 % ethanol จากนั้นทำแผลบนผลพริกโดยใช้เข็มเขี่ยเจาะเข้าไปในชั้น pericarp ลึกประมาณ 1 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผลต่อผลแล้วฉีดเชื้อเข้าไปในผลพริกที่เตรียมไว้ด้วยไมโครปิเปต โดยใช้ความเข้มข้นเชื้อ 5x$10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 ไมโครลิตร ต่อ 1 แผล จากนั้นบ่มในกล่องพลาสติกที่มีความชื้น 80-90% เป็นเวลา 5 วัน

**การประเมินการเกิดโรค**

การประเมินการเกิดโรคในระยะผลเขียวและระยะผลแดงจากการวัดขนาดของแผลด้วยไม้บรรทัดเทมเพลทเรขาคณิตทรงกรมและทรงรี และนำค่าขนาดของแต่ละแผลมาหาค่าเฉลี่ยความรุนแรงการเกิดโรคและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเกิดโรคด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และแบ่งการตอบสนองต่อโรคเป็น 2 ระดับ คือ ขนาดแผลตั้งแต่ 0-4 คือตอบสนองแบบต้านทาน และขนาดแผลมากกว่า 4 มิลลิเมตร คืออ่อนแอตามวิธีการของ (Suwor et al., 2015)

**Table 1** Chili germplasms progressive line of PBC80 and PBC932 used for screening to three *Colletotrichum* species

| Genetic resistant source | Code | Pedigree name | Source of germplasm[1/] | status |
|---|---|---|---|---|
| progressive line of PBC 932 | KM1, KM7, KM9, KM13, KM15, KM17 and KM18 | L3//(L3/R1) | KKU, Thailand | Breeding line |
| | KM14 | IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1) | WorldVeg, Taiwan | |
| progressive line of PBC 80 | KM6, KM10 and KM12 | $BC_2F_4$398x80$C_5$(1),2/17-21 | KKU, Thailand | Breeding line |
| local variety | HR7, HR11, HR12 | Huarea | Sisaket, Thailand | Pure line |
| | Jinda | Jinda | Nakhon Pathom, Thailand | |
| | Num Keowtong 80 | Num Keowtong80 | KKU, Thailand | |
| | KM2 | L2/R1 | KKU, Thailand | |
| | KM5 | CWYS | KKU, Thailand | |
| | KM8 | KKU-P12012 | KKU, Thailand | |
| | pep12 | 9835-123 | WorldVeg, Taiwan | |
| | KM-P13025 | PP9955-15 | WorldVeg, Taiwan | |
| | KM-P13028 | PP0537-7559 | WorldVeg, Taiwan | |
| | KM-P13029 | PP9950-5197, PP0107-7058 | WorldVeg, Taiwan | |
| | KM-P13031 | PP0437-7506 | WorldVeg, Taiwan | |
| | KM-P13033 | PP0537-7541 | WorldVeg, Taiwan | |

[1/] KKU = Khon Kaen University and WorldVeg = The world vegetable center

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

จากการประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในพริก 65 สายพันธุ์ (**Table 2**) ในระยะผลเขียวและผลแดง หลังการปลูกเชื้อ 5 วัน พบว่ามีการตอบสนองที่แตกต่างกันในแต่ละเชื้อและในแต่ละระยะการสุกแก่ โดยแบ่งระดับตามขนาดการเกิดแผล โดยแผลขนาดตั้งแต่ 0-4 มิลลิเมตร ให้เป็นลักษณะต้านทาน (resistance) และแผลที่มีขนาดมากกว่า 4 มิลลิเมตรขึ้นไปให้เป็นอ่อนแอ (susceptible) พบว่าพริกพันธุ์ KM6-4-1 แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้ง 3 สปีชีส์ ทั้งในระยะผลเขียวและผลแดง เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่พัฒนามาจากพริกพันธุ์ PBC80 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีรายงานว่าเป็นพันธุ์ต้านทานแนวกว้าง (Yoon et al., 2004; Montri et al., 2009;

Nanda et al., 2016) ในขณะที่พันธุ์ KM6-2-1 และ KM1-9-1 ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* (CA) *C. capsici* (CC) ในระยะผลเขียวและผลแดง และเชื้อ *C. gloeosporioides* (CG) ในระยะผลเขียว และสามารถจัดกลุ่มตามความต้านทานต่อเชื้อแต่ละไอโซเลทดังนี้

