

การประเมินเชื้อพันธุกรรมและการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคแอนแทรกซ์ใน
พริกชี้ฟ้า (*Capsicum annuum* L.)

GERMPLASM EVALUATION AND INTROGRESSION OF ANTHRACNOSE
DISEASE RESISTANCE GENES INTO LONG CAYENNE PEPPER
(*Capsicum annuum* L.)



ชนิตา อ่างรัมย์
CHANITA ANGRAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2565

KMITL-2022-AG-M-065-363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GERMPLASM EVALUATION AND INTROGRESSION OF
ANTHRACNOSE DISEASE RESISTANCE GENES INTO LONG
CAYENNE PEPPER
(*Capsicum annuum* L.)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2022

KMITL-2022-AG-M-065-363

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินเชื้อพันธุกรรมและการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในพริกชี้ฟ้า (<i>Capsicum annuum</i> L.)
ชื่อนักศึกษา	ชนิตา อ่างรัมย์
รหัสประจำตัว	61604056
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. พัชรภรณ์ สุวอ

บทคัดย่อ

พริกชี้ฟ้าเป็นพริกที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างมาก ปัจจุบันประเทศไทยผลิตพริกดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการบริโภค เนื่องจากประสบปัญหาการเข้าทำลายของโรค และแมลง โดยเฉพาะโรคแอนแทรกคโนส โรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อสาเหตุ *Colletotrichum* spp. ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตพริกในฤดูฝนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพันธุ์หายสาบสูญพริกต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส และศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ในพริกชี้ฟ้า โดยแบ่งเป็น 2 งานทดลอง งานทดลองที่ 1 ประเมินและคัดเลือกพริกพันธุ์พ่อด้านทานต่อแอนแทรกคโนสในเชื้อพันธุกรรมจำนวน 65 พันธุ์ประกอบด้วย (กลุ่มพันธุ์ได้รับยีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนสจากพริก PBC932 และ PBC80) และพันธุ์พื้นเมือง โดยประเมินจากลักษณะทางการเกษตร และความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส (phenotype) ด้วยเชื้อ *Colletotrichum* จำนวน 3 สปีชีส์ คือ *C. capsici*, *C. acutatum* และ *C. gloeosporioides* ในพริกระยะผลเขียวและผลแดง และเลือกต้นที่ต้านทานมากประเมินยีนต้านทานด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (SSR-HpmsE032 และ SCAR-indel) ผลการประเมินและคัดเลือกพบว่า สามารถคัดเลือกพันธุ์พ่อด้านทานแอนแทรกคโนสได้ในระยะผลเขียวและผลแดงจำนวนได้ 4 พันธุ์ คือ KM6-4-1 ต้านทานต่อเชื้อทั้ง 3 สปีชีส์ พันธุ์ KM6-2-1 KM1-9-1 ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* และ KM1-10-2 ต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* อย่างไรก็ตามในพริกจำนวน 4 สายพันธุ์นี้ตรวจสอบพบการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกัน คือ ในพันธุ์ KM6-4-1 และ KM6-2-1 ตรวจสอบพบยีนต้านทานจาก SSR-HpmsE032 primer ในขณะที่สายพันธุ์ KM1-9-1 และ KM1-10-2 ตรวจสอบพบยีนต้านทานจาก SCAR-indel primer และงานทดลองที่ 2 ศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสและผลผลิตในพริกลูกผสมจากแผนการผสมพันธุ์นอร์ธแคโรไลนา-2 ปลุกทดสอบร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ ผลการทดลองพบว่าในการถ่ายทอดความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสมีการแสดงออกของยีนเป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการขออนุญาต หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อผู้จัดทำเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (30.37 %) ลูกผสมพันธุ์ L3xR1 L2xR4 L2xR3 และ L2xR1 พันธุ์ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะการเกิดโรคแอนแทรกซินต่ำ คือ L2 และ R1 พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะการเกิดโรคแอนแทรกซินต่ำของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 มี 3 พันธุ์คือ L2xR1 L2xR3 และ L2xR2 ลูกผสมที่มีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ คือ L2xR3 สำหรับลักษณะผลผลิตพบว่าพันธุ์ L2 และ R1 มีค่า GCA สูงที่สุด ในขณะที่ลูกผสม L2xR3 มีค่า SCA และให้ผลผลิตสูงที่สุด ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ลูกผสม L2xR3 เป็นพันธุ์ที่มีการเกิดโรคต่ำและให้ผลผลิตสูงจึงควรนำไปผลิตเป็นลูกผสมพันธุ์การค้าที่ดีต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Germplasm evaluation and introgression of anthracnose disease resistance genes into long cayenne pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.)
Student	Miss Chanita Angram
Student ID	61604056
Degree	Master of Science
Program	Agriculture
Year	2022
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Patcharaporn Suwor

Abstract

Long cayenne pepper is an importance of chili type in food industries. Currently, Thailand produces have not enough chili peppers for consumption because chili production was affected by disease and pests, especially anthracnose disease. The disease is caused by *Colletotrichum* sp., which affected reducing 80 percent yield loss of chili production in the rainy season. Therefore, this study is purposed to evaluate anthracnose resistant varieties and study combining ability of anthracnose disease resistant gene in F₁-hybrids of long cayenne chili peppers. The experiment was divided into two sub experiments, 1) evaluate and select resistant parent (male parent) from 65 chili progressive lines including (derived anthracnose resistant gene from PBC932 and PBC80) and local varieties. The resistance to anthracnose disease was inoculated with three species including *C. capsici*, *C. acutatum*, and *C. gloeosporioides* in both mature green and ripe fruit stages. The resistant lines were selected and screened by molecular markers (SSR-HpmsE032 and SCAR-indel). The results found that four resistant lines were selected based on their resistance to both fruit stages, KM6-4-1 (R2) showed resistance to all *Colletotrichum* sp., KM6-2-1 (R1) and KM1-9-1 (R3) resisted to *C. acutatum* and *C. capsici* in both fruit stages, and KM1-10-2 (R4) resisted to *C. capsici*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

However, in four resistant lines we found different gene expressions, R1 and R4 detected resistant genes from the SSR-HpmsE032 primer, while R2 and R3 detected resistant genes from the SCAR-indel primer. In the second experiment we studied combining ability of anthracnose resistance and yield performance of F₁ hybrids from North Carolina mating design II compared with their parental lines. The results showed that the anthracnose resistance was controlled by incomplete dominant gene action and inherited by narrow sense heritability of 30.37%. Three F₁ hybrids (L3xR1, L2xR4, L2xR3, and L2xR1) showed the lowest specific combining ability (SCA) and disease lesion size of anthracnose disease resistance. However, for general combining ability (GCA) on anthracnose resistance in parental lines was found the lowest L2 and R1. For the yield performance, the parental lines L2 and R1 showed the highest GCA value, while F₁-hybrids L2xR3 gave the highest SCA value. Therefore, L2xR3 showed the lowest anthracnose disease and the highest on yield performance, it could be considered as a good F₁-hybrid for a commercial resistant variety.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี และได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผศ.ดร.พัชราภรณ์ สุว
อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาคำแนะนำแก้ไขการทำงานต่าง ๆ ตลอดจนความช่วยเหลือใน
ทุกๆด้าน คอยตักเตือนและเชื่อมั่นในตัวผู้ทำวิจัยเสมอมา และจากการดำเนินงานมาอย่างยาวนานจน
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ผู้ทำงานวิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) (รหัสโครงการ
MSD6210044) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ขอขอบคุณนายภาสกร เขียวขจี (พี่เจี๊ยบ)
บ้านไร่ภาสกร เขียวขจี จังหวัดตราด ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบังที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ผู้ร่วมทางเดินไปด้วยกัน ที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานทั้งใน
ห้องปฏิบัติการและงานในแปลงปฏิบัติการที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงมาได้

ขอขอบคุณผู้ที่เป็นแรงใจที่อยู่เบื้องหลัง คอยสนับสนุนผู้ทำวิจัยในทุกด้าน ให้ความรัก ความ
อบอุ่นเสมอมา

สุดท้ายนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและ
ความผิดพลาดนั้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้ คงมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับผู้
สนใจ

ชนิตา อ่างรัมย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 สถานที่ดำเนินงาน.....	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 พริก.....	4
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	4
2.1.2 ความสำคัญทางโภชนาการของพริก.....	5
2.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของพริกชี้ฟ้า.....	7
2.3 ปัญหาการผลิตพริกและแนวทางในการป้องกันกำจัด.....	8
2.4 โรคนแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ <i>Colletotrichum</i> sp.	9
2.5 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคนแอนแทรคโนส.....	11
2.5.1 แหล่งของความต้านทานโรคนแอนแทรคโนส.....	11
2.5.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม.....	12
2.5.3 การศึกษา QTL ของลักษณะที่ต้านทานต่อโรคนแอนแทรคโนส.....	13
2.5.4 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกลักษณะต้านทานต่อโรคนแอนแทรคโนส.....	17
2.6 การทดสอบความสามารถในการรวมตัว (testing of combining ability) ...	19
2.6.1 ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability: GCA) และ ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability: SCA)	19
2.6.2 ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลูกผสม (Heterosis)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.3 ปฏิกริยาของยีน (gene action)	21
2.6.4 อัตราพันธุกรรม (heritability = h^2)	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	22
3.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานโรคแอนแทรกคโนส.....	23
3.1.1 การศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่ใช้ในการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส.....	23
3.1.2 การประเมินความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในระยะผลเขียวและระยะผลแดง.....	23
3.1.3 คัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้คัดเลือกลักษณะความต้านทานโรค.....	25
3.2 งานทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส และศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตในพริกชี้ฟ้า.....	26
3.2.1 ปลูกทดสอบเพื่อประเมินความสามารถการรวมตัวของลักษณะทางการเกษตร.....	27
3.2.2 ประเมินความสามารถในการถ่ายทอดความต้านโรคแอนแทรกคโนส.....	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	30
4.1 การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานโรคแอนแทรกคโนส.....	30
4.1.1 ศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่ใช้ในการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส.....	30
4.1.2 การประเมินความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในระยะผลเขียวและผลแดง.....	34
4.1.3 การตรวจสอบความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสด้วยเครื่องหมายโมเลกุล.....	37
4.2 ศึกษาความสามารถการรวมตัวของลักษณะผลผลิตและลักษณะต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสในพริกชี้ฟ้า.....	38
4.2.1 การศึกษาความสามารถในการรวมตัวของพริกในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต.....	38
4.2.2 ศึกษาความสามารถในการรวมของพริกในลักษณะความต้านทานโรค.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	49
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	54
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	54
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	54
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
ประวัติผู้วิจัย.....	73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของกลุ่มพริกผลใหญ่ (พริกชี้ฟ้า) 100 กรัม.....	6
2.2	เชื้อ <i>Colletotrichum</i> sp. สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสที่ระบาดทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ.....	10
3.1	สายพันธุ์พริกที่ใช้ในการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ และประเมินการเกิดโรคแอนแทรคโนสจำนวน 65 สายพันธุ์.....	24
3.2	การประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสโดยแบ่งตามขนาดการเกิดแผล.....	25
3.3	เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR และ SCAR ที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับความต้านทานโรคแอนแทรคโนส.....	26
3.4	ลูกผสมพริก 16 สายพันธุ์ จากพันธุ์พ่อแม่ที่ต้านทาน 4 สายพันธุ์ และพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี 4 สายพันธุ์.....	27
3.5	ตาราง ANOVA ที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1	29
3.6	สูตรในการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม.....	29
4.1	ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกจำนวน 65 สายพันธุ์.....	31
4.2	การประเมินการเกิดโรคแอนแทรคโนส <i>Colletotrichum</i> sp. จำนวน 3 สปีชีส์ในพริกระยะผลเขียวและผลแดงจำนวน 65 สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อ 5 วัน.....	35
4.3	ลักษณะทางการเกษตรของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 พันธุ์ และลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม.....	44
4.4	ค่าเฉลี่ยของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรคโนสของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม.....	45
4.5	ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรคโนสของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์.....	46
4.6	ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ขององค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรคโนสของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม.....	46
4.7	ค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรคโนส ในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม..	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.8	ค่าความแปรปรวน (Mean square) ในผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกคโนสของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1.....	48
4.9	องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกคโนสในของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จากแผนการผสมพันธุ์นอร์ธแคโรไลนา-2	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 QTL Mapping ของความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส ที่มีความเชื่อมโยงกันใน Linkage group B, D, G และ H เส้นประแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลหลังจากปลูกเชื้อด้วย <i>C. capsici</i> และ <i>C. gloesporioides</i>	13
2.2 แผนที่มีความเชื่อมโยงในประชากร BC ₁ F ₂ โดยใช้ 218 เครื่องหมาย ประกอบไปด้วย 197 AFLP และ 21 SSRs	14
2.3 QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแอนแทรคโนส ลูกศรระบุตำแหน่ง QTL ที่มีค่า LOD สูงสุด G คือ ระยะผลสีเขียวที่โตเต็มที่ R คือ ระยะผลสีแดงที่โตเต็มที่ O คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรคโดยรวม T คือเส้นผ่านศูนย์กลางรอยโรคที่แท้จริง D คือ อุบัติการณ์ของโรค บนโครโมโซม P5.....	15
2.4 การวิเคราะห์เครื่องหมาย STS ทั้ง 4 ได้แก่ CtR-431, CtR-594., CtR-496 และ AFLP-376 ในพันธุ์ต้านทาน Punjab Lal และ พันธุ์อ่อนแอ Arka Lohit พบว่ามีแถบเดี่ยวในจีโนมไทป์ที่ต้านทานเท่านั้น.....	16
2.5 การวิเคราะห์โดยเครื่องหมาย EST ใช้ไพรเมอร์ OM14 ตรวจสอบดีเอ็นเอจีโนมของ <i>C. chinense</i> Jacq ‘PBC932’ (RP), <i>C. annuum</i> L. ‘Bangchang’ (SR), R-Bulk (RB), S-bulk (SB) และ ‘R’ และ ‘S’ ของแต่ละกลุ่ม ขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอถูกเปรียบเทียบกับเครื่องหมายโมเลกุล (M) 100 bp Ladder.....	18
3.1 แผนผังการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคแอนแทรคโนส.....	22
4.1 แถบ DNA การตรวจยืนยันควบคุมลักษณะต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสโดยใช้ไพรเมอร์ SSR-HpmsE032 และ SCAR-Indel ในพริก 5 พันธุ์ ; M : ไม้บรรทัด 100 bp, ช่องที่ 1-2 = พริกพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานจาก PBC80, ช่องที่ 3-4 = พริกพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานจาก PBC932, ช่องที่ 5 พริกพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบกับ และ ช่องที่ 7 คือ dH ₂ O	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พริกเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งโดยเฉพาะในพริกชี้ฟ้าที่นิยมปลูกมากที่สุดในการบรรดาพริกทั้งหมด ถูก

นำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น รับประทานสด หรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ทำซอสพริก พริกแห้ง พริกป่น พริกคอง สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกพริก 153,624 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 293,454 ไร่ ผลผลิต 192,281 ตัน อย่างไรก็ตามยังพบว่าผลผลิตพริกยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศ จึงมีการนำเข้าทั้งพริกสดและพริกแห้งคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 8,893 ล้านบาท เพราะในการผลิตพริกส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหลายด้าน เช่น ความไม่สม่ำเสมอของสายพันธุ์ ปัจจัยจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic factors) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง และสารกำจัดวัชพืช และปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต (biotic factors) เช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา แมลง ซึ่งพริกชี้ฟ้าส่วนใหญ่อ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนสเป็นอย่างมากเนื่องจากผลพริกมีขนาดใหญ่ อวบน้ำ จึงทำให้โรคดังกล่าวสามารถเข้าทำความเสียหายแก่ผลผลิตพริกได้มากกว่า 80 %

โรคแอนแทรกโนสเกิดจากเชื้อราจีนัส *Colletotrichum* sp. พบเชื้อ *Colletotrichum* sp. ที่แพร่ระบาดในประเทศไทย 3 สปีชีส์ คือ *C. acutatum* *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* (Than et al., 2008b) โรคแอนแทรกโนสเมื่อเข้าทำลายในผลผลิตพริกจะแสดงอาการแตกต่างกันแต่ละสปีชีส์ เชื้อ *C. gloeosporioides* เมื่อเข้าทำลายในพริกแผลจะมีลักษณะเป็นรูปค่อนข้างยาวรี แผลยุบตัว บริเวณแผลมีเมือกสีเหลืองส้ม ไม่พบ setae ลักษณะของ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเป็นรูปทรงกระบอกตรง (Sutton, 1980) สามารถเข้าทำลายพริกได้ในระยะผลเขียว ผลแดง และสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ (Lee and Chung, 1995) เชื้อ *C. capsici* เมื่อเข้าทำลายลักษณะของแผลที่พบมีลักษณะค่อนข้างกลมหรือวงรี ขอบแผลสม่ำเสมอ แผลยุบตัว มีจุดสีดำซึ่งเป็นกลุ่มของ acervuli ที่มี setae สีดำยาวสูงกว่า spore mass อยู่เป็นจำนวนมาก ลักษณะของ conidia เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยวปลายแหลม (Sutton, 1980) และ *C. acutatum* เมื่อเชื้อเข้าทำลายในพริกแผลจะมีลักษณะบวมลึกและกลม เมื่อแผลขยายใหญ่เป็นรูปวงรี บริเวณกลางแผลจะมีสีน้ำตาลอ่อน มีตุ่มแข็งเล็กสีดำเรียงซ้อนกันเป็นชั้น เชื้อไม่มีการสร้าง setae พบ spore mass สีส้มจำนวนมาก บริเวณแผล (Hong and Hwang, 1998) สภาพที่เหมาะสมกับการเกิดโรคคือสภาพอากาศที่ร้อนชื้น อุณหภูมิประมาณ 30 - 32 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในฤดูฝน เชื้อราสามารถปลิวตามลม และตกค้างในดินเมื่อสภาพเหมาะสมเชื้อจะเจริญแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว

ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคแอนแทรกโนส มีรายงานว่าพันธุ์ PBC932 (*C. chinense*) และ PBC80, PBC81 (*C. baccatum*) Yoon et al. (2005) มีการคัดเลือกสายพันธุ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านทานด้วยวิธีบันทึกประวัติในขณะเดียวกันก็ทำการผสมกลับหาสายพันธุ์แม่ 3 ครั้งเพื่อเพิ่มลักษณะที่ดี พบว่าสายพันธุ์ที่ได้นี้มีระดับความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* เช่นเดียวกับพันธุ์ PBC81 พันธุ์ที่ได้จากการผสมกลับได้ถูกนำไปใช้เป็นสายพันธุ์ Progressive Lines ในการปรับปรุงพันธุ์การค้าต่อไป ซึ่งในแหล่งพันธุ์กรรมพริกที่มีรายงานว่าต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสนี้ พบว่ามีการตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์กรรมพริก อายุผล (Taylor and Ford, 2007; Ko et al., 2005; Mongkolporn et al., 2010) ความรุนแรงของ เชื้อ *Colletotrichum* sp. ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อโรคดังกล่าวจึงจำเป็นต้องทราบข้อมูล การแสดงออกในลักษณะต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum* sp. การตอบสนองต่อเชื้อของแต่ละสปีชีส์หรือไอโซเลต เพราะยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนสเป็นแบบ polygenic gene (Voorrips, 2004, Lee et al., 2010) โดยยีนที่ควบคุมความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ของพริก PBC932 ในระยะผลเขียว คือ Co1 ในระยะผลแดง คือ Co2 และยีนที่ควบคุมความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ของพริก PBC80 ในระยะผลเขียว คือ Co4 เป็นยีนด้อย และในระยะผลแดง คือ Co5 เป็นยีนเด่น Mahasuk et al., (2009) ในปรับปรุงพันธุ์ การคัดเลือกลักษณะที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสจากลักษณะที่ปรากฏเพียงอย่างเดียวใช้เวลานานและที่สำคัญมีความแม่นยำน้อยกว่าเพราะมีสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลใช้ร่วมกับการศึกษาลักษณะต้านทานแอนแทรคโนสโดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมายซึ่งเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ หรือต่างชนิดมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ และจำแนกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่ต้านทานและสายพันธุ์ที่อ่อนแอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือก ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์พริกชี้ฟ้าให้มีความสามารถในการต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส จึงจำเป็นต้องคัดเลือกเชื้อพันธุ์กรรมที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสในสปีชีส์ต่าง ๆ และถ่ายยีนต้านทานต่อโรคดังกล่าวเข้าสู่พริกชี้ฟ้าที่มีลักษณะทางการค้าที่ดี จะช่วยลดการใช้สารเคมี ไม่มีสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐาน ผลผลิตปลอดภัยมากขึ้นและสามารถเพิ่มผลผลิตให้พริกชี้ฟ้าได้ และแก้ไขปัญหาได้แบบยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประเมินเชื้อพันธุ์กรรมพริกจำนวน 65 พันธุ์ ที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 สปีชีส์ เพื่อใช้เป็นพันธุ์พ่อสำหรับการศึกษาการถ่ายทอดยีนต้านทานโรคแอนแทรคโนส

1.2.2 เพื่อศึกษาการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดยีนและปฏิกิริยาของยีนต่อลักษณะทางการเกษตรและลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *C. acutatum* - KKp1/4

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โรงเรือนและแปลงปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เชื้อพันธุกรรมพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ 3 สปีชีส์ คือ *C. acutatum* *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* และทราบความสามารถในการถ่ายทอดเชื้อพันธุกรรมต้านทานโรคแอนแทรคโนสเกิดจากเชื้อ *C. acutatum* - KKp1/4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พริก

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกจัดอยู่ในตระกูล Solanaceae (Nightshade family, 2008) จัดอยู่ในสกุล *Capsicum* spp. (Mueller-Seitz et al., 2008) มีจำนวนโครโมโซม $2n=24$ คือ มีจำนวนโครโมโซมจำนวน 12 คู่ (Livingstone et al., 1999) มีแหล่งกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ได้แก่ อเมริกาใต้ และอเมริกากลาง หรือเรียกว่า New World Tropics และถูกนำไปเผยแพร่ในแถบยุโรปตอนใต้สมัย Christopher Columbus ในปี 1493 หลังจากนั้นก็ได้กระจายไปยังประเทศต่าง ๆ แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และประเทศอังกฤษ ต่อมาชาวสเปนและชาวโปรตุเกสเป็นผู้นำ ไปเผยแพร่ในเอเชีย

มีการจำแนกพริกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม (Smith and Heiser, 1951) ได้ดังนี้

1. *C. annuum* L. เป็นชนิดที่ปลูกกันมากที่สุดในโลก และมีความสำคัญมากที่สุด เมื่อเทียบกับพริกชนิดอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง ตลอดจนสีผลแตกต่างกันไปตามพันธุ์แหล่งดั้งเดิมอยู่ในอเมริกากลาง เช่น ประเทศเม็กซิโก จากการสำรวจในประเทศไทยพบว่าพริกสายพันธุ์นี้ใช้เป็นพันธุ์ปลูกที่มีสายพันธุ์มากที่สุดเมื่อเทียบกับพริกชนิดอื่น มีลักษณะที่แตกต่างจากชนิดอื่นคือ พริกกลุ่มนี้มีความสูงต้นแตกต่างกันตั้งแต่ 30-150 เซนติเมตร ใบ และลำต้นมีขนค่อนข้างมาก ดอกเกิดบนข้อ มีดอกเดี่ยว ผลเดี่ยว และมีกลีบดอกเรียวยาวสีขาวถึง สีขาวนวล ก้านดอกมีทั้งชี้ขึ้นหรือห้อยลง ผลมีรูปร่างต่าง ๆ กัน มีความยาวผลประมาณ 5-11 เซนติเมตร ผลอ่อนสีเขียวหรือเหลือง ผลแก่มีสีแดง เหลืองส้ม หรือสีน้ำตาล มีทั้งรสเผ็ดมาก ปานกลาง และเผ็ดน้อย ชื่อสายพันธุ์เรียกตามชื่อพื้นเมือง เช่น พริกชี้ฟ้า พริกจินดา พริกขี้หนู พริกใหญ่ และพริกยักษ์ เป็นต้น

2. *C. frutescens* L. เป็นพริกที่คาดว่ามีการกำเนิด ในบริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำอเมซอนในโคลัมเบียและเปรู มีการกระจายพันธุ์อย่างแพร่หลายในเขตร้อนของทวีปอเมริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นชนิดที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลายในเขตร้อน และเขตอบอุ่นทั่วโลก ในทวีปอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ มีความสูงต้นประมาณ 45-57 เซนติเมตร แต่ในเขตร้อนพริกสายพันธุ์นี้อาจเป็นไม้ยืนต้นมีอายุหลายปีบางพันธุ์มีความสูงต้นถึง 120-150 เซนติเมตร ต้นและใบมีขนบ้างเล็กน้อย มีทั้งดอกที่เกิดแบบเดี่ยว แบบคู่ หรืออาจมี 3-6 ดอกบนข้อเดียวกัน ดอกเรียวยาวก้านดอกตั้งตรงแต่ตัวดอกโน้มลง กลีบรองดอกมักหลุดสั้น กลีบดอกมีสีเหลืองอมเขียวจนถึงขาวอมเขียว ผลค่อนข้างแก่ช้า ผิวผลเป็นมันหรือสะท้อนแสง รูปร่างมีทั้งกลม รูปกรวย ผลยาว ปลายผลมีทั้งผลแหลม และผลทู่ ผลยาว 1-8 เซนติเมตร กว้าง 0.6-3 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเหลืองหรือเขียวอ่อน ผลแก่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดง เหลือง หรือน้ำตาล ได้แก่ พริก Tabasco พริกขี้หนูสวน พริกกลุ่มเหล่านี้มีกลิ่นฉุนและมีรสชาติเผ็ดจัด

3. *C. pubescens* Ruiz & Pavon พริกชนิดนี้มีรายงานพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1790 ที่ประเทศเปรู เป็นพริกที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ 1,500 เมตร ไปจนถึง 3,000 เมตร เนื่องจากต้องการอากาศที่หนาวเย็นในการเจริญเติบโต และใช้ระยะเวลาในการติดผลค่อนข้างนาน ผลที่ได้มักมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว แหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศโบลิเวีย ผลของพริกมีเนื้อหนา มีเปอร์เซ็นต์น้ำสูง มีรสเผ็ด ลักษณะของพริกชนิดนี้ กลีบดอกมีสีม่วงไม่มีจุด และเมล็ดมีสีดำหรือน้ำตาล

