การพัฒนาประชากรพริกที่ต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลือง

DEVELOPMENT OF CHILI PEPPER POPPURATIONS RESISTANT TO PEPPER YELLOW LEAF CURL DISEASE

ธัญญารัตน์ ใจงูเหลือม

THANYARAT JAINGULUEAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-AG-M-065-416

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF CHILI PEPPER POPPURATIONS RESISTANT TO PEPPER YELLOW LEAF CURL DISEASE

THANYARAT JAINGULUEAM

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

2023
KMITL-2023-AG-M-065-416

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาประชากรพริกที่ต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลือง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวธัญญารัตน์ ใจงูเหลือม
รหัสประจำตัว	63604011
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. พัชราภรณ์ สุวอ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. กัญจนา แซ่เตียว

บทคัดย่อ

โรคไวรัสใบหงิกเหลืองเกิดจากเชื้อ *Begomovirus* การเข้าทำลายของโรคส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพของพริกลดลงโดยเฉพาะพริกที่ปลูกในแปลงปลูกนอกโรงเรือน การควบคุมโรคดังกล่าวต้องพ่นยาป้องกันและกำจัดแมลงพาหะ (แมลงหวี่ขาว) อย่างไรก็ตามการใช้ยาฆ่าแมลงยังไม่สามารถควบคุมโรคได้ 100% เนื่องจากมีพืชอาศัยที่กว้าง ดังนั้นการใช้พันธุ์ต้านทานโรคจึงมีความสำคัญต่อผู้ผลิตพริกเป็นอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 งานทดลอง ดังนี้ 1) ศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์ ผลการศึกษาพบว่าพริกพันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงในลักษณะผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อผล ความยาวผล ความกว้างผล และความยาวขั้วผล สูงที่สุด คือ พันธุ์หนุ่มเขียว และลักษณะจำนวนผลต่อต้น คือ PEP12 นอกจากนั้นยังพบว่าพันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงในลักษณะของผลผลิตต่อต้น จำนวนผล น้ำหนักต่อผล ความยาวผล และความกว้างผล คือ คู่ผสมจินดานิล x PEP12 และหนุ่มเขียว x PEP6 และค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในลักษณะผลผลิตต่อต้น และจำนวนผลต่อต้นสูงที่สุด คือ คู่ผสมจินดานิล 80 x PEP12 ในขณะที่ลักษณะน้ำหนักต่อผลพบว่าคู่ผสมจินดานิล 80 x PEP6 ให้ค่าสูงที่สุด 2) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12 จากการศึกษาในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 2 คู่ผสม และประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 2 3 และ 5 จำนวน 4 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์ ผลการศึกษาพบว่ายีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองแสดงออกแบบยีนด้อย 2 คู่ การตอบสนองต่อการคัดเลือกของลักษณะความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองสายพันธุ์ไทยในพริกชั่วรุ่นที่ ชั่วรุ่นที่ 1-5 ในประชากรพริก จินดานิล 80 x PEP6 หนุ่มเขียว x PEP6 ยอดสนเข็ม 80 x PEP6 และ PEP6 x PEP12 พบว่ามีการตอบสนองในทางลบ ซึ่งหมายความว่าความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองเพิ่มขึ้นในทุกชั่วรุ่นที่คัดเลือก ในประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 5 พบสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ PF2 PF8 และ PF11 และในลักษณะผลผลิตต่อต้น และน้ำหนักต่อผล ความกว้างผล ความยาวผล พบว่าพริกสายพันธุ์ PF4 ให้ค่าสูงที่สุด และลักษณะจำนวนผลต่อต้น พบว่าพันธุ์ PF3 ให้ค่าสูงที่สุด และ 3) ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูในพริกที่ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลือง ผลการศึกษาพบว่าลักษณะการพัฒนาของดอกและไมโครสปอร์ของพริกลูกผสมมีความสัมพันธ์ระหว่างระยะการพัฒนาไมโครสปอร์กับความยาวดอกและความยาวอับเรณูนั้นมีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันของแต่ละคู่ผสม ลักษณะของพริกระยะดอกตูม 3-5 วันหลังออกดอก (กลีบดอกอยู่ระดับเดียวกันกับกลีบเลี้ยงหรือยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย) พบการพัฒนาของละอองเรณูในระยะ vacuolated หรือ uninucleate อาหารเพาะเลี้ยงอับเรณูที่มีผลต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนอับเรณู และเกิดแคลลัสมากที่สุด คือ อาหารสูตร MS + Kinetin 2 mg/l + 2,4-D 2mg/l แต่ยังไม่พบการพัฒนาจากแคลลัสเป็นต้นอ่อนในทุกสูตรอาหารที่ทดลอง ดังนั้น ควรมีการศึกษาเทคนิคและวิธีการในการชักนำให้เกิดต้นอ่อนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Development of Chili Pepper Populations Resistant to Pepper Yellow Leaf Curl Disease
Student	Miss Thanyarat Jaingulueam
Student ID	63604011
Degree	Master of Science
Program	Agriculture
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Patcharaporn Suwor
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Kanjana Saetiew

Abstract

Yellow leaf curl virus disease is caused by *Begomovirus* the disease affected the yield and fruit quality of chili pepper, especially chili peppers grown under field condition. To control the disease, it is essential to use insecticides to protect against the vector (Whitefly). However, the chemical treatments are not completely effective 100% disease control due to the broad range of host plants. Therefore, utilization of the disease resistant variety is crucial to chili farmers. The experiments were divided into 3 experiments i.e., 1) Combining ability for yield and yield component of 6 F_1-hybrids were obtained with the 5 parental lines. The parental lines (Num Kheiw) showed high general combining ability (GCA) for yield weight per plant, fruit weight, fruit length, fruit width, and fruit pedicelnlength. The parental lines (PEP12) showed high fruits number per plant. Addition, the hybrid of Jindanil 80 x PEP12 and Num Kheiw x PEP6 showed high specific combining ability (SCA) for fruit yield per plant, fruits number per plant, fruit weight, fruit length and fruit width. Jindanil 80 x PEP12 showed high heterosis for plant weight and fruits number per plant, while fruit weight found in Jindanil 80 x PEP6. 2) The study aims to investigate the inheritance of gene expression characteristics and response to selection for resistance to yellow leaf curl virus disease in generation of F_1 F_2 F_3 and F_5 population, using the resistant sources from PEP6 and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PEP12 varieties, comparison with the parental lines. Additionally, the F_5 populations was evaluated yield and yield components. The results showed that resistance to Pepper Yellow leaf curl virus Thailand disease (PepYLCTHV) controlled by two recessive genes. The response to disease resistance in the population of Jindanil 80xPEP6, Num Kheiw x PEP6, Yod Son Khem 80 x PEP6 and PEP6 x PEP12, during generation F1 to F_5, showed negative trend. This refers to an increase in resistance in each generation of selection. However, resistance of F_5 population of each line were observed resistance to PepYLCTHV in breeding line of PF2, PF8, and PF11, while PF4 showed highest for fruit yield per plant, fruit weight, fruit length and fruit width. And PF3 showed highest for fruit number per plant. 3) To investigate the anther culture techniques of 8 F1-hybrids contained resistant gene to yellow leaf curl virus. The result showed the relationship between the microspore development stage, flower length, and anther length is specific to each hybrid. In chili flower buds at 3-5 days after flowering (when petals are at the same level as the calyx or slightly longer than the calyx), the development of microspore in the vacuolated or uninucleate stage was found. The anther culture media affected the development of the anther parts and the most callus occurs is MS + Kinetin 2 mg/l + 2,4-D 2mg/l but no development from callus to seedlings was found in any of the culture medium formulas. Therefore, techniques and methods for inducing embryogenesis should be studied further.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พัชราภรณ์ สุวอ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร. กัญจนา แซ่เตียว ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้ ความเข้าใจตลอดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ผู้ทำงานวิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.อรวรรณ ชัชวาลการพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นักวิจัย สวทช. ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหา

ขอขอบคุณโครงการทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (TGIST) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่อนุเคราะห์ทุนในการทำวิจัย ค่าเทอม และค่าใช้จ่ายส่วนตัว

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณโรงเรือนปลูกพืชทดลองทีมวิจัยไวรัสพืชและแบคทีรีโอฟาจ ศช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์เชื้อพันธุกรรมพริก

ขอขอบคุณฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ปลูกทดสอบพันธุ์พริก

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ผู้อยู่เบื้องหลังที่คอยให้คำปรึกษาและสนับสนุน ช่วยเหลือในการทำงานทั้งงานในห้องปฏิบัติการและงานในแปลงที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงมาได้

สุดท้ายนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับผู้ที่สนใจ

นางสาวธัญญารัตน์ ใจงูเหลือม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ค

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 3

1.3 สถานที่ดำเนินงาน..... 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 พริก..... 4

2.1.1 ความสำคัญและข้อมูลทั่วไป..... 4

2.1.2 การจำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์..... 4

2.1.3 การผลิตและการจัดการ..... 6

2.2 โรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริก..... 6

2.2.1 แมลงหวี่ขาว (White fly) 7

2.3 การปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง..... 9

2.4 การแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริก..... 11

2.5 การศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของพริก..... 12

2.6 การตอบสนองต่อการคัดเลือก (Response to selection)..... 13

2.7 การเพาะเลี้ยงอับเรณู (Anther culture)..... 14

2.8 การพัฒนาของไมโครสปอร์..... 11

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 20

3.2 งานทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และประเมินองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12..... 23

