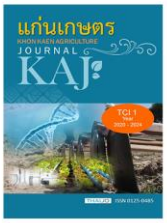
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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



การประเมินและคัดเลือกลักษณะปรากฏของพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส

Phenotypic evaluation and selection of chili (*Capsicum annuum*) against anthracnose diseases

นุชรีย์ พรำนัก[1], ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ[2], เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล[3], และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร[1,2]*

Nutchari Phramnak[1], Tanyarat Tarinta[2], Phetcharat Thammabenjapon[3], and Suchila Techawongstien[1,2]*

[1] *สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[1] *Horticulture section, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002*
[2] *ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[2] *Plant breeding research center for sustainable of agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002*
[3] *สาขากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002*
[3] *Division of Entomology and Plant pathology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002*

บทคัดย่อ: เชื้อพันธุกรรมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาพริกพันธุ์ดีที่ต้านทานต่อเชื้อโรคนี้ ที่ผ่านมามีการดำเนินการรวมยีนต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum* หลายสปีชีส์ การศึกษาครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อมุ่งประเมินสายพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี โดยประเมินพริก 11 สายพันธุ์ที่ ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจากฐานพันธุกรรมที่ต่างกัน 2 แหล่ง คือ PBC932 และ PBC80 ทำการประเมินลักษณะความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยปลูกเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลสุกแก่ 2 ระยะคือ ระยะผลเขียว 35 วัน และระยะผลแดง 45 วัน หลังดอกบาน พร้อมทั้งประเมินลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในสภาพแปลง เปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอ พันธุ์ต้านทาน และพันธุ์การค้าชนิดละ 1 พันธุ์ ในฤดูฝน พ.ศ. 2561 (มิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม) เมื่อพิจารณาลักษณะความต้านทานโรคร่วมกับการให้ผลผลิต พบว่า พริก 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11221, KKU-P11235 และ KKU-P11211 เป็นสายพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ โดยพริกสายพันธุ์ KKU-P11221 แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้งสองสปีชีส์ ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ สายพันธุ์ KKU-P11235 แสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ระยะผลเขียว และ *C. acutatum* ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ และสายพันธุ์ KKU-P11211 แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้งสองสปีชีส์ ที่ระยะผลเขียว และมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับพันธุ์การค้า ดังนั้นพริก 3 สายพันธุ์ข้างต้น เป็นสายพันธุ์พริกที่มีศักยภาพที่ดีทั้งด้านความสามารถในการต้านทานต่อโรค และการให้ผลผลิต จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาให้เป็นพริกพันธุ์ต้านทานและมีผลผลิตที่สูงขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: *Colletotrichum* spp.; เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค; พริกการค้า; ลักษณะทางการเกษตร

ABSTRACT: The anthracnose resistant source was necessary for improvement the good chili varieties resistant to this severe disease. Previously, the progressive lines were selected with *Colletotrichum* species resistance gene combinations. The objective of this study was to evaluate the chili for resistance to anthracnose disease with the good agronomic traits. In this experiment, the reported 11 progressive lines of chili with different resistant genetic sources, i.e., PBC932 and PBC80 were inoculated with *C. capsici* and *C. acutatum* into the 2 chili fruit stages; green mature and ripe mature chili fruit at 35 and 45 days after flowering under the laboratory conditions for diseases. Yield and yield components were evaluated in the field conditions compared with one susceptible, one resistant varieties and one commercial varieties during rainy season (June-October 2018). Considering on the disease resistance together with their yield performance, the three lines; KKU-P11221, KKU-P11235, and KKU-P11211 are the good lines with target traits. The disease response of the KKU-P11221 was resistance to the two *Colletotrichum*

* Corresponding author: suctec@kku.ac.th

Received: date; September 1, 2020 Accepted: date; October 14, 2020 Published: date; June 5, 2021

species at the two fruit development stages. The KKU-P11235 was resistance to *C. capsici* at mature green fruit stage and resistance to *C. acutatum* at the two fruit development stages, and KKU-P11211 was resistance to the two *Colletotrichum* species at mature green fruit stage. All three mentioned lines might be used as the genetic sources for improving the good chili variety with resistance to this disease thereafter.
Keywords: *Colletotrichum* spp.; percentage of disease severity; marketable type of chili; agronomic trait

บทนำ

พริก (*Capsicum* spp.) เป็นพืชผักอันดับต้นๆ ที่ทั่วโลกนิยม โดยพริกที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย คือพริก *C. annuum* L. ซึ่งแหล่งผลิตพริกที่สำคัญของประเทศไทย คือ จังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดศรีสะเกษ ชัยภูมิ และอุบลราชธานี ส่วนใหญ่เป็นพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ จำพวก พริกจินดา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) การปลูกพริกในประเทศไทย มีทั้งปลูกเพื่อบริโภคในระดับครัวเรือนไปจนถึงปลูกเพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่าง ๆ (สุชีลา, 2557) ซึ่งล้วนแต่ประสบปัญหาพริกคุณภาพ และผลผลิตต่ำอันเนื่องมาจาก แมลงศัตรูพืช และโรคพืชต่าง ๆ เข้ามารบกวน และเข้าทำลายพริก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคแอนแทรคโนส หรือโรคกุ้งแห้ง ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp.สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตได้มากถึง 80 %หากไม่ทำการป้องกันกำจัด (Than et al., 2008)