**Table 2** Anthracnose disease severity (lesion diameter (mm)) of chili genotypes inoculated at mature green and ripe red fruit stages with three predominant *Colletotrichum* sp. at day 5th after inoculation

| Progressive line of PBC932 | CA[1/] | | CC[2/] | | CG[3/] | | Progressive line of PBC80 | CA | | CC | | CG | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Green | Red | Green | Red | Green | Red | | Green | Red | Green | Red | Green | Red |
| KM1-10-1 | $2.86^{s-x}$ | $2.00^{h-l}$ | - | - | $3.30^{j-o}$ | $3.60^{d-g}$ | KM10-10-1 | $4.80^{m-v}$ | $1.86^{h-l}$ | - | - | $3.70^{g-o}$ | $2.26^{d-g}$ |
| KM1-10-2 | $6.66^{i-s}$ | $2.00^{h-l}$ | $0.56^{hi}$ | $1.23^{bcd}$ | $0.50^{no}$ | $4.66^{b-f}$ | KM10-10-2 | $5.76^{k-u}$ | $2.80^{g-l}$ | $4.33^{bcd}$ | $3.00^{bc}$ | $1.76^{k-o}$ | $3.83^{c-g}$ |
| KM1-5-1 | $3.80^{q-x}$ | $1.66^{h-l}$ | - | - | $2.86^{j-o}$ | $2.00^{d-g}$ | KM12-6-1 | $7.76^{f-q}$ | - | $4.16^{bcd}$ | $1.13^{bcd}$ | $0.00^{o}$ | - |
| KM1-5-2 | $3.26^{r-x}$ | - | $4.03^{b-e}$ | $2.43^{bcd}$ | $0.00^{o}$ | - | KM12-6-2 | $9.20^{c-l}$ | $2.66^{h-l}$ | - | - | $5.93^{c-l}$ | $3.30^{d-g}$ |
| KM1-7-1 | $13.80^{a}$ | $2.40^{h-l}$ | - | - | $10.60^{b}$ | $3.53^{d-g}$ | KM6-2-1 | $0.76^{wx}$ | $0.93^{kl}$ | $2.43^{d-h}$ | $1.86^{bcd}$ | $0.00^{o}$ | - |
| KM1-7-2 | $2.86^{s-x}$ | - | - | - | $5.60^{d-l}$ | - | KM6-2-2 | $5.46^{k-v}$ | - | $1.96^{f-i}$ | $1.13^{bcd}$ | $0.66^{no}$ | $1.96^{d-g}$ |
| KM1-9-1 | $1.66^{vwx}$ | $1.33^{jkl}$ | $0.46^{i}$ | $2.33^{bcd}$ | $0.66^{no}$ | $5.66^{bcd}$ | KM6-4-1 | $1.96^{u-x}$ | $2.20^{h-l}$ | $0.56^{hi}$ | $3.03^{bc}$ | $0.00^{o}$ | $3.50^{d-g}$ |
| KM13-15-1 | $10.06^{a-j}$ | $3.86^{e-j}$ | - | - | $5.70^{d-l}$ | $8.03^{b}$ | KM6-7-1 | $6.16^{j-t}$ | $5.53^{c-f}$ | - | - | $4.16^{g-o}$ | - |
| KM13-15-2 | $5.06^{m-v}$ | $2.63^{h-l}$ | $3.60^{b-f}$ | $0.73^{bcd}$ | $0.00^{mno}$ | $4.53^{b-g}$ | KM6-7-2 | $11.30^{a-g}$ | $3.30^{e-l}$ | - | - | $7.90^{b-g}$ | $3.36^{d-g}$ |
| KM13-3-1 | $2.36^{t-x}$ | - | $1.20^{ghi}$ | $0.86^{bcd}$ | $3.26^{i-o}$ | - | Local varieties | | | | | | |
| KM13-7-1 | $3.20^{r-x}$ | $2.63^{h-l}$ | - | - | $1.63^{k-o}$ | $5.76^{bcd}$ | HR12-3-1 | $8.66^{d-n}$ | $6.66^{bcd}$ | - | - | $6.83^{b-j}$ | $3.10^{d-g}$ |
| KM14-5-1 | $6.30^{j-t}$ | $2.00^{h-l}$ | $3.63^{b-f}$ | $0.36^{cd}$ | $1.10^{mno}$ | $2.66^{d-g}$ | HR11-1 | $9.93^{b-j}$ | $2.70^{g-l}$ | - | - | $10.63^{b}$ | $7.40^{bc}$ |
| KM14-5-2 | $8.50^{d-o}$ | $2.40^{h-l}$ | $3.60^{b-f}$ | $1.26^{bcd}$ | $3.33^{i-o}$ | $3.53^{d-g}$ | HR7-14-1 | $12.03^{a-d}$ | $3.53^{e-l}$ | - | - | $8.73^{b-f}$ | $2.33^{d-g}$ |
| KM14-7-1 | $7.80^{e-p}$ | - | - | - | $0.00^{o}$ | - | HR7-14-2 | $9.86^{b-j}$ | $7.66^{bc}$ | - | - | $8.83^{b-f}$ | $3.86^{c-g}$ |
| KM14-7-2 | $8.80^{d-m}$ | $1.53^{j-l}$ | - | - | $3.10^{j-o}$ | $5.66^{bcd}$ | jinda-1 | $7.93^{e-p}$ | $3.36^{e-l}$ | - | - | $1.83^{k-o}$ | $1.20^{fg}$ |