3.2.1 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 23

3.2.2 การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูกของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 28

3.3 งานทดลองที่ 3 ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 29

3.3.1 ศึกษาลักษณะดอกและการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ 29

3.3.2 การศึกษาอาหารเพาะเลี้ยงต่อการพัฒนาชิ้นส่วนอับเรณูของพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1..... 32

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล..... 33

4.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 33

4.2 งานทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1, 2, 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และประเมินองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12..... 40

4.2.1 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.2 การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูกของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ 49

4.3 งานทดลองที่ 3 ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 57

4.3.1 ศึกษาลักษณะดอกและการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ 57

4.3.2 การศึกษาอาหารเพาะเลี้ยงต่อการพัฒนาชิ้นส่วนอับเรณูของพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 61

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 65

5.1 สรุปผลการวิจัย 65

5.2 ข้อเสนอแนะ 65

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก 75

ประวัติผู้เขียน 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 พริกลูกผสม 6 คู่ผสม จากพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี 3 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อที่ต้านทาน 2 สายพันธุ์..... 21

3.2 ตาราง ANOVA ที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1..... 23

3.3 ระดับคะแนนการแสดงอาการของพริกหลังจากถ่ายทอดเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว.... 27

3.4 ลักษณะดอกพริก อับเรณู และไมโครสปอร์ของระยะการพัฒนาดอกพริก 7 ระยะ..... 31

3.5 อาหาร MS สำหรับเพาะเลี้ยงอับเรณูพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน..... 32

4.1 ค่าเฉลี่ยของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม..... 37

4.2 ค่าความแปรปรวน (Mean square) ในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1..... 37

4.3 ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์..... 38

4.4 ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ขององค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม..... 38

4.5 ค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม..... 38

4.6 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์ของพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5..... 43

4.7 ดัชนีการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกพันธ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์ ประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5 หลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์..... 44

4.8 ผลการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในตัวอย่างพริกพันธุ์พ่อ ชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) และชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) ภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตรวจสอบด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์คู่ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV ขนาด 784 bp..... 44

4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์ ของพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) และพันธุ์พ่อแม่..... 45

4.11 ผลการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในตัวอย่างพริกพันธุ์พ่อ ชั่วรุ่นที่ 5 และพันธุ์การค้าที่ไม่แสดงอาการ ภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตรวจสอบด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์คู่ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV..... 46

4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Mean square) ขององค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในแปลงของพริกพันธุ์พ่อแม่ 4 พันธุ์ การค้า 2 พันธุ์ พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ 1 พันธุ์ และพริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์..... 54

4.13 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในแปลงของพริกพันธุ์พ่อแม่ 4 พันธุ์ การค้า 2 พันธุ์ พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ 1 พันธุ์ และพริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์..... 55

4.14 ความยาวของดอกพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ ในช่วง 10 วันหลังออกดอก..... 58

4.15 ความยาวของอับเรณูพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ ในช่วง 10 วันหลังออกดอก..... 58

4.16 การตอบสนองของเซลล์สืบพันธุ์ของพริกลูกผสมในอาหารที่แตกต่างกันที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์..... 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 วงจรชีวิตแมลงหวี่ขาว..... 8

2.2 วงจรชีวิตแมลงหวี่ขาวและลักษณะของแมลงหวี่ขาว..... 9

2.3 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้..... 16

2.4 การเปลี่ยนแปลงระหว่างไมโครสปอร์และละอองเกสร (A–G), bud (A1–G1) และการพัฒนาของอับเรณู (A2–G2); A = ระยะ Meiocytes และ ระยะ tetrads, B = ระยะ Young microspores, C = ระยะ Mid microspores, D = ระยะ Vacuolate microspores, E = ระยะ Young bicellular pollen, F = ระยะ Mid pollen และ G = ระยะ Mature pollen..... 17

2.5 ลักษณะของดอกและระยะพัฒนาของไมโครสปอร์..... 18

3.1 แผนผังการพัฒนาพันธุ์พริกที่ได้รับยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง..... 19

3.2 ต้นกล้าอายุ 8 สัปดาห์ สำหรับใช้ในการถ่ายเชื่อ PepYLCTHV..... 25

3.3 แมลงหวี่ขาวตัวเต็มวัยปลอดเชื้อไวรัสสำหรับใช้ในการถ่ายเชื้อไวรัส..... 26

3.4 การย้ายแมลงหวี่ขาวที่ไม่มีเชื้อไปใส่ต้นพริกที่มีเชื้อ PepYLCTHV ระยะเวลา 48 ชั่วโมง..... 26

3.5 การย้ายแมลงหวี่ขาวที่มีเชื้อไปยังต้นกล้าพริกที่เตรียมไว้..... 26

3.6 ระดับการตอบสนองของเชื้อ PepYLCTHV ในต้นกล้าพริก, (0: HR) = highly resistant, (1: R) = resistant, (2: MR) = moderate resistant, (3: MS) = moderate susceptible, (4: S) = susceptible และ (5: HS) = highly susceptible..... 27

3.7 1a-7a = การพัฒนาของดอก, 1b-7b = อับเรณู และ 1c-7c = ระยะไมโครสปอร์; 1c = ระยะ Coenocytic tetrad, 2c = ระยะ Tetrad, 3c = ระยะ Mid microspore, 4c = ระยะ Vacuolated หรือ ระยะ uninucleate, 5c = ระยะ Young pollen, 6c = ระยะ Mid pollen และ 7c = ระยะ Mature pollen..... 31

4.1 กลุ่มต้นพริกพันธุ์แม่ คือ จินดานิล 80 และหนุ่เขียว พริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) คือ PEP6 และ PEP12 และพริกลูกผสม 4 คู่ผสม..... 39

4.2 ผลพริกพันธุ์แม่ คือ จินดานิล 80 และหนุ่เขียว พริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) คือ PEP6 และ PEP12..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.3 ผลพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม..... 40

4.4 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่-ขาว 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มประชากรจินดานิล 80/PEP6, หนุ่มเขียว/PEP6, ยอดสนเข็ม 80/PEP6 และ PEP6/PEP12..... 47

4.5 การแสดงออกต่อการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) หลังการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์..... 48

4.6 การแสดงออกต่อการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกพันธุ์การค้าและอ่อนแอเปรียบเทียบหลังการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์..... 49

4.7 ลักษณะต้นพริกประชากรชั่วรุ่นที่ 5 อายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566..... 55

4.8 ลักษณะต้นพริกพันธุ์การค้าและพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบอายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566..... 56

4.9 ลักษณะผลพริกประชากรชั่วรุ่นที่ 5 อายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566..... 56

4.10 ลักษณะต้นพริกพันธุ์การค้าและพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบอายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566..... 56

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอับเรณูและขนาดดอกกับระยะการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 กลุ่มพริกขี้หนูผลใหญ่; A = C1, B = C2, C = C3, D = C4, E = C5 และ F = C6 กลุ่ม longcayen; G = L1 และ H = L2..... 59

4.12 ลักษณะการพัฒนาดอกของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 60

4.13 ลักษณะการพัฒนาอับเรณูของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.14 ลักษณะการพัฒนาไมโครสปอร์ของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พริก (*Capsicum* spp.) เป็นพืชหลักที่ใช้ประโยชน์ในด้านรสชาติเผ็ดร้อน สามารถใช้ได้ทั้งเป็นส่วนประกอบอาหาร ยา เวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง และสารกระตุ้นการกินในสัตว์ จึงทำให้พริกมีความต้องการใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลผลิตพริกต่อพื้นที่กลับมีปริมาณลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และการแพร่ระบาดของโรคและแมลง โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากไวรัส ได้แก่ *Capsicum chlosis virus* (CaCV), *Chilli veinal mottle virus* (CVMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Potato virus Y* (PVY), *Tobacco etch virus* (TEV) และ *Begomovirus* เป็นต้น ในประเทศไทยมีรายงานการแพร่ระบาดของเชื้อ *Begomovirus* ในพริกจำนวน 3 สปีชีส์ ได้แก่ 1) *Pepper leaf curl virus* (PepLCV) 2) *Pepper yellow leaf curl virus Kanchanaburi virus* (PepYLCKaV) และ 3) *Pepper yellow leaf curl Thailand virus* (PepYLCTHV) (Kenyon *et al*., 2014) เมื่อพืชได้รับเชื้อไวรัสจะเป็นแหล่งสะสมเชื้อทำให้เชื้อแพร่กระจายไปยังต้นอื่นและไม่สามารถรักษาให้หายด้วยการฉีดพ่นยา ดังนั้น วิธีการป้องกันโรคที่ดีที่สุด คือ การปรับปรุงพันธุ์ให้พืชมีความต้านทานต่อโรค

การปรับปรุงพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองเริ่มมีรายงานในประเทศญี่ปุ่น ในปี 1996 ต่อมา คือ จีน ในปี 2006 และเกาหลี ในปี 2008 ส่วนในประเทศไทยมีรายงานการแพร่ระบาด ตั้งแต่ปี 1994 เดิมเข้าใจว่าเพลี้ยไฟ ไรขาว และเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงพาหะนำโรค จากการสำรวจโรคไวรัสในพริกปี 1991 (เครือพันธุ์ กิตติปกรณ์ และ นวลจันทร์ ดีมา, 2534) พบเชื้อที่แพร่ระบายอย่างรุนแรง คือ เชื้อไวรัสในวงศ์ Germinivirus จีนัส *Begomovirus* เมื่อเชื้อเข้าไปสู่ท่อลำเลียงน้ำและอาหารในต้นพริกจะส่งผลให้ใบพริกมีลักษณะหงิกงอ ใบสีเหลือง ชะงักการเจริญเติบโต ทำให้ต้นพริกแคระแกร็น สร้างความเสียหายต่อผลผลิตพริก 80-100% (Prakash and Singh, 2006) เชื้อดังกล่าวนี้มีแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisia tabaci* Genn.) เป็นพาหะ (Chomdej *et al*., 2012) การใช้พันธุ์ต้านทานจะช่วยป้องกันไม่ให้โรคสามารถเข้าทำลาย และลดแหล่งปริมาณของเชื้อได้ ปัจจุบันมีรายงานเชื้อพันธุกรรมพริกต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริก 2 สปีชีส์ คือ พริกกลุ่ม *Capsicum annuum* L. ได้แก่ 9852-123 (Barchenger *et al*., 2019), BG-3821 (Anaya-Lopez *et al*., 2003) Perennial HDV, PSP-11, KR-B/NP-46-A และ PBC 145 (ญาณิศา แสงสอดแก้ว, 2561) และ กลุ่มพริก *C. chinense* (GKC-29 BS-35 และ EC-497636) (Kumar *et al*., 2006) อย่างไรก็ตามพริกกลุ่มต้านทานเหล่านี้ยังมีลักษณะบางอย่างที่ยังไม่สามารถปลูกเป็นการค้าได้ เช่น ทรงต้น ลักษณะผลผลิต เป็นต้น มีการนำเชื้อพันธุกรรมพันธุ์ต้านทานดังกล่าวมาพัฒนาพันธุ์การค้าให้ต้านทาน โดยยีนต้านทานต่อโรคมีรายงานว่าถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ (นครินทร์ และคณะ, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 2 คู่ (Garcia-Neria and Rivera-Bustamante, 2011) โดยความสามารถในการแสดงออกของยีนนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์พริก เชื้อสาเหตุ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์พริกและเชื้อสาเหตุ นักปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน (conventional breeding) ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ใช้ต้นทุนต่ำ แต่ใช้ระยะเวลานาน และยังขึ้นอยู่กับแปรปรวนทางพันธุกรรมและการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และต้องมีการคำนึงถึงลักษณะที่แสดงออกโดยสภาพแวดล้อมด้วย (Saidaiah *et al*., 2021) ลักษณะที่แสดงออกของพืชอาจไม่ใช่ผลที่มาจากพันธุกรรมที่แท้จริง เนื่องจากสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการตอบสนองของพันธุกรรม การวิเคราะห์ทางพันธุกรรมจะกำหนดวิธีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้การตอบสนองต่อการคัดเลือกทางพันธุกรรมสูงสุด (Manjunathagowda and Anjanappa, 2021) ความสามารถในการถ่ายทอดทางและตอบสนองของพันธุกรรมช่วยในการกำหนดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในการแสดงออกของลักษณะและขอบเขตการปรับปรุงที่เป็นไปได้หลังจากการคัดเลือก (Lingaiah *et al*., 2019) และประสิทธิภาพของการคัดเลือกสามารถกำหนดได้โดยใช้การตอบสนองต่อการคัดเลือก (Ashish *et al*., 2017) อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีและเครื่องมือช่วยในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อย่นระยะเวลาและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้เครื่องหมายโมเลกุล การถ่ายยีน การทำโปรโตพลาสฟิวชั่น การใช้สารเคมีและรังสีในสภาพปลอดเชื้อ การเพาะเลี้ยงไมโครสปอร์ และการเพาะเลี้ยงอับเรณู (Bargavi and Elumalai, 2010)

การเพาะเลี้ยงอับเรณูเป็นวิธีการนำเอาเกสรตัวผู้ (anther) มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อชักนำให้ได้ต้นที่มีโครโมโซมชุดเดียวและหลังจากนั้นจึงทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเพื่อให้ได้ต้นที่มีโครโมโซม 2 ชุด เรียกว่า double haploid (พันธุ์แท้) การเพาะเลี้ยงอับเรณูในพริกเริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ปี 1973 (Wang *et al*., 1973) ในการศึกษาช่วงแรก ๆ การชักนำให้เกิดต้นพืชนั้นยังต่ำมาก และพบว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการชักนำ androgenesis ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการเจริญเติบโตอายุต้น จีโนไทป์ (Niklas-Nowak *et al*., 2012; Grozeva *et al*., 2013; Koleva-Gudeva *et al*., 2013; Al remi *et al*., 2014) ฤดูปลูก (Ata *et al*., 2019) ระยะการพัฒนาของไมโครสปอร์ในอับเรณู (Parra-Vega *et al*., 2013; Barroso *et al*., 2015) องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต (Olszewska *et al*., 2014) และการปรับสภาพของดอกและอับเรณู (Koleva-Gudeva *et al*., 2007; Ozkum and Tıpırdamaz, 2007; Irikova *et al*., 2011; Nowaczyk *et al*., 2015) การเกิด androgenesis มีมาก แต่พัฒนาไปเป็นต้นปกติยังมีปริมาณที่น้อย (Segui-Simarro *et al*., 2011) จึงยังไม่มีวิธีการเป็นมาตรฐานและให้ผลที่ดีกับทุก ๆ สายพันธุ์ (อัญชลี และคณะ, 2557) ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์พริกให้มีประสิทธิภาพและย่นระยะเวลาควรจะใช้ทั้งวิธีการคัดเลือกพันธุ์แบบมาตรฐานและเทคโนโลยีชีวภาพร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของพริกในลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1

1.2.2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1, 2, 3 และชั่วรุ่นที่ 5 และประเมินองค์ประกอบผลผลิตในพริกชั่วรุ่นที่ 5

1.2.3 ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกที่ได้รับยีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1

1.3 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โรงเรือนและแปลงปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โรงเรือนปลูกพืชทดลองทีมวิจัยไวรัสพืชและแบคทีรีโอฟาจ ศช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ฟาร์มกล้าเกษตร 47 ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 พันธุ์พ่อแม่ และลูกผสมมีความสามารถในการถ่ายทอดหรือการรวมตัวในลักษณะทางการเกษตรที่ดี

1.4.2 ข้อมูลการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบหงิกเหลืองและการตอบสนองในการต้านทานโรค และได้ประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 6 ที่ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง (PepYLCTHV) และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี

1.4.3 ระยะดอกพริกและสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงอับเรณูพริกชั่วรุ่นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พริก

2.1.1 ความสำคัญและข้อมูลทั่วไป

พริก (*Capsicum* spp.) อยู่ในตระกูล (Solanaceae) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ปลูกกันอย่างแพร่หลายในเขตอบอุ่นและเขตร้อนทั่วโลก (Irikova *et al*., 2011) พริกที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิด ได้แก่ พริกขี้หนูผลใหญ่ พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนูสวน พริกหยวก และ พริกหวาน พริกถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในรูปผลสด พริกแห้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกจากนั้นยังนำสารสกัดจากพริกไปใช้ใน เวชภัณฑ์ได้อีก (วีระ ภาคอุทัย และ เยาวรัตน์ ศรีวรานันท์, 2557) พริกเป็นพืชไม้พุ่มขนาดเล็กฤดูเดียวหรือหลายฤดู ลำต้นสูง 0.5-1.5 เมตร มีระบบรากแก้วที่หยั่งลงไปในดินได้ลึก 50 เซนติเมตร มีรากแขนงมากและแผ่กระจายในแนวราบซึ่งมีรัศมีกว้างกว่า 1 เมตร ใบเป็นใบเดี่ยวมีขนาดแตกต่างกัน ก้านใบ มีความยาวประมาณ 0.5-2.5 เซนติเมตร ใบกว้างรูปไข่ ขอบใบเรียบปลายใบแหลม ใบบางและส่วนใหญ่มีขน ดอกเจริญบริเวณข้อต่อ ปกติมักเป็นดอกเดี่ยวบางพันธุ์อาจมี 2-5 ดอกต่อข้อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกมีสีขาวหรือเขียวอ่อนหรือม่วงจำนวน 5-7 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 5-6 อันอยู่ที่ฐานกลีบดอก เป็นพืชผสมตัวเองตามธรรมชาติแต่มีอัตราการผสมข้าม 1-46 เปอร์เซ็นต์ ผลพริกอ่อนมี สีเขียวหรือม่วง ผลสุกสีแดง ส้ม เหลืองหรือน้ำตาล เมื่อผลแก่จะมีสีแดง แดงอมส้ม น้ำตาลหรือม่วง (จานุลักษณ์ ขนบดี, 2535; มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541) พริกพันธุ์ *Capsicum annuum* เป็นพริกที่มีการใช้ประโยชน์มาก มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การกระจายตัวมากที่สุดเนื่องจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่มีมากเมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่น (Pickersgill, 1997)