โรคแอนแทรคโนสในพริกมีรายงานการเข้าทำลายทั่วโลก เกิดจากเชื้อราอย่างน้อย 4 สปีชีส์ (species) คือ *C. capsici* (Syd.) Butler and Bisby, *C. gloesporiodes* Penz. and Saxx, *C. acutatum* (Simmonds) และ *C. coccodes* (Wallr) เชื้อทั้ง 4 สปีชีส์นี้เป็นปัญหาในการผลิตพริกทั้งในประเทศจีน (Liao et al., 2012; Zhang et al., 2007) อินเดีย (Ramachandran et al, 2007) ไต้หวัน (Black and Wang, 2007) เวียดนาม (Le et al., 2007) บราซิล (Henz et al., 2007) และไทย (Than et al., 2008) เป็นต้น โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบรายงานการเข้าทำลายของโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ 4 สปีชีส์ดังกล่าวเช่นกัน แต่ที่ระบาดรุนแรงที่สุดคือ เชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* (Suwor et al., 2015) สามารถเข้าทำลายได้ตั้งแต่ระยะต้นกล้าไปจนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว ลักษณะผลพริกที่เป็นโรคจะเป็นจุดช้ำเน่า และร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว (Mahasuk et al., 2009) ซึ่งการป้องกันกำจัดสามารถทำได้ทั้งโดยวิธีเขตกรรม เช่น ปลูกพืชหมุนเวียน หรือ จัดการระยะปลูกให้เหมาะสม เป็นต้น (Than et al., 2008) วิธีฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัด ฉีดพ่นสารเคมี หรือการเลือกใช้พันธุ์ต้านทานต่อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการใช้พันธุ์ต้านทาน เป็นวิธีการหนึ่ง ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่ามีประสิทธิภาพสูง ในการป้องกันการเกิดโรคอย่างยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Saxena et al., 2016) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาพันธุ์ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสเพื่อช่วยแก้ปัญหาการระบาดของโรคแอนแทรคโนสในกระบวนการผลิตพริกของเกษตรกร ที่ผ่านมามีความพยายามในการพัฒนาพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส โดยเริ่มต้นจากเชื้อพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งเชื้อพันธุกรรมที่เป็นแหล่งของยีนที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส ส่วนใหญ่พบในพริก 2 กลุ่ม ได้แก่ *C. baccatum* L. เช่น พันธุ์ PBC80 และ PBC81 และ *C. chinense* Jacq. เช่น พันธุ์ PBC932 (AVRDC, 1999) แต่พริกในกลุ่มดังกล่าวยังขาดลักษณะทางการเกษตรที่ดี (Yoon et al., 2005; Wang, 2011; Suwor et al., 2015) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้นำสายพันธุ์พริกในกลุ่ม *C. annuum* L. ที่ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส *C. capsici* และ *C. acutatum* มาประเมินเพื่อมุ่งคัดเลือกสายพันธุ์พริกที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และสามารถต้านทานต่อเชื้อแอนแทรคโนสได้หลายสปีชีส์ และระยะผลสุกแก่ เพื่อจะสามารถคัดเลือกสายพันธุ์พริกที่มีศักยภาพไปใช้ ในกระบวนการพัฒนาลูกผสม และศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมความต้านทานที่ส่งต่อไปสู่รุ่นลูกต่อไปได้

วิธีการศึกษา

พันธุ์ที่ใช้ในการประเมินและคัดเลือก

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการประเมินพริกสายพันธุ์ดีรุ่นที่ 6 (Progressive line; F_6) จำนวน 11 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นเชื้อพันธุกรรมจากงานวิจัยของ Suwor et al. (2015) และนักวิจัยของศูนย์ปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นสายพันธุ์พริกที่เกิดจากการผสมข้ามพริกพันธุ์ดีกับสายพันธุ์พริกที่มียีนต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสจาก

แหล่งความต้านทาน 2 แหล่ง ได้แก่ PBC932 (*C. chinense*) และ PBC80 (*C. baccatum*) จากนั้นได้ทำการผสมตัวเองจนเข้าใกล้ความเป็นพันธุ์แท้ **(Figure 1)** ในการศึกษาได้ปลูกเปรียบเทียบพริกทั้ง 11 สายพันธุ์ กับพันธุ์อ่อนแอ 1 พันธุ์ (Bang-chang) พันธุ์ต้านทาน 1 พันธุ์ (PBC81) และพันธุ์การค้า 1 พันธุ์ (Superhot) **(Table 1)** ทำการประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสภาพห้องปฏิบัติการ และปลูกประเมินลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในสภาพแปลง ณ แปลงทดลองหมวดพืชผัก สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง ตุลาคม 2561