| KM15-15-1 | 3.10s-x | $5.30^{c-g}$ | - | - | $9.66^{bcd}$ | $3.03^{d-g}$ | jinda-2 | $7.76^{f-q}$ | $2.33^{h-l}$ | - | - | $6.00^{c-k}$ | $8.00^{b}$ |
| KM15-15-2 | $10.43^{a-i}$ | $3.40^{e-l}$ | - | - | $7.76^{b-h}$ | $2.66^{d-g}$ | KM2-14-1 | $6.43^{j-s}$ | $2.20^{h-l}$ | $3.93^{b-e}$ | $0.21^{d}$ | $0.66^{no}$ | $3.20^{d-g}$ |
| KM17-11-1 | $6.20^{j-t}$ | $5.66^{cde}$ | $4.50^{bc}$ | $0.00^{d}$ | $0.00^{o}$ | $1.66^{efg}$ | KM2-14-2 | $8.36^{d-o}$ | $3.33^{e-l}$ | $4.96^{b}$ | $0.96^{bcd}$ | $1.60^{l-o}$ | $5.60^{bcd}$ |
| KM17-11-2 | $7.10^{h-r}$ | - | - | - | $3.53^{h-o}$ | - | KM5-1-1 | $7.13^{h-r}$ | $2.20^{h-l}$ | $2.96^{c-g}$ | $1.70^{bcd}$ | $0.00^{o}$ | $1.16^{fg}$ |
| KM17-13-1 | $5.06^{m-v}$ | $1.93^{h-l}$ | - | - | $0.67^{o}$ | $3.73^{c-g}$ | KM5-1-2 | $8.36^{d-o}$ | - | - | - | $0.00^{o}$ | - |
| KM17-13-2 | $5.03^{m-v}$ | $1.20^{jkl}$ | $2.93^{c-g}$ | $1.30^{bcd}$ | $0.00^{o}$ | $1.86^{d-g}$ | KM8-10-1 | $9.93^{b-j}$ | $3.06^{f-l}$ | - | - | $9.10^{b-e}$ | $2.56^{d-g}$ |
| KM17-9-1 | $6.36^{j-s}$ | $2.00^{h-l}$ | - | - | $0.33^{o}$ | $2.86^{d-g}$ | KM8-12-1 | $11.66^{a-f}$ | $4.30^{e-h}$ | - | - | $7.66^{b-h}$ | $1.33^{fg}$ |
| KM18-5-1 | $4.53^{o-w}$ | - | $2.56^{c-g}$ | $3.40^{b}$ | $0.00^{o}$ | - | KM8-14-1 | $4.20^{p-x}$ | $4.10^{e-i}$ | - | - | $2.63^{j-o}$ | $3.73^{c-g}$ |
| KM18-7-1 | $4.53^{o-w}$ | $2.33^{h-l}$ | - | - | $5.06^{e-m}$ | $5.66^{bcd}$ | KM8-4-1 | $7.86^{e-p}$ | $3.03^{f-l}$ | - | - | $3.33^{i-o}$ | $4.20^{c-g}$ |
| KM7-12-1 | $4.66^{n-v}$ | $3.00^{f-l}$ | $1.20^{ghi}$ | $1.00^{bcd}$ | $4.00^{g-o}$ | $13.33^{a}$ | KMP13025 | $9.13^{c-l}$ | $13.33^{a}$ | - | - | $7.66^{b-h}$ | - |
| KM7-12-2 | $0.66^{x}$ | - | $2.15^{e-i}$ | $3.23^{b}$ | $2.16^{k-o}$ | - | KMP13028 | $5.76^{k-u}$ | - | - | - | $2.26^{k-o}$ | - |
| KM7-12-3 | $10.70^{a-h}$ | - | - | - | $2.86^{j-o}$ | - | KMP13029 | $6.33^{j-t}$ | - | - | - | $3.10^{j-o}$ | - |
| KM7-12-4 | $5.86^{k-u}$ | - | - | - | $1.96^{k-o}$ | - | KMP13031 | $13.30^{ab}$ | - | $11.06^{a}$ | $8.20^{a}$ | $15.20^{a}$ | $14.00^{a}$ |
| KM7-13-1 | $10.86^{a-h}$ | $0.86^{l}$ | - | - | $5.53^{d-l}$ | $5.23^{b-e}$ | KMP13033 | $12.96^{abc}$ | $8.33^{b}$ | - | - | $1.10^{mno}$ | $14.66^{a}$ |
| KM7-15-1 | $7.26^{h-q}$ | $2.86^{g-l}$ | - | - | $3.03^{j-o}$ | $3.36^{d-g}$ | Num Keowtong-1 | $8.43^{d-o}$ | - | - | - | $10.33^{b}$ | - |
| KM7-7-1 | $13.70^{ab}$ | $3.53^{e-l}$ | - | - | $2.86^{j-o}$ | $2.70^{d-g}$ | Num Keowtong-2 | $7.36^{g-q}$ | - | - | - | $9.96^{b}$ | - |
| KM7-8-1 | $5.30^{l-v}$ | - | - | - | $4.83^{f-m}$ | - | pep12 | $9.33^{c-k}$ | - | - | - | $0.00^{o}$ | - |
| KM9-13-1 | $11.53^{a-f}$ | $3.60^{e-k}$ | - | - | $0.50^{no}$ | $0.63^{g}$ | F-Value | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| KM9-9-1 | $11.76^{a-e}$ | - | - | - | $7.46^{b-i}$ | - | CV | 27.3 | 39.50 | 31.88 | 73.62 | 56.95 | 44.11 |