2.1.2 การจำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พริกพันธุ์ปลูกแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ใหญ่ ๆ ซึ่งแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจนโดยลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. *Capsicum annuum* L. เป็นชนิดที่ปลูกมากและมีความสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับพริกชนิดอื่น ๆ มีแหล่งดั้งเดิมอยู่ที่ อเมริกากลาง พริกกลุ่มนี้แตกต่างจากชนิดอื่น ได้แก่ มีดอกเดี่ยว ผลเดี่ยว และกลีบดอกสีขาวเป็นสายพันธุ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชนิดอื่น ในประเทศไทยพริกกลุ่มนี้มีการปลูกมากที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น รวบรวมได้ 31 สายพันธุ์ เช่น พริกชี้ฟ้า พริกชี้ฟ้าใหญ่ พริกจินดา พริกขี้หนู พริกหวานและพริกยักษ์ เป็นต้น เมื่อปลูกเมล็ดเริ่มงอกเมื่ออายุ 3-8 วัน มีใบจริง 4-5 ใบ เมื่ออายุ 25 วัน เริ่มออกดอก เมื่ออายุ 50-60 วัน เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 90-140 วัน (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. *Capsicum chinense* Jacq. เป็นพริกที่มีความสำคัญในการใช้เป็นพันธุ์ปลูกมากในแถบภูเขาแอนดีสในอเมริกาใต้ พริกในกลุ่มนี้ที่มีผลใหญ่เนื้อหนา ใช้รับประทานสด พริกที่เนื้อบางใช้ทำพริกแห้ง ส่วนพริกผลเล็กมีกลิ่น และรสเผ็ดจัดเชื่อว่ามีรสเผ็ดที่สุดในพริกที่ปลูกทั้งหมด ในประเทศไทยมีการเก็บรวบรวมพริกนี้อยู่ 18 สายพันธุ์ เช่น พริกขี้หนู พริกขี้หนูแดง พริกขี้หนูหอม พริกสวนและพริกใหญ่ เป็นต้น พริกชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับ C. *annuum* และ C. *frutescens* สีกลีบดอกสีเขียวอ่อน มีดอก 2 หรือมากกว่า 2 ดอกต่อข้อ เมื่อผลแก่จะมีรอยคอดที่กลีบเลี้ยงติดกับก้านของผล เมื่อปลูกเมล็ดเริ่มงอกเมื่ออายุ 3-8 วัน มีใบจริง 4-5 ใบ เมื่ออายุ 25 วัน เริ่มออกดอก เมื่ออายุ 70-80 วัน เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110-180 วัน (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

3. *Capsicum baccatum* L. พริกชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศโบลิเวีย พริกนี้ไม่นิยมปลูกในทวีปเอเชียและแอฟริกา พริกพวกนี้มีความแตกต่างจากพริกชนิดอื่นที่มีดอกสีขาวและมีจุดสีเหลืองที่กลีบดอกขาวในกลุ่มพริกนี้ยังมี *C. pendulum* และ *C. microcarpum* ที่ถูกจัดให้อยู่ใน *C. baccatum* ด้วย เมื่อปลูกเมล็ดเริ่มงอกเมื่ออายุ 3-8 วัน มีใบจริง 4-5 ใบ เมื่ออายุ 25 วัน เริ่มออกดอก เมื่ออายุ 50-60 วัน เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 90-140 วัน (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

4. *Capsicum frutescens* L. มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ พริกชี้ฟ้าเป็นพันธุ์ที่รู้จักกันแพร่หลาย พันธุ์ที่นิยมปลูกในทวีปเอเชียมีผลเล็ก มีความเผ็ดมาก บางแห่งใช้พริกชนิดนี้ในการสกัดสาร oleoresin ในประเทศไทยมีรายงานพริกชนิดนี้ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พริกชี้ฟ้า พริกเกษตร และพริกขาว มีลักษณะเด่น คือ มีดอกเดี่ยว แต่พันธุ์ป่าของพริกชนิดนี้มี 2-3 ดอก ในแต่ละข้อ ดอกมีสีเขียวอ่อน เมื่อปลูกเมล็ดเริ่มงอกเมื่ออายุ 3-8 วัน มีใบจริง 4-5 ใบ เมื่ออายุ 25 วัน เริ่มออกดอก เมื่ออายุ 70-80 วัน เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110-180 วัน (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

5. *Capsicum pubescens* Ruiz & Pavon พริกชนิดนี้เป็นพริกที่ปลูกบนพื้นที่สูงเนื่องจากทนต่อความหนาวได้ แหล่งกำเนิดพริกชนิดนี้เข้าใจว่าเป็นประเทศโบลิเวีย พริกชนิดนี้ไม่ค่อยติดผลเช่นเดียวกับพริกชนิดอื่นเมื่อปลูกในแถบร้อน พันธุ์ที่ใช้ปลูกมีการกระจายตัวน้อยกว่าพริกชนิดอื่น ผลของพริกมีเนื้อหนา มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำสูง แต่มีรสเผ็ด ลักษณะเดิมกลีบดอกเป็นสีม่วง ไม่มีจุดเมล็ดสีดำ จากการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ในประเทศไทยอาจมีพริกชนิดนี้เพียงสายพันธุ์เดียว คือ พริกขาวดำ เมื่อปลูกเมล็ดเริ่มงอกเมื่ออายุ 3-8 วัน มีใบจริง 4-5 ใบ เมื่ออายุ 25 วัน เริ่มออกดอก เมื่ออายุ 50-60 วัน เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 90-140 วัน (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

การแยกพริกทั้ง 5 ชนิดนั้นอาศัยลักษณะของดอกและผล *C. annuum* มีลักษณะประจำ ได้แก่ ดอกสีขาว อับละอองเกสรตัวผู้สีฟ้าถึงสีม่วง กลีบเลี้ยงมีหยักคอดที่จุดต่อกับก้านที่ข้อมีดอกเพียงดอกเดียวต่อข้อ แต่บางครั้งอาจมี 2 ดอกต่อข้อ *C. frutescens* มีดอกสีเขียวอ่อน กลีบเลี้ยงไม่หยัก และไม่คอดที่ฐานของผลอับเรณูตัวผู้สีฟ้า ส่วนใหญ่มีดอกเพียงดอกเดียวต่อข้อ แต่บางครั้งอาจมี 2 ดอกต่อข้อ บางพันธุ์อาจมีดอก 5 ดอกต่อข้อ *C. chinense* ดอกมีสีขาวหรือเขียวอ่อน อับเรณูตัวผู้สีฟ้า กลีบเลี้ยงหยักและคอด ดอกมี 1-3 ดอกต่อข้อ *C. baccatum* มีดอกสีขาวและจุดสีเหลืองที่กลีบดอก อับเรณูตัวผู้มีสีเหลือง ยาวและโค้ง ผลห้อยลง ก้านของใบแบนคล้ายใบ *C.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pubescens ดอกใหญ่ สีม่วง ใบมีขนอ่อน ๆ ผลสีเหลืองถึงส้ม และเมล็ดสีดำ (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541)

2.1.3 การผลิตและการจัดการ

พริกเป็นพืชในเขตร้อนหรือกึ่งร้อนที่ทนความแห้งแล้งได้ดีพอควร และสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมที่สุด คือ ดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี ไม่มีน้ำท่วมขังหรือชื้นแฉะ เพราะจะทำให้รากเน่าและตายได้ หรือดินที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย พริกปลูกได้ตลอดปี แต่ไม่ชอบอากาศร้อนจัด และมีฝนตกชุก ประเทศผู้ผลิตพริกสดที่สำคัญของโลก ปี 2020 ได้แก่ จีน แม็กซิโก อินโดนีเซีย ตุรกี และสเปน ประเทศผู้ผลิตพริกแห้งที่สำคัญของโลกปี 2020 ได้แก่ อินเดีย ไทย จีน เอธิโอเปีย และโกตดิวัวร์ ประเทศไทยนั้นมีพื้นที่เหมาะสมสามารถปลูกพริกได้ตลอดทั้งปี และทุกภูมิภาค จากรายงานพบว่าในปี 2021 ประเทศไทยมีการปลูกพริกขี้หนูเม็ดเล็ก พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ พริกหยวก พริกยักษ์ และพริกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มากที่สุด มีพื้นที่รวมทั้งหมด 133,847.75 ไร่ ผลผลิตรวม 251,665 ตัน ซึ่งพบว่าพื้นที่การปลูกพริกลดลงเป็นจำนวนมาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565)

2.2 โรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริก

โรคพืชที่สำคัญและสร้างความเสียหายในพริก คือ โรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) โรคเหี่ยวเหลือง (Fusarium wilt) โรคเหี่ยวเขียว (Bacterial wilt) โรคใบจุด (Leaf spot) โรคเน่าคอดิน (Dampling off) โรคยอดและกิ่งแห้ง (Choanephora blight) โรคที่เกิดจากไส้เดือนฝอย และโรคใบหงิกหรือโรคใบด่าง ซึ่งโรคใบหงิกเหลืองสามารถสร้างความเสียหายแก่พริก 80-100% ในทุกระยะการเจริญเติบโต และระบาดได้ตลอดฤดูปลูก (จิราภา จอมไธสง, 2551)