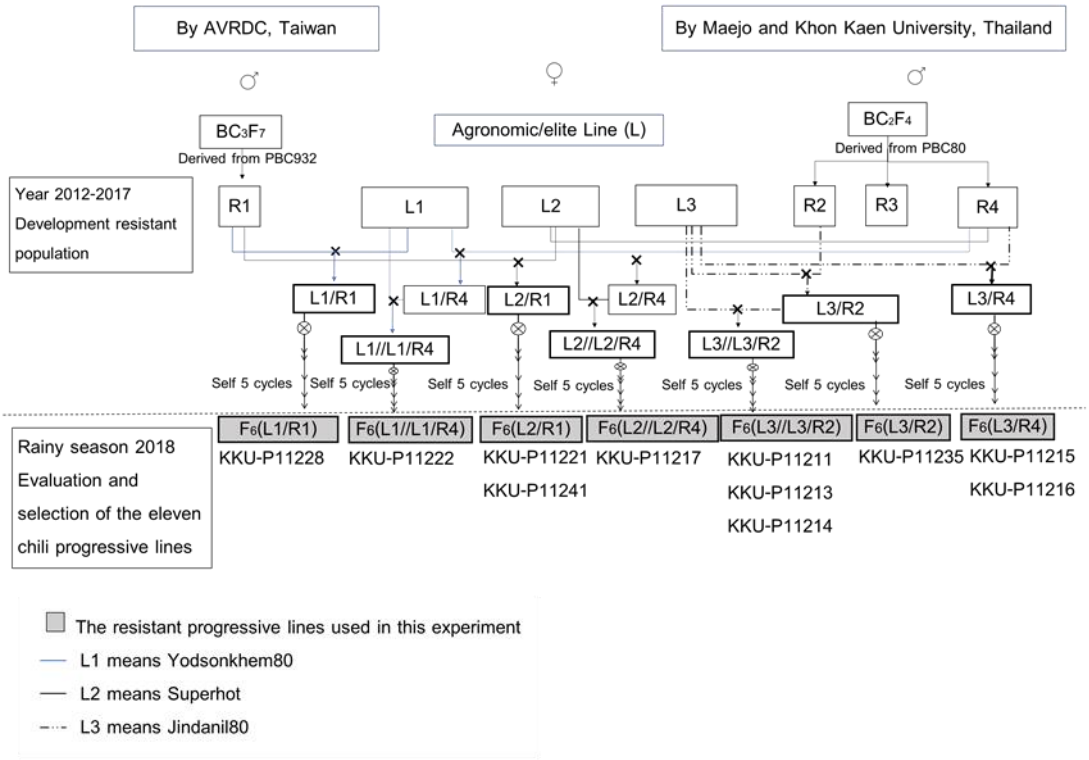


Figure 1 The schematic procedure of anthracnose disease resistance in chili (*Capsicum annuum* L.) populations.

* AVRDC = The world vegetable center

** L1, L2, and L3 means the elite lines (Yodsonkhem80, Superhot and Jindanil80, respectively), R1 mean the progressive line derived from PBC932, and R2-R4 means the progressive lines derived from PBC80.

***× = cross pollination and ⊗ = self-pollination

Table 1 The reported eleven chili progressive lines for resistance to anthracnose diseases screened with *Colletotrichum capsici* and *C. acutatum* at mature green-fruit and ripe-fruit stages compared with one susceptible, one resistant, and one commercial varieties during rainy season (June-October 2018)

No.[1/]	Name/ Progressive lines code	Pedigree[2/]	Anthracnose disease resistant gene (s)[3/]	Original source[4/]
1	KKU-P11211	F_6 (L3//L3/R2)	r1	KKU, Thailand
2	KKU-P11213	F_6 (L3//L3/R2)	r1	KKU, Thailand
3	KKU-P11214	F_6 (L3//L3/R2)	r1	KKU, Thailand
4	KKU-P11215	F_6 (L3/R4)	r3	KKU, Thailand
5	KKU-P11216	F_6 (L3/R4)	r1	KKU, Thailand
6	KKU-P11217	F_6 (L2//L2/R4)	r3	KKU, Thailand
7	KKU-P11221	F_6 (L2/R1)	r4	KKU, Thailand
8	KKU-P11222	F_6 (L1//L1/R4)	r4	KKU, Thailand
9	KKU-P11228	F_6 (L1/R1)	r2, r3, r4	KKU, Thailand
10	KKU-P11235	F_6 (L3/R2)	r1, r2, r3, r4	KKU, Thailand
11	KKU-P11241	F_6 (L2/R1)	r4	KKU, Thailand
12	Bang-chang	Pure line		KKU, Thailand
13	PBC81	Pure line		AVRDC, Taiwan
14	Superhot	F_1-hybrid		East west seed company, Thailand

[1/]No. 1 to 11 are the reported anthracnose diseases resistance of chili progressive lines, No. 12 a susceptible check, No. 13 is a resistant check, and No. 14 is a commercial check variety.

[2/]L1, L2 and L3 means the elite lines (Yodsonkhem80, Superhot and Jindanil80, respectively), R1 mean the progressive line derived from PBC932, and R2-R4 means the progressive lines derived from PBC80, respectively.

[3/]r1: resistance to *C. capsici* at green fruit stage, r2: resistance to *C. capsici* at ripe fruit stage, r3 is resistance to *C. acutatum* at green fruit stage, and r4 is resistance to *C. acutatum* at ripe fruit stage, respectively.

[4/] KKU =Khon Kaen University and AVRDC= The world vegetable center

การประเมินความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของสายพันธุ์พริกที่มีรายงานความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสภาพห้องปฏิบัติการ

การเตรียมเชื้อ และการปลูกเชื้อ

ประเมินลักษณะที่ปรากฏของความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสโดยใช้เชื้อ *Colletotrichum* 2 สปีชีส์ ได้แก่ *C. capsici* และ *C. acutatum* สปีชีส์ละ 1 ไอโซเลตที่มีความรุนแรงในการก่อโรค เตรียมเชื้อจาก *C. capsici* และ *C. acutatum* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล สาขากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการเพิ่มปริมาณเชื้อโดยเลี้ยงบนอาหารชนิด Potato Dextose Agar (PDA) บ่มเป็นเวลา 7 วันจนเชื้อสร้างสปอร์ จากนั้นนำสปอร์นับจำนวนเชื้อโดยใช้ haemacytometer เพื่อทำให้เชื้อมีความเข้มข้น 5 x 10^5 สปอร์/ มล. จากนั้นปลูกเชื้อโดยวิธีการ Microinjection (AVRDC, 1999) บนผลพริก 2 ระยะผลสุกแก่ (ระยะผลเขียว 35 วัน และระยะผลแดง 45 วัน หลังดอกบาน) วางผลพริกที่ปลูกเชื้อลงในกล่องบ่มพลาสติกที่มีสำลีชับน้ำกลั่นปลอดเชื้อจากนั้นปิดฝากล่องเพื่อรักษาความชื้นภายในกล่องให้อยู่ในระดับ 80-90% และวางกล่องบ่มไว้ที่

อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ทำการประเมิน 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ผล/ระยะผลสุกแก่

การประเมินการเกิดโรค

ประเมินการเกิดโรคแอนแทรคโนส ประเมินอาการโรคที่ 7 วัน หลังปลูกเชื้อ โดยประเมินจากลักษณะที่เกิดขึ้นจริง**(Figure 2)** โดยการคำนวนเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่อผล (% Disease severity) ตามวิธีการของ Montri et al. (2009) **(Table 2)** และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยการเกิดโรคแต่ละสายพันธุ์พริก

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (\%)} = \frac{\text{พื้นที่ของแผลที่เกิด} \times 100}{\text{พื้นที่ของผิวพริกทั้งหมด}}$$

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

Score	Disease reaction	Symptom description
0	Highly resistant (HR)	0-0.99 % No infection
1	Resistant(R)	1- 2% of fruit area shows necrotic lesion or a larger water-soaked lesion surrounding the infection site
3	Moderately resistant (MR)	2- 5% of the fruit area shows necrotic lesion, acervuli may be present, or water-soaked lesion up to 5% of the fruit surface
5	Moderately susceptible (MS)	5-15% of the fruit area shows necrotic lesion, acervuli present, or water-soaked lesion up to 25% of the fruit surface
7	Susceptible (S)	15-25% of the fruit area shows necrotic lesion with acervuli
9	Highly susceptible (HS)	>25% of the fruit area shows necrosis, lesion often encircling the fruit, abundant acervuli

Source: adapted from Montri et al. (2009)

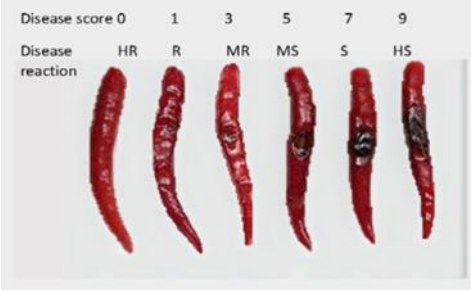


Figure 2 Anthracnose disease symptom scores and disease reaction

: 0,1, 3, 5, 7, and 9 means; HR: Highly resistant, R: Resistant, MR: Moderately resistant, MS: Moderaetly susceptible, S: Susceptible and HS: Highly susceptible, which described as details in **Table 2

การประเมินลักษณะ และศักยภาพในการให้ผลผลิตของพริกสายพันธุ์ที่มีรายงานความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสภาพแปลง

ประเมินลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกที่มีรายงานความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสภาพแปลง ขนาดแปลงปลูก 0.8×40 ม. คลุมด้วยพลาสติกสีเทา ระยะห่างระหว่างแปลง 80 ซม. ระยะปลูก โดยให้ระยะห่างระหว่างต้น 50 ซม.

ระหว่างแถว 50 ซม. ปลูกสลับฟันปลา 1 ต้นต่อหลุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (Randomized complete block design; RCBD) กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น

บันทึกลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตสด (กรัม/ต้น) ผลผลิตแห้ง (กรัม/ต้น) จำนวนผล (ผล/ต้น) และน้ำหนักผล (กรัม) ทำการเก็บข้อมูล และบันทึกทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์ทั้ง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะการเกิดโรคแอนแทรคโนส ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตตามแผนการทดลองแบบ CRD และ RCBD ตามลำดับ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ STATISTIX 8 และ SPSS

ผลการศึกษา

การประเมินสายพันธุ์พริก 2 สภาพ ได้แก่ 1) การประเมินพริกต้านทานโรคในสภาพห้องปฏิบัติการ และ 2) การประเมินผลผลิตและ องค์ประกอบผลผลิตของพริกในสภาพแปลง มีผลการทดลอง ดังนี้

การประเมินลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนสของพริกในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการประเมินลักษณะความต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum spp.* 2 สปีชีส์ และ 2 ระยะผลสุกแก่ในพริก 11 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์พริกที่นำมาประเมินการเกิดโรคมีปฏิกิริยาการตอบสนองต่อสปีชีส์ของเชื้อ และระยะผลสุกแก่ที่แตกต่างกัน สามารถจัดกลุ่มได้ 5 กลุ่ม ตามปฏิกิริยาการตอบสนองต่อเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนส และระยะผลสุกแก่ **(Table3)** ได้แก่ **กลุ่มที่ 1** คือ สายพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว และระยะผลแดง จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11215, KKU-P11216, KKU-P11221, KKU-P11222 และ KKU-P11241 โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 0.31%-3.61% และแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรค 3 ระดับ ได้แก่ ต้านทานมาก (HR) ต้านทาน (R) และค่อนข้างต้านทาน (MR) ซึ่งแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรคใกล้เคียงกับพันธุ์ต้านทานเปรียบเทียบ (PBC81) **กลุ่มที่ 2** คือ สายพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ระยะผลเขียว และระยะผลแดง และต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ KKU-P11214 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 0.44%-6.16% และแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรค 3 ระดับ ได้แก่ HR, R และ MR **กลุ่มที่ 3** คือ สายพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ระยะผลเขียว และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว และระยะผลแดง จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11213, KKU-P11228 และ KKU-P11235 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 0.40%-6.51% และแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรค 3 ระดับ ได้แก่ HR, R และ MR **กลุ่มที่ 4** คือ สายพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ KKU-P11211 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 3.15%-7.14% และแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรค 1 ระดับ คือ MR **กลุ่มที่ 5** คือ สายพันธุ์พริกที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว และผลแดง จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ KKU-P11217 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ในช่วง 0.48%-7.69% และ แสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเกิดโรค 2 ระดับ ได้แก่ HR และ R **(Table 3)**

การประเมินลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของพริกในสภาพแปลง

จากการประเมินลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง **(Table 4)** โดยสายพันธุ์พริกที่มีผลผลิตสดต่อต้นสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11235, KKU-P11211, KKU-P11221, KKU-P11217 และ KKU-P11222 (602.98, 537.10, 500.96, 484.08 และ 463.17 กรัม/ต้น ตามลำดับ) สายพันธุ์พริกที่มีผลผลิตแห้งสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11211, KKU-P11222, KKU-P11216, KKU-P11235 และ KKU-P11221 (131.83, 125.21, 118.10, 116.82 และ 112.47 กรัม/ต้น ตามลำดับ) สายพันธุ์พริกที่ให้จำนวนผลต่อต้นสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11221, KKU-P11211, KKU-P11222, KKU-P11228 และ KKU-P11217 (336, 317, 311, 294 และ 288 ผล/ต้น ตามลำดับ) และสายพันธุ์พริกที่มีน้ำหนักต่อผลสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11235, KKU-P11215, KKU-P11241, KKU-P11216, และ KKU-P11217 (5.76, 4.44, 4.35, 3.72 และ 3.52 กรัม/ผล ตามลำดับ) โดยสายพันธุ์ KKU-P11235, KKU-P11215, และ KKU-P11241

มีค่าน้ำหนักต่อผลสูงกว่าพันธุ์การค้าเปรียบเทียบ ส่วนสายพันธุ์ KKU-P11216 และ KKU-P11217 มีน้ำหนักต่อผลที่ใกล้เคียงกับพันธุ์การค้าเปรียบเทียบ **(Figure 3)**

Table 3 Percentage of disease severity and disease reaction to *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum acutatum* at mature green fruit and ripe fruit stage of 14 chili progressive lines.

No.[1/]	Progressive lines	Percentage of disease severity (%)				Disease reaction[2/]				Group[3/]
		C. capsici		*C. acutatum*		*C. capsici*		*C. acutatum*		
		green mature [4/]	ripe mature	green mature	ripe mature	green mature	ripe mature	green mature	ripe mature	
1	KKU-P11211	3.28 d	5.38 e	3.15 b	7.14 b	MR	MS	MR	MS	4
2	KKU-P11213	3.09 c-e	6.51 e	1.47 d	0.69 g	MR	MS	R	HR	3
3	KKU-P11214	0.44 g	2.30 h	1.25 d	6.16 c	HR	MR	R	MS	2
4	KKU-P11215	2.81 f	3.14 ef	1.98 c	0.31 h	MR	MR	R	HR	1
5	KKU-P11216	1.46 f	2.89 g	2.27 c	1.17 f	R	MR	MR	R	1
6	KKU-P11217	6.07 b	7.69 b	0.48 e	1.34 ef	MS	MS	HR	R	5
7	KKU-P11221	1.43 f	3.29 g	2.28 c	1.74 ef	R	MR	MR	R	1
8	KKU-P11222	1.45 f	3.51 e	0.40 e	1.25 f	R	MR	HR	R	1
9	KKU-P11228	4.73 c-e	6.02 cd	0.40 e	1.60 ef	MR	MS	HR	R	3
10	KKU-P11235	4.50 d	5.28 cd	1.30 d	0.60 g	MR	MS	R	HR	3
11	KKU-P11241	3.61 f	3.33 d	1.16 d	2.81 d	MR	MR	R	MR	1
12	Bang-chang	22.19 a	22.20 a	22.40 a	42.60 a	S	S	S	HS	
13	PBC81	0.00 h	0.00 h	0.00 a	0.00 h	HR	HR	HR	HR	
14	Superhot	2.35 e	4.69 f	2.01 c	1.59 ef	MR	MR	MR	R	
	Mean	4.10	5.45	2.90	4.93					
	F-test[5/]	**	**	**	**					
	C.V. (%)	16.24	14.30	21.01	12.25					

[1/]No. 1 to 11 are the reported anthracnose diseases resistance of chili progressive lines, No. 12 a susceptible check, No. 13 is a resistant check, and No. 14 is a commercial check variety.

[2/] six levels of disease reaction are Highly resistant (HR) Resistant (R) Moderately resistant (MR), Moderately susceptible (MS), Susceptible (S) and Highly susceptible (HS)

[3/] Five groups for resistance to anthracnose, i.e., 1 = resistant to *C. capsici* and *C. acutatum* at green and ripe mature fruit stage, 2 = resistant to *C. capsici* at green and ripe fruit stage and resistance to *C. acutatum* at green stage, 3 = resistant to *C. capsici* at green stage and *C. acutatum* at green and ripe fruit stage, 4 = resistant to *C. capsici* and *C. acutatum* at green fruit stage and 5 = resistant to *C. acutatum* at green and ripe fruit stage.