[1/] *C. acutatum*-Rod38/3 [2/] *C.capsici*-cp4/1 [3/] *C. gloeosporioides*-KK3 [4/] mean with different letters indicate statistically significant different at P-value <0.01 (**) by Duncan's new multiple range test (DMRT) - not available

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* – Rod38/3 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียวและระยะผลแดง ระยะผลเขียวพบพริกเกิดขนาดแผลตั้งแต่ 0.66 ถึง 13.8 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 11 สายพันธุ์ และระยะผลแดงเกิดแผลขนาด 0.86 ถึง 13.33 มิลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 36 สายพันธุ์ อย่างไรก็ตามเมื่อจัดกลุ่มตามการตอบสนองต่อโรคโดยพันธุ์ที่มีพันธุ์ที่ต้านทาน (ขนาดแผลต่ำกว่า 4 ซม.) พบพันธุ์ที่ต้านทานทั้งสองระยะจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ KM1-10-1, KM1-5-1, KM1-9-1, KM13-7-1 (พัฒนาจาก PBC932) KM6-2-1 และ KM6-4-1 (พัฒนาจาก PBC80) **(Table 2)** ในขณะที่พันธุ์พื้นเมืองของไทยและพันธุ์ที่มาจากการพัฒนาของ WorldVeg มีความอ่อนแอต่อโรคทั้งสองระยะการสุกแก่ (**Figure 1a**) อย่างไรก็ตามความต้านทานในระยะผลเขียวและระยะผลแดงต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่มีความต้านทานที่แตกต่างในแต่ละระยะการสุกแก่เนื่องจากยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนสอยู่คนละตำแหน่งบนโครโมโซม (Lee et al., 2010) จากการศึกษาความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ในพริก *C. chinense* (PCB932) พบว่าในระยะผลเขียวถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 2 ตำแหน่ง และในระยะผลแดงถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 1 ตำแหน่ง (Kim et al. 2007) ไปจนถึงยีนหลายคู่ (Lee et al., 2010) จากการศึกษาในพริกที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานจากพริก PBC932 จากรายงานของ Sun et al. (2015) ที่ได้ศึกษา ตำแหน่ง QTL ในประชากร $BC_1$ ที่ได้จากลูกผสม *C. annuum* (77013xPBC932) ที่พัฒนาพันธุ์มาจากพริกพันธุ์ *C. chinense* พบว่ามียีน $AnR_{GO}5$ ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* และพบว่าความต้านทานในแต่ละระยะการสุกแก่อาจถูกควบคุมโดยยีนคนละตำแหน่ง และจากรายงานของ Zhao et al. (2020) พบความต้านทานในระยะผลเขียวบน Chromosome P5 เช่นเดียวกัน