4. *C. baccatum* L. พริกชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศโบลิเวีย และกระจายอยู่ในประเทศเปรู อาร์เจนตินา และบราซิลตอนใต้ ต่อจากนั้นก็แพร่กระจายไปยังตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา รัฐฮาวาย และประเทศอินเดีย พริกชนิดนี้มี ขนาด รูปร่างผล แตกต่างกันไปหลายรูปแบบ ผลอ่อนมีทั้งสีส้มไปจนถึงสีแดง และมีความแตกต่างจากพริกชนิดอื่น ๆ คือ มีดอกสีขาว และมีจุดสีเหลืองที่กลีบดอก และยังคงพบยีนต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส เช่น พันธุ์ PBC80, PBC81 (AVRDC, 1999) และ PI594137 (Kim et al. 2008b)

5. *C. chinense* Jacq. พริกในกลุ่มนี้มีถิ่นกำเนิดในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำอเมซอน เป็นพริกที่มีความสำคัญใช้เป็นพันธุ์ปลูกในแถบภูเขาแอนดีสในอเมริกาใต้ เป็นพริกที่มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายกับ *C. annuum* และ *C. frutescens* พริกในกลุ่มนี้มีทั้งที่เป็นพริกผลใหญ่ และผลเล็ก พันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่จะมีเนื้อหนาเหมาะใช้สำหรับรับประทานผลสด พันธุ์ที่มีเนื้อบางใช้ทำพริกแห้ง และพริกที่มีผลขนาดเล็ก จะมีกลิ่นและรสเผ็ดจัด สีกลิบดอกมีสีเขียวอ่อน เมื่อผลแก่จะมีรอยคอดที่กลีบเลี้ยงติดกับก้านของผล เชื่อว่ามีรสเผ็ดที่สุดในบรรดาพริกที่ปลูกทั้งหมด เช่น พริก Naga Jolokia หรือ Bhut Jolokia (Bosland and Baral, 2007) และยังคงพบแหล่งต้านทานแอนแทรคโนสในพริกกลุ่มนี้ด้วย เช่น PBC932 (AVRDC, 1999), C04714 (Mongkolporn et al., 2010)

2.1.2 ความสำคัญทางโภชนาการของพริก

พริกช่วยเสริมสร้างสุขภาพและอารมณ์ดีเนื่องจากสารสำคัญที่พบในบริเวณไส้ของพริก คือ “แคปไซซิน (capsaicin)” แคปไซซินมีส่วนในการส่งสัญญาณให้ต่อมใต้สมองสร้างสารเอนดอร์ฟินขึ้น สารเอนดอร์ฟินเป็นเปปไทด์ขนาดเล็ก (โปรตีนสายสั้น ๆ) มีคุณสมบัติคล้ายมอร์ฟิน คือ บรรเทาอาการเจ็บปวดใน ขณะเดียวกันก็สร้างอารมณ์ให้ดีขึ้น การรับประทานพริกจะช่วยส่งเสริมให้ร่างกายสร้างเอนดอร์ฟินมากขึ้นโดยปกติร่างกายของคนเราจะสร้างสารเอนดอร์ฟินขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย ซึ่งจะทำให้รู้สึก สดชื่น แจ่มใส ในแง่ของคุณค่าทางอาหารควา ซอสปรุงรส ของหวาน ของว่าง และเครื่องดื่ม เพื่อสุขภาพ เนื่องจากผลพริกประกอบไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายนานาชนิด พริกมีรสชาติเผ็ดร้อนและมีกลิ่นฉุน โดยสารชนิดนี้สามารถยับยั้งการขนส่งน้ำตาลกลูโคสผ่านลำไส้ได้จึงมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในร่างกายลดลง บรรเทาอาการปวดเมื่อยปวดข้ออักเสบ มีส่วนช่วยชะลอ ความเสื่อมของร่างกายซึ่งเป็นบทบาทหนึ่งของการปกป้องร่างกายจากการเป็นมะเร็ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกายได้อีกทางหนึ่งด้วย (ลลิตา, 2542) สารสำคัญที่ทำให้พริกมีสีส้มหรือสีแดงนั้นคือแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งประกอบไปด้วยสารแคโรทีน (carotene) , ลูทีโอลิน (Luteolin) ส่วนในเมล็ดพริกมี สารโซลานีน (Solanine) ซานิดีน (Sanidine) นอกจากนี้พริกยังมีสารอาหารอีกมากมาย เช่นไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน โยอาหาร วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 วิตามินซี แคลเซียม ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส เป็นต้น (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของกลุ่มพริกผลใหญ่ (พริกชี้ฟ้า) 100 กรัม

(Nutrient)	หน่วย	พริกชี้ฟ้า - เขียว	พริกชี้ฟ้า - แดง	พริก หนุ่ม	พริก หยวก	พริกหวาน/พริก ยักษ์
Main nutrients						
Energy	kcal	-53	64.14	19.73	22.76	-82
Water	g	85.2	85.06	93.70	93.29	80.3
Protein	g	1.5	3.65	0.835	1.05	3.2
Fat	g	0.5	1.5	0.405	0.21	1.6
Carbohydrate	g	-10.6	8.53	1.76	3.31	-13.8
Dietary Fiber	g	-2.2	3.1	2.85	1.7	-6.9
Ash	g	2.2	1.25	0.44	0.42	1.1
Minerals						
Calcium	mg	-	14	8	8.33	35
Phosphorus	mg	27	20	19.5	30.47	88
Magnesium	mg	-	-	18.02	6.86	-
Sodium	mg	-	-	1	0.78	-
Potassium	mg	-	-	-	138.5	-
Iron	mg	0.5	1.3	0.7	0.1	-
Iodine	ug	-	-	0.95	0.59	-
Vitamins						
Beta-carotene	ug	1152	-	394.85	41.81	510
Total Vitamin		96	-	32.90	3.48	42.5
A	ug					
Thiamin	mg	0.07	0.16	0.21	0.22	0.58
Riboflavin	mg	0.01	0.24	0.033	0.06	0.08
Niacin	mg	0.1	3.5	2.375	2.9	0.4
Vitamin C	mg	204	106.333333	111	64	218

ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข (2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของพริกชี้ฟ้า

พริกเป็นพืชผักที่สำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งโดยเฉพาะในพริกชี้ฟ้าที่นิยมปลูกมากที่สุดในการบรรดาพริกทั้งหมด และถูกนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น รับประทานสด หรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ทำซอสพริก พริกแห้ง พริกป่น พริกดอง สีสผสมอาหาร นอกจากนี้แล้วในผลพริกยังมีสารสกัดสำคัญ ชนิดหนึ่ง ได้แก่ สาร Capsaicin ซึ่งมีประโยชน์ ในทางการแพทย์ ปัจจุบันพริกมีการใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นจากการรายงานของ FAO (2020) พบว่ามีพื้นที่การผลิตทั่วโลก 3,685,130 เฮกตาร์ ประเทศที่มีพื้นที่ปลูกพริกมากที่สุด คือ ประเทศจีน (781,009 เฮกตาร์) ประเทศอินเดีย (691,396 เฮกตาร์) ประเทศอินโดนีเซีย (314,722 เฮกตาร์) และประเทศไทยอยู่อันดับที่ 10 (89,566 เฮกตาร์) จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร (2563) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกพริก 153,624 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 293,454 ไร่ ผลผลิต 192,281 ตัน พริกที่ปลูกมากที่สุด คือ พริกชี้หนุผลใหญ่ (77,622 ไร่) รองลงมาคือ พริก ชี้หนุผลเล็ก (59,808 ไร่) และพริกใหญ่ ได้แก่ พริกหนุ่ม พริกบางช้าง พริกมัน พริกเหลือง และพริกใหญ่ (13,765 ไร่) นอกจากนั้นเป็นพริกหยวกและพริกหวานมีพื้นที่เก็บเกี่ยว (2,426) ไร่ พริกชี้ฟ้าเป็นพืชเชิงพาณิชย์ที่ได้รับความนิยมมีมูลค่า และมีโภชนาการที่หลากหลาย และพริกชี้ฟ้าเป็นพริกที่นิยมปลูกมากที่สุดในบรรดาพริก 5 สายพันธุ์ มีการจำหน่ายทั่วโลก และยังมีองค์ประกอบทางโภชนาการที่สำคัญต่อร่างกาย (Kumar et al., 2006) แหล่งผลิตพริกชี้ฟ้าที่สำคัญได้แก่ เชียงใหม่ นครสวรรค์ ลำพูน อุตรดิตถ์ ราชบุรี และนครราชสีมา ประเทศไทยสามารถปลูกพริกได้ตลอดทั้งปี การผลิตพริกในประเทศไทยนั้นร้อยละ 80 เป็นการปลูกในฤดูฝน ซึ่งอาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการปลูก การปลูกพริกไธนั้นเกษตรกรผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งในรูปแบบพริกสดและพริกแห้ง สำหรับพริกสวนนั้นเป็นพริกที่ปลูกหลังนาในฤดูแล้ง หรือในฤดูฝนที่มีแหล่งน้ำ มีการให้น้ำชลประทานทั้งแบบเปิดเขาร่อง ระบบน้ำหยด หรือระบบน้ำ สปริงเกอร์ เป็นต้น มีขั้นตอนการจัดการ การดูแลตั้งแต่เพาะกล้า จนกระทั่งเก็บเกี่ยวที่ดีกว่าการปลูกพริกไร่ส่งผลให้ผลผลิตสูงมากกว่า 2,000 กิโลกรัม/ไร่ และมีคุณภาพดีกว่า (สุชีลา, 2558) ในประเทศไทยพบมีการส่งออกพริกสดและพริกแห้งคิดเป็นมูลค่ารวม 2,714 ล้านบาท แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าผลผลิตพริกยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในประเทศ จึงมีการนำเข้าทั้งพริกสดและพริกแห้งคิดเป็นมูลค่า 8,893 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2564) เพราะในการผลิตพริกส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหลายด้าน เช่น ความไม่สม่ำเสมอของสายพันธุ์ ปัจจัยจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic factors) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง และปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต (biotic factors) เช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา แมลง และวัชพืช แม้ว่าจะมีการปฏิบัติและข้อควรระวังหลายประการในระหว่างการปลูกพริก และพบว่าโรคแอนแทรกคโนสที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. (Isaac, 1992) มีแนวโน้มที่จะเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในระยะหลังการเก็บเกี่ยวที่ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตประมาณ 80 % ในประเทศไทย (Poonpolgul and Kumphai, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัญหาการผลิตพริกและแนวทางในการป้องกันกำจัด

เกษตรกรมักจะประสบปัญหาหลายด้าน ได้แก่ ปัจจัยจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic) เช่น อุณหภูมิ แสง และความชื้น ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพริก และปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต (biotic) เช่น เชื้อก่อโรคที่เกิดจาก เชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย และแมลงต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อ การผลิตพริกมากที่สุด และโรคที่สำคัญในพริกมีดังนี้

1) โรคกุ้งแห้ง หรือแอนแทรคโนส (Anthracnose)

เชื้อสาเหตุ คือ เชื้อรา *Colletotrichum* sp. มีอาการคือผลพริกที่เป็นโรคนี้นิวผล ยุบตัวลงเป็นรอยบุ๋ม ฉ่ำน้ำ เมื่อแผลขยายขนาดจะเห็นรอยแผลเป็นวงซ้อนกัน ส่วนกลางแผลมีเมือก สีส้มปนดำ สภาพที่เหมาะสมกับการเกิดโรค คือ สภาพอากาศที่ร้อนชื้น อุณหภูมิประมาณ 30-32 องศาเซลเซียส และฝนตก เชื้อราสามารถปลิวตามลม และตกค้างในดินเมื่อสภาพเหมาะสม เชื้อจะ เจริญแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว การป้องกันกำจัด 1. เลือกเก็บเมล็ดพันธุ์จากต้นที่ไม่เป็นโรค 2. บำรุง ต้นให้แข็งแรง หลีกเลี่ยงการให้น้ำแบบสปริงเกอร์เพราะทำให้สปอร์แพร่กระจายได้ดีและไม่ควรให้ปุ๋ย ไนโตรเจนมากเกินไปเพราะทำให้ผลอวบน้ำอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค 3. เก็บผลเป็นโรค ออกจากแปลงปลูกนำไปเผาทิ้งเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค 4. ไม่ควรปลูกพริกชิดกัน จนเกินไป ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่งเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวก 5. ใช้สารเคมีควบคุม เช่น Azoxystrobin Mancozeb เป็นต้น

2) โรคเน่าเปียก (Wet rot)

เชื้อสาเหตุ คือ เชื้อรา *Choanephora* sp. เกิดได้ทุกส่วนของต้นพริก แต่ส่วนมาก เกิดบนยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก และผลอ่อน ส่วนของพืชที่เชื้อเข้าทำลาย มีลักษณะอาการเน่าเป็นสี น้ำตาลไหม้ ถ้าสภาพอากาศมีความชื้นสูงจะเห็นเส้นใยราสีขาว มีสปอร์สีดำตรงส่วนปลายเส้นใยเห็น ได้ชัด การป้องกันกำจัด 1. ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง และกำจัดวัชพืชในแปลงเพื่อลดความชื้นในแปลง สะดวกต่อการพ่นสาร 2. งดเข้าแปลงพริกภายหลังฝนตก เพื่อป้องกันการกระจายของสปอร์ 3. ตัดส่วนที่เป็นโรคใส่ถุงพลาสติกนำออกจากแปลง

3) โรคเหี่ยวเหี่ยว (Bacterial wilt)

เชื้อสาเหตุ คือ เชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ต้นพริกเหี่ยวแบบ เฉียบพลัน โดยต้นพริกและใบยังเขียวอยู่ เมื่อตัดโคนต้นระดับคอดินจะพบต่อลำเลียงอาหารขี้มีสี น้ำตาล เมื่อตัดส่วนที่แสดงอาการโรคแช่ในน้ำจะเห็นน้ำขุ่นสีขาวขุ่นไหล จากบริเวณต่อลำเลียง สภาพที่เหมาะสมกับการเกิดโรค เมื่อดินระบายน้ำไม่ดีอุณหภูมิสูง น้ำที่ใช้ไหลผ่านมาจากแปลงที่เป็น โรค การป้องกันกำจัด 1. ไม่ปลูกพริกในพื้นที่ที่มีประวัติการเกิดโรคเหี่ยวเหี่ยวมาก่อน 2. หมั่นตรวจ แปลงปลูกถ้าพบต้นเป็นโรคให้นำออกจากแปลงไปเผาไฟทันที 3. การให้น้ำตามร่องควรแบ่งแปลงเป็น ช่วงๆ และกักน้ำเฉพาะร่องนั้นๆ เพื่อป้องกันการกระจายของเชื้อแบคทีเรียไปทั่วทั้งแปลง 4. ปลูกพืช หมุนเวียน และหลีกเลี่ยงการปลูกพืชซ้ำในที่เดิมติดต่อกัน (กรุง สีตะธณี. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โรคแอนแทรคโนสที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

โรคแอนแทรคโนสเป็นโรคที่สร้างความเสียหายและเป็นโรคที่สำคัญต่อพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น กล้วยพืช ถั่ว ผักและ ไม้ผล (Bailey and Jeger, 1992) เป็นต้น โรคแอนแทรคโนสเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* sp. มีหลากหลายปีซีส์และหลาย isolate ที่สามารถเข้าทำลายพืชอาศัยชนิดเดียวกันได้และที่สำคัญเชื้อดังกล่าวสามารถแพร่กระจายทางอากาศ พื้นดินและที่สำคัญสามารถติดไปกับเมล็ดและอยู่ข้ามฤดูกาลได้เมื่อเกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเชื้อจะเจริญเป็นเส้นใยและสร้างสปอร์เพื่อเข้าทำลายพืชอาศัย ซึ่งฤดูกาลที่เหมาะสมในการแพร่ระบาด คือ ในช่วงฤดูฝน (Than et al., 2008a) เชื้อ *Colletotrichum* sp. มีอยู่ 4 สปีชีส์ หลัก ๆ ที่สามารถเข้าทำลายพริกได้ คือ *C. capsici*, *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* และ *C. coccodes* เชื้อทั้ง 4 สปีชีส์นี้เป็นปัญหาในการผลิตพริกทั้งในประเทศจีน (Zhang et al., 2007), อินเดีย (Ramachandran et al., 2007), ไต้หวัน (Black and Wang, 2007), บราซิล (Henz et al., 2007) และไทย (Than et al., 2008b) เป็นต้น กระบวนการการเข้าทำลายของเชื้อจะเริ่มจาก conidia ของเชื้อสัมผัสกับบริเวณผิวของพืชอาศัยหลังจากนั้น spore จะงอก tube ซึ่งเรียกว่า hypha ออกมาเพื่อแทงเข้าบริเวณผิวที่สัมผัสจนทำให้บริเวณนั้นจะเกิดบาดแผล hypha ก็จะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ของพืชอาศัยหลังจากนั้นเชื้อก็จะสร้าง appressoria เข้าทำลายเซลล์พืชซึ่ง appressoria ของเชื้อ *Colletotrichum* sp. แต่ละสปีชีส์ที่เชื้อสร้างขึ้นมานั้นจะมีความแตกต่างกันทั้งในด้านของขนาดและรูปร่าง (Bailey et al., 1992; Kim et al., 2007) โดยเชื้อสามารถเข้าทำลายพริกตั้งแต่ในระยะต้นกล้า ในส่วน ใบ ลำต้น และในผล (Isaac, 1992) ระยะที่พริกอ่อนแอดต่อโรคมามากที่สุด คือ ระยะติดผล เมื่อผลพริกเจริญเติบโตเต็มที่หรือกำลังเริ่มเปลี่ยนสี ไปจนถึงผลสุกสีแดง (Poulos, 1994) ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างของเชื้อแต่ละสปีชีส์ สร้างความเสียหายนี้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวลักษณะอาการเข้าทำลายและความรุนแรงโรคแอนแทรคโนสพบว่าสร้างความเสียหายต่อผลผลิตพริกมากกว่า 80% (Poonpolgul and Kumphai, 2007)

การแพร่ระบาดของเชื้อ *Colletotrichum* sp. มีความสามารถในการก่อโรคที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ Ridzuan et al. (2018) เช่น ในแถบเอเชีย ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย เกาหลี ไต้หวัน เวียดนาม และไทย พบเชื้อสาเหตุก่อโรคแอนแทรคโนส ได้แก่ *C. truncatum*, *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *C. dematium*, *C. graminicola*, *C. piperatum*, *C. atramentum*, *C. fructicola*, *C. siamense* และ *C. nigrum* และในแถบทวีปอื่นๆ เช่น ปาปัวนิวกินี นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และอังกฤษ มีเชื้อสาเหตุ ได้แก่ *C. truncatum*, *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. atramentarium*, *C. dematium* และ *Glomerella cingulate* (ตารางที่ 2.2)

ในประเทศไทยมีเชื้อสาเหตุก่อโรคแอนแทรกคโนสที่สำคัญอยู่ 3 สปีชีส์ ได้แก่ *C. gloeosporioides*, *C. capsici* และ *C. acutatum* แต่ละเชื้อแสดงอาการของการเกิดโรคที่แตกต่างกันไปดังนี้

1) *C. gloeosporioides* เมื่อเข้าทำลายในพริกผลจะมีลักษณะเป็นรูปค่อนข้างยาวรี แผลยุบตัว บริเวณแผลมีเมือกสีเหลืองส้ม ไม่พบ setae ลักษณะของ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเป็นรูปทรงกระบอกตรง (Sutton, 1980) สามารถเข้าทำลายพริกได้ในระยะผลเขียว ผลแดงและสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ (Lee and Chung, 1995)

2) *C. capsici* เมื่อเชื้อเข้าทำลาย ลักษณะของแผลที่พบมีลักษณะค่อนข้างกลมหรือวงรี ขอบแผลสม่ำเสมอ แผลยุบตัว มีจุดสีดำซึ่งเป็นกลุ่มของ acervuli ที่มี setae สีดำยาวสูงกว่า spore mass อยู่เป็นจำนวนมาก ลักษณะของ conidia เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยวปลายแหลม (Sutton, 1980)

3) *C. acutatum* เชื้อเข้าทำลายในพริก แผลจะมีลักษณะบวมเล็กน้อย เมื่อแผลขยายใหญ่เป็นรูปวงรี บริเวณกลางแผลจะมีสีน้ำตาลอ่อน มีตุ่มแข็งเล็กสีดำเรียงซ้อนกันเป็นชั้นเชื้อไม่มีการสร้าง setae พบ spore mass สีส้มจำนวนมากบริเวณแผล (Hong and Hwang, 1998)

ตารางที่ 2.2 เชื้อ *Colletotrichum* sp. สาเหตุของโรคแอนแทรกคโนสที่ระบาดทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

Region	Pathogen	Source
Malaysia	<i>C. truncatum</i>	Sariah, 1994; Mahmodi et al., 2014
Thailand	<i>C. acutatum</i> , <i>C. truncatum</i> (syn. <i>C. capsici</i>) and <i>C. gloeosporioides</i>	Than et al., 2008b, Montri, 2009
Indonesia	<i>C. acutatum</i> , <i>C. truncatum</i> and <i>C. gloeosporioides</i>	Voorrips et al., 2004
India	<i>C. truncatum</i> , <i>C. dematium</i> , <i>C. gloeosporioides</i> , <i>C. graminicola</i> , <i>C. acutatum</i> , <i>C. piperatum</i> , <i>C. atramentum</i> , <i>C. truncatum</i> <i>C. fructicola</i> and <i>C. siamense</i>	Thind and Jhooty 1990; Hedge et al., 2002; Paul and Behl 1990; Susheela, 2012; Selvakumar, 2007; Kaur and Singh 1990; Ramachandran and Rathnamma 2006; Sharma et al., 2005; Sharma and Shenoy 2014
Korea	<i>C. acutatum</i> , <i>C. gloeosporioides</i> , <i>C. coccodes</i> and <i>C. dematium</i>	Park and Kim 1992
Papua New Guinea	<i>C. truncatum</i> and <i>C. gloeosporioides</i>	Pearson et al., 1984
Taiwan	<i>C. acutatum</i> , <i>C. truncatum</i> and <i>C. gloeosporioides</i>	Manandhar et al., 1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

New Zealand	<i>C. coccodes</i>	ohnston and Jones 1997
	<i>C. acutatum</i> , <i>C. atramentarium</i> , <i>C. dematium</i> ,	
Australia	<i>C. gloeosporioides</i> var. <i>minor</i> and <i>C. gloeosporioides</i> var. <i>gloeosporioides</i>	Simmonds, 1965
United Kingdom	<i>C. acutatum</i> and <i>Glomerella</i> <i>cingulata</i>	Adikaram et al., 1983
USA	<i>C. gloeosporioides</i> and <i>C. acutatum</i>	Harp et al., 2008; Roberts et al., 2001
Vietnam	<i>C. acutatum</i> , <i>C. truncatum</i> , <i>C. gloeosporioides</i> and <i>C. nigrum</i>	Don et al., 2007
Sri Lanka	<i>C. truncatum</i>	Rajapakse and Ranasinghe 2002

ที่มา: Ridzuan et al., (2018)

2.5 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส

พริกจัดอยู่ในพืชผสมตัวเองแต่ก็ยังมี การผสมข้ามได้ 12-70% เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกไม้เหมือนกันเพาะบางพันธุ์มีเกสรตัวเมียยื่นโพลเหนือเกสรตัวผู้ซึ่งส่วนใหญ่จะพบได้ในพริกพันธุ์ป่าแต่ในพริกพันธุ์ปลูกนั้นเกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้จะค่อนข้างที่จะเท่ากันโอกาสในการผสมข้ามก็จะน้อยกว่า (Pickerskill, 1988) การปรับปรุงพันธุ์พริกส่วนใหญ่นิยมใช้หลักการเดียวกันกับการปรับปรุงพันธุ์ในพืชผสมตัวเอง ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พริก เช่น การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ การผสมกลับ การคัดเลือกแบบหนึ่งเม็ดต่อต้น และการใช้เกสรตัวผู้เป็นหมันในการปรับปรุงพันธุ์พริกลูกผสม (สุชีลา, 2548) การผสมกลับเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ติดอยู่แล้วแต่ยังขาดลักษณะที่ดีเพียง 1-2 ลักษณะเท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้ในลักษณะต้านทานต่อโรค ในการผสมกลับจะมีอยู่ 2 วิธีการ คือ การผสมกลับเพื่อถ่ายทอดยีนลักษณะซึ่งแสดงอาการชม และการผสมกลับเพื่อถ่ายทอดยีนด้อย (ไพศาล, 2525) แล้วทำการคัดเลือกด้วยวิธีการบันทึกประวัติ ในลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนสก็ใช้วิธีการนี้เช่นเดียวกัน

2.5.1 แหล่งของความต้านทานโรคแอนแทรคโนส

AVRDC, (1999) ได้คัดเลือกพริกพันธุ์ต้านทานโรคแอนแทรคโนสพบว่าส่วนใหญ่แล้วพันธุ์ที่มียีนต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสอยู่ในพริกพันธุ์ป่า และสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการต้านทานมากที่สุดที่นำมาใช้เป็นแหล่งของยีนความต้านทาน PBC932 (*C. chinense*) และ PBC80, PBC81 (*C. baccatum*) Yoon et al. (2005) ปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อแอนแทรคโนสด้วยวิธีการผสมกลับและคัดเลือกด้วยวิธีการบันทึกประวัติใช้พันธุ์ PBC81 เป็น donor parent และพันธุ์ SP026 (*C. annuum*) เป็น recurrent parent และแก้ปัญหาการแท้งของต้นอ่อนด้วยการทำ embryo rescue เนื่องจากพริกทั้ง 2 ชนิดนี้มีอุปสรรคในเรื่องการผสมข้ามสปีชีส์ คัดเลือกสายพันธุ์

ต้านทานด้วยวิธีบันทึกประวัติในขณะเดียวกันก็ทำการผสมกลับหาสายพันธุ์แม่ 3 ครั้งเพื่อเพิ่มลักษณะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ดี พบว่าสายพันธุ์ที่ได้นั้นมีระดับความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* เช่นเดียวกับพันธุ์ PBC81 พันธุ์ที่ได้จากการผสมกลับได้ถูกนำไปใช้เป็นสายพันธุ์ progressive lines ในการปรับปรุงพันธุ์การค้าต่อไป