[4/] Values followed by the same letter in a column did not differ significantly (0.05 level) in Duncan's multiple range test.

[5/] ** are significant difference at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$ levels, respectively

Table 4 Yield and yield components of the reported 11 chili progressive lines for resistance to anthracnose diseases compared with one susceptible, one resistant check and one commercial varieties during rainy season (June-October 2018)

No.[1/]	Progressive lines	Fresh fruit yield (g/plant)[2/]		Dry fruit yield (g/plant)		Fruit number (fruit/plant)		Fruit weight (g)	
1	KKU-P11211	537.10	bc	131.83	b	318	bc	3.37	cd
2	KKU-P11213	420.60	de	109.66	b-d	274	c-e	3.34	cd
3	KKU-P11214	442.25	de	104.69	cd	233	de	3.33	cd
4	KKU-P11215	399.78	e	95.10	cd	254	c-e	4.44	b
5	KKU-P11216	460.50	c-e	118.10	b-d	286	b-e	3.72	bc
6	KKU-P11217	484.08	c-e	112.30	b-d	288	b-e	3.52	cd
7	KKU-P11221	500.96	cd	112.47	b-d	336	b	3.42	cd
8	KKU-P11222	463.17	c-e	125.21	bc	311	bc	3.50	cd
9	KKU-P11228	400.03	e	76.55	e	294	b-d	2.78	d
10	KKU-P11235	602.98	b	116.82	b-d	232	de	5.76	a
11	KKU-P11241	448.82	de	105.61	cd	227	e	4.35	b
12	Superhot	723.76	a	186.19	a	470	a	3.02	cd
	Mean	490.33		116.21		294		3.71	
	F-test[3/]	**		**		**		**	
	C.V. (%)	29.31		32.89		36.26		40.03	

[1/]No. 1 to 11 are the reported anthracnose diseases resistance of chili progressive lines and No. 12 is a commercial check variety

[2/] Values followed by the same letter in a column did not differ significantly (0.05 level) in Duncan's multiple range test

[3/] *, ** are significant difference at P ≤ 0.05 and P ≤ 0.01 levels, respectively

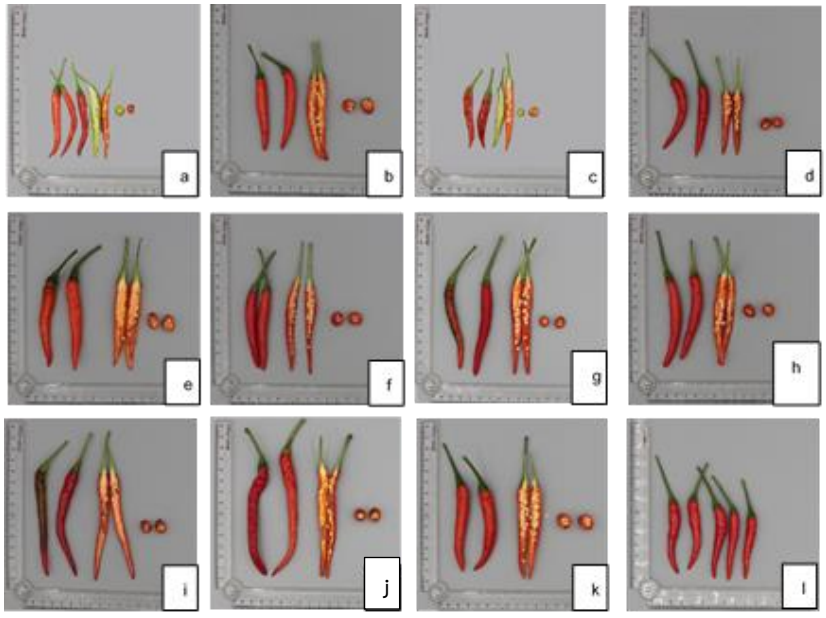


Figure 3 Fruit characteristic of eleven chili progressive lines for resistance to anthracnose and commercial variety

* a) KKU-P11211 b) KKU-P11213 c) KKU-P11214 d) KKU-P11215 e) KKU-P11216
f) KKU-P11217 g) KKU-P11221 h) KKU-P11222 i) KKU-P11228 j) KKU-P11235 and
k) KKU-P11241 l) Superhot (Commercial variety), respectively