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* - KK3 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียวและระยะผลแดง ระยะผลเขียวพบพริกเกิดขนาดแผลตั้งแต่ 0-15.2 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 42 สายพันธุ์ และระยะผลแดงเกิดแผลขนาด 0.63-14.66 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 29 สายพันธุ์ เมื่อจัดกลุ่มตามการตอบสนองต่อโรคโดยพันธุ์ที่มีพันธุ์ที่ต้านทานทั้งสองระยะจำนวน 19 สายพันธุ์ ได้แก่ KM1-10-1, KM1-5-1, KM14-5-1, KM14-5-2, KM17-11-1, KM17-13-1, KM17-13-2, KM17-9-1, KM7-15-1, KM7-7-1 และ KM9-13-1 (พัฒนาจาก PBC932) KM10-10-1, KM10-10-2, KM6-2-2 และ KM6-4-1 (พัฒนาจาก PBC80) jinda-1, KM2-14-1, KM5-1-1 และ KM8-14-1 (พันธุ์พื้นเมือง) (**Table 2**) พันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC80 มีความต้านทานทั้งในระยะผลเขียวและระยะผลแดง ส่วนพันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC932 มีความต้านทานรองลงมาโดยในระยะผลเขียวมีความต้านทานมากกว่าผลแดง (**Figure 1b**) ต่างจากงานทดลองของ (Mongkolporn et al., 2010) ที่พบว่าทั้ง PBC80 และ PBC932 มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* ทั้งสองระยะ และยังพบว่าในพริกกลุ่ม *C. annuum* (พันธุ์พื้นเมืองของไทย) กลับมีความต้านทานต่อเชื้อในระยะผลเขียว แต่ (Ko et al. 2005) กลับพบว่าความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* ในพริก *C. annuum* ในระยะผลแดงมากกว่าผลเขียว และถูกควบคุมด้วยยีน *PepEST* อีกทั้ง Soraia et al. (2014) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* ในพริกสองระยะพบมีการแสดงอาการเกิดโรคที่ต่างกันในแต่ละระยะของการพัฒนาผลพริกซึ่งบ่งชี้ว่ามียีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานแตกต่างกัน

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. capcisi* – cp4/1 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียวและระยะผลแดง ระยะผลเขียวพบพริกเกิดขนาดแผลตั้งแต่ 0.46 ถึง 11.06 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 15 สายพันธุ์ และระยะผลแดงเกิดแผลขนาด 0.21 ถึง 8.2 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 20 สายพันธุ์ เมื่อจัดกลุ่มตามการตอบสนองต่อโรคโดยพันธุ์ที่มีพันธุ์ที่ต้านทาน พบพันธุ์ที่ต้านทานทั้งสองระยะจำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ KM1-10-2, KM1-9-1, KM13-15-2, KM13-3-1, KM14-5-1, KM14-5-2, KM17-13-1, KM18-5-1, KM7-12-1 และ KM7-12-1 (พัฒนาจาก PBC932) KM6-2-1, KM6-2-2, KM6-4-1 (พัฒนาจาก PBC80) KM2-15-1 และ KM5-1-1 (พันธุ์พื้นเมือง) (**Table 2**) พบว่าในพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานจาก PBC932 และ PBC80 มีความต้านทานต่อโรคทั้งสองระยะแต่ในระยะผลแดงมีความต้านทานมากกว่าระยะผลเขียว (**Figure 1c**) มีการศึกษาในพริก *C. chinense* (PBC932) พบว่ายีน *Co1* ควบคุมต้านทานต่อเชื้อ CC ในระยะผลเขียว (Pakdeevaraporn et al. 2005) และยีน *Co2* ต้านทานต่อเชื้อ CC ในระยะผลแดง (Mahasuk et al., 2009) ความมีส่วนร่วมของยีนที่แตกต่างกันสองยีนที่ควบคุมความต้านทานในพริกผลแดงและผลเขียวซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาผลของพริกในแต่ละระยะอาจทำให้เกิดการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Taylor et al. (2007) พบว่าเชื้อ

*Colletotrichum* บางไอโซเลทเป็นเชื้อก่อโรคกับพริกในระยะผลเขียวในพันธุ์ 'PBC932' (*C. chinense*), 'PBC80' และ 'PBC81' (*C. baccatum*) แต่ไม่ก่อให้เกิดโรคในระยะผลแดง ซึ่งในแหล่งพันธุกรรมพริกที่มีรายงานว่าต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสนั้นพบว่ามีการตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากปัจจัยที่หลายอย่างเช่น พันธุกรรมพริก อายุผล (Mongkolporn et al., 2010)