2.5.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมพริกต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum* sp. ในการปรับปรุงพันธุ์นั้นจำเป็นต้องทราบการแสดงออกของยีน ในแหล่งพันธุกรรมพริกที่มีรายงานว่าต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส ซึ่งพบว่ามี การตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุกรรมพริก อายุผล (Taylor and Ford, 2007; Ko et al., 2005; Mongkolporn et al., 2010) ความรุนแรงของ เชื้อ *Colletotrichum* sp. แต่ละสปีชีส์และไอโซเลต ก็จะมี ความรุนแรงไม่เท่ากัน ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อโรครดดังกล่าวจึงจำเป็นต้องทราบข้อมูล การแสดงออกในลักษณะต้านทานต่อเชื้อ *Colletotrichum* sp. การตอบสนองต่อเชื้อของแต่ละสปีชีส์หรือไอโซเลต เพราะยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนสเป็นแบบ polygenic gene (Voorrips, 2004, Lee et al., 2010) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำพริกสายพันธุ์ต่าง ๆ มาทำการคัดเลือกลักษณะความต้านทานต่อเชื้อพบการตอบสนองของพริกกับเชื้อในแต่ละสปีชีส์ดังนี้

1) *C. capsici* Pakdeevaporn et al. (2005), Mahasuk et al. (2009), Kim et al. (2008a) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนส *C. capsici* ในพริกพันธุ์ต้านทาน PBC932 โดยศึกษาจากประชากรชั่วรุ่นที่ F_2 และ BC_1 พบการกระจายตัวของรุ่นลูก F_2 อัตราการกระจายตัว ต้านทาน:อ่อนแอ (1:3) พบการแสดงออกของยีนเป็นแบบยีนด้อย 1 คู่ แต่ Park et al. (1990b) กลับพบว่าการแสดงออกของลักษณะต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* เป็นแบบยีนเด่น 1 คู่ และนอกจากนี้พบการแสดงออกแบบข่มบางส่วนจากการศึกษาประชากรชั่วรุ่นที่ F_2 และประชากรผสมกลับของ *C. annuum* (Chungryong x PI244670) Lee et al. (2010) พบการแสดงออกของลักษณะต้านทานแบบข่มและสามารถถ่ายทอดแบบบวกสะสม มีค่าการถ่ายทอด 0.55-0.71 จากพริกพันธุ์ PBC81

2) *C. acutatum* จากการศึกษาของ AVRDC (1999) พบว่าเชื้อพันธุกรรมที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* คือ PBC932 Yoon et al. (2004) ได้ศึกษาลักษณะการแสดงออกของยีนด้วยการใช้พันธุ์ที่ได้จากการส่งถ่ายยีนของพันธุ์ต้านทานดังกล่าวชื่อว่า AR (*C. annuum*) ชั่วรุ่น BC_3F_6 เป็นสายพันธุ์ให้ (donor parent) ทำการผสมข้ามกับพริก 2 สายพันธุ์คือ HN11 (พันธุ์อ่อนแอ) x AR และ Daepoong-cho x AR ปลูกเชื้อ *C. acutatum* ในระยะผลเขียว (mature green) ประเมินการเกิดโรคและดูการกระจายตัวของลูกในชั่วรุ่นที่ 2 พบว่ามี การกระจายตัวของยีนเป็นแบบ ต้านทาน:อ่อนแอ (1:3) ซึ่งการแสดงออกนี้สอดคล้องกับ Yoon and Park. (2005) ดังนั้นยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* เป็นแบบยีนด้อย 1 คู่ แต่ Kim et al. (2007) กลับพบว่ายีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวนี้เป็นแบบยีนเด่น 1 คู่ หลังจากที่ทำการศึกษาการแสดงออก

ของยีนในพริกพันธุ์ต้านทาน PI594137 (*C. baccatum*) ผสมข้ามกับพริกพันธุ์ Golden-aji เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

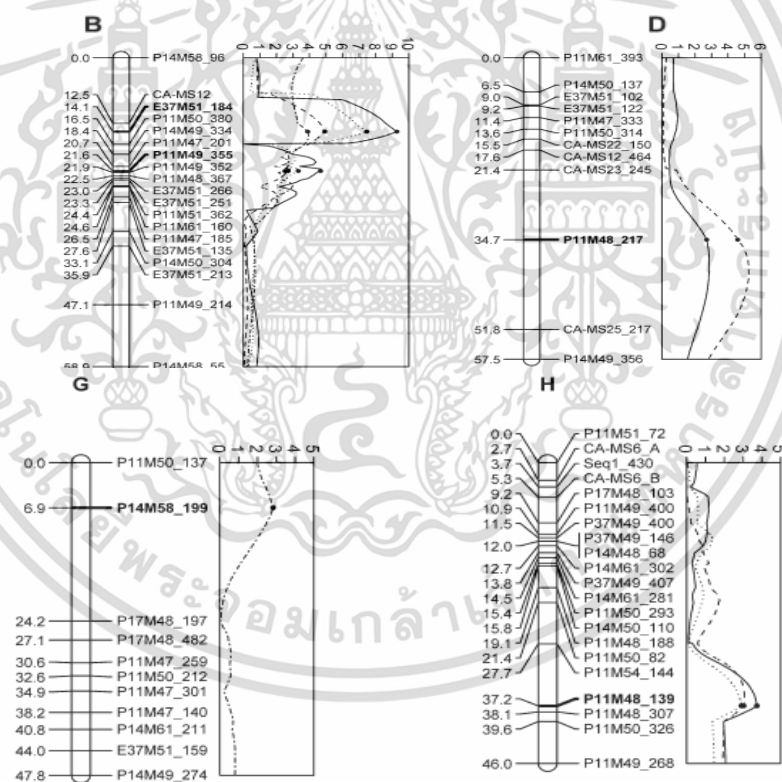
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*C. baccatum*) ศึกษาการแสดงออกของยีนในระยะผลเขียว (mature green) เช่นกัน และพบการกระจายตัวของยีนในชั่วรุ่นที่ 2 อัตรา ต้านทาน:อ่อนแอ (3:1) การถ่ายทอดลักษณะต้านทานนี้จากพริกพันธุ์ PBC80 (Mahasuk et al., 2009)

3) *C. gloeosporioides* Park et al. (1990a) พบการแสดงออกของยีนที่ระยะต้นกล้าเป็นแบบยีนเด่น 1 คู่ และการแสดงของยีนที่ระยะผลเขียวต้านทานเป็นแบบข่มบางส่วน และข่มเกิน

2.5.3 การศึกษา QTL ของลักษณะที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส

การศึกษา QTL จากพริก PBC932 (*C. chinense*) Voorrips (2004) ศึกษาพบตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* คือ ตำแหน่งยีนหลัก 1 ตำแหน่ง และตำแหน่งยีนรอง 3 ตำแหน่งและยังพบตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* คือ ตำแหน่งยีนหลัก และตำแหน่งยีนรองอย่างละ 1 ตำแหน่งใน Linkage group B, D, G และ H ตามลำดับ (ภาพที่ 2.1)

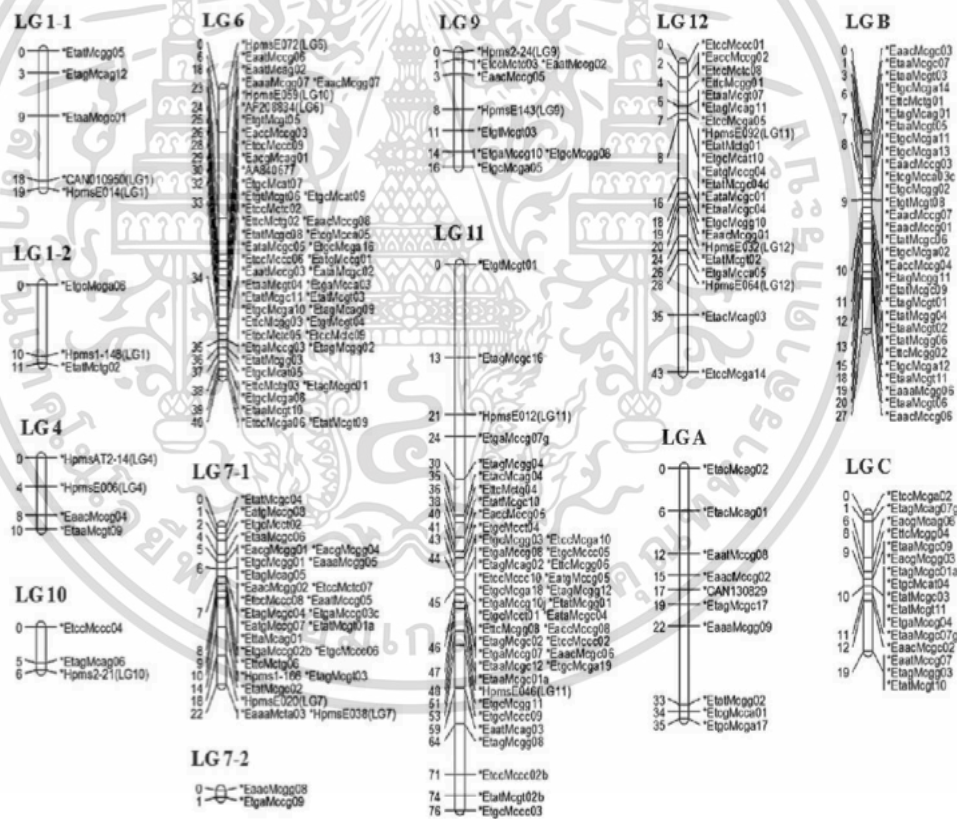


ภาพที่ 2.1 QTL Mapping ของความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส ที่มีความเชื่อมโยงกันใน Linkage group B, D, G และ H เส้นประแสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผลหลังจากปลูกเชื้อด้วย *C. capsici* และ *C. gloeosporioides*

ที่มา: Voorrips, 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษา QTL จากพริก PBC81 (*C. baccatum*) Lee et al. (2010) ศึกษาตำแหน่ง QTL ลักษณะต้านทานแอนแทรกโนสต่อเชื้อ *C. capsici* และ จากพริกพันธุ์ต้านทาน PBC81 (*C. baccatum*) (ภาพที่ 2.2) พบตำแหน่ง QTL ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อแอนแทรกโนส *C. capsici* อยู่ Linkage group 9 และ Linkage group C จำนวน 3 ตำแหน่ง ซึ่งมี Flanking marker อยู่ 3 กลุ่ม คือ 1.(HpmsE143- EtgtMcgt03) 2.(HpmsE143- EtgtMcgt03) 3.(EtgtMcgt03-EtgaMccg10) และมี SSR marker ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะต้านทานอยู่ 2 ไพรเมอร์ คือ Hpms2-24 และ HpmsE143 และพบตำแหน่ง QTL ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* อยู่ Linkage group 12 พบ major QTL 1 ตำแหน่ง และ minor QTL 2 ตำแหน่งพบ Flanking marker อยู่ 3 กลุ่ม คือ 1.(EtatMcga11-EtccMcga05) 2.(EtatMcgc04d-EataMcgc01) 3.(EtatMcgc04d-EataMcgc01) และมี SSR marker ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะต้านทานอยู่ 3 ไพรเมอร์ คือ HpmsE092 HpmsE032 และ HpmsE063

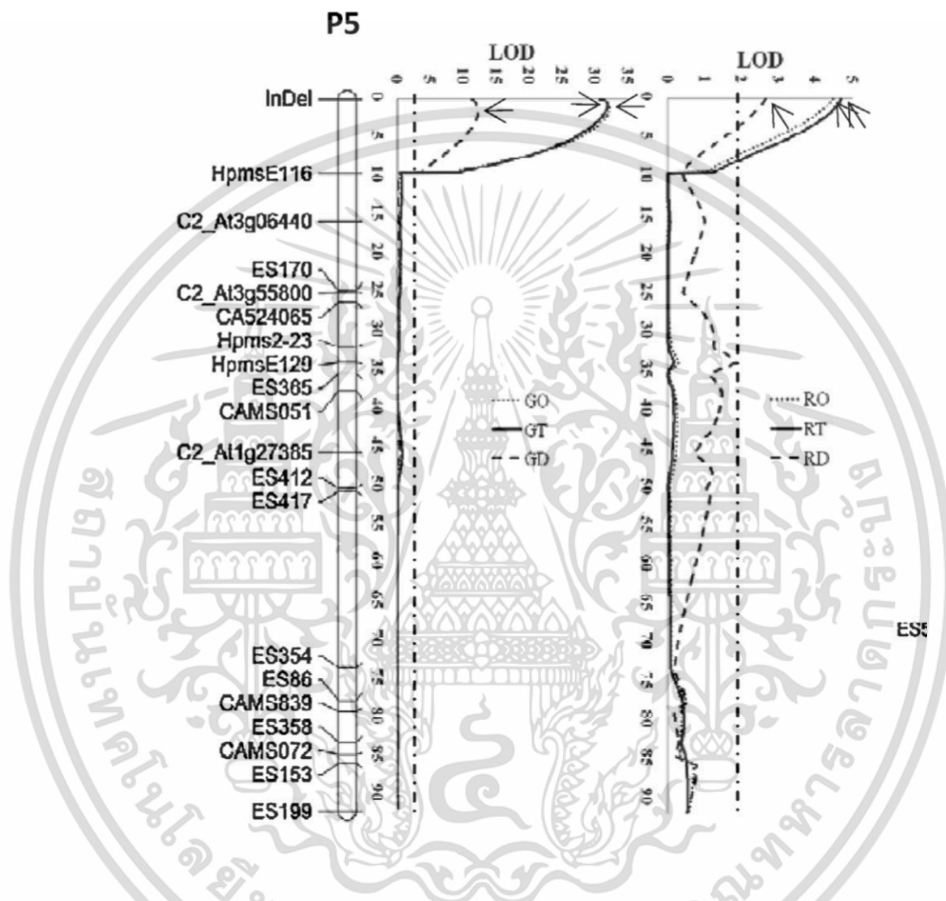


ภาพที่ 2.2 แผนที่ความเชื่อมโยงในประชากร BC₁F₂ โดยใช้ 218 เครื่องหมาย ประกอบไปด้วย 197 AFLP และ 21 SSRs

ที่มา: Lee et al., (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

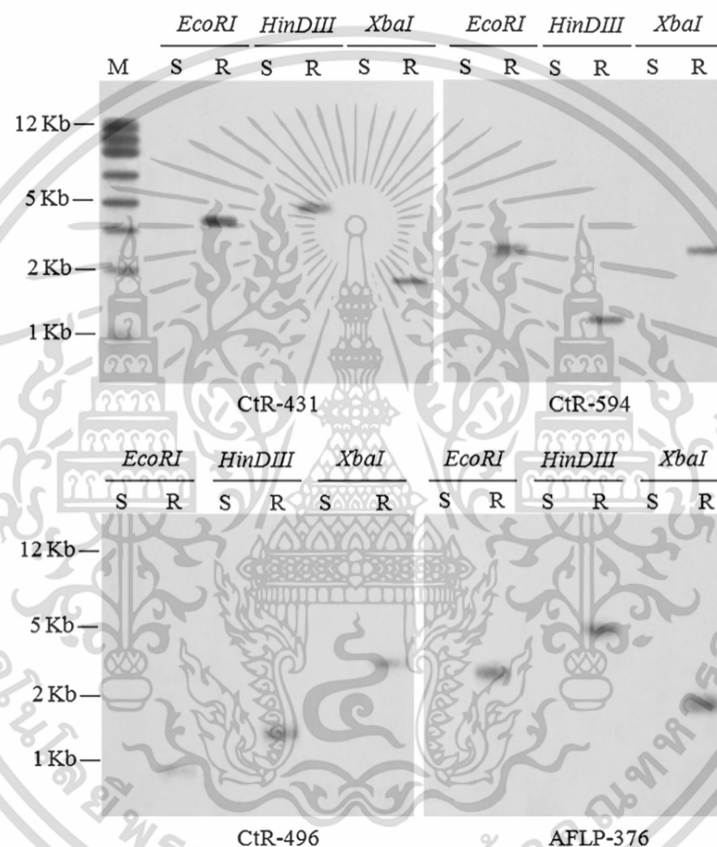
การศึกษา QTL ในพริก *C. chinense* (PBC932) Sun et al. (2015) ในประชากร BC₁ ที่ได้จากลูกผสม *C. annuum* line 77013 (พันธุ์อ่อนแอ) (ภาพที่ 2.3) พบตำแหน่ง QTL ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อแอนแทรกโนส *C. acutatum* บนโครโมโซม P5 ระยะทาง 1310.2 cM ที่ linkage groups 14 major QTL 1 ตำแหน่ง ที่ต้านทานในระยะผลเขียวและระยะผลแดง และ minor QTL 4 ตำแหน่ง ที่ต้านทานในระยะผลเขียวเท่านั้น และยังพบว่าความต้านทานในแต่ละระยะอาจถูกควบคุมโดยยีนคนละตำแหน่งบนโครโมโซม P5



ภาพที่ 2.3 QTL ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคแอนแทรกโนส ลูกศรระบุตำแหน่ง QTL ที่มีค่า LOD สูงสุด G คือ ระยะผลสีเขียวที่โตเต็มที่ R คือ ระยะผลสีแดงที่โตเต็มที่ O คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรคโดยรวม T คือ เส้นผ่านศูนย์กลางรอยโรคที่แท้จริง D คือ อุบัติการณ์ของโรคบนโครโมโซม P5

ที่มา: Sun et al., (2015)

การศึกษา QTL และการพัฒนาเครื่องหมายที่เชื่อมโยงกับยีนใหม่สำหรับการต้านทานโรคแอนแทรกโนสในพริกพันธุ์ " Punjab Lal " (Mishra et al., 2019) ในของประชากร F_1 F_2 และ BC_1F_1 ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ ' Punjab Lal ' กับพันธุ์ ' Arka Lohit ' ที่อ่อนแอต่อเชื้อ *C. truncatum* (ภาพที่ 2.4) พบว่าพริกพันธุ์ Punjab Lal มียีนที่ต้านทานต่อแอนแทรกโนสเป็นยีนเด่น 1 ตำแหน่ง คือ Rct1 การทำแผนที่ที่ยีนพบว่าเครื่องหมาย STS (CtR-431 และ CtR-594) อยู่ใกล้กับตำแหน่งยีน Rct1 ระยะทาง 1.8 และ 2.3 cM ตามลำดับ และเครื่องหมายโมเลกุลทั้งสองเชื่อมโยงกับความต้านทานในพริก *C. chinense* 'PBC932' และ *C. baccatum* 'PBC80'



ภาพที่ 2.4 การวิเคราะห์เครื่องหมาย STS ทั้ง 4 ได้แก่ CtR-431, CtR-594., CtR-496 และ AFLP-376 ในพันธุ์ต้านทาน Punjab Lal และ พันธุ์อ่อนแอ Arka Lohit พบว่ามีแถบเดียวในจีโนมไทป์ที่ต้านทานเท่านั้น

ที่มา: Mishra et al., (2019)

2.5.4 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกลักษณะต้านทานต่อโรคแอนแทรกซิน

เครื่องหมายโมเลกุลมี 2 ระดับ คือ ระดับโปรตีนและระดับดีเอ็นเอ การศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกซินในสภาพแปลงเพียงอย่างเดียวต้องใช้เวลาในการคัดเลือกนานและที่สำคัญมีความแม่นยำน้อยกว่าเพราะมีสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลใช้ร่วมกับการศึกษาลักษณะต้านทานแอนแทรกซินโดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมายซึ่งเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ หรือต่างชนิดมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ และจำแนกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่ต้านทานและสายพันธุ์ที่อ่อนแอ ดีเอ็นเอเครื่องหมายมีหลายประเภท เช่น RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), SSR (Simple Sequence Repeat), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) และอื่น ๆ

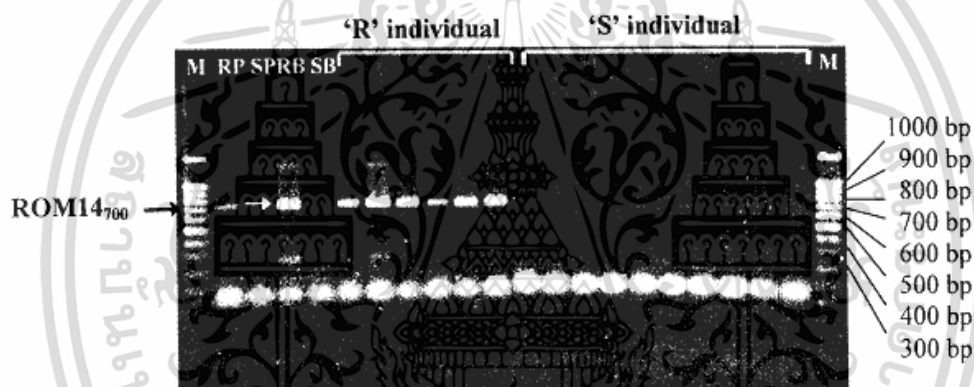
1) Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) เป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่รวบรวมหลักการของ RFLP และ RAPD เข้าไว้ด้วยกัน วิธีการคือ ตัด genomic DNA ด้วย restriction enzyme 2 ชนิด ชนิดหนึ่งสามารถตัดได้ถี่ซึ่งโดยมากจะใช้ 4-base cutter ส่วนอีกชนิดหนึ่งจะตัดด้วยความถี่ที่น้อยกว่า โดยมากใช้ 6-8 base cutter จากนั้นนำ adapter ของ enzyme ทั้งสองนั้นมาเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ โดยใช้ ligase สำหรับเพิ่มขยายชิ้นส่วนดีเอ็นเอนั้นใช้หลักการของ PCR โดยจะใช้ oligonucleotide ไพรเมอร์ ซึ่งมีลำดับเบสที่ตรงกันข้ามกับ adapter ซึ่งทำให้สามารถจับกับ adapter ได้กระชับ โดยเพิ่มเบสจำเพาะ (selective base) ในส่วนท้ายของไพรเมอร์ ซึ่งนิยมใช้เบสจำเพาะจำนวน 2 หรือ 3 (+2 หรือ +3) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือการเพิ่มปริมาณของชิ้นดีเอ็นเอ บริเวณจำเพาะที่ไพรเมอร์สามารถจับได้ ผลผลิตการทำ PCR นั้นจะนำไปแยกขนาดโดยใช้ polyacrylamide gel electrophoresis ซึ่งความแตกต่างแต่ละต้นในประชากรนั้นเกิดจาก addition, deletion หรือ mutation ในตำแหน่งของ restriction site หรือในตำแหน่งระหว่างไพรเมอร์นั้น ๆ จากตัวอย่างการใช้เครื่องหมาย AFLP marker A518 ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกซินสามารถให้ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่ต้านทานกับสายพันธุ์ที่อ่อนแอในระยะผลเขียวจากพันธุ์ PBC932

2) SSR (Simple Sequence Repeat) เป็นกลุ่ม DNA ที่มีลำดับเบสซ้ำใช้เป็นเครื่องหมายในการแยกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไป ไมโครแซทเทลไลท์จะประกอบด้วยลำดับเบสซ้ำ 1-6 เบส โดยทั่วไปเบสซ้ำเหล่านี้มักมีลำดับเบสที่จำเพาะอยู่บริเวณรอบ ๆ เบสซ้ำต่อเนื่องจากลักษณะเฉพาะนี้ สามารถนำมาพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลได้โดยการออกแบบไพรเมอร์ที่สามารถเข้ากับเบสจำเพาะ (Paterson, 1996)

3) SCAR (Sequence Characterized amplified Region) เป็นเครื่องหมาย DNA แบบจำเพาะ เครื่องหมายชนิดนี้พัฒนามาจากเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณโดย PCR แบบสุ่มหลายตำแหน่ง เช่น RAPD หรือ AFLP ซึ่งการทำ RAPD มีข้อด้อยในเรื่องของการคงตัวของแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้น ส่วน AFLP มีข้อด้อยที่หลายขั้นตอน และวิธีการทำซับซ้อน ดังนั้นเมื่อพบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ ไม่ควรตีพิมพ์ หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันสามารถใช้เป็นเครื่องหมายได้ นิยมเปลี่ยนแถบดีเอ็นเอนั้นให้สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธี PCR แบบจำเพาะ โดยการตัดแถบดีเอ็นเอดังกล่าว นำมาหาลำดับเบสจากนั้น ออกแบบไพรเมอร์คู่ใหม่จากลำดับเบสที่ได้ ซึ่งต้องตัดส่วนปลายที่เป็นส่วนจำเพาะของไพรเมอร์เดิม ออกก่อน ทำให้ได้ไพรเมอร์ที่จำเพาะและสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้เพียงตำแหน่งเดียว ซึ่งทำให้แม่นยำและรวดเร็วขึ้น (สุรินทร์, 2552)

4) EST (Expressed Sequence Tag) เป็น STS ที่พัฒนามาจาก DNA จึงเป็นส่วนของยีนที่มีการแสดงออก เมื่อทราบลำดับเบสก็สามารถนำมาออกแบบไพรเมอร์เพื่อเพิ่มปริมาณโดยเทคนิค PCR และใช้เป็นเครื่องหมายได้เช่นเดียวกัน Lin et al. (2002) ได้นำ EST มาตรวจสอบประชากรข้าวรุ่นที่ 2 จากพริก (PBC 932) ที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ระหว่างสายพันธุ์ต้านทานและสายพันธุ์อ่อนด้วยวิธีการ Bulked segregant analysis มีสองไพรเมอร์ที่สามารถแยกความแตกต่างของระหว่างสายพันธุ์ คือ OM11 และ OM14 ให้ความแตกต่างของลำดับเบสที่ 700 bp โดยมีการแสดงออกของลำดับเบสในกลุ่มที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 การวิเคราะห์โดยเครื่องหมาย EST ใช้ไพรเมอร์ OM14 ตรวจสอบดีเอ็นเอจีโนมของ *C. chinense* Jacq 'PBC932' (RP), *C. annuum* L. 'Bangchang' (SR), R-Bulk (RB), S-bulk (SB) และ 'R' และ 'S' ของแต่ละกลุ่ม ขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอถูกเปรียบเทียบกับเครื่องหมายโมเลกุล (M) 100 bp Ladder

ที่มา: Lin et al., (2002)

2.6 การทดสอบความสามารถในการรวมตัว (testing of combining ability)

เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้ลักษณะพริกที่ต้องการและเป็นพันธุ์ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้สูงสุดจำเป็นต้องมีการทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมเพื่อที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการพิจารณาจำนวนสายพันธุ์ (กฤษฎา, 2528) ซึ่งการคัดเลือกสายพันธุ์ทำได้โดยการทดสอบความสามารถในการรวมตัวเป็นการแสดงถึงความสามารถของสายพันธุ์หนึ่ง ๆ ในการที่จะให้ลูกผสมที่ดีเมื่อนำไปผสมกับสายพันธุ์อื่น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.6.1 ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (General combining ability: GCA) และความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (Specific combining ability: SCA)