วิจารณ์

จากการจัดกลุ่มความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในพริก แสดงให้เห็นถึงความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่แตกต่างกันของพริกแต่ละกลุ่ม พบว่า พริกในกลุ่มที่ 1 มีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนสได้ทุกเชื้อ และทุกระยะผลสุกแก่ซึ่งต่างจากพริกในกลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 ที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่แบบเฉพาะเจาะจงกับสปีชีส์ของเชื้อ และระยะผลสุกแก่ที่แตกต่างกัน ซึ่งการแสดงความสามารถในการต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่ต่างกันในพริกแต่ละสายพันธุ์นั้น เกิดจากพริกทั้ง 11 สายพันธุ์ได้รับการถ่ายยีนต้านทานจากแหล่งความต้านทาน 2 แหล่ง ได้แก่ *Capsicum chinense* (PBC932) และ *C. baccatum* (PBC80) ซึ่งพริก 2 สปีชีส์นี้ มีลักษณะความต้านทานต่อโรคที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่แตกต่างกัน โดยประชากรที่ได้รับการถ่ายทอดยีนมาจาก PCB932 มียีนที่ควบคุมลักษณะที่ความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ในระยะผลเขียว คือ *Co1* และระยะผลแดงคือ *Co2* และ ประชากรที่ถ่ายทอดยีนมาจาก PBC80 มียีนที่ควบคุมลักษณะที่ความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ในระยะผลเขียว คือ *Co4* และระยะผลแดง คือ *Co5* (Mahasuk et al., 2009) ดังนั้น พริกที่มีฐานพันธุกรรมที่แตกต่างกัน จึงมีความสามารถต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสได้ต่างสปีชีส์กัน (สุชีลา, 2557) ในพันธุ์ต้านทานส่วนใหญ่มักขาดลักษณะทางการเกษตรที่ดี จึงมีความจำเป็นต้องประเมินลักษณะความต้านทานต่อโรคร่วมกันกับลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบลผลผลิต **(Table 5)** โดยพริกทั้ง 11 สายพันธุ์ สามารถให้ผลผลิตที่อยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 500กรัม/ต้น) ถึง ระดับปานกลาง นอกจากนี้ไม่พบสายพันธุ์พริกที่สามารถให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง (มากกว่า 700 กรัม/ต้น) เนื่องจากสายพันธุ์พริกเหล่านี้ถูกคัดเลือกมาจากพันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตจากพริกพันธุ์ดี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ Yodsonkhem 80 (L1) Superhot (L2) และ Jindanil 80 (L3) ซึ่งพริกพันธุ์ดังกล่าว มักมีผลผลิตสดอยู่ระหว่าง 476.37-685.66 กรัมต่อต้น (วันวิสา และคณะ, 2556; พัชราภรณ์ และคณะ, 2553; สุชีลา, 2557) อีกทั้งลักษณะผลผลิตถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ นอกจากพันธุกรรมพืชแล้ว อิทธิพลของสภาพแวดล้อมยังมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิต ดังนั้นจึงควรปลูกทดสอบ และคัดเลือกพันธุ์หลายสภาพแวดล้อม (Hasanuzzman and Golam, 2011) อีกทั้งเมื่อพิจารณาผลผลิตสด ร่วมกับลักษณะความต้านทางต่อโรค พบว่า พริกสายพันธุ์ KKU-P11221 มีความโดดเด่น ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจาก พริกพันธุ์ PBC932 โดยมีผลผลิตสดอยู่ในระดับปานกลาง (500-700 กรัม/ต้น) และสามารถแสดงความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสได้ทั้งหมด 2 สปีชีส์ของเชื้อ และ 2 ระยะผลสุกแก่ ซึ่งต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ คือประชากรพริกที่ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจาก PBC932 มักจะแสดงความต้านทานที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อสปีชีส์ของเชื้อ และระยะผลสุกแก่ (Suwor et al., 2015) นอกจากนี้ พบว่า พริกสายพันธุ์ KKU-11235 และ KKU-P11211 แสดงปฏิกิริยาการตอบสนองต่อโรคแอนแทรคโนสที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อสปีชีส์ของเชื้อ และระยะผลสุกแก่ อีกทั้งมีผลผลิตอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PBC80 ทั้งนี้การแสดงออกของความต้านทานมีความสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า คือ ประชากรพริกที่ได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจาก PBC80 มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เฉพาะเจาะจงต่อสปีชีส์ของเชื้อ และระยะผลสุกแก่ (Suwor et al., 2015) ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกเชื้อที่ระยะผลสุกแก่ที่ต่างกัน การแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสก็ต่างกันตามหลักความสัมพันธ์ของยีนที่ควบคุมเชื้อก่อโรค และ ยีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานของพืช (Gene-for-gene hypothesis) (Taylor et al., 2007) ดังนั้นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาพันธุ์พริกต่อไปในอนาคตจำเป็นต้องพิจารณาสายพันธุ์พริกที่สามารถใช้เป็นตัวแทนกลุ่มความต้านทานที่ครบทั้งหมด ดังนี้ สายพันธุ์พริกที่สามารถต้านทานต่อเชื้อทั้ง 2 สปีชีส์ และ 2 ระยะผลสุกแก่ (KKU-P11221) สายพันธุ์พริกที่สามารถต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ และต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว (KKU-P11214) สายพันธุ์พริกที่สามารถต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ระยะผลเขียว และต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ (KKU-P11213 และKKU-P11235) สายพันธุ์พริกที่สามารถต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว (KKU-P11211) และ สายพันธุ์พริกที่สามารถต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ (KKU-P11217) ซึ่งสายพันธุ์พริกดังกล่าวนั้นมีศักยภาพ

ทั้งด้านความต้านทานต่อโรค ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เพื่อใช้ในการประเมินหาพ่อแม่พันธุ์ดี และศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสสู่รุ่นลูกต่อไป

Table 5 Anthracnose diseases resistance and yield performance of eleven chili progressive lines

Colletotrichum spp. and fruit stage / Fresh fruit yield	*C. capsici*		*C. acutatum*	
	Fruit stage		Fruit stage	
	mature green	mature ripe	mature green	mature ripe
High yield (<700 g/plant)	-	-	-	-
Medium yield (500-700 g/plant)	[1/]No.1, 7 and 10	No.7	No.1, 7 and 10	7 and 10
Low yield (>500 g/plant)	No.2, 3, 4, 5, 8, 9 and 11	No.3, 4, 5, 8 and 11	No.2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 and 11	No.2, 4, 5, 6, 8, 9 and 11