โรคไวรัสใบหงิกเหลืองเริ่มมีรายงานพบในประเทศญี่ปุ่น ในปี 1996 ต่อมา คือ จีน ในปี 2006 และเกาหลี ในปี 2008 ส่วนในประเทศไทยมีรายงานการแพร่ระบาด ตั้งแต่ปี 1994 มีแมลงหวี่ขาวเป็นพาหะ แต่เดิมเข้าใจว่าเพลี้ยไฟ ไรขาว และเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงพาหะนำโรค จากการสำรวจโรคไวรัสในพริกปี 1991 (เครือพันธุ์ และนวลจันทร์, 2534) ในประเทศไทยมีรายงานการพบเชื้อ *Pepper yellow leaf curl virus*, PepYLCV ในพริกขี้หนู *Capsicum annuum* เมื่อปี 1994 และตรวจพบเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองพริกในจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี และอีกหลายจังหวัดทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ต่อมาในปี 2003 มีรายงานว่าพบสายพันธุ์เชื้อ PYLCV ที่แตกต่างออกไปจากเดิม รวมทั้งในปี 2013-2014 มีผลการสำรวจพริกใบเหลืองกว่า 20 จังหวัด ทั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ พบเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองพริกชนิด *Pepper yellow leaf curl Thailand virus* ที่มีพันธุกรรมใกล้ชิดกับ PYLCV-Malaysia แต่ผันแปรแตกต่างจากเชื้อเดียวกันนี้ในประเทศอื่น ประเทศที่มีรายงานพบโรคใบหงิกเหลืองของพริกและเชื้อสาเหตุเป็นเชื้อ *Begomovirus* แต่จีโนมของเชื้อแตกต่างจากเชื้อในประเทศไทย ได้แก่ อินโดนีเซีย ไต้หวัน จีน อินเดีย (พิสสวรรณ เจียมสมบัติ และ บุณณดา ศรีคาผึ้ง, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *Begomovirus* เดิมเรียกกันทั่วไปว่าเจมินิไวรัส ปัจจุบันมีการจัดแบ่งหมวดหมู่ใหม่ให้เจมินิไวรัสอยู่ใน Family Geminiviridae ในประเทศไทยมีรายงานการแพร่ระบาดของเชื้อ *Begomovirus* ในพริกจำนวน 3 สปีชีส์ ได้แก่ 1) *Pepper leaf curl virus* (PepLCV) 2) *Pepper yellow leaf curl virus Kanchanaburi virus* (PepYLCKaV) และ 3) *Pepper yellow leaf curl Thailand virus* (PepYLCTHV) (Kenyon *et al*., 2014; Seepiban *et al*., 2017; Chiemsombat *et al*., 2018) ลักษณะที่สำคัญ คือ อนุภาคอยู่ติดกันเป็นคู่ (geminated particles) แต่ละอนุภาคเป็นรูปทรงกลมหลายเหลี่ยมที่ไม่สมบูรณ์ (incompleted icosahedral) จีโนมเป็นดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่ขดเป็นวง (circular single stranded DNA) แต่ละชนิดอาจมีจีโนม โมเลกุล (monopartite) หรือ 2 โมเลกุล (bipartite) ที่เรียกว่า DNA A และ DNA B หรือ component A และ component B (Samretwanich *et al*., 2000; Prasanna and Rai, 2007; Zhou, 2013) บนจีโนมแต่ละโมเลกุลจะมีบริเวณที่ไม่แปลรหัสเรียกว่า intergenic region (IR) หรือ common region ซึ่งบีโกโมไวรัสที่เป็น bipartite จะมีบริเวณอนุรักษ์ IR บนดีเอ็นเอทั้ง 2 โมเลกุลที่มีการจัดเรียงลำดับเบสเหมือนกันในบริเวณ IR นี้ยังพบโครงสร้างที่เป็น hairpin loop มีการจัดเรียงลำดับเบสเป็น TAATATTAC จัดเป็นบริเวณอนุรักษ์ที่พบในไวรัสทุกชนิดใน Family นี้ เชื้อไวรัสในจีนัสบีโกโมไวรัส (*Begomovirus*) เป็นสาเหตุของโรคใบหงิกเหลืองในพริก ทำให้เกิดความเสียหายต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตพริก ซึ่งพบการแพร่ระบาดในทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเชื้อไวรัสกลุ่มนี้มีวิวัฒนาการที่ส่งผลต่อความหลากหลายของเชื้อซึ่งเกิดจากหลายปัจจัยเป็นสาเหตุให้โรคมีความแปรปรวนและมีความหลากหลายมากขึ้น (ศรีหรรษา และคณะ, 2563) โดยมีแมลงหวี่ขาว *(Bemisia tabaci)* เป็นพาหะ โดยพริกที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะแสดงอาการใบเหลือง ขอบใบม้วนขึ้น และพบความรุนแรงของโรคตั้งแต่ 10-95% ของพื้นที่ที่สำรวจ (Chiemsombat *et al*., 2018) ซึ่งเชื้อ *Begomovirus* สามารถอาศัยและเพิ่มจำนวนอยู่ในเซลล์พืชโดยอาศัยอยู่ในท่อลำเลียงอาหาร และเข้าทำลายพืชผ่านทางท่อลำเลียงอาหารนี้ และไวรัสดังกล่าวนี้ไม่สามารถถ่ายทอดโรคได้ด้วยวิธีกล ต้องอาศัยแมลงหวี่ขาวเป็นพาหะนำโรคเท่านั้น เมื่อแมลงหวี่ขาวดูดกินน้ำเลี้ยงของพืชที่เกิดโรคเชื้อไวรัสในต้นพืชนั้นจะเข้ามาอยู่ในตัวแมลงหวี่ขาว ซึ่งเป็นพาหะของโรค จากนั้นเมื่อแมลงหวี่ขาวไปดูดน้ำเลี้ยงจากต้นพืชต้นอื่นที่ไม่เป็นโรค เชื้อไวรัสที่อยู่ภายในตัวของแมลงหวี่ขาวจะถูกถ่ายเข้าไปยังท่อลำเลียงแล้วถ่ายเชื้อเข้าไปในเซลล์พืชทำให้เกิดการรวมตัวเข้ากับ DNA ไวรัสและพืช นำไปสู่กระบวนการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ (DNA replication) การถอดรหัส (transcription) และ การแปลรหัส (translation) ออกนอกเซลล์และแพร่กระจายไปยังเซลล์อื่น ๆ ของพืชทั่วลำต้น ส่งผลให้พืชเกิดอาการใบหงิกเหลือง (Hanley *et al*., 2013)

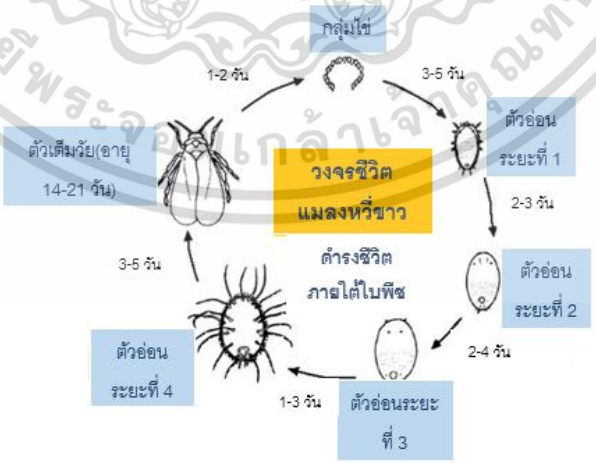
2.2.1 แมลงหวี่ขาว (White fly)

แมลงหวี่ขาว เป็นแมลงประเภทปากดูดขนาดเล็ก มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใต้ใบพืช ตัวเต็มวัยยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มีปาก 1 คู่ ปกคลุมด้วยฝุ่นขาว ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวหรือเรียงติดกัน ไข่มีสีเหลืองอ่อน เรียวยาว ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายรูปไข่สีเหลืองปนเขียว แบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราบติดกับผิวใบ มีสีเหลืองอมเขียวใสมองเห็นส่วนต่างๆภายใน เคลื่อนไหวเมื่อถูกรบกวน แมลงหวี่ขาวตัวเต็มวัยมีอายุได้นาน 10-24 วันและสามารถวางไข่ได้ 66-300 ฟอง ตัวอ่อนวัยแรกมีอายุ 2-3 วันเป็นระยะที่เคลื่อนที่ได้ มักหลบดูดกินอยู่ใต้ใบ มีลำตัวค่อนข้างแบน หลังจากลอกคราบจะเป็นวัยที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ในระยะ 2 และ 3 ใช้เวลาแต่ละระยะ 2-3 วันมีการสร้างไขรอบๆ ตัวเพื่อให้จับยึดกับผิวใบได้ดีขึ้นเพราะไม่มีการเคลื่อนย้ายที่ เมื่อเป็นระยะที่ 4 จะมีการเปลี่ยนแปลง ภายในเป็นระยะที่มีตาแดงบางทีเรียกว่าระยะดักแด้โดยไม่มีการลอกคราบ ลักษณะลำตัวหนานูนขึ้นกว่าระยะ 2-3 และมีสีออกเหลืองๆ ใช้เวลาพัฒนาตัวเอง 5-6 วัน ก่อนออกมาเป็นตัวเต็มวัยต่อไป (กรมวิชาการเกษตร, 2563) (รูปที่ 2.1) (รูปที่ 2.2)