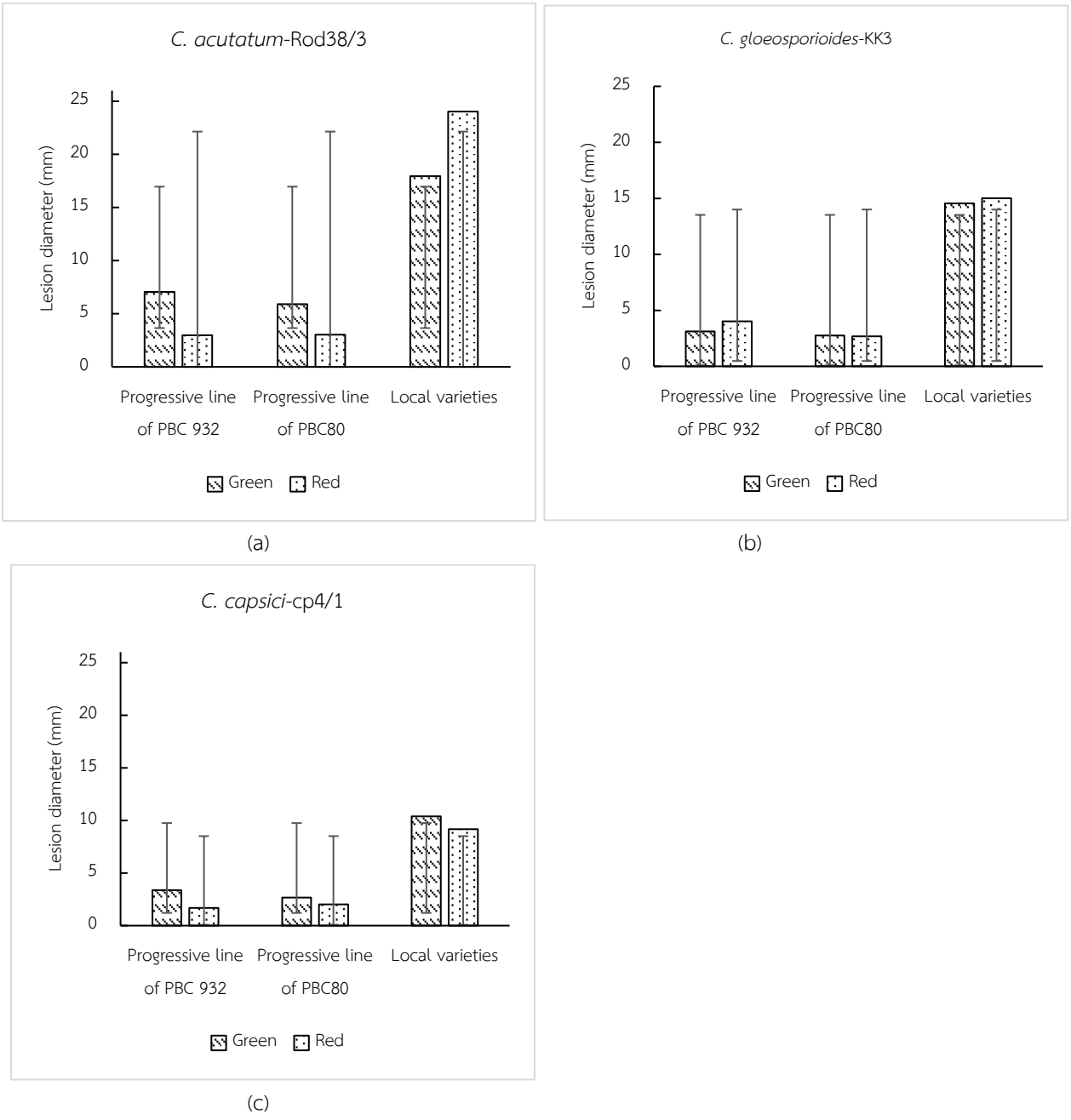



**Figure 1** Anthracnose disease severity of different chili genetics resistant lines to three predominant *Colletotrichum* species in two chili fruit stages, (a) *C acutatum*-Rod38/3; (b) *C.gloeosporioides*-KK3 (c) *C. capsici*-cp4/1

**สรุป**

จากการประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสต่อเชื้อ *Colletotrichum* จำนวน 3 สปีชีส์ ในพริกที่พัฒนามาจาก 2 แหล่งความต้านทาน ได้แก่ PBC80 และ PBC932 ร่วมกับพันธุ์พื้นเมือง ในพริกระยะผลเขียวและระยะผลแดง พบว่ามีระดับความต้านทานที่แตกต่างกัน โดยพริกพันธุ์ที่พัฒนามาจาก PBC80 มีความต้านทานมากกว่า PBC932 โดยในระยะผลแดงมีความต้านทาน