โดยทั่วไป Specific combining ability สามารถทำนายความสามารถของพ่อแม่ได้ดีกว่า General combining ability การศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะทางการเกษตร พบว่าค่าความสามารถในการผสมเฉพาะของลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ ผลผลิตรวม ลักษณะความสูงต้น จำนวนผลต่อต้น ปริมาณ capsaicin ต่อต้น อัตราส่วนระหว่างความยาว และความกว้างผล น้ำหนักผลแห้งต่อต้น อัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างผล และจำนวนเมล็ดต่อผลของพริก มีค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะมากกว่าความสามารถในการผสมโดยทั่วไป ควบคุมยีนแบบไม่เป็นผลบวกสะสม (non-additive gene action) มีมากกว่าอิทธิพลของยีนที่เป็นแบบผลบวกสะสม (additive gene action) (Sousa and Maluf, 2003 และ Chaudhary et al., 2013) งานวิจัยของ ญานิตา (2561) พบว่าปฏิกิริยาของยีนแบบไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) ของพันธุ์พ่อแม่ที่ทำการศึกษามีค่าสูงใช้เป็นตัวชี้วัดศักยภาพของคู่ผสมได้ ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกคู่ผสมจะพิจารณาจากค่าความต้านทานโรค ค่าเฉลี่ยผลผลิตสด ผลผลิตแห้ง ปริมาณสารเผ็ด ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ และความดีเด่นของลูกผสมสูงโดยลักษณะที่กล่าวมานี้เป็นค่าที่ใช้คัดเลือกลูกผสมพันธุ์ที่มีศักยภาพ และทำให้ทราบเกี่ยวกับความแตกต่างของพันธุกรรมของพันธุ์พ่อแม่จะส่งผลดีต่อการคัดเลือกพันธุ์เพื่อทดสอบต่อไป งานวิจัยของ บุปผารัฐและคณะ (2560) ได้ศึกษาลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 พันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป พบว่าพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ค่า GCA สูงสุดในลักษณะจำนวนผล น้ำหนักผล ความยาวผล ความหนาเนื้อ ผลผลิตรวมสูงสุด สามารถนำมาใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่คือ CA365 CA500 และ CA849 และลูกผสมที่มีค่า SCA สูง คือคู่ CA849 x CA1098 และงานวิจัยของ พัชรภรณ์ และสุชีลา (2557) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป และความสามารถการรวมตัวเฉพาะโดยใช้แผนการผสมแบบพบกันหมด North Carolina mating design II) ระหว่างพริกพันธุ์ปลูกที่มียีนต้านทานโรคแอนแทรกคโนส พบว่าพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ค่า GCA สูงสุดในลักษณะของผลผลิตและต้านทานต่อโรค สามารถนำมาใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีได้และพบอีกว่า ยีนควบคุมลักษณะผลผลิตมีอิทธิพลแบบผลบวกสะสม (additive) แบบข่ม (dominant) และแบบข่มข้ามคู่ (epitasis) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะผลผลิตควบคุมโดยยีนหลายคู่ในการคัดเลือกพันธุ์จึงจำเป็นต้องคัดเลือกในชั่วรุ่นหลัง ๆ นอกจากนั้นยังพบว่าอิทธิพลของพ่อแม่ที่มีค่า GCA ในลักษณะการเกิดโรคในทางลบสามารถทำให้ลูกมีค่าการเกิดโรคในทางลบค่าได้เช่นกัน เพราะฉะนั้นการคัดเลือกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานนี้ เมื่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการตอบสนองต่อโรคจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์พ่อที่แสดงผลออกมาที่ต่ำหรือค่าที่ติดลบ (Nyadanu et al., 2012)

วิธีการทดสอบความสามารถในการรวมตัวเป็นการนำลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบความสามารถการผสมมาปลูกในแปลงเพื่อประเมินคุณค่าของพันธุ์พ่อแม่ว่าสามารถให้ลูกผสมที่ดีหรือไม่ ซึ่งทำได้หลายวิธีแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน การเลือกวิธีให้เหมาะสมกับสภาพงานช่วยประหยัดแรงงาน งบประมาณและเวลา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์ มีวิธีดังนี้

1) การใช้สายพันธุ์ทดสอบ (topcross หรือ testcross) ทำโดยการผสมพันธุ์ที่ต้องการทดสอบกับตัวทดสอบ อาจจะใช้ตัวทดสอบเพียง 1 สายพันธุ์หรือมากกว่าก็ได้เหมาะสมสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่มีพันธุ์ที่ต้องการทดสอบจำนวนมาก โดยตัวทดสอบที่มีฐานพันธุกรรมที่แตกต่างกันจะใช้สำหรับประเมินความสามารถในการผสมที่แตกต่างกันคือ สายพันธุ์ใดผสมกับพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมกว้าง ได้แก่ พันธุ์ผสมเปิด เป็นการประเมินสมรรถนะการผสมทั่วไป ส่วนพันธุ์ที่ผสมกลับพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมแคบ ได้แก่ พันธุ์แท้เป็นการประเมินความสามารถการผสมเฉพาะ

2) การผสมแบบพบกันหมดภายในกลุ่ม (diallel cross) ทำโดยการผสมแบบพบกันหมดภายในกลุ่มทำให้ได้คู่ผสมเท่ากับ $n(n-1)/2$ เมื่อ n คือ จำนวนสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบ เป็นการทดสอบคู่ผสมแต่ละคู่โดยตรง ค่าเฉลี่ยของคู่ผสมที่เกี่ยวข้องกับแต่ละสายพันธุ์ใช้เป็นดัชนีการวัดความสามารถในการผสมทั่วไปของสายพันธุ์นั้น และคู่ผสมแต่ละคู่ใช้เป็นดัชนีวัดค่าความสามารถในการผสมเฉพาะของคู่ผสมนั้น ๆ วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้กับสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว เป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ และใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการคัดเลือกคู่ผสมหรือการจัดกลุ่มพันธุ์ตามความสามารถในการผสมและรูปแบบการให้ผลผลิต (heterotic pattern)

3) การผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) มักใช้เมื่อสามารถแบ่งกลุ่มพันธุ์ทดสอบออกจากกันได้เช่น สายพันธุ์ละอองเกสรเป็นหมันที่ใช้เป็นพันธุ์แม่กับสายพันธุ์ละอองเกสรปกติที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อ หรือสายพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อผสมกับกลุ่มสายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน จำนวนคู่ผสมที่จะได้ คือ $n \times m$ เมื่อ n คือจำนวนพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์แม่และ m คือ จำนวนพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อ (ธานี, 2556)

2.6.2 ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลูกผสม (Heterosis)

ความดีเด่นของลักษณะ หมายถึง การที่ลูกผสมมีความแข็งแรง ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลง ทนแล้ง และให้ลักษณะอื่น ๆ ดีกว่า หรือสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ความดีเด่นของลักษณะนั้นอาจเกิดจากการที่ฟีชีอยู่ในสภาพพันธุ์ทางหรือเฮเทอโรไซกัส (heterozygous) ดังนั้นจึงพบความดีเด่นระดับสูงในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ความดีเด่นของลูกผสมในพืชชนิดเดียวกันอาจมีระดับ แตกต่างกัน ถ้าพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่นำมาผสมแตกต่างกัน ยิ่งกว่านั้น แม้เป็นลูกผสมชุดเดียวกัน แต่อัตราความดีเด่นในชั่วรุ่นต่าง ๆ จะแตกต่างกัน การวัดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของลูกผสมวัดได้ 2 วิธี ได้แก่

ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (mid-parent heterosis; MPH) การวัดโดยวิธีนี้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าลักษณะดังกล่าวมีการแสดงออกของยีนในลักษณะข่มและความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี (high-parent heterosis; HPH) (พรชัย, 2560; ไพศาล และคณะ, 2546)

2.6.3 ปฏิกริยาของยีน (gene action)

1) ปฏิกริยาแบบผลบวก (Additive gene action) ลักษณะที่แสดงออกจะขึ้นอยู่กับจำนวนของยีนที่ช่วยเสริมลักษณะนั้น ๆ และยีนแต่ละตัวจะเพิ่มค่าขึ้นเท่า ๆ กันไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ heterozygote หรือ homozygote

2) ปฏิกริยาไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ด้วยกัน

2.1 ปฏิกริยาข่มสมบูรณ์ (dominant gene action หรือ Complete dominance) หมายถึง ปฏิกริยาของยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างสมบูรณ์ ลักษณะ $AA = Aa$

2.2 ปฏิกริยาข่มไม่สมบูรณ์ (Incomplete dominance) คือ การที่ยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างไม่สมบูรณ์ ลักษณะ Aa จะค่อนข้างมา ทาง Aa แต่ไม่เท่ากับ AA และไม่เท่ากับผลเฉลี่ยของ AA และ aa

2.3 ปฏิกริยาข่มเกิน (Over dominant gene action) เป็นการทำงานของยีนบนตำแหน่งเดียวกันซึ่งจะทำให้ heterozygote (Aa) แสดงออกได้มากกว่า AA

2.7.4 อัตราพันธุกรรม (heritability = h^2)

ประสิทธิภาพของการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของลักษณะที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับยีนที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะ phenotype ซึ่งจะหมายถึงอัตราทางพันธุกรรม ซึ่งอัตราทางพันธุกรรมอัตราส่วนของความแปรปรวนที่ถ่ายทอดได้ซึ่งเป็นผลของยีนทุกรูปแบบซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1. อัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability หมายถึง อัตราส่วนความแปรปรวนของยีนกับลักษณะความแปรปรวนรวมทั้งหมดโดยรวมเอาความแปรปรวนอันเกิดจากการแสดงออกของยีนทุกชนิด

2. อัตราพันธุกรรมอย่างแคบ (narrow sense heritability) หมายถึง อัตราส่วนของความแปรปรวนที่เกิดจากยีนที่แสดงผลในทางบวกกับความแปรปรวนทั้งหมด อัตราพันธุกรรมแบบนี้จะชี้ให้เห็นถึงอัตราของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน

การวัดระดับอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ ถ้าน้อยกว่า 40% จัดว่ามีค่าในระดับต่ำ 41-50% จัดว่ามีค่าใน ระดับปานกลาง และมากกว่า 50% จัดว่ามีค่าในระดับสูง (Searle, 1965)

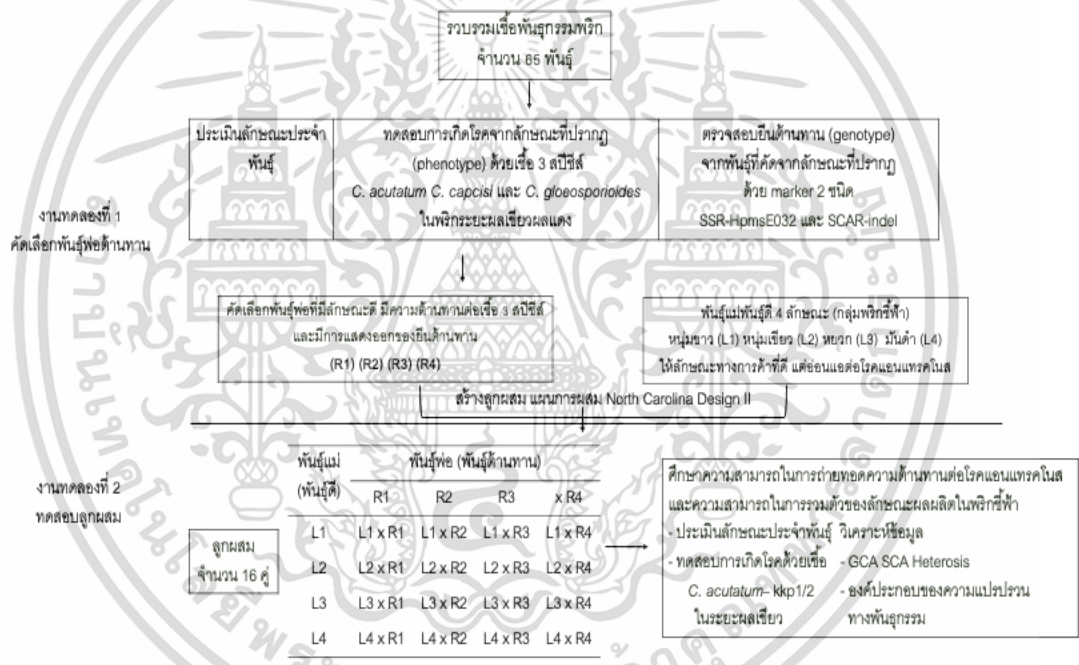
การข่มเฉลี่ย $\bar{d} = 0$ หมายถึง ไม่มีการข่ม $\bar{d} = 1$ หมายถึง การข่มสมบูรณ์ $\bar{d} > 1$ หมายถึง การข่มเกิน และ $\bar{d} < 1$ หมายถึง การข่มไม่สมบูรณ์ (พีระศักดิ์, 2525)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินการการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 งานทดลอง คือ 1) ประเมินเชื้อพันธุกรรมพริก ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส และคัดเลือกพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส โดยทำการ คัดเลือกทั้งทางลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) และการแสดงออกของยีนโดยใช้ marker ตรวจสอบ พันธุ์ที่คัดเลือก (genotype) 2) ศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะของผลผลิตต้านทาน โรคแอนแทรคโนสในพริกชี้ฟ้า โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้ (ภาพที่ 3.1)



หมายเหตุ :

พันธุ์พ่อพันธุ์ต้านทาน R1 = KM6-2-1 R2 = KM1-10-2 R3 = KM1-9-1 R4 = KM6-4-1

พันธุ์แม่พันธุ์ดี L1 = susanjoy L2 = pep14 L3 = หยอก L4 = มั่นดำ

ภาพที่ 3.1 แผนผังการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคแอนแทรคโนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานโรคแอนแทรกคโนส

โดยทำการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมพริกดังนี้ กลุ่มพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสจากพริก PBC932 จำนวน 34 พันธุ์ กลุ่มพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสจากพริก PBC80 จำนวน 9 พันธุ์ และกลุ่มพันธุ์ที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 65 พันธุ์ (ตารางที่ 3.1)

3.1.1 การศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่ใช้ในการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนส

ศึกษาทั้งหมด 65 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น โดยทำการเพาะเมล็ดในวัสดุปลูกที่ผสมสในภาชนะขนาด 104 หลุม เป็นระยะเวลา 1 เดือน แล้วย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่มีดินผสม (ดิน : ขี้เถ้าแกลบ : กาบมะพร้าว ในอัตรา 1 : 1 : 1 ส่วน) การบำรุงดูแลต้น รดน้ำ 2 ครั้งต่อวัน ช่วงเช้า-เย็น ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ปริมาณ 5 กรัมต่อต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ทำการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงทุก ๆ สัปดาห์ เพื่อให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตเต็มที่และทำการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้ 1) อายุดอกบาน อายุการติดผล และอายุผลสุก 2) ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูงต้น และขนาดทรงพุ่ม 3) ลักษณะผลพริก ได้แก่ ความกว้างผล ความยาวผล และน้ำหนักผล

3.1.2 การประเมินความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในระยะผลเขียวและระยะผลแดง

ศึกษาในพริกทั้งหมด 65 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ผล มาใช้ประเมินระดับการตอบสนองต่อเชื้อแต่ละ species ใช้เชื้อทั้งหมด 3 species ได้แก่ *C. acutatum* *C. gloeosporioides* และ *C. capsici* โดยเริ่มจากทำความสะอาดที่ผลพริกด้วย 70 % ethanol จากนั้นทำเครื่องหมายบนผลเพื่อแสดงตำแหน่งที่จะปลูกเชื้อ 2 จุดต่อผล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและสายพันธุ์ของพริก จากนั้นนำมาทดสอบกับเชื้อโดยวิธีการฉีด spore suspension ของเชื้อ *Colletotrichum* sp. ทั้ง 3 species โดยใช้เข็มเจาะทำให้เกิดบาดแผลแล้วฉีดเชื้อเข้าไปในผลพริกด้วยไมโครปิเปต โดยใช้ความเข้มข้นเชื้อ *C. gloeosporioides* 1×10^6 (Than et al., 2008a) *C. capsici* 1×10^6 (Montri et al., 2009) และ *C. acutatum* 5×10^5 (Suwor et al., 2015) ปริมาตร 2 ไมโครลิตร จากนั้นไปบ่มในกล่องพลาสติกที่มีความชื้น 80-90% เป็นเวลา 5 วัน ทำการบันทึกข้อมูลและประเมินระดับความต้านทาน (ตารางที่ 3.2) ตามวิธีการของ (Suwor et al., 2015)

ตารางที่ 3.1 สายพันธุ์พริกที่ใช้ในการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ และประเมินการเกิดโรคแอนแทรกคโนสจำนวน 65 สายพันธุ์

ลำดับ	พันธุ์	Pedigree name	ที่มา	แหล่งความต้านทาน	ลำดับ	พันธุ์	Pedigree name	ที่มา	แหล่งความต้านทาน	ลำดับ	พันธุ์	Pedigree name	ที่มา	แหล่งความต้านทาน
1	KM1-5-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	23	KM15-15-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	45	HR7-14-2	Huarea	-	พันธุ์พื้นเมือง
2	KM1-5-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	24	KM17-9-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	46	HR11-1	Huarea	-	พันธุ์พื้นเมือง
3	KM1-7-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	25	KM17-11-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	47	HR12-3	Huarea	-	พันธุ์พื้นเมือง
4	KM1-7-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	26	KM17-11-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	48	Jinda-1	Jinda	-	พันธุ์พื้นเมือง
5	KM1-9-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	27	KM17-13-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	49	Jinda-2	Jinda	-	พันธุ์พื้นเมือง
6	KM1-10-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	28	KM17-13-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	50	Num Keowtong-1	Num Keowtong	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
7	KM1-10-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	29	KM18-5-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	51	Num Keowtong-2	Num Keowtong	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
8	KM7-7-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	30	KM18-7-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	52	KM2-14-1	L2/R1	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
9	KM7-8-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	31	KM14-5-1	IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1)	WorldVeg	PBC 932	53	KM2-14-2	L2/R1	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
10	KM7-12-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	32	KM14-5-2	IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1)	WorldVeg	PBC 932	54	KM5-1-1	CWYS	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
11	KM7-12-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	33	KM14-7-1	IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1)	WorldVeg	PBC 932	55	KM5-1-2	CWYS	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
12	KM7-12-3	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	34	KM14-7-2	IR*4/PBC932 (0038-9155-5-1)	WorldVeg	PBC 932	56	KM8-4-1	KKU-P12012	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
13	KM7-12-4	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	35	KM6-2-1	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	57	KM8-10-1	KKU-P12012	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
14	KM7-13-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	36	KM6-2-2	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	58	KM8-14-1	KKU-P12012	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
15	KM7-15-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	37	KM6-4-1	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	59	KM8-12-1	KKU-P12012	KKU	พันธุ์พื้นเมือง
16	KM9-9-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	38	KM6-7-1	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	60	pep12	9835-123	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
17	KM9-13-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	39	KM6-7-2	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	61	KM-P13025	PP9955-15	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
18	KM13-3-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	40	KM10-10-1	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	62	KM-P13028	PP0537-7559	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
19	KM13-7-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	41	KM10-10-2	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	63	KM-P13031	PP0437-7506	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
20	KM13-15-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	42	KM12-6-1	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	64	KM-P13033	PP0537-7541	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
21	KM13-15-2	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	43	KM12-6-2	BC ₂ F ₄ 398x80C ₃ (1),2/17-21	KKU	PBC 80	65	KM-P13029	pp9950-5197,	WorldVeg	พันธุ์พื้นเมือง
22	KM15-15-1	L3/(L3/R1)	KKU	PBC 932	44	HR7-14-1	Huarea	-	พันธุ์พื้นเมือง		PP0107-7058			

การบันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทั่วไป (IPGRI et al., 2015)

- 1) อายุ
 - อายุดอกบาน (วัน) วันที่ดอกบานจำนวนครั้งหนึ่งของจำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมด
 - อายุการติดผลนับตั้งแต่ที่มีการติดผลของพริก และอายุผลสุกนับตั้งแต่ที่ผลมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นระยะสุกแก่
- 2) การเจริญเติบโต
 - ความสูงต้น (ซม.) เฉลี่ยวัดจากทุกต้น โดยวัดจากโคนต้นติดผิวดินถึงส่วนปลายยอด
 - ความกว้างของทรงพุ่ม (ซม.) เฉลี่ยวัดจากทุกต้น วัดในบริเวณที่กว้างที่สุด
- 3) ลักษณะผลพริก
 - ความกว้างผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ
 - ความยาวผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ
 - น้ำหนักต่อผล (กรัม) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้นทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ

ตารางที่ 3.2 การประเมินความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสโดยแบ่งตามขนาดการเกิดแผล

ขนาดแผล (มม.)	การตอบสนอง
0	ต้านทานมาก (HR)
0.1 - 2	ต้านทาน (R)
2.1 - 4	ต้านทานปานกลาง (MR)
4.1 - 6	อ่อนแอปานกลาง (MS)
6.1 - 8	อ่อนแอ (S)
> 8	อ่อนแอมาก (HS)

ที่มา: Suwor et al., (2015)

3.1.3 คัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้คัดเลือกลักษณะความต้านทานโรค

1) คัดเลือกไพรเมอร์ที่มีรายงานว่าจะสามารถแยกความแตกต่างของพริกพันธุ์ที่ต้านทานและอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกคโนสและแยกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ที่เป็น donors ทั้ง 2 ลักษณะได้โดย คือ SSR-HpmsE032 และ SCAR-Indel (ตารางที่ 3.3)

2) สกัดดีเอ็นเอคุณภาพสูงสกัดแยกดีเอ็นเอจากใบพริกสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นดีเอ็นเอต้นแบบสำหรับปฏิกิริยา PCR ในขั้นตอนต่อไป ดัดแปลงตามวิธีการของ (Mongkolporn et al., 2004) (CTAB method)) โดยนำใบยอดอ่อนของพริกอายุ จำนวน 2-3 ใบ ต่อสายพันธุ์มาสกัดดีเอ็นเอด้วยเทคนิค CTAB method โดยนำดีเอ็นเอมาเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิค

polymerase chain reaction (PCR) โดยใช้ marker (SSR-Hpms E032) ปริมาตร 10 μ l โดยแต่ละเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นงานวิชาการ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาประกอบด้วย 10x PCR buffer ปริมาตร 1 µl genomic DNA ปริมาตร 1 µl dNTP ปริมาตร 0.8 µl primer forward และ reverse ปริมาตรละ 0.3 µl dH₂O ปริมาตร 6.5 µl และ Taq DNA polymerase 1 unit ปริมาตร 1 µl ขึ้นต่อไปเตรียม PCR product โดยใช้ Marker (SCAR-Indel)) ปริมาตร 15 µl โดยแต่ละปฏิกิริยาประกอบด้วย 10x PCR buffer ปริมาตร 1.5 µl genomic DNA ปริมาตร 1.5 µl dNTP ปริมาตร 0.5 µl Primer forward และ reverse ปริมาตรละ 0.5 µl dH₂O ปริมาตร 10.4 µl และ Taq DNA polymerase 1 unit ปริมาตร 0.1 µl จากนั้นนำ PCR products จำนวน 3 ไมโครลิตร มาแยกขนาดของดีเอ็นเอโดยเทคนิค 15 % polyacrylamide electrophoresis

ตารางที่ 3.3 เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR และ SCAR ที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับความต้านทานโรคแอนแทรกโนส

Marker	Position	Product size and sources	Primer sequence	References
SSR- HpmsE032	LG12	100 bp (R); 90bp (S)	F: ATGCGCAAAGGGAGAAAATTCA R: CGAACTAACCCTTCATGGTGGA	Lee et al. (2010), Suwor et al. (2015)
SCAR- Indel	P.5	231 bp (R); 240 bp (S)	F: GGTATCTTATTTTCATAGGGACCAGGCA R: TTTGCGGTAGTGACAACAACCTTTACAGCCA	Wang (2011), Suwor et al. (2015)

3.2 งานทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส และศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตในพริกชี้ฟ้า

สร้างประชากรพริกเพื่อใช้ในการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส และศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตในพริกชี้ฟ้า โดยนำพริกสายพันธุ์ดี (elite line) และพริกพันธุ์ต้านทาน (resistant line) จากการประเมินความต้านทานโรคแอนแทรกโนสจากการทดลองที่ 1 วางแผนการผสมแบบ north carolina design II โดยกำหนดให้พันธุ์แม่เป็นพันธุ์ดี (elite line) และพันธุ์พ่อเป็นพันธุ์ต้านทาน (resistant line) ได้ลูกผสมจำนวน 6 คู่ผสม (ตารางที่ 3.4) จากนั้นทำการปลูกทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต และทดสอบความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส ศึกษาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA) และศึกษาความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA) ของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในงานทดลองนี้จะแบ่งเป็น 1.) ทดสอบลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต 2.) ทดสอบลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ในลักษณะต้านทานต่อแอนแทรกโนส มีรายละเอียดและวิธีการดำเนินงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ปลุกทดสอบเพื่อประเมินความสามารถการรวมตัวของลักษณะทางการเกษตร

ปลุกทดสอบผลผลิตของลูกผสมพริกชี้วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 8 พันธุ์ ปลุกวางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น และทำการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชี้วรุ่นที่ 1 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA) ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม

3.2.2 ประเมินความสามารถในการถ่ายทอดความต้านโรคแอนแทรกโคนิส

ทำประเมินในลูกผสมพริกชี้วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 8 พันธุ์ ปลุก 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น และทำการประเมินโดยทำการทดสอบการเกิดโรคโดยใช้เชื้อ *C. acutatum* – KKp1/2 ปลุกเชื้อลงบนผลพริกในระยะผลเขียว จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA) ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม

ตารางที่ 3.4 ลูกผสมพริก 16 สายพันธุ์ จากพันธุ์พ่อที่ต้านทาน 4 สายพันธุ์ และพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี 4 สายพันธุ์

พันธุ์แม่ female parent (elite line)	พันธุ์พ่อ male parent (resistant line)			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
L ₁	L ₁ × R ₁	L ₁ × R ₂	L ₁ × R ₃	L ₁ × R ₄
L ₂	L ₂ × R ₁	L ₂ × R ₂	L ₂ × R ₃	L ₂ × R ₄
L ₃	L ₃ × R ₁	L ₃ × R ₂	L ₃ × R ₃	L ₃ × R ₄
L ₄	L ₄ × R ₁	L ₄ × R ₂	L ₄ × R ₃	L ₄ × R ₄

1) การวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) การวิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA)

$$\hat{G}_{P1} = \bar{Y}_{P1} - \bar{Y}_{...}$$

\hat{G}_{P1} = ค่า GCA ของลักษณะผลผลิตของสายพันธุ์ P1

\bar{Y}_{P1} = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์

P1 $\bar{Y}_{...}$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

3) ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA)

$$\hat{S}_{AB} = \bar{Y}_{AB} - \hat{G}_A - \hat{G}_B - \bar{Y}_{...}$$

\hat{S}_{AB} = ค่า SCA ของลักษณะผลผลิตของกลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ A และ B

\bar{Y}_{AB} = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ A และ B

\hat{G}_A, \hat{G}_B = ค่า GCA ของลักษณะผลผลิตของสายพันธุ์ A และ B

$\bar{Y}_{...}$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

4) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis)

$$\text{Heterosis (\%)} = (F_1 - MP) / MP \times 100$$

เมื่อ F_1 = ค่าเฉลี่ยของลูกผสม

MP = ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ $(P_1 + P_2) / 2$

P_1 = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์แม่

P_2 = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ

ทำการวัดโดยการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า

$$\text{Heterobeltiosis (\%)} = (F_1 - HP) / HP \times 100$$

เมื่อ F_1 = ค่าเฉลี่ยของลูกผสม

HP = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า

5) การวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม ของผลผลิตและลักษณะด้านทาน

ต่อโรคแอนแทรกโนสของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 (ตารางที่ 3.5) จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีนัยสำคัญจึงวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมสามารถคำนวณโดยใช้โมเดลทางสถิติ ดังนี้ (ตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.5 ตาราง ANOVA ที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

Source	df	Mean Squares	Expected Mean Squares
Replication	r-1		
Females	f-1	M3	$\sigma^2 + r\sigma_{mf}^2 + r\sigma_f^2$
Male	m-1	M4	$\sigma^2 + r\sigma_{mf}^2 + r\sigma_m^2$
Females × Males	(f-1)(m-1)	M2	$\sigma^2 + r\sigma_{mf}^2$
Error	(r-1)(fm-1)	M1	σ^2
Total	rfm-1		

หมายเหตุ: r = จำนวนซ้ำ m และ f = จำนวนเพศผู้ จำนวนเพศเมียที่ผสมกับเพศผู้แต่ละต้น

ตารางที่ 3.6 สูตรในการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม

องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรม	สูตร
ความแปรปรวนต้นตัวผู้ Male variance (σ_m^2)	$(M_4 - M_2)/rf$
ความแปรปรวนต้นตัวเมีย Female variance (σ_f^2)	$(M_3 - M_2)/rm$
ปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวผู้ × ต้นตัวเมีย (Male × Female) variance (σ_{mf}^2)	$(M_2 - M_1)/r$
ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก Additive variance (σ_A^2)(m)	$4\sigma_m^2$ หรือ $4(M_4 - M_2)/rf$
ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก Additive variance (σ_A^2)(f)	$4\sigma_f^2$ หรือ $4(M_3 - M_2)/rm$
ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม Dominant variance (σ_D^2)	$4\sigma_{mf}^2$ หรือ $4(M_2 - M_1)/r$
ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม Environmental variance (σ_E^2)	σ^2
ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ Phenotypic variance (σ_p^2)	$\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2$
อัตราการข่ม Dominance ratio (σ_D^2/σ_A^2)	σ_D^2/σ_A^2
การข่มเฉลี่ย Average degree of dominance (\bar{d})	$(2\sigma_{mf}^2/\sigma_m^2)^{1/2}$
อัตราพันธุกรรมอย่างแคบ Narrow-sense heritability (%)	$\sigma_A^2 / (\sigma_E^2 + \sigma_D^2 + \sigma_A^2)$ หรือ $4\sigma_m^2 / (\sigma^2 + 4\sigma_{mf}^2 + 4\sigma_m^2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกด้านทานโรคแอนแทรคโนส

4.1.1 ศึกษาลักษณะทางการเกษตรที่ใช้ในการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส

จากการประเมินลักษณะสายพันธุ์พริกจำนวน 54 สายพันธุ์ที่รวบรวมมาจาก WorldVeg. มหาวิทยาลัยขอนแก่น และพริกพันธุ์พื้นเมือง พบลักษณะการเจริญเติบโตของต้นพริกมี 3 แบบ แบบทรงพุ่ม แบบตั้งตรง และแบบทอดนอน มีความสูงต้นตั้งแต่ 60.66 – 110.66 ซม. พันธุ์พริกที่มีความสูงต้นที่สุดจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ KM2-14-1, KM8-4-1, KM6-7-1 และ Num Keowthong-1 มีความสูง 110.66, 105.33, 102.66 และ 102.66 ซม. ตามลำดับ ความกว้างทรงพุ่มมีขนาด 43.33 – 103.33 ซม. พันธุ์ที่มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ HR11-1, KM6-7-1 และ Num Keowthong-1 มีขนาด 105.33, 100, และ 93 ซม. ตามลำดับ

ใบมีสีเขียวและสีเขียวเข้ม มีรูปร่างของใบ 2 แบบ คือ รูปหอก รูปไข่ ขนาดของผลพริกมีความกว้างตั้งแต่ 0.64 – 1.17 ซม. ความยาวผลตั้งแต่ 2.16 – 5.78 ซม. มีอายุดอกแรกบานตั้งแต่ 22 – 29 วัน ติดผลที่ 34 – 50 วัน มีสีผล 3 สี คือ เขียวอ่อน เขียว และเขียวเข้ม เป็นผลสุกที่ 90 – 120 วัน มีสีผล 2 สี คือ แดง และแดงเข้ม และจากการประเมินในลักษณะของความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักผล น้ำหนักผล ความกว้างผล และความยาวผล พบว่าทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ตารางที่ 4.1) พันธุ์ที่มีน้ำหนักผลมากที่สุดจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ KM8-10-1, Num keowthong-2 และ KM14-7-1 มีน้ำหนัก 3.55, 3.11 และ 3.10 กรัม ตามลำดับพันธุ์ที่มีความกว้างผลมากที่สุดจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ KM14-7-1, Num Keowthong-2, KM14-7-2 และ Num Keowthong-1 มีความกว้าง 1.17, 1.15, 1.14 และ 1.11 ซม. ตามลำดับ พันธุ์ที่มีความยาวมากที่สุดจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ KM12-6-2, KM7-15-1 และ KM7-13-1 มีขนาด 5.78, 5.64 และ 5.56 ซม. ตามลำดับ พันธุ์ที่มีอายุดอกแรกบานเร็วที่สุด วันที่ติดผลที่เร็วที่สุด และวันที่ผลสุกที่เร็วที่สุดจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ KM1-10-1, KM1-10-2, KM7-7-1, KM7-13-1 และ KM7-15-1 โดยมีอายุดอกบานที่ 22 วัน อายุวันติดผลที่ 34 วัน และอายุผลสุกที่ 90 วัน

ตารางที่ 4.1 ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกจำนวน 65 สายพันธุ์

ลำดับ	พันธุ์	ลำต้น		ผลผลิต			อายุ (วัน)			ใบ		สีผล		ลักษณะทรง
		สูง (ซม.)	กว้าง (ซม.)	น้ำหนักผล (กรัม)	กว้างผล (ซม.)	ยาวผล (ซม.)	50 % ดอกแรกบาน	ติดผล	ผลสุก	สีเขียวเข้ม	รูปร่าง	ดิบ	สุก	
1	KM14-7-1	62.66 st	85.00 ^{c-f}	3.10 ^{ab}	1.17 ^{ab}	5.14 ^d	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	ทอดนอน
2	KM14-7-2	83.33 ^{s-k}	72.33 ^{s-m}	2.28 ^{bcd}	1.14 ^{abc}	5.34 ^c	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียว	แดง	ทอดนอน
3	KM14-5-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	KM14-5-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	KM15-15-1	81.33 ^{l-t}	70.00 ^{h-n}	1.28 ^{c-g}	0.85 ^{s-l}	4.37 ^{hi}	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
6	KM15-15-2	66.33 ^{p-t}	58.33 ^{p-t}	1.34 ^{c-g}	0.73 ^{lm}	5.41 ^c	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
7	KM17-11-1	83.00 ^{h-k}	71.66 ^{h-n}	1.51 ^{c-g}	0.80 ^{l-t}	5.11 ^d	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
8	KM17-11-2	80.33 ^{j-m}	71.66 ^{h-n}	1.79 ^{c-e}	0.95 ^{d-s}	3.89 ^{h-n}	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
9	KM18-5-1	80.33 ^{j-m}	78.33 ^{f-l}	1.23 ^{c-g}	0.92 ^{d-s}	3.18 st	29	44	110	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	ตั้งตรง
10	KM1-10-1	85.00 ^{f-k}	76.66 ^{f-j}	1.08 ^{c-g}	0.74 ^{lm}	3.91 ^{klm}	22	34	90	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
11	KM1-10-2	89.00 ^{c-h}	73.33 ^{s-k}	1.41 ^{c-g}	1.08 ^{a-d}	3.78 ^{nno}	22	34	90	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง	พุ่ม
12	KM7-8-1	62.66 st	51.66 ^{uv}	1.54 ^{c-g}	0.85 ^{s-t}	4.62 ^f	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
13	KM7-7-1	83.00 ^{h-k}	76.66 ^{f-l}	1.17 ^{c-g}	0.75 ^{klm}	4.61 ^f	22	34	90	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
14	KM1-9-1	73.66 ^{mmo}	61.66 ^{h-s}	0.96 ^{efg}	0.83 ^{s-t}	3.11 st	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
15	KM1-7-1	80.00 ^{j-m}	65.00 ^{k-r}	0.84 ^{efg}	0.83 ^{s-t}	3.06 ^t	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
16	KM1-7-2	71.66 ^{n-q}	56.66 ^{r-u}	0.69 ^{efg}	0.83 ^{s-t}	3.06 ^t	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
17	KM1-5-1	84.66 ^{f-k}	63.00 ^{k-r}	1.47 ^{c-g}	0.64 ^{lm}	2.70 ^{ww}	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	พุ่ม
18	KM1-5-2	92.66 ^{cde}	66.66 ^{k-q}	0.94 ^{efg}	0.74 ^{lm}	2.58 ^w	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
19	KM9-13-1	88.00 ^{d-i}	88.33 ^{cde}	1.03 ^{d-g}	0.75 ^{klm}	3.80 ^o	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
20	KM9-9-1	61.66 ^t	52.33 ^{s-v}	1.24 ^{c-g}	0.85 ^{s-t}	3.24 ^{qr}	29	41	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
21	KM7-13-1	96.00 ^c	67.33 ^{k-q}	1.96 ^{de}	1.05 ^{b-e}	5.56 ^b	22	34	90	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
22	KM7-15-1	88.66 ^{d-h}	61.66 ^{h-s}	1.59 ^{c-g}	0.93 ^{e-h}	5.64 ^b	22	34	90	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	ตั้งตรง
23	KM17-13-1	73.00 ^{nop}	72.33 ^{s-m}	0.75 ^{efg}	0.75 ^{lm}	2.75 ^v	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม

หมายเหตุ: (-) = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกจำนวน 65 สายพันธุ์

ลำดับ	พันธุ์	ลำต้น		ผลผลิต			อายุ (วัน)			ใบ		สีผล		ลักษณะทรงพุ่ม
		สูง (ซม.)	กว้าง (ซม.)	น้ำหนักผล (กรัม)	กว้างผล (ซม.)	ยาวผล (ซม.)	50%ดอก แรกบาน	ติดผล	ผลสุก	สีเขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	
24	KM17-13-2	72.66 ^{no}	62.66 ^{lr}	0.74 ^{efg}	0.75 ^{lm}	2.78 ^v	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
25	KM18-7-1	69.00 ^{o-s}	48.33 ^{uv}	0.55 ^{fg}	0.75 ^{lm}	2.23 ^k	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียว	แดง	พุ่ม
26	KM13-7-1	74.00 ^{no}	67.66 ^{k-q}	0.92 ^{efg}	0.83 st	2.92 ^u	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	พุ่ม
27	KM13-15-1	81.00 ^{hl}	76.66 ^{fi}	0.81 ^{efg}	0.64 ^m	3.84 ^{t-g}	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
28	KM13-15-2	72.66 ^{no}	65.00 ^{kr}	1.27 ^{-g}	0.91 ^{e-k}	4.03 ^k	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
29	KM17-9-1	74.00 ^{mo}	73.33 ^{s-k}	1.43 ^{-g}	0.84 st	5.17 ^d	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
30	KM13-3-1	65.33 ^{qt}	66.00 ^{kr}	0.83 ^{efg}	0.73 ^{lm}	2.16 ^x	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
31	KM7-12-1	93.66 ^{cde}	81.66 ^{d-g}	1.19 ^{-g}	0.86 ^{fi}	4.46 ^{gh}	24	38	100	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	ตั้งตรง
32	KM7-12-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	KM7-12-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	KM7-12-2	60.66 ^t	73.00 st	1.05 ^{d-g}	0.84 st	3.75 ^{no}	24	38	100	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
35	KM10-10-1	85.00 ^{fk}	72.33 sm	1.00 ^{d-g}	0.77 ^{im}	3.36 ^{pq}	29	41	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
36	KM10-10-2	63.66 st	73.33 ^{s-k}	0.93 ^{efg}	0.78 ^{hm}	3.30 ^{qr}	29	41	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
37	KM6-7-1	102.66 ^b	100.00 ^{ab}	0.83 ^{efg}	0.76 ^{jm}	3.17 st	29	44	110	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	พุ่ม
38	KM6-7-2	75.33 ^{l-o}	81.33 ^{d-g}	1.10 ^{-g}	0.76 ^{klm}	4.28 ^d	29	44	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
39	KM6-4-1	72.66 ^{no}	68.33 ^p	0.60 ^{fg}	0.73 ^{lm}	2.67 ^{vw}	29	41	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
40	KM6-2-1	62.33 st	43.33 ^v	0.44 ^g	0.74 ^{lm}	2.24 ^x	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
41	KM6-2-2	83.33 ^{s-k}	90.66 ^{cd}	1.46 ^{-g}	0.84 st	4.91 ^g	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
42	KM12-6-1	78.00 ^{k-n}	73.33 ^{s-k}	0.84 ^{efg}	0.73 ^{lm}	3.94 ^{kl}	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดง	ตั้งตรง
43	KM12-6-2	65.33 ^{qt}	57.66 ^{qu}	1.67 ^{-g}	0.84 st	5.78 ^g	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	ตั้งตรง
44	KM5-1-1	83.00 ^{h-k}	62.33 ^{mr}	1.23 ^{-g}	0.93 ^{e-h}	3.75 ^{no}	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	พุ่ม
45	KM5-1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	HR12-3	89.66 ^{c-h}	81.66 ^{d-g}	1.32 ^{-g}	0.87 ^{fi}	4.57 ^{fg}	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	ตั้งตรง

หมายเหตุ: (-) = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพริกจำนวน 65 สายพันธุ์

ลำดับ	พันธุ์	ลำต้น		ผลผลิต			อายุ (วัน)			ใบ		สีผล		ลักษณะทรง
		สูง (ซม.)	กว้าง (ซม.)	น้ำหนักผล (กรัม)	กว้างผล (ซม.)	ยาวผล (ซม.)	50%ดอก แรกบาน	ติดผล	ผลสุก	สี	รูปร่าง	ดิบ	สุก	
47	HR7-14-1	70.66 ^{o,r}	60.00 ^{o,t}	1.00 ^{d,s}	0.93 ^{e,t}	5.18 ^d	29	41	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	พุ่ม
48	HR7-14-2	90.33 ^{c,s}	58.33 ^{p,t}	1.47 ^{c,s}	0.74 ^{lm}	4.67 ^f	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดง	พุ่ม
49	HR11-1	95.00 ^{cd}	103.33 ^a	1.07 ^{d,s}	0.85 ^l	4.07 ^j	29	41	110	เขียวเข้ม	รูปไข่	เขียว	แดง	ตั้งตรง
50	Jinda-1	91.66 ^{c,f}	88.33 ^{cde}	0.89 ^{ef,s}	0.73 ^{lm}	3.16 st	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
51	Jinda-2	64.33 st	45.00 ^v	0.93 ^{ef,s}	0.74 ^{lm}	3.18 st	29	44	110	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียว	แดง	พุ่ม
52	KM8-10-1	64.66 st	63.33 ^{k,r}	3.55 ^a	0.75 ^{lm}	3.46 ^p	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	พุ่ม
53	KM8-4-1	105.33 ^{ab}	71.66 ^{h,n}	1.17 ^{c,s}	0.80 ^{lm}	3.87 ^{lmn}	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง	ตั้งตรง
54	KM8-14-1	83.66 ^{s,k}	80.00 ^{e,h}	0.93 ^{ef,s}	0.64 ^m	3.78 ^{mno}	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง	พุ่ม
55	KM8-12-1	62 st	60.00 ^{o,t}	1.91 ^{cde}	1.01 ^{c,f}	5.14 ^d	29	41	110	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดงเข้ม	พุ่ม
56	KM2-14-1	110.66 ^a	70.66 ^{h,n}	1.32 ^{c,s}	0.85 ^l	4.25 ⁱ	29	44	110	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง	ตั้งตรง
57	KM2-14-2	91.00 ^{c,f}	73.33 ^{s,k}	1.41 ^{c,s}	0.83 ^l	4.71 ^f	29	44	110	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
58	Num Keowtong-1	102.66 ^b	93.00 ^{bc}	2.37 ^{bc}	1.11 ^{abc}	4.28 ⁱ	29	50	120	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง	ตั้งตรง
59	Num Keowtong-2	86.66 ^{e,j}	68.33 ^p	3.11 ^{ab}	1.15 ^{abc}	3.71 ^o	29	50	120	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง	พุ่ม
60	pep12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	KM-P13025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	KM-P13028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	KM-P13029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	KM-P13031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	KM-P13033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F-test		**	**	**	**	**								
C.V. (%)		4.62	7.41	48.36	9.41	2.77								

หมายเหตุ: (-) = ไม่มีข้อมูล ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ *, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

4.1.2 การประเมินความต้านทานโรคแอนแทรกโนสในระยะผลเขียวและผลแดง

จากการประเมินการเกิดโรคแอนแทรกโนสในพริกทั้งหมด 65 สายพันธุ์ (ตารางที่ 4.2) ในระยะผลเขียวและผลแดง หลังการปลูกเชื้อ 5 วัน พบว่ามีการตอบสนองที่แตกต่างกันในแต่ละเชื้อและในแต่ละระยะการสุกแก่ โดยแบ่งระดับตามขนาดการเกิดแผล โดยแผลขนาดตั้งแต่ 0-4 มิลลิเมตร ให้เป็นลักษณะต้านทาน (resistance) และแผลที่มีขนาดมากกว่า 4 มิลลิเมตรขึ้นไปให้เป็นอ่อนแอ (susceptible) พบว่าพริกพันธุ์ KM6-4-1 แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้ง 3 สปีชีส์ ทั้งในระยะผลเขียวและผลแดง ในขณะที่พันธุ์ KM6-2-1 และ KM1-9-1 ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* และ *C. capsici* ในระยะผลเขียวและผลแดง และเชื้อ *C. gloeosporioides* ในระยะผลเขียว และสามารถจัดกลุ่มตามความต้านทานต่อเชื้อแต่ละไอโซเลทได้ดังนี้ (ตารางที่ 4.2)

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* – Rod38/3 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดง ระยะผลเขียวพบพริกเกิดขนาดแผลตั้งแต่ 0.66 ถึง 13.8 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 11 สายพันธุ์ และระยะผลแดงเกิดแผลขนาด 0.86 ถึง 13.33 มิลลิเมตร 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) ในขณะที่พันธุ์พื้นเมืองมีความอ่อนแอต่อโรคทั้งสองระยะการสุกแก่

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* - KK3 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดง 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) พันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC80 มีความต้านทานทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดง ส่วนพันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC932 มีความต้านทานรองลงมาโดยในระยะผลเขียวมีความต้านทานมากกว่าผลแดง

ความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* – cp4/1 พบว่าพริกทั้ง 65 สายพันธุ์ตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดง ระยะผลเขียวพบพริกเกิดขนาดแผลตั้งแต่ 0.46 ถึง 11.06 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 15 สายพันธุ์ และระยะผลแดงเกิดแผลขนาด 0.21 ถึง 8.2 มิลลิเมตร ตอบสนองแบบต้านทานจำนวน 20 สายพันธุ์ เมื่อจัดกลุ่มตาม

การตอบสนองต่อโรค พบพันธุ์ที่ต้านทานทั้งสองระยะจำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ KM1-10-2, KM1-เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) และพบว่าในพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานจาก PBC932 และ PBC80 มีความต้านทานต่อโรคทั้งสองระยะ แต่ในระยะผลแดงมีความต้านทานมากกว่าระยะผลเขียว

ตารางที่ 4.2 การประเมินการเกิดโรคแอนแทรคโนส *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 สปีชีส์ ในพริก ระยะผลเขียวและผลแดงจำนวน 65 สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อ 5 วัน

ลำดับ	พันธุ์	Resistant source	<i>C. acutatum</i> - Rod38/3		<i>C. capsici</i> - cp4/1		<i>C. gloeosporioides</i> - KK3	
			ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง	ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง	ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง
1	KM1-10-1	PBE932	2.86 ^{sx}	2 ^{h-l}	-	-	3.3 ^o	3.60 ^{d-g}
2	KM1-10-2	PBE932	6.66 ^{t-s}	2 ^{h-l}	0.56 ^{hi}	1.23 ^{bcd}	0.5 ^{no}	4.66 ^{b-f}
3	KM1-5-1	PBE932	3.8 ^{q-x}	1.66 ^{h-l}	-	-	2.86 ^{j-o}	2 ^{d-g}
4	KM1-5-2	PBE932	3.26 ^{qx}	-	4.03 ^{be}	2.43 ^{bcd}	0 ^o	-
5	KM1-7-1	PBE932	13.8 ^a	2.4 ^{h-l}	-	-	10.6 ^b	3.53 ^{d-g}
6	KM1-7-2	PBE932	2.86 ^{sx}	-	-	-	5.6 ^{d-l}	-
7	KM1-9-1	PBE932	1.66 ^{wx}	1.33 ^{kl}	0.46 ⁱ	2.33 ^{bcd}	0.66 ^{no}	5.66 ^{bcd}
8	KM13-15-1	PBE932	10.06 ^j	3.86 ^{ej}	-	-	5.7 ^{d-l}	8.03 ^b
9	KM13-15-2	PBE932	5.06 ^{m-v}	2.63 ^{h-l}	3.6 ^{bf}	0.73 ^{bcd}	0 ^{mno}	4.53 ^{b-g}
10	KM13-3-1	PBE932	2.36 ^{tx}	-	1.2 ^{gii}	0.86 ^{bcd}	3.26 ^o	-
11	KM13-7-1	PBE932	3.2 ^{rx}	2.63 ^{h-l}	-	-	1.63 ^{co}	5.76 ^{bcd}
12	KM14-5-1	PBE932	6.3 ^{it}	2 ^{h-l}	3.63 ^{bf}	0.36 ^{cd}	1.1 ^{mno}	2.66 ^{d-g}
13	KM14-5-2	PBE932	8.5 ^{d-o}	2.4 ^{h-l}	3.6 ^{bf}	1.26 ^{bcd}	3.33 ^o	3.53 ^{d-g}
14	KM14-7-1	PBE932	7.8 ^{ep}	-	-	-	0 ^o	-
15	KM14-7-2	PBE932	8.8 ^{d-m}	1.53 ^l	-	-	3.1 ^o	5.66 ^{bcd}
16	KM15-15-1	PBE932	3.1s-x	5.3c-g	-	-	9.66 ^{bcd}	3.03 ^{d-g}
17	KM15-15-2	PBE932	10.43 ^{ai}	3.4 ^{e-l}	-	-	7.76 ^{b-h}	2.66 ^{d-g}
18	KM17-11-1	PBE932	6.2 ^{it}	5.66 ^{cde}	4.5 ^{bc}	0 ^d	0 ^o	1.66 ^{efg}
19	KM17-11-2	PBE932	7.1 ^{h-r}	-	-	-	3.53 ^{h-o}	-
20	KM17-13-1	PBE932	5.06 ^{m-v}	1.93 ^{h-l}	-	-	0.67 ^o	3.73 ^{c-g}
21	KM17-13-2	PBE932	5.03 ^{m-v}	1.2 ^{kl}	2.93 ^{rs}	1.3 ^{bcd}	0 ^o	1.86 ^{d-g}
22	KM17-9-1	PBE932	6.36 ^{js}	2 ^{h-l}	-	-	0.33 ^o	2.86 ^{d-g}
23	KM18-5-1	PBE932	4.53 ^{o-w}	-	2.56 ^{rs}	3.4 ^b	0 ^o	-
24	KM18-7-1	PBE932	4.53 ^{o-w}	2.33 ^{h-l}	-	-	5.06 ^{e-m}	5.66 ^{bcd}
25	KM7-12-1	PBE932	4.66 ^{n-v}	3 ^l	1.2 ^{ghi}	1 ^{bcd}	4 ^{rs}	13.33 ^a
26	KM7-12-2	PBE932	0.66 ^x	-	2.15 ^{si}	3.23 ^b	2.16 ^{k-o}	-
27	KM7-12-3	PBE932	10.7 ^{a-h}	-	-	-	2.86 ^{j-o}	-
28	KM7-12-4	PBE932	5.86 ^{ku}	-	-	-	1.96 ^{k-o}	-
29	KM7-13-1	PBE932	10.86 ^{a-h}	0.86 ^l	-	-	5.53 ^{d-l}	5.23 ^{b-e}
30	KM7-15-1	PBE932	7.26 ^{h-q}	2.86 ^{sl}	-	-	3.03 ^{j-o}	3.36 ^{d-g}
31	KM7-7-1	PBE932	13.7 ^{ab}	3.53 ^{e-l}	-	-	2.86 ^{j-o}	2.7 ^{d-g}
32	KM7-8-1	PBE932	5.3 ^{l-v}	-	-	-	4.83 ^{f-m}	-
33	KM9-13-1	PBE932	11.53 ^{af}	3.6 ^{e-k}	-	-	0.5 ^{no}	0.63 ^s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การประเมินการเกิดโรคแอนแทรกนอส *Colletotrichum* sp. จำนวน 3 สปีชีส์ ใน พริกระยะผลเขียวและผลแดงจำนวน 65 สายพันธุ์ หลังปลูกเชื้อ 5 วัน