[1/]No.1 = KKU-P11211 No.2 = KKU-P11213, No.3 = KKU-P11214, No.4 = KKU-P11215, No.5 = KKU-P11216 No.6 = KKU-P11217 No.7 = KKU-P11221 No.8 = KKU-P11222, No.9 = KKU-P11228, No.10 = KKU-P11235 and No.11 = KKU-P11241

สรุป

จากการประเมินความต้านทานโรคแอนแทรคโนส ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า สามารถจัดกลุ่ม ได้ 5 กลุ่ม โดยใช้ปฏิกิริยาการตอบสนองต่อโรคเป็นเกณฑ์ โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนสได้ทั้ง *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ 2 ระยะผลสุกแก่ กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ5 มีความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อที่มีความเฉพาะเจาะจง และระยะผลสุกแก่ ซึ่งการคัดเลือกสายพันธุ์พริกควรประเมินร่วมกับลักษณะผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรร่วมด้วยจึง พบว่า พริก 3 สายพันธุ์ ที่มีความโดดเด่น ได้แก่ สายพันธุ์ KKU-P11221 สามารถแสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียวและผลแดง สายพันธุ์ KKU-P11235 สามารถแสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ที่ระยะผลเขียว และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียวและผลแดง และสายพันธุ์ KKU-P11211 แสดงความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* และ *C. acutatum* ที่ระยะผลเขียว พริกทั้ง 3 สายพันธุ์ มีลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับพริกพันธุ์การค้า สามารถนำไปพัฒนาพันธุ์เพื่อให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น และมีลักษณะที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสต่อไปได้

คำขอบคุณ

โครงการพัฒนานักวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) พร้อมทั้ง บริษัท เจียไต๋ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ร่วมให้ทุนอุดหนุนใน รหัสโครงการ 60-2-1074 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนเชื้อพันธุกรรมพันธุ์พริก สิ่งอำนวยความสะดวก และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. รายงานสถิติทางการเกษตร. https://production.doae.go.th/service/report-product-statistic/index. ค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2563.

พัชราภรณ์ สุวอ, พวงเพชร พิมพ์จันทร์, วีระ คำวอน, พวงเพ็ญ พรไธสง, คะนึงนิจ ฤทธิ์, และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2553. ลักษณะประจำพันธุ์ พริกพันธุ์ปรับปรุงของ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 8 พันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.

วันวิสา ใจราช, พัชราภรณ์ สุวอ, ชุมพล เตมียสถิต, และ สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2557. ผลของเทคโนโลยีการผลิตที่มีต่อปริมาณและคุณภาพพริกเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. แก่นเกษตร. 42: 772-777.

สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2557. พริก: นวัตกรรม จากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์. คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2557. พริกยอดสนเข็ม 80: จากพริกพันธุ์พื้นบ้านสู่การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา. แก่นเกษตร. 42: 147-152.

AVRDC. 1999. Off-season tomato, pepper, and eggplant. In AVRDC Report 1998. Taiwan.

Black, L., and T. C. Wang. 2007. Chili Anthracnose Research at AVRDC 1993–2002. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose September 17– 19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.

Hasanuzzman, H., and F. Golam. 2011. Gene action involved in yield and yield contributing traits of chili (*Capsicum annuum* L.). Australian Journal of Crop Science. 5: 1868-1875.

Henz, G. P., A. Reis, A. C. Cafe´Filho, and L. S. Boiteux. 2007. Present Situation of the anthracnose disease in sweet and hot pepper in Brazil and search for sources of resistance. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose. September 17– 19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.

Le, D. D., T. V. Tran, T. P. V. Trinh, and T. M. K. Pham. 2007. *Colletotrichum* spp. attacking on chili pepper growing in Vietnam. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose. September 17– 19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.

Liao, C. Y., M. Y. Chen, and Y. K. Chen. 2012. Characterization of three *Colletotrichum acutatum* isolates from *Capsicum* spp. European Journal of Plant Pathology. 133: 599–608.

Mahasuk, P., N. Khumpeno, 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: 701-706.

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

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

Ramachandran, N., R. K. Madhavi, and K. Rathnamma. 2007. Current status of chili anthracnose in India. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose. September 17– 19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.

Saxena, A., R. Raghuwanshi, and H. B. Singh. 2016. Elevation of defense network in chilli against *Colletotrichum capsici* by phyllospheric *Trichoderma* strain. Journal of Plant Growth Regulation. 35: 377–389.

Suwor, P., P. Thummabenjapone, J. Sanichon, 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: 725-736.

Taylor, P. W. J., O. Mongkolporn, P. P. Than, P. Montri, N. Ranathunge, C. Kanchana-udomkan, R. Ford, S. Pongsupasamit, and K. D. Hyde. 2007. Pathotypes of *Colletotrichum* spp. infecting chilli peppers and mechanisms of resistance. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose. September 17–19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.

Than, P. P., R. Jeewon, K. D. Hyde, S. Pongsupasamit S, O. Mongkolporn, and P. W. J. Taylor. 2008. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease on chili (*Capsicum* ssp.) in Thailand, Plant Pathology. 57: 562-572.

Wang, Y. W. 2011. Development of sequence characterized amplified region (SCAR) markers associated with pepper anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) resistance. Master's Thesis, Department of Agronomy, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan.

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*. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 45: 318-323.

Zhang, D., C. Zhu, and Y. Liu. 2007. Chili anthracnose research in China: An Overview. In: Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose. September 17–19, 2007, Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.