มากกว่าระยะผลเขียว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเชื้อแต่ละสปีชีส์และไอโซเลท จะเห็นว่าเชื้อแต่ละสปีชีส์มีความสามารถในการก่อโรคที่แตกต่างกัน โดยเชื้อ *C. acutatum*-Rod38/3 มีความรุนแรงมากที่สุด และพริกพันธุ์ที่มีศักยภาพในลักษณะความต้านทานแนวกว้างต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* ทั้ง 3 สปีชีส์ *C. acutatum*-Rod38/3 *C. gloeosporioides*-KK3 *C. capsici*-cp4/1 ในสองระยะการสุกแก่ของพริก คือพันธุ์ KM6-4-1(PBC80) และ พันธุ์ที่มีความต้านต่อเชื้อ *C. acutatum*- Rod38/3 และ *C. capsici*-cp4/1 ในสองระยะการสุกแก่ของพริก KM6-2-1(PBC80) และ KM1-9-1(PBC932) ดังนั้นสามารถนำสายพันธุ์ดังกล่าวที่มีศักยภาพที่ดีด้านความสามารถในการต้านทานต่อโรค นำไปพัฒนาให้มีศักยภาพให้ต้านทานต่อเชื้อที่หลากหลายขึ้นหรือการเพิ่มศักยภาพในด้านผลผลิตให้สูงขึ้น เพื่อนำไปเป็นเชื้อพันธุกรรมพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสและให้ผลผลิตสูงต่อไป

**คำขอบคุณ**

โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) เลขที่ MSD62I0044 และบ้านไร่เขียวขจี ภาสกรฟาร์ม เพื่อสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อสนับสนุนเชื้อพันธุกรรมพริก สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 3 สนับสนุนเชื้อที่ใช้ในการประเมินโรค สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวก และคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของสถานที่

**เอกสารอ้างอิง**

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. รายงานข้อมูลสถิติภาวะการผลิตพืช. แหล่งข้อมูล: https://production.doae.go.th/service. ค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2564.

กรมศุลกากร. 2563. รางานสถิติ. แหล่งข้อมูล: http://www.customs.go.th/statistic_report. ค้นเมื่อ 4 กันยายน 2564.

ฉัตรสุดา เผือกใจแผ้ว, ชิษณุพงศ์ เพชรพรรณ และอรอุมา เรืองวงษ์. 2564. การประเมินความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดของรา *Colletotrichum* spp. ที่ก่อโรคในพริก. แก่นเกษตร. 49(1): 801-807.

นุชรีย์ พรำนัก, ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2564. การประเมินและคัดเลือกลักษณะปรากฏของพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส. แก่นเกษตร. 49(3): 622-633.

ปิลันธนา ฐาปนพงษ์วรกุล, วชิรญาณ์ ดวงต๊ะ, มณิการ์ ตรึกตราครบุรี และสมบัติ ศรีชูวงศ์. 2564. ศักยภาพการเป็นปฏิปักษ์ของ *Streptomyces* Spp. และ *Bacillus Subtilis* ต่อเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก. แก่นเกษตร. 49(3): 656-67.

รัฐกร ศรีสุทธี และสรัญยา ณ ลำปาง. 2550. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิค ISSR. วารสารเกษตร 23(2): 89–96.

โชติรส รอดเกตุ, รัติยา พงศ์พิสุทธา และชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล. 2554. ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสพริก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(3): 331-334.

AVRDC. 1999. AVRDC report 1998. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan, Taiwan, P. 148.

Cueva, F., J. Mendoza, and M. Balendres. 2018. A new *Colletotrichum* species causing anthracnose of chilli in the Philippines and its pathogenicity to chilli cultivar Django. Crop Protection. 112: 264-268.

Don, L.D., T.T. Van., V.T.T. Phuong, and P.T.M Kieu. 2007. *Colletotichum* spp. attacking on chilli pepper growing in Vietnam. Country Report. P. 24. In Abstracts of First Internationaal Symposium on Chilli Anthracnose; Oh, D. G., Kim, K. T., Eds.; National Horticultural Research Institute, Rural Development of Administration: Jeollabukdo, Korea.

FAO. 2019. Food and Agriculture Statistics. Available: http://www.faostat.fao.org. Accessed Aug. 1, 2021.

Isaac, S. 1992. Fungal Plant Interaction. Chapman and Hall Press, London.

Kim, S.H., J.B. Yoon, J.W. Do, and H.G. Park. 2007. Resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). Crop Science Biotechnology. 10(4): 277-280.