ลำดับ	พันธุ์	Resistant source	<i>C. acutatum</i>		<i>C. capsici</i>		<i>C. gloeosporioides</i>	
			- Rod38/3		- cp4/1		- KK3	
			ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง	ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง	ระยะผลเขียว	ระยะผลแดง
34	KM9-9-1	PBE932	11.76 ^{a-e}	-	-	-	7.46 ^{b-1}	-
35	KM10-10-1	PBC80	4.8 ^{m-v}	1.86 ^{h-l}	-	-	3.7 ^{s-o}	2.26 ^{d-ร}
36	KM10-10-2	PBC80	5.76 ^{k-u}	2.8 ^{s-l}	4.33 ^{bcd}	3 ^{bc}	1.76 ^{k-o}	3.83 ^{c-ร}
37	KM12-6-1	PBC80	7.76 ^{f-q}	-	4.16 ^{bcd}	1.13 ^{bcd}	0 ^o	-
38	KM12-6-2	PBC80	9.2 ^{-l}	2.66 ^{h-l}	-	-	5.93 ^{c-l}	3.3 ^{d-ร}
39	KM6-2-1	PBC80	0.76 ^{wx}	0.93 ^{kl}	2.43 ^{d-h}	1.86 ^{bcd}	0 ^o	-
40	KM6-2-2	PBC80	5.46 ^{k-v}	-	1.96 ^{f-i}	1.13 ^{bcd}	0.66 ^{no}	1.96 ^{d-ร}
41	KM6-4-1	PBC80	1.96 ^{u-x}	2.2 ^{h-l}	0.56 ^{hi}	3.03 ^{bc}	0 ^o	3.5 ^{d-ร}
42	KM6-7-1	PBC80	6.16 ^t	5.53 ^{c-f}	-	-	4.16 ^{s-o}	-
43	KM6-7-2	PBC80	11.3 ^{a-ร}	3.3 ^{e-l}	-	-	7.9 ^{b-ร}	3.36 ^{d-ร}
44	HR12-3-1	พันธุ์พื้นเมือง	8.66 ^{d-n}	6.66 ^{bcd}	-	-	6.83 ^{b-j}	3.1 ^{d-ร}
45	HR11-1	พันธุ์พื้นเมือง	9.93 ^{b-j}	2.7 ^{s-l}	-	-	10.63 ^b	7.4 ^{bc}
46	HR7-14-1	พันธุ์พื้นเมือง	12.03 ^{a-d}	3.53 ^{e-l}	-	-	8.73 ^{b-f}	2.33 ^{d-ร}
47	HR7-14-2	พันธุ์พื้นเมือง	9.86 ^{b-j}	7.66 ^{bc}	-	-	8.83 ^{b-f}	3.86 ^{c-ร}
48	jinda-1	พันธุ์พื้นเมือง	7.93 ^{e-p}	3.36 ^{e-l}	-	-	1.83 ^{k-o}	1.2 ^ร
49	jinda-2	พันธุ์พื้นเมือง	7.76 ^{f-q}	2.33 ^{h-l}	-	-	6 ^{c-k}	8 ^b
50	KM2-14-1	พันธุ์พื้นเมือง	6.43 ^{i-ร}	2.2 ^{h-l}	3.93 ^{b-e}	0.21 ^d	0.66 ^{no}	3.2 ^{d-ร}
51	KM2-14-2	พันธุ์พื้นเมือง	8.36 ^{d-o}	3.33 ^{e-l}	4.96 ^b	0.96 ^{bcd}	1.6 ^{-o}	5.60 ^{bcd}
52	KM5-1-1	พันธุ์พื้นเมือง	7.13 ^{h-r}	2.2 ^{h-l}	2.96 ^{c-ร}	1.7 ^{bcd}	0 ^o	1.16 ^ร
53	KM5-1-2	พันธุ์พื้นเมือง	8.36 ^{d-o}	-	-	-	0 ^o	-
54	KM8-10-1	พันธุ์พื้นเมือง	9.93 ^{b-j}	3.06 ^{f-l}	-	-	9.1 ^{b-e}	2.56 ^{d-ร}
55	KM8-12-1	พันธุ์พื้นเมือง	11.66 ^{a-f}	4.3 ^{e-h}	-	-	7.66 ^{b-h}	1.33 ^ร
56	KM8-14-1	พันธุ์พื้นเมือง	4.26 ^{p-x}	4.1 ^{e-j}	-	-	2.63 ^{jo}	3.73 ^{c-ร}
57	KM8-4-1	พันธุ์พื้นเมือง	7.86 ^{c-p}	3.03 ^{f-l}	-	-	3.33 ^o	4.2 ^{c-ร}
58	KMP13025	พันธุ์พื้นเมือง	9.13 ^{-l}	13.33 ^a	-	-	7.66 ^{b-h}	-
59	KMP13028	พันธุ์พื้นเมือง	5.76 ^{k-u}	-	-	-	2.26 ^{k-o}	-
60	KMP13029	พันธุ์พื้นเมือง	6.33 ^{i-t}	-	-	-	3.1 ^{-o}	-
61	KMP13031	พันธุ์พื้นเมือง	13.3 ^{ab}	-	11.06 ^a	8.2 ^a	15.2 ^a	14 ^a
62	KMP13033	พันธุ์พื้นเมือง	12.96 ^{abc}	8.33 ^b	-	-	1.1 ^{mno}	14.66 ^a
63	Num Keowtong-1	พันธุ์พื้นเมือง	8.43 ^{d-o}	-	-	-	10.33 ^b	-
64	Num Keowtong-2	พันธุ์พื้นเมือง	7.36 ^q	-	-	-	9.96 ^b	-
65	pep12	พันธุ์พื้นเมือง	9.33 ^{c-k}	-	-	-	0 ^o	-
F-Value			**	**	**	**	**	**
CV			27.3	39.5	31.88	73.62	56.95	44.11

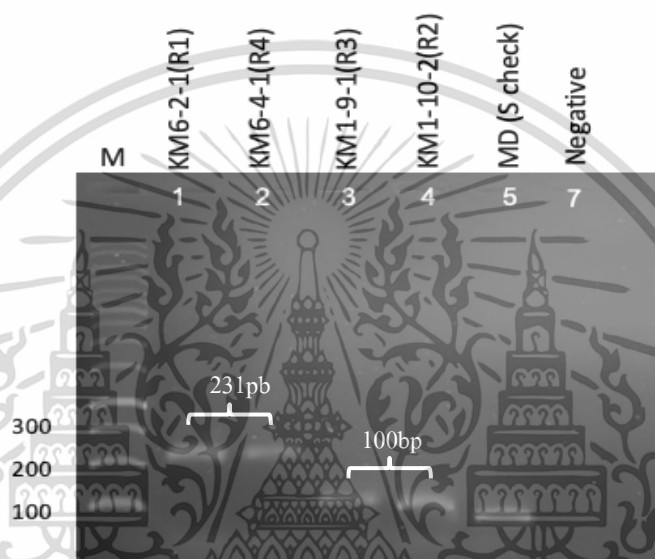
หมายเหตุ : (-) = ไม่มีข้อมูล ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การตรวจสอบความต้านทานโรคแอนแทรกซ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

จากการศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคแอนแทรกซ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้ยีนต้านทานจำนวน 2 ไพรเมอร์คือ SSR-HpmsE032 และ SCAR-Indel ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ KM6-2-1 และ KM6-4-1 (ช่องที่ 1 และ 2) พบว่ามีแถบแบนขึ้นที่ขนาด 231 pb และ พันธุ์ KM1-9-1 และ KM1-10-2 พบว่ามีแถบแบนขึ้นที่ขนาด 100 pb (ช่องที่ 3 และ 4) ในพันธุ์มันดำ ที่เป็นพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบกับ (ช่องที่ 5) พบว่ามีแถบแบนขึ้นที่ขนาด 90 pb และ negative = dH₂O (ช่องที่ 7) ไม่พบแถบแบน (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 แถบ DNA การตรวจยีนควบคุมลักษณะต้านทานต่อโรคแอนแทรกซ์โดยใช้ไพรเมอร์ SSR-HpmsE032 และ SCAR-Indel ในพริก 5 พันธุ์ ; M : ไม้บรรทัด 100 bp, ช่องที่ 1-2 = พริกพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานจาก PBC80, ช่องที่ 3-4 = พริกพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานจาก PBC932, ช่องที่ 5 พริกพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบกับ และช่องที่ 7 คือ dH₂O

4.2 ศึกษาความสามารถการรวมตัวของลักษณะผลผลิตและลักษณะด้านทานต่อโรคแอนแทรกซ์ในพริกชี้ฟ้า

4.2.1 ศึกษาความสามารถในการรวมตัวของพริกในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

จากการปลูกทดสอบผลผลิตของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ (R1 R1 R3 และ R4) พันธุ์แม่ (L1 L2 L3 และ L4) จำนวน 8 สายพันธุ์ ดำเนินการปลูกทดสอบผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตพบว่าในพริกพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมมีลักษณะที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.3) มีรายละเอียดดังนี้

1) ลักษณะทางการเกษตร

1.1) อายุดอกแรกบาน พบว่า มีอายุดอกแรกบานตั้งแต่ 30-50 วัน

1.2) ลักษณะทรงพุ่ม พบว่า มีลักษณะเป็นทรงพุ่มทุกพันธุ์

1.3) สีใบ พบว่า มีสีเขียวและสีเขียวเข้ม

1.4) รูปร่างของใบ พบว่า มีรูปไข่และรูปหอก

1.5) สีผลดิบ พบว่า มีสีเขียวอ่อน สีเขียว และสีเขียวเข้ม

1.6) สีผลสุก พบว่า มีสีแดง และสีแดงเข้ม

2) ลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษา มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ตารางที่ 4.4) มีรายละเอียดดังนี้

2.1) ความสูงต้น

จากการศึกษาลักษณะความสูงลำต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 39-87.53 ซม. สำหรับลูกผสมจำนวน 9 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 63.33-85.33 ซม. (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรมพบว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้ (Male) มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยที่อิทธิพลของต้นตัวผู้มากกว่าต้นตัวเมีย และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมีย \times ต้นตัวผู้ ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบซ่ม ($\sigma_D^2 = 10.25$) พบว่ามีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 = 123.41$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าสูง $h^2 = 89.41$ % มีอัตราการซ่มเท่ากับ 0.08 และมีระดับของการซ่มเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของความสูงต้นคือพบว่า พันธุ์แม่ L1 พันธุ์พ่อ R3 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางบวกสูงสุด มีค่า 0.28 และ 4.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความสูงต้น คือ คู่ผสม L1 \times R3 มีค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 1.61 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริกพันธุ์ L1 \times L3

มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุดคือ 3.77 % (ตารางที่ 4.7)

2.2) ความกว้างทรงพุ่ม

จากการศึกษาลักษณะความกว้างทรงพุ่มของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 43.11-73.66 ซม. สำหรับลูกผสมจำนวน 9 คู่ มีค่าอยู่ระหว่าง 54.66-76.33 ซม. (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรมพบว่า พบว่าความแปรปรวนของต้นตัวเมีย (Female) ต้นตัวผู้ (Male) และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวผู้(Female x Male) มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมพบว่า มีค่าสูงกว่าต้นตัวเมียเล็กน้อย แต่มีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวผู้ ส่วนความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม ($\sigma_D^2 = 20.71$) พบว่ามีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 = 29.15$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่า สูง ($h^2 = 54.95$ %) สำหรับอิทธิพลของยีนแบบข่มมีค่าต่ำกว่าอิทธิพลของยีนแบบบวก มีอัตราการข่มเท่ากับ 0.71 และมีระดับของการข่มเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของความกว้างทรงพุ่ม พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 43.11-73.66 ซม. สำหรับ ลูกผสมจำนวน 9 คู่ มีค่าอยู่ระหว่าง 54.66-76.33 ซม. (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความกว้างทรงพุ่ม คือลูกผสมพริก L1xR1 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 1.89 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริกพันธุ์ (ตารางที่ 4.7)

2.3) ความกว้างผล

จากการศึกษาลักษณะความกว้างผลลำต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.00-23.33 ซม. สำหรับ ลูกผสมจำนวน 9 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 6.66-13.00 ซม (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวเมีย (Female x Male) มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยที่อิทธิพลของต้นตัวผู้มากกว่าต้นตัวเมีย และมีความจำเพาะของต้นตัวผู้ต่อต้นตัวเมียในแต่ละคู่ผสม และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมพบว่า มีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้และต้นตัวเมีย แต่มีค่าต่ำกว่าปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวผู้ ในส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม ($\sigma_D^2 = 4.44$) พบว่ามีค่าสูงกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 = 0.98$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าต่ำ ($h^2 = 15.96$ %) มีอัตราการข่มเท่ากับ 4.53 และมีระดับของการข่มเฉลี่ยเท่ากับ -2.58 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของความกว้างผล คือ พันธุ์แม่ L1 พันธุ์พ่อ R2 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางบวกสูงสุด มีค่า 0.22 และ 0.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความกว้างผลคือ L2xR1 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.94 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริก L2xR3 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุดคือ -17.86 % (ตารางที่ 4.7)

2.4) ความยาวผล

จากการศึกษาลักษณะความยาวผลลำต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.00-9.53 ซม. สำหรับลูกผสมจำนวน 9 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 5.13-7.66 ซม. (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยที่ต้นตัวผู้มียธิพลมากกว่าต้นตัวเมีย ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมมีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้ ต้นตัวเมีย และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมีย x ต้นตัวผู้ ในส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม ($\sigma_D^2 = -0.41$) พบว่ามีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 = 2.36$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าสูง ($h^2 = 78.62$ %) มีอัตราการข่มเท่ากับ -0.17 และมีระดับของการข่มเฉลี่ยเท่ากับ -0.59 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของความยาวผล คือ พันธุ์แม่ L2 พันธุ์พ่อ R2 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางบวกสูงสุด มีค่า 0.14 และ 0.80 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความยาวผลคือ L1xR1 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.23 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริก L1xR2 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุดคือ -8.00 % (ตารางที่ 4.7)

2.5) จำนวนผล

จากการศึกษาลักษณะจำนวนผลของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.00-9.53 ซม. สำหรับลูกผสมจำนวน 9 สายพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.13-7.66 ซม. (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของต้นตัวเมีย (Male) (ตารางที่ 4.8) โดยที่ต้นตัวผู้มียธิพลมากกว่าต้นตัวเมีย ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมมีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้ ต้นตัวเมีย และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมีย x ต้นตัวผู้ ในส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม ($\sigma_D^2 = -111109.33$) พบว่ามีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 =$

164683.56) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าสูง ($h^2 = 78.62 \%$) มีอัตราการข้ามเท่ากับ - 0.07 และมีระดับของการข้ามเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของจำนวนผล คือ พันธุ์แม่ L2 พันธุ์พ่อ R1 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางบวกสูงสุด มีค่า 144.89 และ 28.39 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะจำนวนผลคือลูกผสม L2xR2 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 36.94 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริก L2xR2 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุดคือ -37.06 % (ตารางที่ 4.7)

2.6) ผลผลิต

จากการศึกษาลักษณะผลผลิตของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 สายพันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 170.60-553.90 กรัม สำหรับลูกผสมจำนวน 9 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 191.50-1426.00 กรัม (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของต้นตัวเมีย มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยที่อิทธิพลของต้นตัวเมียมากกว่าต้นตัวผู้ และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวผู้ และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมพบว่ามีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้ ในส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข้าม ($\sigma_D^2 = 58269.33$) พบว่ามีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2 = 1051510.67$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าสูง ($h^2 = 83.21 \%$) แสดงว่ามีอิทธิพลของยีนแบบบวกมาก มีอัตราการข้ามเท่ากับ 0.06 และมีระดับของการข้ามเฉลี่ยเท่ากับ -2.87 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงที่สุดในลักษณะของผลผลิตคือ พันธุ์แม่ L2 พันธุ์พ่อ R3 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางบวกสูงสุด มีค่า 377.39 และ 187.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พันธุ์ลูกผสมที่ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะผลผลิตคือ L2xR3 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 206.78 (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริก L2xR3 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุดคือ 165.13 % (ตารางที่ 4.7)

4.2.2 ศึกษาความสามารถในการรวมของพริกในลักษณะความต้านทานโรค

จากการปลูกทดสอบทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกคโนสของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ (R1 R1 R3 และ R4) พันธุ์แม่ (L1 L2 L3 และ L4) จำนวน 8 สายพันธุ์ ด้วยเชื้อ *Colletotrichum acutatum*- Kk4/1 ในระยะผลเขียว และการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสมีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ยการเกิดโรคพบว่า พันธุ์พ่อที่แสดงความต้าน มี 2 พันธุ์ พันธุ์ R4 มีการตอบสนองแบบต้านทานมาก (HR) มีขนาดการเกิดโรค 0.00 มม. และพันธุ์พ่อ R1 มีการตอบสนองแบบต้านทานปานกลาง (MR) มีขนาดการเกิดโรค 2.06 มม. ในพันธุ์แม่แสดงความอ่อนแอทุกพันธุ์ (HS) ในลูกผสม พบคู่ผสมที่แสดงความต้านทาน (R) 2 คู่ คือ L2xR4 และ L3xR1 มีขนาดการเกิดโรค 1.66 มม. และ 0.33 มม. ตามลำดับ และลูกผสมที่แสดงความต้านทานปานกลาง (MR) 2 คู่ผสม คือ L2xR1 และ L2xR3 มีขนาดการเกิดโรค 3.88 มม. และ 2.76 มม. ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของต้นตัวเมีย (female) ต้นตัวผู้ (male) และปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวเมียxต้นตัวผู้ มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) โดยที่อิทธิพลของต้นตัวเมียมากกว่าตัวผู้ และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมพบว่ามีค่าสูงกว่าความแปรปรวนของต้นตัวผู้ ในส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม ($\sigma_p^2 = 52.63$) พบว่ามีค่าสูงกว่าความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก ($\sigma_A^2=25.49$) ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมอย่างแคบมีค่าต่ำ ($h^2 = 30.37 \%$) มีอัตราการข่มเท่ากับ 2.06 และมีระดับของการข่มเฉลี่ยเท่ากับ -2.87 (ตารางที่ 4.9)

พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปต่ำสุดในลักษณะของความรุนแรงในการเกิดโรค พบว่า พันธุ์แม่ L2 พันธุ์พ่อ R1 และ R3 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ให้ค่าทางลบมีค่า -2.39 -1.52 และ -0.80 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) พบว่าลูกผสมพริกพันธุ์ L2xR1 L2xR2 และ L2xR3 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ให้ค่าทางลบเท่ากับ -2.99 -0.58 และ -2.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) และลูกผสมพริก พบว่าลูกผสมพริกพันธุ์ L2xR3 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ high parent โดยมีค่าต่ำสุดคือ -75.96 %

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางการเกษตรของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 พันธุ์ และลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม

ลำดับ	พันธุ์	50% ดอกแรกบาน (วัน)	ลักษณะทรงพุ่ม	สีใบ	รูปร่างใบ	สีผลดิบ	สีผลสุก
1	KM6-2-1 (R1)	30	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง
2	KM1-10-2 (R2)	35	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
3	KM1-9-1 (R3)	35	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดงเข้ม
4	KM6-4-1 (R4)	30	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง
5	susanjoy (L1)	45	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง
6	pep14 (L2)	45	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
7	พริกหยวก (L3)	50	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง
8	มันดำ (L4)	45	พุ่ม	เขียวเข้ม	รูปหอก	เขียวเข้ม	แดงเข้ม
9	L1xR1	38	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียว	แดง
10	L1xR2	40	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
11	L1xR3	40	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
12	L1xR4	-	-	-	-	-	-
13	L2xR1	38	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
14	L2xR2	40	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
15	L2xR3	40	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
16	L2xR4	38	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียว	แดง
17	L3xR1	38	พุ่ม	เขียว	รูปไข่	เขียวอ่อน	แดง
18	L3xR2	40	พุ่ม	เขียว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง
19	L3xR3	-	-	-	-	-	-
20	L3xR4	-	-	-	-	-	-
21	L4xR1	-	-	-	-	-	-
22	L4xR2	-	-	-	-	-	-
23	L4xR3	-	-	-	-	-	-
24	L4xR4	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: (-) = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกคโนสของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 8 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 16 คู่ผสม

พันธุ์	สูงต้น (ซม.)	กว้างทรงพุ่ม (ซม.)	กว้างผล (มม.)	ยาวผล (ซม.)	จำนวนผล (กรัม)	ผลผลิต (กรัม)	ขนาดการเกิดโรค(มม.)	การตอบสนองต่อโรค
KM6-2-1 (R1)	73.15 ^{ef}	65.89 ^c	6.66 ^{fg}	3.00 ^h	298.00 ^{ab}	185.00 ^{cd}	2.06 ^{ef}	MR
KM1-10-2 (R2)	87.53 ^a	72.68 ^b	10.00 ^{c-f}	4.10 ^{gh}	184.67 ^{bcd}	328.50 ^{cd}	6.13 ^{cd}	S
KM1-9-1 (R3)	73.55 ^{ef}	62.89 ^{de}	5.66 ^g	3.26 ^h	255.67 ^{abc}	371.30 ^{cd}	5.93 ^{cd}	MS
KM6-4-1 (R4)	62.44 ^h	43.11 ^h	5.00 ^g	3.00 ^h	186.00 ^{bcd}	170.60 ^d	0.00 ^f	HR
susanjoy (L1)	42.66 ^j	54.00 ^f	15.66 ^b	8.33 ^{abc}	23.33 ^d	189.30 ^{cd}	13.09 ^a	HS
pep14 (L2)	39.00 ^k	71.00 ^b	9.33 ^{def}	8.43 ^{ab}	124.00 ^{cd}	537.90 ^{bcd}	10.86 ^a	HS
พริกหยวก (L3)	85.66 ^{ab}	73.66 ^{ab}	23.33 ^a	6.33 ^{def}	39.33 ^d	553.90 ^{bcd}	13.14 ^a	HS
มันดำ (L4)	47.00 ^j	49.50 ^g	11.66 ^{cd}	9.53 ^a	51.00 ^d	415.90 ^{bcd}	11.18 ^a	HS
L1xR1	66.00 ^g	61.66 ^{de}	6.66 ^{fg}	7.00 ^{bcd}	62.33 ^d	260.70 ^{cd}	9.81 ^{ab}	HS
L1xR2	72.00 ^f	61.33 ^e	9.33 ^{def}	7.66 ^{bcd}	82.67 ^{cd}	313.80 ^{cd}	10.07 ^{ab}	HS
L1xR3	76.33 ^d	64.66 ^{cd}	7.33 ^{efg}	5.4 ^{efg}	67.67 ^d	257.70 ^{cd}	12.36 ^a	HS
L1xR4	-	-	-	-	-	-	-	-
L2xR1	63.33 ^h	54.66 ^f	7.33 ^{efg}	6.83 ^{cde}	426.00 ^a	749.50 ^{bc}	3.88 ^{de}	MR
L2xR2	74.66 ^{de}	61.33 ^e	7.00 ^{efg}	7.60 ^{bcd}	307.33 ^{ab}	921.00 ^b	11.28 ^a	HS
L2xR3	74.66 ^{de}	62.00 ^{de}	7.66 ^{efg}	6.50 ^{def}	348.67 ^{ab}	1426.00 ^a	2.76 ^{ef}	MR
L2xR4	73.66 ^{ef}	61.66 ^{de}	7.00 ^{efg}	6.33 ^{def}	102.67 ^{cd}	191.50 ^{cd}	1.66 ^{ef}	R
L3xR1	82.66 ^c	76.33 ^a	10.33 ^{cde}	5.13 ^g	70.67 ^d	243.50 ^{cd}	0.33 ^f	R
L3xR2	85.33 ^b	74.00 ^{ab}	13.00 ^{bc}	7.33 ^{bcd}	72.67 ^d	255.10 ^{cd}	7.12 ^{bc}	S
L3xR3	-	-	-	-	-	-	-	-
L3xR4	-	-	-	-	-	-	-	-
L4xR1	-	-	-	-	-	-	-	-
L4xR2	-	-	-	-	-	-	-	-
L4xR3	-	-	-	-	-	-	-	-
L4xR4	-	-	-	-	-	-	-	-
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	1.56	2.64	18.71	12.93	59.36	65.89	24.34	

หมายเหตุ: (-) = ไม่มีข้อมูล ,การตอบสนองต่อโรค HR = ต้านทานมาก, R = ต้านทาน, MR = ต้านทานปานกลาง, MS = อ่อนแอปานกลาง, S = อ่อนแอ HS = อ่อนแ่มาก

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ *, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 % ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกโนสของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์

พันธุ์		ความสูงต้น	ความกว้างทรงพุ่ม	ความกว้างผล	ความยาวผล	จำนวนผล	ผลผลิต	ความรุนแรงในการเกิดโรค
พันธุ์แม่	L1	0.28	1.61	0.22	-0.14	-144.89	-377.39	2.39
	L2	-0.28	-1.61	-0.22	0.14	144.89	377.39	-2.39
พันธุ์พ่อ	R1	-6.50	-2.78	-0.56	0.08	28.39	-149.70	-1.52
	R2	2.17	0.39	0.61	0.80	-20.78	-37.36	2.31
	R3	4.33	2.39	-0.06	-0.88	-7.61	187.06	-0.80

ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ขององค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกโนสของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม

ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1	ความสูงต้น	ความกว้างทรงพุ่ม	ความกว้างผล	ความยาวผล	จำนวนผล	ผลผลิต	ความรุนแรงในการเกิดโรค
L1xR1	1.06	1.89	-0.56	0.23	-36.94	132.98	0.58
L1xR2	0.56	-0.28	-0.39	-0.41	4.39	-206.78	2.41
L1xR3	1.61	1.61	-0.94	-0.18	-32.56	-73.80	2.99
L2xR1	-1.61	-1.61	0.94	0.18	32.56	73.80	-2.99
L2xR2	-1.06	-1.89	0.56	-0.23	36.94	-132.98	-0.58
L2xR3	-0.56	0.28	0.39	0.41	-4.39	206.78	-2.41

ตารางที่ 4.7 ค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกโนส ในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม

ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1	ความสูงต้น		ความกว้างทรงพุ่ม		ความกว้างผล		ความยาวผล		จำนวนผล		น้ำหนักผลผลิต		ขนาดการเกิดโรค	
	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP
L1xR1	13.97	-9.77	2.87	-6.42	-40.30	-57.45	23.53	-16.00	-87.07	-93.03	39.28	37.68	40.57	-17.51
L1xR2	10.60	-17.75	-3.17	-15.62	-27.27	-40.43	23.32	-8.00	-73.50	-85.08	21.20	-4.47	11.76	-15.32
L1xR3	31.36	3.77	10.65	2.83	-32.31	-53.19	-6.90	-35.20	1.79	-44.46	26.62	18.38	38.69	3.92
L2xR1	13.62	-13.42	-21.02	-24.63	-14.58	-26.79	19.53	-18.97	-51.45	-65.62	107.38	39.35	-42.78	-66.25
L2xR2	18.64	-14.70	-15.53	-15.62	-31.03	-33.33	21.28	-9.88	-24.70	-37.06	112.61	71.24	27.91	-1.95
L2xR3	33.46	1.51	-8.44	-14.52	0.00	-17.86	11.11	-22.92	-81.97	-86.62	277.49	165.13	-68.27	-75.96

หมายเหตุ: %MP = เปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่, %HP = เปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

ตารางที่ 4.8 ค่าความแปรปรวน (Mean square) ในผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกซ์ของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

SOV	d.f.	Mean square						
		ความสูงต้น	ความกว้างทรงพุ่ม	ความกว้างผล	ความยาวผล	จำนวนผล	ผลผลิต	ความรุนแรงในการเกิดโรค
Replication	2	3.50	2.72	5.05	0.57	30784	269349	0.28
Female	1	1.38 ^{ns}	46.72 ^{**}	0.88 ^{ns}	0.37 ^{ns}	377870 ^{**}	2563565 ^{**}	102.64 ^{**}
Male	2	197.16 ^{**}	40.72 ^{**}	2.05 ^{ns}	4.28 ^{ns}	3887 ^{ns}	176393 ^{ns}	24.86 [*]
Female x Male	2	12.05 ^{ns}	18.72 [*]	4.04 [*]	0.74 ^{ns}	7332 ^{ns}	197666 ^{ns}	45.29 ^{**}
Error	10	4.36	3.18	0.72	1.051	15664	153964	5.81
Total	17							

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ *, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 % ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคแอนแทรกคโนสในของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จากแผนการผสมพันธุ์นอร์ทแคโรไลนา-2

องค์ประกอบความแปรปรวนพันธุกรรม	ความสูงต้น	ความกว้างทรงพุ่ม	ความกว้างผล	ความยาวผล	จำนวนผล	ผลผลิต	ความรุนแรงในการเกิดโรค
ความแปรปรวนต้นตัวผู้ Male variance (σ_m^2)	30.85	3.67	-0.33	0.59	-574.17	-3545.50	-3.40
ความแปรปรวนต้นตัวเมีย Female variance (σ_f^2)	-1.19	3.11	-0.35	-0.04	41170.89	262877.67	6.37
ปฏิกริยาสัมพันธ์ของต้นตัวผู้ x ต้นตัวเมีย (Male x Female) variance (σ_{mf}^2)	2.56	5.18	1.11	-0.10	-2777.33	14567.33	13.16
ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบบวก Additive variance (σ_A^2)	123.41	29.15	0.98	2.36	164683.56	1051510.67	25.49
ความแปรปรวนเนื่องจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม Dominant variance (σ_D^2)	10.25	20.71	4.44	-0.41	-11109.33	58269.33	52.63
ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม Environmental variance (σ_E^2)	4.37	3.19	0.72	1.05	15664.00	153964.00	5.82
ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ Phenotypic variance (σ_p^2)	138.03	-53.34	-7.93	3.00	169238.22	1263744.00	83.94
อัตราการข่ม Dominance ratio (σ_D^2/σ_A^2)	0.08	0.71	4.53	-0.17	-0.07	0.06	2.06
การข่มเฉลี่ย Average degree of dominance (\bar{d})	0.41	1.68	-2.58	-0.59	3.11	-2.87	-2.78
อัตราพันธุกรรมอย่างแคบ Narrow-sense heritability (%)	89.41	54.95	15.96	78.62	97.31	83.21	30.37

หมายเหตุ: การวัดระดับอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ ถ้าน้อยกว่า 40% จัดว่ามีค่าในระดับต่ำ 41-50% จัดว่ามีค่าในระดับปานกลาง และมากกว่า 50% จัดว่ามีค่าในระดับสูง การข่มเฉลี่ย $\bar{d} = 0$ หมายถึง ไม่มีการข่ม $\bar{d} = 1$ หมายถึง การข่มสมบูรณ์ $\bar{d} > 1$ หมายถึง การข่มเกิน และ $\bar{d} < 1$ หมายถึง การข่มไม่สมบูรณ์

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

งานทดลองที่ 1 การประเมินเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานโรคแอนแทรคโนส

การปลูกประเมินในครั้งนี้นำเพื่อศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และเพื่อเพิ่มจำนวนเมล็ดพันธุ์ โดยการประเมินจะพบลักษณะการเจริญเติบโตของต้นพริกมี 3 แบบ แบบทรงพุ่ม แบบตั้งตรง และแบบทอดนอน มีความสูงต้นตั้งแต่ 60.66 – 110.66 ซม. ความกว้างทรงพุ่มมีขนาด 43.33 – 103.33 ซม. ใบมีสีเขียวและสีเขียวเข้ม มีรูปร่างของใบ 2 แบบ คือ รูปหอก รูปไข่ ขนาดของผลพริกมีความกว้างตั้งแต่ 0.64 – 1.17 ซม. ความยาวผลตั้งแต่ 2.16 – 5.78 ซม. มีอายุดอกแรกบานตั้งแต่ 22 – 29 วัน ติดผลที่ 34 – 50 วัน มีสีผล 3 สี คือ เขียวอ่อน เขียว และเขียวเข้ม เป็นผลสุกที่ 90 – 120 วัน มีสีผล 2 สี คือ แดง และแดงเข้ม และหลังจากการปลูกศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ในขั้นตอนต่อไปนำมาทำการทดสอบความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสด้วยเชื้อ *Colletotrichum* sp. ทั้ง 3 สปีชีส์ พบว่าเชื้อที่มีความสามารถในการก่อโรครุนแรงที่สุดคือ *C. acutatum* *C. cacsici* และ *C. gloeosporioides* ตามลำดับ และพบว่าพันธุ์ KM6-4-1 พันธุ์เดียวที่แสดงความต้านทานต่อเชื้อทั้ง 3 สปีชีส์ ทั้งในระยะผลเขียวและผลแดง (broad spectrum) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Suwor et al., (2015) ที่พบความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* และ *C. cacsici* และทั้งสองระยะการสุกแก่ของพริก แต่อย่างไรก็ตามยังพบความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่แบบเฉพาะเจาะจงกับเชื้อแต่ละสปีชีส์ และระยะผลสุกแก่ที่แตกต่างกัน ซึ่งการแสดงความสามารถในการต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่ต่างกันนั้นเกิดจากการได้รับการถ่ายทอดยีนต้านทานจากแหล่งความต้านทาน 2 แหล่ง ได้แก่ *C. chinense* (PBC932) และ *C. baccatum* (PBC80) ซึ่งพริก 2 สปีชีส์นี้มีลักษณะความต้านทานต่อโรคที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่แตกต่างกัน ประชากรที่ถ่ายทอดยีนมาจาก PBC80 มียีนที่ควบคุมลักษณะที่ความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ในระยะผลเขียว คือ Co4 และระยะผลแดง คือ Co5 (Mahasuk et al., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ นุชรีย์และคณะ (2564) ที่พบความต้านทานในพริกที่ถ่ายทอดยีนมาจาก PBC80 ว่ามีความต้านทานทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดงจากการทดสอบด้วยเชื้อ *C. acutatum* พริกที่ถ่ายทอดยีนมาจาก PBC932 พบความต้านทานที่ระยะผลเขียว และความต้านทานซึ่งที่มีต่อเชื้อ *C. acutatum* ที่มีความต้านทานที่แตกต่างในแต่ละระยะการสุกแก่ เนื่องจากยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคแอนแทรคโนสอยู่คนละตำแหน่งบนโครโมโซม (Lee et al., 2010) จากการศึกษาความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* ในพริก *C. chinense* (PBC932) 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 BC₁ ที่ได้จากลูกผสม *C. annum* เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(77013xPBC932) ที่พัฒนาพันธุ์มาจากพริกพันธุ์ *C. chinense* พบว่ามียีน *AnR_{Co5}* ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* และพบว่าความต้านทานในแต่ละระยะการสุกแก่อาจถูกควบคุมโดยยีนคนละตำแหน่ง และจากรายงานของ Zhao et al., (2020) พบความต้านทานในระยะผลเขียวบน Chromosome P5 เช่นเดียวกัน ส่วนความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ซึ่งมีการศึกษาในพริก *C. chinense* (PBC932) พบว่ายีน *Co1* ควบคุมความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ในระยะผลเขียว (Pakdeevaporn et al, 2005) และยีน *Co2* ในระยะผลแดง (Mahasuk et al., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ นุชรีย์และคณะ (2564) พบว่าพริกที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานจากพริกPBC932 พบความต้านทานที่ระยะผลเขียว แต่พริกที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานจากพริกPBC80 มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* ทั้งในระยะผลเขียวระยะผลแดง และในส่วนของความต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* พันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC80 มีความต้านทานทั้งในระยะผลเขียว และระยะผลแดง ส่วนพันธุ์ที่ได้ความต้านทานจาก PBC932 มีความต้านทานรองลงมาโดยในระยะผลเขียวมีความต้านทานมากกว่าผลแดง 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 ความมีส่วนร่วมของยีนที่แตกต่างกันสองยีนที่ควบคุมความต้านทานในพริกผลแดง และผลเขียวซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาผลของพริกในแต่ละระยะอาจทำให้เกิดการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Taylor et al., (2007) พบว่าเชื้อ *Colletotrichum* sp. บางไอโซเลทเป็นเชื้อก่อโรครักกับพริกในระยะผลเขียวในพันธุ์ 'PBC932' (*C. chinense*), 'PBC80' และ 'PBC81' (*C. baccatum*) แต่ไม่ก่อให้เกิดโรคในระยะผลแดง และ Suwor et. al., (2015) รายงานว่าพันธุ์ที่ได้รับยีนต้านทานจาก PBC80 และ PBC932 แสดงความต้านทานแบบเฉพาะเจาะจงต่อสปีชีส์ของเชื้อ ในแต่ละระยะสุกแก่ และยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานในพืช ความต้านทานซึ่งในแหล่งพันธุ์กรรมพริกที่มีรายงานว่าต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสนั้นพบว่ามี การตอบสนองต่อเชื้อที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากปัจจัยที่หลากหลายอย่างเช่น พันธุ์กรรมพริกอายุผล (Mongkolporn et al., 2010) ซึ่งการแสดงออกของยีนที่ควบคุมความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสที่ต่างกัน ตามหลักความสัมพันธ์ของยีนที่ควบคุมเชื้อก่อโรคและยีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานในพืช (gene for gene concept) (Flor, 1971; Tayler et.al., 2007)

จากผลศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสด้วยเครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้ยีนต้านทานจำนวน 2 ไพรเมอร์ คือ SSR-HpmsE032 และ SCAR-Indel โดย ไพรเมอร์ชนิด

SSR-HpmsE032 สามารถแยกความแตกต่างของขนาดดีเอ็นเอได้ 2 ขนาดคือ 231 bp (resistant เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

band) และ 240 bp (susceptible band) ซึ่งพันธุ์ที่นำมาทดสอบพบ resistant band ทั้งสองสายพันธุ์ คือ KM6-2-1 และ KM6-4-1 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานที่มาจากพริก PBC80 เนื่องจากเป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนามาจากพริก PBC81 ที่อยู่ในพริก *C. baccatum* สปีชีส์เดียวกันและอาจเป็นกลุ่มยีนต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส เช่นเดียวกัน กับ PBC80 Lee et al., (2010) พบว่าเครื่องหมายชนิด SSR ว่ามี QTL (CaR12.2 และ CcR9) ที่มีความเชื่อมโยงกับความต้านต่อเชื้อ *C. acutatum* และ *C. capsici* และเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SCAR-Indel สามารถแยกความแตกต่างของขนาดดีเอ็นเอได้ 2 ขนาด คือ 100 bp (resistant band) และ 90 bp (susceptible band) พันธุ์ที่นำมาทดสอบพบ resistant band ทั้งสองสายพันธุ์ คือ KM1-9-1 และ KM1-10-2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดความต้านทานที่มาจากพริก PBC932 เช่นเดียวกันกับ Suwor et al., (2017) ศึกษาในประชากรชั่วรุ่นที่ 2 ในการคัดเลือกลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรกโนสในเชื้อ *C. acutatum* และ *C. capsici* โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SCAR-Indel ได้ 64.28 % และ HpmsE032 65.21 % และการใช้เครื่องหมายโมเลกุลทั้งสองชนิดนี้ร่วมกันให้ประสิทธิภาพถึง 77 % ในประชากรลูกผสมสามทาง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเครื่องหมายโมเลกุลและตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสในพริก PBC80 และ PBC932 ใช้เครื่องหมาย Sequence-Tagged Site ที่ตำแหน่ง CtR431 และ CtR-594 ในยีน *Rct1* ว่ามีความเชื่อมโยงกับความต้านทานต่อเชื้อ *C. truncatum* (Mishra et al., 2019)

งานทดลองที่ 2 ศึกษาความสามารถการรวมตัวของลักษณะผลผลิตและลักษณะต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสในพริกชี้ฟ้า

จากงานทดลองที่ 1 ได้คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการสร้างลูกผสมจำนวน 16 คู่ผสมแบ่งเป็น พันธุ์แม่เป็นกลุ่มพันธุ์ดีที่อ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส 4 สายพันธุ์ ได้แก่ susanjoy(L1) pep14(L2) พริกหยวก(L3) และ พริกมันดำ(L4) และพันธุ์พ่อเป็นกลุ่มที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส 4 สายพันธุ์ ได้แก่ KM6-2-1(R1) KM1-10-2(R2) KM1-9-1(R3) และ KM6-4-1(R4) แต่ละพันธุ์มีความต้านทานต่อเชื้อ ที่แตกต่างกัน พันธุ์ R1 และ R4 (เป็นพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานมาจาก PBC80) พันธุ์ R2 และ R3 (เป็นพันธุ์ที่ได้รับความต้านทานมาจาก PBC932) ในการสร้างลูกผสมที่พันธุ์พ่อแม่มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม จึงใช้แผนการผสมแบบ North Carolina Design II สร้างลูกผสมจำนวน 16 คู่ผสม ทำการปลูกทดสอบ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ฤดูหนาว แต่เนื่องจากในการปลูกทดสอบพบการเข้าทำลายของศัตรูพืชอื่น ทำให้คู่ผสมที่ใช้ในการทดสอบลดจำนวนลงเหลือ 6 คู่ผสม พบว่ามีการตอบสนองแบบต้านทานมากในพันธุ์พ่อ R4 และต้านทานปานกลาง พันธุ์ R1 และพันธุ์พ่ออีก 2 คือ R2 และ R3 กลับพบว่ามีความอ่อนแอ แต่ในงานทดลองที่ 1 พบว่ามีต้านทาน เนื่องจากในงานที่ 1.2 ใช้เชื้อ *C. acutatum* – Rod38/3 และงานทดลอง 2.2 ใช้เชื้อ *C. acutatum*-KKp1/2 ซึ่งเป็นเชื้อคนละไอโซเลตกัน มีความรุนแรงในการก่อโรคต่างกัน (Sangdee et al., 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป พบว่าพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อที่ให้ความสามารถในการรวมตัวสูงในลักษณะผลผลิตสูง คือพันธุ์ L2 และ R3 ซึ่งพันธุ์ที่ให้ค่าบวกสูงสุดในลักษณะผลผลิตนี้น่าจะสามารถใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีที่สุด (Simmonds, 1979) ในขณะเดียวกันถ้าลักษณะของการเกิดโรคมีความสามารถในการรวมตัวสูงชี้ให้เห็นว่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงตามไปด้วย ดังนั้นการคัดเลือกลักษณะความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ที่แสดงผลออกมาค่าที่ต่ำหรือค่าที่ติดลบ (Nyadanu et al., 2012) ซึ่งในงานทดลองพบว่า พันธุ์แม่ L2 และพันธุ์พ่อ R1 และ R3 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในการเกิดโรคทางลบ เช่นเดียวกับความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 พบว่ามี 2 คู่ผสม ที่แสดงความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะความต้านทานโรคทางลบและยังมีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะผลผลิตที่สูง L2xR3 ซึ่งการผลจากการทดสอบความสามารถการรวมตัวของสายพันธุ์นี้เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีโอกาสที่จะให้ลูกผสมที่ดี นอกจากนี้สายพันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถการรวมตัวที่ดีและมีความแตกต่างทางพันธุกรรม ยังทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ สูงในลูกรุ่นต่อไป สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีลักษณะดีต่อไปได้ (กฤษฎา, 2546) และคู่ผสม L2xR3 ยังให้ค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ในลักษณะของผลผลิตสูง (165.13 %) และการเกิดโรคต่ำ (-75.96 %) เมื่อเทียบกับคู่ผสมอื่น ๆ และสอดคล้องกับ Shankarnag and Madalageri, (2006) ว่าพริกคู่ผสม L5 xT14 ให้ค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ในผลผลิตสูงที่สุดเป็น 165.8 % และ Pérez-Grajales et al., (2009) ศึกษาความดีเด่นของลูกผสมในพริกเผ็ดพันธุ์พื้นเมืองของเม็กซิโกทางด้านคุณภาพและผลผลิต พบว่า คู่ผสม Zongolica xPuebla มีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ด้านผลผลิตมากที่สุด 51 % นอกจากลักษณะของผลผลิตแล้วยังมีการศึกษาลักษณะทางคุณภาพที่ Kumar et al., (2014) พบว่าความดีเด่นของลูกผสมในพริกพริกลูกผสมชั่วที่ 1 นอกจากจะให้ผลผลิตที่สูงกว่าพ่อแม่ ยังให้ลักษณะคุณภาพของผลที่ดี เช่น ผลมีขนาดใหญ่ ยาวและกว้าง จำนวนผลต่อต้นมากซึ่งถือได้ว่าเป็นความสำคัญของลูกผสม คือมีความแข็งแรง ให้ลักษณะเชิงปริมาณ หรือคุณภาพที่ดีกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่ เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้ประโยชน์จากความดีเด่นของลูกผสมได้ (heterosis หรือ hybrid vigor) (Chongkid, 2005; Singh et al., 2004) ซึ่งจากในงานทดลองพบว่าการถ่ายทอดลักษณะผลผลิตนี้เป็นยีนแบบบวกและถ่ายทอดได้สูง ($h^2 = 83.21\%$) เช่นเดียวกับ Chakrabarty and Islam (2017) ที่รายงานว่า ผลผลิตผลต่อต้นมีความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่สูง ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมที่สูงแสดงว่ายีนควบคุมลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกได้ง่ายและเร็ว ซึ่งน่าจะควบคุมโดยยีนหลักเพียงไม่กี่คู่จึงสามารถแสดงออกมาได้ตั้งแต่ในชั่วรุ่นแรก ๆ (Nyquist and Baker, 1991) และการคัดเลือกนี้อาจได้ประสิทธิภาพที่ดี Singh and Narayanan, (1993) ในการถ่ายทอดความต้านทานพบว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมมีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความจำเพาะเจาะจงในแต่ละคู่ผสม ซึ่งการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ เป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้และความแตกต่างกันของลักษณะที่ศึกษา (Alam et al., 2014; อารักษ์, 2555; เอกรินทร์ และคณะ, 2559) จากผลการทดลองนี้พบว่ามีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกริยาของยีนเป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์ (partial dominant) และมีค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบต่ำ ($h^2 = 30.37\%$) ซึ่งมีงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรกคโนสมิว่า ความต้านทานเกิดจากปฏิกริยาของยีนแบบข่ม และถูกควบคุมด้วยยีนด้อย (Cheema et al., 1984) ในทางตรงกันข้าม Park et al., (1990a) เสนอว่าความต้านทานถูกควบคุมด้วยยีนเด่น นอกจากนี้ยังพบว่าความต้านทานดังกล่าวเป็นแบบข่มบางส่วน และมียีนควบคุมลักษณะต้านทานมีหลายตำแหน่ง (Cheema et al., 1984; Park et al., 1990a; Syukur et al., (2007); Giacomini et al., (2020) ดังนั้นการเข้าคู่กันของยีนที่มาจากแต่ละคู่ผสมพ่อแม่ จึงมีผลต่ออิทธิพลของ dominance ในลูกแตกต่างกันไป ทำให้อิทธิพลนี้ไม่สามารถถ่ายทอด (transmit) ไปยัง รุ่นต่อไปได้เหมือนกับค่าการผสมพันธุ์แบบข่มที่สามารถถ่ายทอดให้รุ่นลูกได้มาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

1) จากผลการศึกษาศึกษาสามารถคัดเลือกพันธุ์พ่อที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อด้านทานคือ KM6-4-1 ที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* - Rod38/3 *C. capsici* - cp4/1 และ *C. gloeosporioides* - KK3 ในระยะผลเขียว และผลแดง พันธุ์ KM6-2-1 KM1-9-1 ที่มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* - Rod38/3 ในระยะผลเขียว และระยะผลแดง ด้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* - cp4/1 ในระยะผลเขียว และระยะผลแดง และต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* - KK3 ในระยะผลเขียว และ KM1-10-2 มีความต้านทานต่อเชื้อ *C. capsici* - cp4/1 ในระยะผลเขียว และผลแดง ด้านทานต่อเชื้อ *C. acutatum* - Rod38/3 ในระยะผลแดง และต้านทานต่อเชื้อ *C. gloeosporioides* - KK3 ในระยะผลเขียว เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส

2) จากผลการศึกษาศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดความต้านทานโรคแอนแทรคโนส พบความต้านทานในพันธุ์พ่อ R4 และ R1 และลูกผสมพันธุ์ L2xR1 L2xR3 L2xR4 และ L3xR1 และความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะการเกิดโรคต่ำคือพันธุ์แม่ L2 และพันธุ์พ่อ R1 ในส่วนของความสามารถในการรวมตัวเฉพาะในลักษณะการเกิดโรคต่ำของลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 มี 3 คู่ผสม คือ L2xR1 L2xR2 และ L2xR3 ค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ที่ดีคือ L2xR3 มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ มีอิทธิพลของยีนเป็นแบบข่มไม่สมบูรณ์ ในลักษณะผลผลิตที่พบปฏิกริยาของยีนแบบบวก การถ่ายทอดอัตราพันธุกรรมสูง ซึ่งสามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกได้ง่ายและเร็วกว่าในลักษณะความต้านทานโรคแอนแทรคโนส ดังนั้นประชากรดังกล่าวต้องมีการคัดเลือกในลักษณะของความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

ประชากรลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 นี้ ต้องมีการคัดเลือกในลักษณะของความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสต่อไป ซึ่งอาจจะศึกษาการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสโดยการศึกษากการกระจายตัวในประชากรชั่วรุ่นที่ 2 และทำการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการโดยอาจจะใช้วิธี (pedigree selection) และทำการผสมกลับ (backcross) หาพันธุ์แม่เพื่อเพิ่มลักษณะทางการค้าที่ดี

ส่วนในลักษณะของผลผลิตสามารถคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่จากในการศึกษานี้ได้เลย เนื่องจากมีค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ให้ค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) และมีอัตราในการถ่ายทอดให้ลูกผสมได้สูง คือพันธุ์ L2 และ R3 เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมในการลูกผสม F1 hybrid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. 2565. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. <https://thaifcd.anamai.moph.go.th/nss/index.php> (20 กรกฎาคม 2565).
- กรุง สีตะธนี. 2556. *คู่มือปลูกพริก*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน.
- กมล เลิศรัตน์. 2536. *การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม*. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2528. *หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช*. ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพมหานคร. ม.ป.พ.
- ธานี ศรีวงศ์ชัย. 2556. *สมรรถนะการผสมพันธุ์ (combining ability) และการเปรียบเทียบผลผลิต (yield trials) ในงานวิจัยข้าวลูกผสม*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมข้าวลูกผสม. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พรชัย ทาระโคตร. 2560. *หลักการและเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช*. สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. รายงานข้อมูลสถิติภาวะการผลิตพืช. <https://production.doae.go.th/service> (2 กรกฎาคม 2565).
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2551. *ปรับปรุงพันธุ์พืช พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จักรกฤษณ์ ศรีไชย และอริยาภรณ์ พงษ์รัตน์. 2558. ความแปรปรวนทางพันธุกรรม และอัตราพันธุกรรมในลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของงา (*Sesamum indicum* L.). *วารสารการเกษตรราชภัฏ* 14: 56-61.
- ฉัตรสุดา เผือกใจแผ้ว, ชิชณูพงศ์ เพชรพรรณ และอรอุมา เรืองวงษ์. 2564. การประเมินความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิดของรา *Colletotrichum* spp. ที่ก่อโรคในพริก. *แก่นเกษตร* 49(1): 801-807.
- ญาณิศา แสงสอดแก้ว. 2561. สมรรถนะการรวมตัวของพริกเผ็ด (*Capsicum annuum* L.) ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองพริก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- นุชรีย์ พรำนัก, ธัญญรัตน์ ตาอินตะ, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2564. การประเมิน และคัดเลือกลักษณะปรากฏของพริกที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส. *แก่นเกษตร* 49(3): 622-633.
- บุปผารัฐ รอดภัย, อรรถรัตน์ มงคลพร และสิริกุล วะสี. 2560. พริกผลใหญ่ (*Capsicum annuum* L.) ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป. ใน *ผลงานวิจัย* เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์และบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: งานนิทรรศการด้านวิจัย "บนเส้นทางสู่เกษตร 4.0" งานเกษตรกำแพงแสน ประจำปี 2560. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. หน้า 11. สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ, ม.ป.ป.

พัชราภรณ์ สุวอ และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2557. สมรรถนะการรวมตัวทั่วไปและการรวมตัวเฉพาะของลักษณะต้านทานโรคแอนแทรกคโนสในพริกชนิด *Capsicum annuum* L. *แก่นเกษตร* 42 (ฉบับพิเศษ3).

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2525. *พันธุศาสตร์*. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. *หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช*. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 320 หน้า

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, อารีย์ วรัญญวัฒน์ และปิยะดา ทิพย์ผ่อง. 2546. *หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

รัฐกร ศรีสุทธิ และสร้อยา ณ ลำปาง. 2563. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิค ISSR. *วารสารเกษตร* 23(2): 89-96.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2548. *พริก การผลิต การจัดการและการปรับปรุงพันธุ์*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2558. *พริก: นวัตกรรมจากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์*. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2552. *เครื่องหมายดีเอ็นเอ: จากพื้นฐานสู่การประยุกต์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ข้อมูลการนำเข้า-ส่งออกพริก. [siteunderconstruction/TH-IH](https://www.sae.go.th/siteunderconstruction/TH-IH) (2 กรกฎาคม 2565)

อารักษ์ ชีระอาพน. 2555. ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแดงไทยกับแดงแคนตาลูป. ใน *รายงานการวิจัย*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

เอกรินทร์ สารีพัว, รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย, พลัง สุริหาร และกมล เลิศรัตน์. 2559. การประเมินการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะสารแอนโทไซยานินในไหมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. *แก่นเกษตร* 44(ฉบับพิเศษ): 760-765.

Alam, A. M., Somta, P., and Srinives, P. 2014. Generation Mean and Path Analyses of Reaction to Mungbean Yellow Mosaic Virus (MYMV) and Yield Related Traits in Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 46(1): 150-159.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- AVRDC. 1999. AVRDC report 1998. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan, Taiwan.
- AVRDC. 2009. Final Report. 2008. Shanhua, Taiwan: AVRDC – the World Vegetable Center.pp. 6-8.
- Bailey, J.A., and Jeger, M.J. 1992. *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. Wallingford, Oxon, UK: C.A.B. International.
- Ben, C.A., Paran, I., Grube, R.C., Jahn, M., Van W.R., and Peleman, J. 2001. QTL mapping of fruit-related traits in pepper (*Capsicum annuum*). *Theoretical and Applied Genetics* 102: 1016-1028.
- Black, L., and T. C. Wang. 2007. Chili Anthracnose Research at AVRDC 1993–2002. In: *Abstract of The First International Symposium on Chili Anthracnose*. Convention Center, Seoul National University, Republic of Korea.
- Bosland, P. W., and Votava, E. 2012. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Bosland, P. W., and Baral, J.B. 2007. ‘Bhut Jolokia’ The world’s hottest known chile pepper is a putative naturally occurring interspecific hybrid. *Hort Science* 42(2): 222-224.
- Chakrabarty, S., and Islam, A. K. M. 2017. Selection Criteria for Improving Yield in Chili (*Capsicum annuum*). *Advances in Agriculture* (5): 1-9.
- Cheema, D. S., Singh, D. P., Rawal, R. D., and Deshpande, A. A. 1984. Inheritance of resistance to anthracnose disease in chillies. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 3: 44
- Chongkid, B. 2005. Principles and Technique of Plant Breeding. Bangkok: Thammasat Printing House.
- Cueva, F., Mendoza, J., and Balendres, M. 2018. A new *Colletotrichum* species causing anthracnose of chilli in the Philippines and its pathogenicity to chilli cultivar Django. *Crop Protection* 112: 264-268.
- Chaudhary, A., Kumar, R., and Solankey, S. S. 2013. Estimation of heterosis for yield and quality components in chilli (*Capsicum annuum* L.). *African Journal of Biotechnology* 12: 6605-6610.
- FAO. 2020. Food and Agriculture Statistics. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (1 กรกฎาคม 2565).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Flor, H. H. 1971. Current Status of The Gene-for-Gene Concept. *Annual review of phytopathology* 9(1): 275-296.
- Giacomin, R., Ruas, C., Moreira, A., Guidone, G., Baba, V., Rodrigues, R., and Gonçalves, L. 2020. Inheritance of anthracnose resistance (*Colletotrichum scovillei*) in ripe and unripe *Capsicum annuum* fruits. *Journal of Phytopathology* 168: 184-192
- Hasanuzzaman, M., and Golam, F. 2011. Gene Actions Involved in Yield and Yield Contributing Traits of Chilli (*Capsicum annuum* L.). *Australian Journal of Crop Science* 5(13): 1868-1875
- Henz, G.P., A. Reis., A.C. Caffilho, 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 *Abstracts of the First International Symposium on Chilli Anthracnose*. National Horticulture Research Institute. Republic of Korea. Rural Development of Administration.
- Hong, J. K., and Hwang, B. K. 1998. Influence of inoculums density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plant by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease* 82:1079-1083.
- IPGRI, AVRDC and CATIE. 1995. *Descriptors for Capsicum (Capsicum spp.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; the Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan, and the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Isaac, S. 1992. Fungal Plant Interaction. London: Chapman and Hall Press.
- Kim, S. H., Yoon, J. B., Do, J. W. and Park, H.G. 2007. Resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal Crop Science Biotechnology* 10(4), 277-280.
- Kumar, R. L., Sridevi, O., Kage, U., Salimath, P. M., Madalageri, D., and Natikar, P. 2014. Heterosis Studies in Chilli (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Horticulture* 4(8): 40-43.
- Kumar, S., Kumar, R., and Singh, J. 2006. *Cayenne/American Pepper (Capsicum species)*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Kim, S. H., Yoon, J. B., Do, J. W., and Park, H. G. 2008a. A major recessive gene associated with anthracnose resistance to *Colletotrichum capsici* in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Breeding Science* 58: 137-141.

- Kim, S. H., Yoon, J. B., Do, J. W. and Park, H. G. 2008b. Inheritance of anthracnose Resistance in a New Genetic Resource *Capsicum baccatum* PI594137. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 11: 13-16.
- Ko, M. K., Kim, K. S., Lee, H. H., Seo, H. H., Kim, Y. S., and Oh, B. J. 2005. A *Colletotrichum gloeosporioides*-induced esterase gene of non-climacteric pepper (*Capsicum annuum*) fruit during ripening plays a role in resistance against fungal infection. *Plant Molecular Biology* 58: 529-541.
- Lee, J., Hong, J. H., Do, J. W. and Yoon, J. B. 2010. Identification of QTLs for resistance to anthracnose to two *Colletotrichum* species in pepper. *Journal Crop Science Biotechnology* 13(4): 227-233.
- Lee, T. H., and Chung, H.S. 1995. Detection and transmission of seedborne *Colletotrichum gloeosporioides*. *Seed Science and Technology* 23: 533-544.
- Lin, Q., Kanchana-udomkan, C., Launet, T., and Mongkolporn, O. 2002. Genetic analysis of the resistance to pepper anthracnose caused by *Colletotrichum capsici*. *Thai Journal of Agricultural Science* 35: 259-264.
- Livingstone, K. D., Lackney, V. K., Blauth, J. R., van Wijk, R., and Jahn, M. K. 1999. Genome Mapping in *Capsicum* and the Evaluation of Genome Structure in the Solanaceae. *Genetic Society of America* 152: 1183-1202.
- Mahasuk, P., Khumpeng, N., Wasee, S., Taylor, P. W. J. and Mongkolporn, O. 2009. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) at seedling and fruiting stages in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Plant Breeding* 128: 701-706.
- Mishra, R., Rout, E., Mohanty, J.N., and Joshi, R.K. 2019. Sequence-tagged site-based diagnostic markers linked to a novel anthracnose resistance gene Rct1 in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *3 Biotech* 9(1): 9.
- Mongkolporn, O., Dokmaihom Y., Kanchana-udomkan, C. and Pakdeevaporn P. 2004. Genetic purity test of F1 hybrid *Capsicum* using molecular analysis. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79(3): 449-451.
- Mongkolporn, O., Montri, P., Supakaew, T. T., and Taylor, P. W. J. 2010. Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* species. *Plant Disease* 94: 306-310.
- Montri, P., Taylor, P., and Mongkolporn, O. 2009. Pathotypes of *Colletotrichum capsici*, the Causal Agent of Chili Anthracnose, in Thailand. *Plant disease* 93(1): 17-20.

- Mueller-Seitz, E., Hiepler, C., and Petz, M. 2008 Chili pepper fruits: Content and pattern of capsaicinoids in single fruits of different ages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 12114-12121.
- Murthy, H. M. K., and Deshpande, A. A. 1997. Genetics of Yield Attributes in Chilli (*Capsicum annuum* L.). *Vegetable Science* 24: 118-122.
- Nyadanu, D., Akromah, R., Adomako, B., Kwoseh, C., Lowor, S., Dzahini-Obiatey, H., Akrofi, A. Y., and Assuah, M. 2012. Inheritance and general combining ability studies of detached pod, leaf disc and natural field resistance to *Phytophthora palmivora* and *Phytophthora megakarya* in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Euphytica* 188: 253-264.
- Nyquist, W. E., and Baker, R. J. 1991. Estimation of Heritability and Prediction of Selection Response in Plant Populations. *Critical reviews in plant sciences* 10: 235-322.
- Pakdeevaporn, P., Wasee, S., Taylor, P. W. J. and Mongkolporn, O. 2005. Inheritance of resistance to anthracnose caused *Colletotrichum capsici* in *Capsicum*. *Plant Breeding* 124: 206-208.
- Park, H. K., Kim, B. S. and Lee, W. S. 1990a. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum* spp.) in pepper (*Capsicum annuum* L.) I Genetic analysis of resistance by diallel crosses. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 31(2): 91-105.
- Park, H. K., Kim, B. S., and Lee, W. S. 1990b. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum* spp.) in pepper (*Capsicum annuum* L.). II. Genetic analysis of resistance to *Colletotrichum dematium*. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 31(3): 207-212.
- Paterson, A. H. 1996. Genome Mapping in Plants. Academic Press, Inc., San Diego, California, U.S.A. 330 pp.
- Pickersgill, B. 1988. The genus *Capsicum*: a multidisciplinary approach to the taxonomy of cultivated and wild plants. *Biol Zent* 107: 381-389.
- Poonpolgul, S. and Kumphai, S. 2007. Chilli Pepper Anthracnose in Thailand. Country Report. In: *Abstracts of the First International Symposium on Chilli Anthracnose, National Horticultural Research Institute, Rural Development of Administration. Republic of Korea.*

- Poulos, J.M. 1994. Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges, and possibilities. *Plant Breed* 64(2):144-155
- Ramachandran, N., K. Madhavi, R., and Rathnamma, K. 2007. Current status of chili anthracnose in India. In *Abstracts of the First International Symposium on Chili anthracnose National Horticultural Research Institute*. Republic of Korea. Rural Development of Administration.
- Ridzuan, R., Rafii, M. Y., Ismail, S. I., Yusoff, M. M., Miah, G., and Usman, M. 2018. Breeding for Anthracnose Disease Resistance in Chili: Progress and Prospects. *Molecular Sciences* 19(10): 3122.
- Sanatombi, K. and Sharma, G. J. 2008. Capsaicin content and pungency of different *Capsicum* spp. Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 36(2): 89-90.
- Sangdee, A., Sachan, S., and Khankhum, S. 2011. Morphological Pathological and Molecular Variability of *Colletotrichum capsici* Causing Anthracnose of Chilli in the North-east of Thailand. *African Journal of Microbiology Research* 525: 4368-4372.
- Searle, S. R. 1965. The Value of Indirect Selection: I. Mass Selection. *Biometrics* 21(3):682-707.
- Shankarnag, B. and Madalageri, M. B. 2006. Studies on Heterosis in Male Sterile Based Hybrids in Chili (*Capsicum annuum* L.). *International Journal of Agricultural Science* 2(2): 327-329.
- Simmonds, N. W. 1979. *Principles of Crop and Improvement*. New York: Longman Inc.
- Singh, P., and Narayanan, S.S. 1993. *Biometrical Techniques in Plant Breeding*. New Delhi, India: Kayani Publishers.
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Koswara, J., and Widodo, W. 2007. Inheritance of resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in Chili pepper (*Capsicum annuum* L.) Buletin Agrohorti 35: 112-117
- Singh, P. K., Dasgupta, S. K., and Tripathi, S. K. 2004. *Hybrid Vegetable Development*. 1st ed. New York: CRC Press.
- Smith, P.G., and Heiser, C.B. 1951. Taxonomic and genetic studies on the cultivation Peppers, *Capsicum annuum* L. and *C. frutescens* L. *American journal of Botany* 38(5): 362-368.

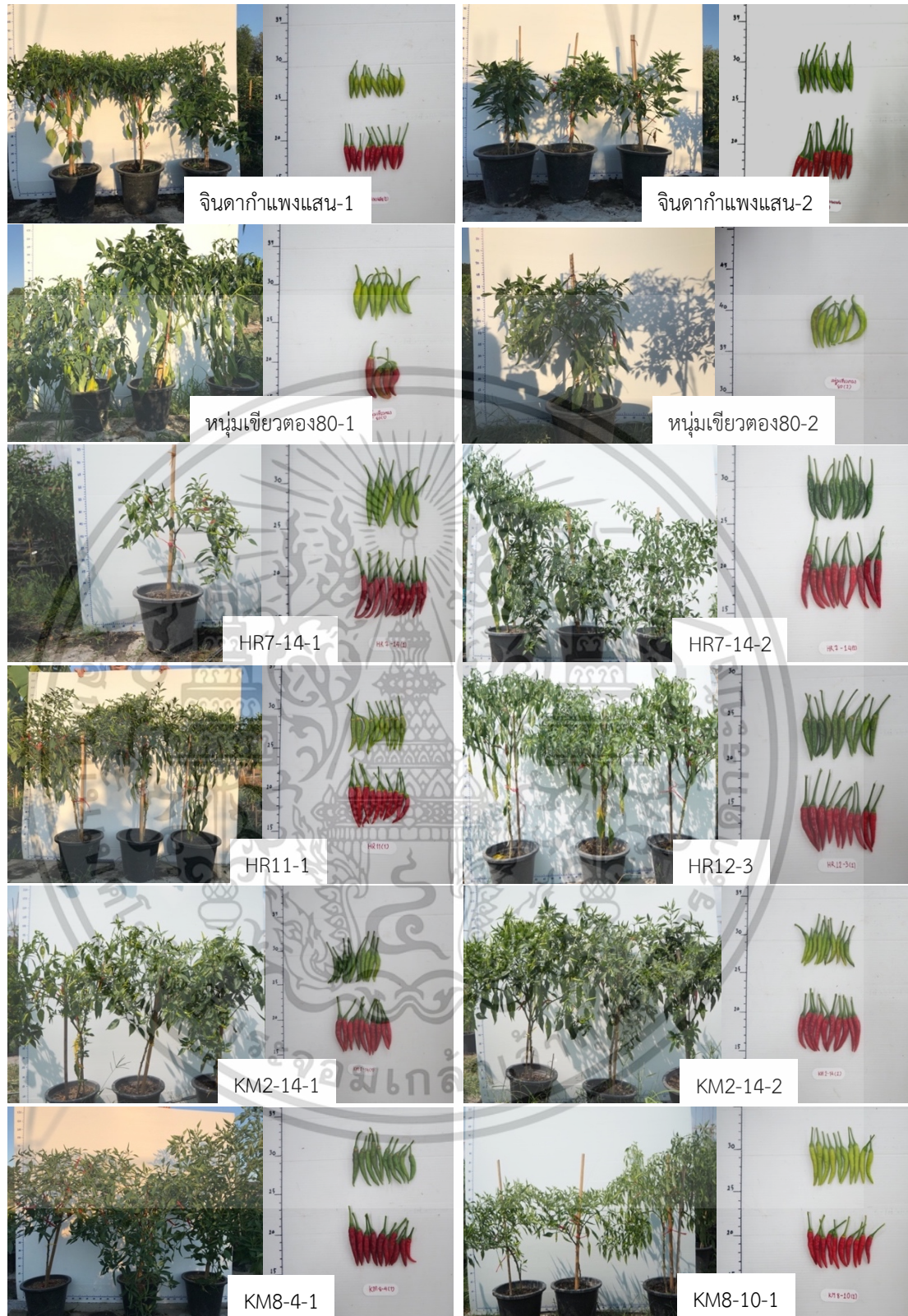
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Soraia, A.M., Leandro, S. A., Cláudia, P., Cíntia, S., Margarida, G. F., and Artur, M. 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.
- Sousa, J. A., and Maluf, W. R. 2003. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Agricola* 60(1):105-113.
- Spaldon, S., Hussain, S., abeen, N. J., and Lay, P. 2015. Heterosis Studies for Earliness, Fruit Yield and Yield Attributing Traits in Chilli (*Capsicum annuum* L.). *The Bioscan* 10(2): 813-818.
- Sutton, B.C. 1980. *The Coelomycetes Fungi Imperfect with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, UK
- Sun, C., Mao, S., Zhang, Z., Palloix, A., Wang, L., and Zhang, B. 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., Thummabenjapone, P., Sanitchon, J., Kumar, S., and Techawongstien S. 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. W. J., and Ford, R. 2007. Diagnoses, genic diversity and pathogenic variation of *Ascochyta* blight of cool season food and feed legumes. *European Plant Pathology* 119: 127-133.
- Tempeetikul, V., Techawongstien, S., Lertrat, K., and Techawongstien, S. 2013. Inheritance of Pungency in Thai Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 45: 248-254.
- Than, P. P., Jeewon, R., Hyde, K. D., Pongsupasamit, S., Mongkolporn, O., and Taylor, P. W. J. (2008a). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease on chili (*Capsicum* spp.) in Thailand. *Plant Pathology* 57(3): 562-572.
- Than, P. P. Prihastuti, H. Phoulivong, S. Taylor, P. W. J. and Hyde, K. D. 2008b. Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *Journal Zhejiang University Science Biomedicine and Biotechnology* 9(10): 764-778.

- Voorrips, R. E., Finkers S. R., and Groenwold, L. R. 2004. QTL mapping of anthracnose (*Colletotrichum* spp.) resistance in a cross between *Capsicum annuum* and *C. chinense*. *Theoretical and Applied Genetics* 109:1275-1282.
- 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., and Park, H. G. 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., Yang, D. C., Lee, W. P., Ahn, S. Y., and Park, H. G. 2004. Genetic resources resistant to anthracnose in the genus *Capsicum*. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 45: 318-323.
- Zhang, D., Zhu, C., and Liu, Y. 2007. Chili anthracnose in China overview. In: *Abstracts of the First International Symposium on Chili Anthracnose*. National Horticultural Research Institute. Republic of Korea. Rural Development of Administration.
- Zhao, Y., Liu, Y., and Zhang, Z. 2020. Fine mapping of the major anthracnose resistance QTL-AnR_{Go}5 in *Capsicum chinense* 'PBC932'. *BMC Plant Biology* 20: 189.

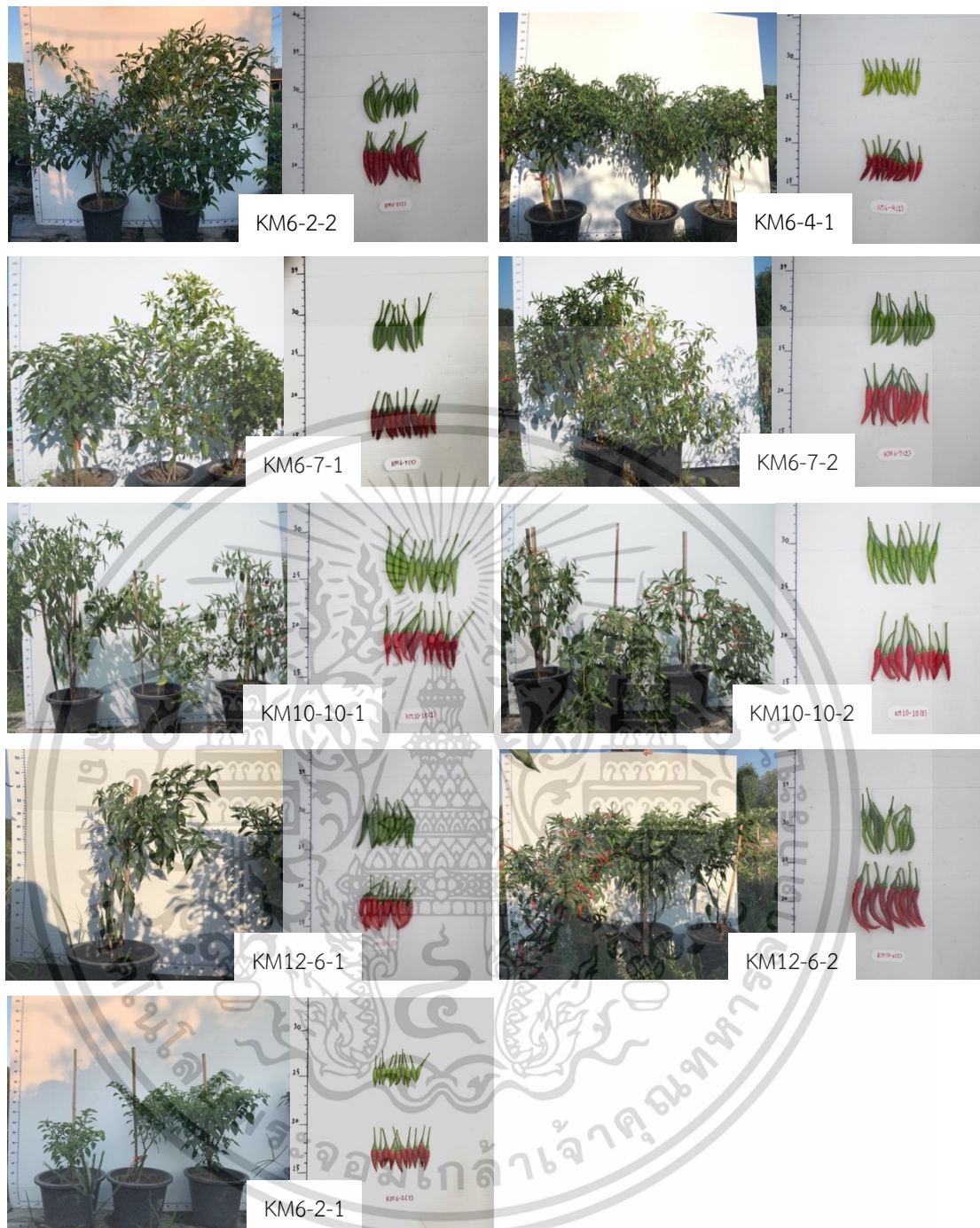


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 กลุ่มต้นพริกที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้ในการปลูกศึกษาลักษณะพันธุ์และทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 2 กลุ่มต้นพริกที่ได้รับความต้านทานจาก PBC80 ที่ใช้ในการปลูกศึกษาลักษณะพันธุ์ และทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนสจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 กลุ่มต้นพริกที่ได้รับความต้านทานจาก PBC932 ที่ใช้ในการปลูกศึกษาลักษณะพันธุ์ และทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 (ต่อ) กลุ่มต้นพริกที่ได้รับความต้านทานจาก PBC932 ที่ใช้ในการปลูกศึกษาลักษณะพันธุ์และทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 (ต่อ) กลุ่มต้นพริกที่ได้รับความต้านทานจาก PBC932 ที่ใช้ในการปลูกศึกษาลักษณะพันธุ์และทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกโนส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



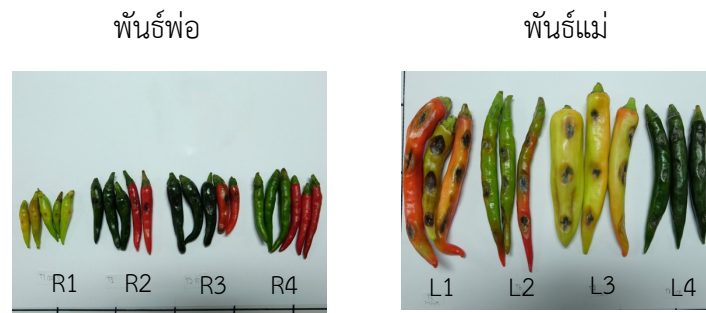
ภาคผนวกที่ 4 กลุ่มพริกพันธุ์พ่อที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรกคโนสที่ใช้ในการสร้างลูกผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

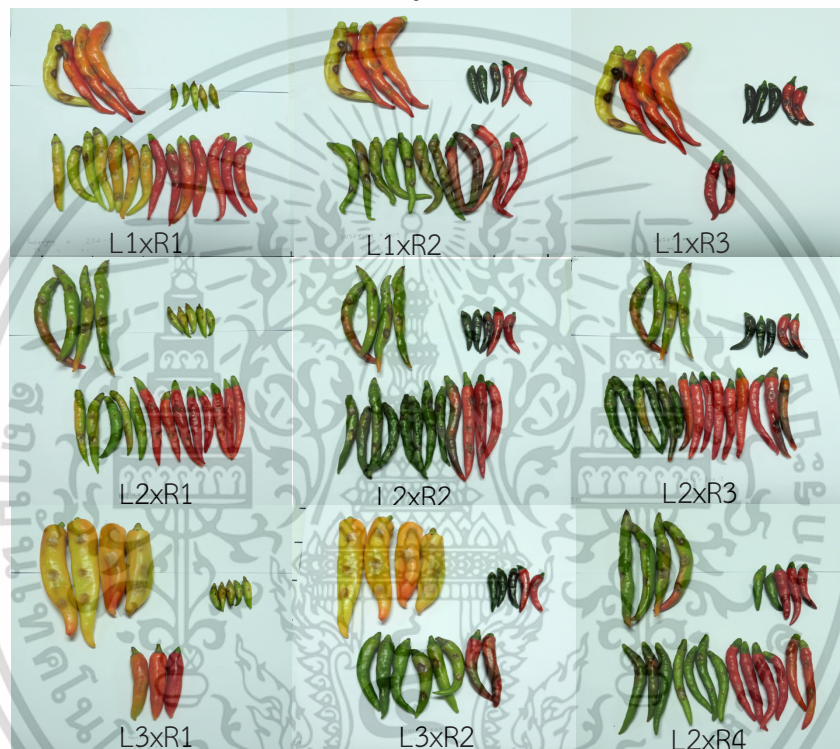


ภาคผนวกที่ 5 กลุ่มพริกที่ใช้เป็นพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง (กลุ่มพริกชี้ฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลูกผสม



ภาคผนวกที่ ก. 6 ภาพการทดสอบการเกิดโรคแอนแทรกคโนสในพันธุ์ลูกผสมร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ หลังปลูกเชื้อ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว ชนิตา อ่างรัมย์
วัน เดือน ปีเกิด	2 กรกฎาคม พ.ศ. 2538
ที่อยู่	30 หมู่ที่ 19 ตำบลเสม็ด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
ประวัติการศึกษา	-พ.ศ.2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่วมเกล้า -พ.ศ.2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนวิจัยที่ได้รับ	โครงการพัฒนานักวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) (รหัสMSD6210044) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ผลงานวิจัย	ความต้านทานของพริกพันธุ์ปรับปรุง (<i>Capsicum annuum</i> L.) ที่ได้รับ ยีนต้านทานโรคแอนแทรคโนสพริกจาก PBC80 และ PBC932 ต่อเชื้อ <i>Colletotrichum</i> 3 สปีชีส์. 50(50): 1266-1275 (2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้