Ko, M.K., W.B. Jeon, and K.S. Kim. 2005. A *Colletotrichum gloeosporioides* induced esterase gene of nonclimacteric pepper (*Capsicum annuum*) fruit during ripening plays a role in resistance against fungal infection. Plant Molecular Biology. 58: 529–541.

Lee, J.D., J.H. Hong, J.W. Do, and J.B. Yoon. 2010. Identification of QTLs for resistance to anthracnose to two *Colletotrichum* species in pepper. Crop Science Biotechnology. 13(4): 227-233.

Mahasuk, P., N. Khumpeng, S. Wasee, P. Taylor, and O. Mongkolporn. 2009. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) at seedling and fruiting stages in chili pepper. Plant Breeding. 128: 701-706.

Manandhar, J.B., G.L. Hartman, and T.C. Wang. 1995. Anthracnose development on pepper fruits inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Disease. 79: 380-383.

Mongkolporn, O., P. Montri, T. Supakaew, and P. Taylor. 2010. Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* species. Plant Disease. 94: 306-310.

Montri, P.P., P.W.J. Taylor, and O. Mongkolporn. 2009. Pathotypes of *Colletotrichum capsici* the causal agent of chili anthracnose in Thailand. Plant Disease. 93: 17–20.

Muljowati, J., L. Soesanto, and L. Nugroho. 2021. Short Communication: Histopathology of red chilli fruit (*Capsicum annuum*) infected with *Colletotrichum acutatum* of Java, Indonesia isolates. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 22(2): 874-880.

Nanda, C.L., V.H. Prathibha, A.M. Rao, S. Ramesh, S. Hittalmani, and S. Pai. 2016. Tagging SSR markers associated with genomic regions controlling anthracnose resistance in chilli. Indian Journal of Horticulture. 73: 350-355.

Pakdeevaraporn, 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: 206-208.

Park, K.S., and C.H. Kim. 1992. Identification, distribution, and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. Korean Journal Plant Pathology. 8: 61–69.

Ridzuan, R., M. Y. Rafii, S.I. Ismail, M.M. Yusoff, G. Miah, and M. Usman. 2018. Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. Molecular Sciences. 19(10): 3122.

Sariah, M. 1994. Incidence of *Colletotrichum* spp. on chili in Malaysia and pathogenicity of *C. gloeosporioides*. Special Publication. 54: 103–120.

Sharma, G., and B. Shenoy. 2014. *Colletotrichum fructicola* and *C. siamense* are involved in chilli anthracnose in India. Archives of Phytopathology and Plant. 47: 1179–1194.

Soraia, A.M., S.A. Leandro, P. Cláudia, S. Cíntia, G.F. Margarida, and M. Artur. 2014. Resistance in *Capsicum* spp. to anthracnose affected by different stages of fruit development during pre- and post-harvest. Tropical Plant Pathology. 39(4): 335-341.

Sun, C., S. Mao, Z. Zhang, A. Palloix, L. Wang, and B. Zhang. 2015. Resistances to anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) of *Capsicum* mature green and ripe fruit are controlled by a major dominant cluster of QTLs on chromosome P5. Scientia Horticulturae. 181: 81–88.

Suwor, P., P. Thummabenjapone, J. Sanitchon, S. Kumar, and S. Techawongstien. 2015. Phenotypic and genotypic responses of chili (*Capsicum annuum* L.) progressive lines with different resistant genes against anthracnose pathogen (*Colletotrichum* spp.). European Journal of Plant Pathology. 143(4): 725-736.

Taylor, P., and R. Ford. 2007. Diagnostics, genic diversity and pathogenic variation of Ascochyta blight of cool season food and feed legumes. European Plant Pathology. 119: 127-133.

Than, P.P., H. Prihastuti, S. Phoulivong, P. Taylor, and K.D. Hyde. 2008. Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. Zhejiang University Science. Biomedicine and Biotechnology. 9(10): 764-778.

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(6): 1275-82.

Yoon, J.B., and H.G. Park. 2005. Trispecies bridge crosses, (*Capsicum annuum* x C. *chinense*) x *C. baccatum*, as an alternative for introgression of anthracnose resistance from C. *baccatum* into C. *annuum*. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 46: 5-9.

Yoon, J.B., D.C. Yang, W.P. Lee, S.Y. Ahn, and H.G. Park. 2004. Genetic resources resistant to anthracnose in the genus *Capsicum*. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 45: 318–323.

Zhao, Y., Y. Liu, and Z. Zhang. 2020. Fine mapping of the major anthracnose resistance QTL *$AnR_{GO}5$* in *Capsicum chinense* 'PBC932'. BMC Plant Biology. 20: 189.