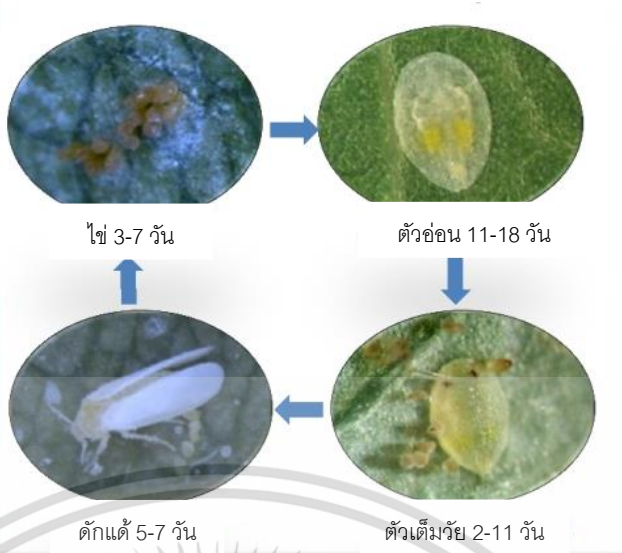
แมลงหวี่ขาวจัดเป็นแมลงศัตรูพืชที่มีพืชอาหารมากชนิดหนึ่ง ที่เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ ได้แก่ พริก มะเขือ กระเจี๊ยบเขียว มันเทศ พืชตระกูลกะหล่ำ ถั่วต่าง ๆ ยาสูบ มันฝรั่ง และฝ้าย เป็นต้น พบระบาดในแหล่งปลูกพืชทั่ว ๆ ไป โดยเริ่มระบาดในช่วงกลาง-ปลายฤดูปลูก เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคม และระบาดต่อเนื่องไปตลอดฤดูปลูก (สำนักงานเกษตรจังหวัดตราด, 2562) สามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบและยอดอ่อนของพืช การทำลายของตัวอ่อนทำให้เกิดเป็นจุดสีเหลืองบนใบพืช ใบพืชหงิกงอขอบใบม้วนลงด้านล่าง ต้นแคระแกร็น และเหี่ยว หากพบทำลายในปริมาณมากอาจทำให้พืชตายได้ นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะนำเชื้อไวรัสสาเหตุโรคใบด่างในพืชต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตลดลง สำหรับประเทศไทยมีรายงานการสำรวจพบแมลงหวี่ขาวที่เป็นศัตรูพืชสำคัญและสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า 50 ชนิด โดยแมลงหวี่ขาวที่เป็นศัตรูพืชสำคัญ คือ แมลงหวี่ขาวยาสูบ และแมลงหวี่ขาวโรงเรือน มักพบระบาดและสร้างความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น พริก มะเขือ กระเจี๊ยบเขียว มันเทศ พืชตระกูลกะหล่ำ ถั่วต่าง ๆ ยาสูบ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง และฝ้าย เป็นต้น (พัชราภรณ์ สุวอ, 2560)



รูปที่ 2.1 วงจรชีวิตแมลงหวี่ขาว

ที่มา:https://www.allkaset.com/diseases/แมลงหวี่ขาว.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรชีวิตแมลงหวี่ขาวและลักษณะของแมลงหวี่ขาว

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2563)

2.3 การปรับปรุงพันธุ์พริกเพื่อให้ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกพริกซึ่งมีเกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ส่งเสริมให้พริกมีการผสมตัวเองส่วนใหญ่ในสภาพธรรมชาติ แต่พริกมีการผสมข้ามมาก 1-64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากแมลงเป็นส่วนใหญ่และมีส่วนน้อยที่เกิดจากลม ดังนั้น พริกจึงมีความแปรปรวนในลักษณะของต้น ดอก ผล รูปร่างผล สีและความเผ็ด การผสมข้ามนี้เกิดระหว่างพริกชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์ (inta-specific cross pollination) และเกิดระหว่างพริกต่างชนิดกันได้ (intra-specific cross pollination) การผสมพันธุ์พริกเกิดได้ทุกเวลาในช่วงเวลากลางวัน ทั้งนี้ดอกพริกที่เจริญเต็มที่จะบานเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ ส่วนใหญ่ดอกบานภายใน 3 ชั่วโมงหลังจากดวงอาทิตย์ขึ้น

การผสมข้ามชนิดเกิดได้มากยิ่งขึ้นถ้าใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย เช่น ใช้พริกชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นสะพานสำหรับการผสมกับพริกชนิดอื่น ๆ เช่น การใช้ *C. chinense* เป็นสะพานสำหรับ *C. annuum* และ *C. frutescens* ซึ่งทั้ง 2 ชนิดหลังนี้สามารถผสมข้ามชนิด และเมล็ดลูกผสมที่ได้มางอกได้บ้างไม่ได้บ้าง พริกทั้ง 3 ชนิด สามารถถ่ายทอดยีนซึ่งกันและกันได้ และนำไปผสมกับพริกชนิดอื่นได้ นอกจากนี้การใช้วิธีผสมพันธุ์ 2 ครั้ง (double fertlization) ก็ใช้ได้ผล เช่น การผสมระหว่าง *C. annuum* และ *C. baccatum* var. pendulum อีกวิธีการหนึ่ง ได้แก่ การใช้ก๊าซไนตรัสอ๊อกไซด์ (nitrous oxide) รมดอกตัวเมียของ *C. annuum* ที่ความดัน 6 บรรยากาศ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ก่อนผสมพันธุ์กับเกสรของ *C. baccatum* การใช้วิธีเลี้ยงตัวอ่อนในสภาพปลอดเชื้อก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้การผสมข้ามชนิดเกิดขึ้นได้เช่น การผสมระหว่าง *C. chinense* และ *C. pubescens* (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2541) ทั้งนี้ประโยชน์ของการผสมข้ามชนิดยังถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคไวรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงพันธุ์พริกให้ต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลืองให้ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมีเชื้อพันธุกรรมที่ดีและข้อมูลการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของความต้านทานและผลผลิตของประชากรพริกซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นสำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรคไวรัสและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี พริกในกลุ่ม *C. frutescens, C. baccatum* และ *C. chinense* เป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรมที่มีความต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลือง (Bento *et al*., 2009; Rai *et al*., 2014) และข้อมูลของพริกในกลุ่ม *C. annuum* L. ยังเป็นที่ต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์ที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานไวรัส พบว่าพริกพันธุ์ PBC459, 0937-7618-1117-20, PP0735-596-1 และ PBC535 (C05618) มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของไวรัสใบหงิกเหลืองพริกได้ดี (นครินทร์ และคณะ, 2016) การประเมินพันธุ์ต้านทานต่อเชื้อ PepYLCV-TH พบว่าพริกพันธุ์ Perennial HDV มีความต้านทานต่อเชื้อในระดับ HR (Highly resistant) พันธุ์ Tiwari, PSP-11 และ KR-B (res BW)/NP-46-A มีความต้านทานต่อเชื้อในระดับ R (Resistant) (ญาณิศา แสงสอดแก้ว, 2561) นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์พริกที่ต้านทานต่อไวรัส *Pepper leaf curl virus* (PepLCV) ได้แก่ GKC-29, BS-35 และ Bhut Jolokia (Rai *et al*., 2014) และการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ IPBC10 และ IPBC12 ให้ลูกผสมที่มีคุณสมบัติต้านทานต่อเชื้อ *Begomovirus* แต่พบว่ามีลักษณะทางการเกษตรต่ำ (Ganefiant *et al*., 2015)

การปรับปรุงพันธุ์พริกในต่างประเทศใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์วิธีการต่าง ๆ และใช้ยีนต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ เช่น ยีนตัวผู้เป็นหมัน ยีนต้านทานโรคต้านทานแมลง ต้านทานไวรัส และยีนที่ควบคุมลักษณะที่ดีทางพืชสวนมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ในต่างประเทศมีการศึกษาเพื่อการปรับปรุงพันธุ์มากกว่าที่ทำมาแล้วในประเทศไทย ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพทางเศรษฐกิจของพริกยังไม่มีความสำคัญมากพอที่จะดึงดูดความสนใจ แต่ก็มีบริษัทเมล็ดพันธุ์บางบริษัทภายในประเทศที่ให้ความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์พริก เช่น การปรับปรุงพันธุ์ต้านทานต่อโรคไวรัส ซึ่งมีไวรัสหลายชนิด เช่น tobacco mosaic virus, tobacco etch virus, potato virus Y และ pepper mottie virus เป็นต้น ความต้านทานที่ต้องการควรเป็นความต้านทานรวมต่อไวรัสหลายชนิด การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานจึงต้องใช้วิธีการผสมข้าม (crossing) การผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) การผสมกลับ (backcrossing) และการถ่ายทอดเชื้อไวรัส (screening) ประกอบกันจึงได้พันธุ์พริกต้านทาน พันธุ์ต้านทานต่อโรครา เช่น โรคใบแห้งที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsica*, *Xanthomonas campestis* และ *Verticilium dahiae* เชื้อสองตัวหลังนี้ไม่มีรายงานว่าพบเข้าทำลายพริกในประเทศไทย และวิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมแบบครบวงจร recurrent selection การผสมกลับ (backcrossing) ล้วนเป็นวิธีที่ถ่ายทอดลักษณะที่ต้านทานไปยังรุ่นลูกได้ และมีการคัดเลือก (selection) ที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้พันธุ์ต่าง ๆ ที่มีความต้านทาน เช่น การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (pedigree selection) การคัดเลือกแบบเมล็ดเดี่ยว (single seed descent) ทำให้ได้สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และเพื่อหาลักษณะที่ดีทางพืชสวน เช่น ผลผลิตสูง มีเนื้อหนา มีผลใหญ่ มีสีตามที่ต้องการ เป็นต้น (มณีฉัตร นิกรพันธุ์, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริก

ข้อมูลความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองพริก (*Pepper yellow leaf curl virus*, PepYLCV) มีความสำคัญต่อการพัฒนาพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคนี้ (มณียา และคณะ, 2564) มีรายงานการแสดงออกของยีนต้านทานต่อเชื้อ *Begomovirus* ในพืชหลายชนิด เช่น ในมะเขือเทศนั้นการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม และในบางประชากรพบการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม แบบข่ม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของยีนแบบบวกสะสม x แบบบวกสะสม และในเชื้อ TYLCV (Singh *et al*., 2015) และการศึกษาพันธุกรรมความต้านทานของพริกต่อเชื้อ *Begomovirus* โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระหว่างชั่วรุ่นพบว่า IPBC12 x UNIB C GTS1 ถูกควบคุมโดยยีนหลายตำแหน่ง มีอิทธิพลของยีนแบบผลบวก (additive) ยีนเด่น (dominant) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวก (additive x additive interaction) และในกลุ่มประชากรของ IPBC10 x IPBC14 ถูกควบคุมโดยยีนด้อย 2 ตำแหน่งมีอิทธิพลของยีนแบบอิทธิพลแบบบวกสะสม (additive action) ยีนเด่น (dominant) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนเด่น (dominance x dominance interaction) แสดงให้เห็นถึง ความต้านทานในแต่ละคู่ผสมมีลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และอิทธิพลของยีนที่แตกต่างกัน (Ganefianti *et al*., 2015) ในประชากรพริก 2 คู่ผสม (101/203 และ 103/203) ที่มาจากแหล่งความต้านทานแตกต่างกัน คือ Tiwari (101) และ PSP-11 (102) ผสมกับพันธุ์พริกที่มีลักษณะที่ดีทางการเกษตรแต่อ่อนแอต่อ PepYLCV (YTP18; 203) ปลูกทดสอบ 2 ฤดู ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ในคู่ผสม 101/203 พบอิทธิพลของยีนที่ควบคุมความต้านทานเป็นแบบบวกสะสม x แบบข่ม และควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ส่วนในพริกคู่ผสม 103/203 พบอิทธิพลของยีนต้านทานเป็นแบบบวกสะสม x บวกสะสม และควบคุมด้วยยีนหลักที่เป็นยีนเด่น 1 คู่ (มณียา และคณะ, 2564) Firdaus et al. (2011) ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์พริกต้านทานต่อแมลงหวี่ขาวจำนวน 4 สายพันธุ์ (*C. annuum, C. frutescens, C. chinense* และ *C. baccatum*) พบว่าพริกชนิด *C. annuum* สามารถต้านทานต่อแมลงหวี่ขาวได้ และยังพบอีกว่าความต้านทานต่อแมลงหวี่ขาวสัมพันธ์กับความหนาของ cuticle ของใบอีกด้วย มหาวิทยาลัย Punjab Agricultural University ที่ประเทศอินเดียได้ทำการพัฒนาสายพันธุ์พริกต้านทานต่อไวรัส เช่น พันธุ์ BS-35, GKC-29, Bhut Jolokia, Lankamura, Collection, C00309, C00304, NMCA-40008, IC-383072, Perennial, BG-11, Lorai และ Punjab Lal (Rai *et al*., 2014) จากการวิจัยการแสดงออกของยีนของลูกผสมข้ามสปีชีส์ระหว่าง *C. annuum* x *C. chinense* พบอัตราส่วนการแสดงออกของลักษณะต้านทาน : อ่อนแอ ในชั่วรุ่น F_2 เป็น 3:1 โดยกลไกความต้านทานในพริกพันธุ์ BG-3821 จะหลั่งสารอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species, ROS) และสาร salicylic acid ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม phenolic compound เพิ่มมากขึ้น เพื่อไปกระตุ้น PR protein ซึ่งเป็น pathogenesis related proteins (PRs) ออกมาเพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์ถูกทำลาย นอกจากนั้นยังถูกควบคุมด้วยยีนที่แตกต่างกันและพบการสร้าง PR1, PR5 และ PR gene ในพริกสายพันธุ์ต้านทาน BG-3821 (Garcia and Rivera-Bustamante, 2011) จากการประเมินระดับความรุนแรงของโรคมีค่าอัตราพันธุกรรมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสูง (52.52-64.16%) ซึ่งจากการรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ายีนต้านทานต่อเชื้อกลุ่ม *Begomovirus* มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับแหล่งเชื้อพันธุกรรมความต้านทานและชนิดของเชื้อสาเหตุ และยังพบว่าลักษณะความต้านทานต่อ *Begomovirus* ถูกควบคุมด้วย dominant gene ในคู่ผสม FL201 x S-343 (Jindal *et al*., 2018) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า พันธุ์ GKC-29, BS-35 และ Bhut Jolokia ซึ่งมีความต้านทานต่อเชื้อ PepLCV (Rai *et al*., 2014) และพันธุ์ Perennial HDV, Tiwari, PSP-11 และ KR-B (res BW)/NP-46-A ที่มีรายงานความต้านทานต่อเชื้อ *Pepper yellow leaf curl virus-Thailand* (PepYLCV-TH) มีลักษณะความต้านทานที่ถูกควบคุมด้วย recessives gene (ญาณิศา แสงสอดแก้ว, 2561) ซึ่งความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนั้นอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (Ganefiant *et al*., 2015) นอกจากนี้พบว่าอิทธิพลของยีนที่ควบคุมลักษณะผลผลิตยังถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ มีอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม แบบข่ม และยังพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ของยีนทั้งสามแบบ (Tempeetikul *et al*., 2013)

2.5 การศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของพริก

เนื่องจากปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้ลักษณะพริกที่ต้องการ และเป็นพันธุ์ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้สูงสุด จำเป็นต้องมีการทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ดีมีความเหมาะสม เพื่อที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการพิจารณาลดจำนวนสายพันธุ์ลง ซึ่งการคัดเลือกสายพันธุ์ทำได้โดยการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวเป็นการแสดงถึงความสามารถของสายพันธุ์หนึ่ง ๆ ในการที่จะให้ลูกผสมที่ดีเมื่อนำไปผสมกับสายพันธุ์อื่นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1) สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (general combining ability: GCA) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์หนึ่งเมื่อทำการผสมเข้ากับสายพันธุ์อื่น ๆ แล้วให้ค่าเฉลี่ยของลูกผสมทั้งหมดในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งเป็นอิทธิพลของการแสดงออกของยีนเป็นแบบผลบวก (additive gene action) ซึ่งลักษณะที่แสดงออกนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของยีนที่ช่วยเสริมลักษณะนั้น ๆ และการแสดงออกของยีนสามารถถ่ายทอดลักษณะไปสู่รุ่นลูกรุ่นหลานได้ (Sprague and Tatum, 1942)

2) สมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability: SCA) หมายถึง การผสมพันธุ์พืชสายพันธุ์หนึ่งเข้ากับอีกสายพันธุ์หนึ่งแล้วให้ค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ดี ซึ่งเป็นอิทธิพลของการแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นผลบวกหรือปฏิกิริยาแบบข่ม (non-additive gene action หรือ dominant gene action) โดยการแสดงออกของยีนจะแสดงออกเฉพาะชั่วรุ่นนั้น ๆ ไม่สามารถถ่ายทอดไปยังชั่วรุ่นอื่น ๆ ได้ จึงต้องศึกษาสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปก่อนเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม และการทำการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะเพื่อหาคู่ผสมที่ดีต่อไป

สมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางการเกษตร พบว่าค่าความสามารถในการผสมเฉพาะของลักษณะทางเกษตร ได้แก่ ผลผลิตรวม ลักษณะความสูงต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น จำนวนผลต่อต้น ปริมาณแคปไซซินต่อต้น อัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างผล น้ำหนักผลแห้งต่อต้น อัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างผล และจำนวนเมล็ดต่อผลของพริก มีค่าความสามารถในการรวมตัวเฉพาะมากกว่าความสามารถในการผสมโดยทั่วไป (Chaudhary *et al*., 2013) ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลผลิตกับสมรรถนะการผสม ผลผลิตเป็นลักษณะที่ต้องการเป็นอันดับแรก ๆ ของการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้น พ่อแม่พันธุ์ที่ดีจึงควรมีผลผลิตสูงและสามารถให้ลูกผสมที่ผลผลิตสูงด้วยเช่นกัน (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2551) พัชราภรณ์ และสุชีลา (2557) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไป และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะโดยใช้แผนการผสมแบบพบกันหมด (North carolina mating design II) ระหว่างพริกพันธุ์ปลูกที่มียีนต้านทานโรคแอนแทรกโนส พบว่าพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ค่า GCA สูงสุดในลักษณะของผลผลิต สามารถนำมาใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีได้และพบอีกว่ายีนควบคุมลักษณะผลผลิตมีอิทธิพลแบบผลบวกสะสม (additive) แบบข่ม (dominant) และแบบข่มข้ามคู่ (epitasis) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะผลผลิตควบคุมโดยยีนหลายคู่ ในการคัดเลือกพันธุ์จึงจำเป็นต้องคัดเลือกในชั่วรุ่นหลัง ๆ ญาณิศา แสงสอดแก้ว (2561) ได้รายงานว่าปฏิกิริยาของยีนแบบไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) ของพันธุ์พ่อแม่ที่ศึกษาสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดศักยภาพของคู่ผสมได้ ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกคู่ผสมจะพิจารณาจากค่าความต้านทานโรค ค่าเฉลี่ยผลผลิตสด ผลผลิตแห้ง ปริมาณสารเผ็ด ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ และความดีเด่นของลูกผสมสูงโดยลักษณะที่กล่าวมานี้ เป็นค่าที่ใช้คัดเลือกลูกผสมพันธุ์ที่มีศักยภาพ และทำให้ทราบเกี่ยวกับความแตกต่างของพันธุกรรมของพันธุ์พ่อแม่ จะส่งผลดีต่อการคัดเลือกพันธุ์เพื่อทดสอบต่อไป

2.6 การตอบสนองต่อการคัดเลือก (Response to selection)

การตอบสนองต่อการคัดเลือก หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นของลักษณะจากประชากรเดิม เช่น การเพิ่มความสูง ผลผลิต ขนาดของผลผลิต เป็นต้น ซึ่งเป็นผลจากการคัดเลือกหรือ การตอบสนองต่อการคัดเลือกนั่นเอง ความแตกต่างในแง่ของค่าเฉลี่ยจากประชากรใหม่และประชากรเดิม ถ้านำพืชที่คัดเลือกไว้ไปปลูกเพื่อดูขนาดของผลแล้วหาค่าเฉลี่ย (X2) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับประชากรเดิม (X2 -X1) ก็จะได้เป็นค่าการตอบสนองต่อการคัดเลือก (Gs) ซึ่งก็จะมีวิธีในการคัดเลือกหลังการผสมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะที่ต้องการคัดเลือก (กมล เลิศรัตน์, 2536) ยิ่งความแปรปรวนของประชากรมีมากเท่าใดก็ยิ่งมีโอกาสเลือกประเภทที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงทางฟีโนไทป์ซึ่งถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกหลาน ยิ่งรูปแบบที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมยิ่งสูง ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงลักษณะตามการเลือกก็จะยิ่งมากขึ้น ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการตัดสินว่าความแปรผันที่สังเกตได้สำหรับลักษณะเฉพาะนั้นเนื่องมาจากจีโนไทป์หรือเนื่องจากสภาพแวดล้อม ดังนั้น การประมาณค่าความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมควบคู่กับการตอบสนองต่อการคัดเลือก โดยทั่วไปจะมีประโยชน์มากกว่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเพียงอย่างเดียวในการทำนายผลลัพธ์ที่ตามมาสำหรับการคัดเลือก ความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมและการตอบสนองต่อการคัดเลือกช่วยในการกำหนดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในการแสดงออกของลักษณะและขอบเขตที่สามารถปรับปรุงได้หลังจากการคัดเลือก การตอบสนองต่อการคัดเลือกจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลที่คาดหวังที่เป็นผลจากการคัดเลือกสายพันธุ์ดีกว่า (Lingaiah *et al*., 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการคัดเลือกสามารถกำหนดได้โดยใช้การตอบสนองต่อการคัดเลือก (Ashish *et al*., 2017)

2.7 การเพาะเลี้ยงอับเรณู (Anther culture)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นวิธีการขยายพันธุ์พืชวิธีหนึ่ง โดยนำชิ้นส่วนของพืช ได้แก่ ลำต้นยอด ตาข้าง ดอก ใบ มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ภายใต้สภาวะที่ควบคุมในเรื่องของความสะอาดแบบปลอดเชื้อ อุณหภูมิ และแสง เพื่อให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นสามารถเจริญและพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์สามารถนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติได้ โดยประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น คือ การขยายพันธุ์พืช (Micropropagation) การปรับปรุงพันธุ์พืช (Plant improvement) การอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืช (Germplasm conservation, Gene bank) การแลกเปลี่ยนพันธุ์พืชระหว่างประเทศ (International transfer) และการผลิตสารทุติยภูมิ (secondary metabolite production) (ธราธร และคณะ, 2558)

การเพาะเลี้ยงอับเรณู หมายถึง การนำเอาอับเรณูที่มีละอองเรณู หรือไมโครสปอร์มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อบังคับให้พัฒนาเป็นแคลลัสหรือเอ็มบริโอ และพัฒนาต่อไปเป็นต้นพืชที่มีโครโมโซมชุดเดียว (haploid plant) และเมื่อใช้โคลชิซิน (colchicine) เพิ่มชุดโครโมโซมจะทำให้ได้ต้นพืชที่มีโครโมโซมเหมือนกันสองชุด (double haploid plant หรือ dihaploid plant) ซึ่งได้เป็นพืชสายพันธุ์แท้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 เทคนิคการเพาะเลี้ยงอับเรณูเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในพืชหลายชนิด และกระบวนการเกิดต้นพืชโดยวิธีการเลี้ยงอับเรณูเกสรหรือเลี้ยงละอองเรณูนี้ เรียกว่า androgenesis การเพาะเลี้ยงอับเรณูเป็นหนึ่งในสิ่งสำคัญที่สุดและเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์สามารถสร้างพืชสายพันธุ์แท้ได้อย่างรวดเร็ว (Popova *et al*., 2016) และพริกประสบความสำเร็จด้วยการเพาะเลี้ยงอับเรณู แต่ก็มีปัจจัยหลายอย่างเป็นข้อจำกัดและแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ (Niklas-Nowak *et al*., 2012; Al Remi *et al*., 2014) เช่น สภาพการเจริญเติบโตของพืช ระยะการพัฒนาของไมโครสปอร์ ขั้นตอนการปรับสภาพตาดอก อับเรณู อาหารเพาะเลี้ยง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนสำคัญในการเพาะเลี้ยงอับเรณูเพื่อให้พัฒนาไปเป็นต้นพืช ในการเพาะเลี้ยงอับเรณูระยะของไมโครสปอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการชักนำให้เกิดต้นอ่อน คือ ระยะ uninucreate (Dunwell and Perry, 1973) Mangal *et al*. (2019) กล่าวว่า การใช้ไมโครสปอร์ที่มีระยะการพัฒนาเป็น uninucleate stage ทำให้เกิดการชักนำเป็นต้นอ่อนมากที่สุด และหากดูจากลักษณะของดอก คือ กลีบดอกยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย แต่ Barroso *et al*. (2015) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดดอกกับจำนวนของไมโคสปอร์ระยะ uninucleate การศึกษาของ Ari et al. (2016) พบว่าการใช้อัตราส่วนกลีบดอกต่อกลีบเลี้ยงในการเลือกดอกที่เหมาะสมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และการศึกษาของ Parra Vega *et al*. (2013) พบว่าการใช้ความยาวของอับเรณู ความยาวของดอกตูม สีม่วงของอับเรณู และอัตราส่วนของความยาวของกลีบเลี้ยงต่อกลีบดอก เป็นตัวกำหนดระยะการพัฒนาของไมโคสปอร์ต่ออับเรณู และพบว่าการบ่มชิ้นส่วนอับเรณูบนอาหารสังเคราะห์เป็นระยะเวลา 4 วัน ในที่มืดที่ 35 ° C เพิ่มการผลิตเอ็มบริโอมากว่าเมื่อเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

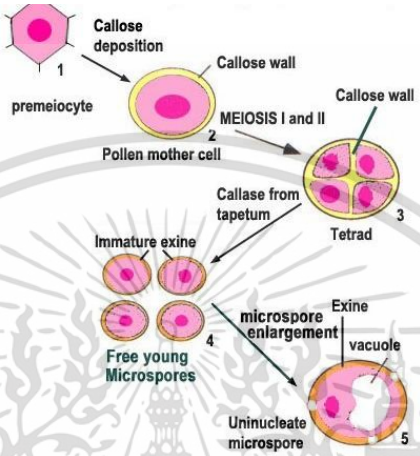
กับระยะเวลาบ่มในที่มืด 8 วัน ตามวิธีการของ Dumas de Vaulx *et al*. (1981) Koleva-Gudeva *et al*. (2007) ได้ศึกษาสารอาหารและสภาวะการบ่มที่แตกต่างกันพบว่าระยะบ่มที่สั้นลงในความมืดช่วยลดการสร้างแคลลัสซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในการเพาะเลี้ยงอับเรณูพริก Sibi *et al*. (1980) พบว่าการใช้อุณหภูมิสูง (35 ° C) ในช่วง 2 วันแรกของการเพาะอับเรณูช่วยกระตุ้นการสร้างแอนโดรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และภายใต้ความมืด 8 วันแรกของการเพาะอับเรณู และย้ายออกไปเลี้ยงบนอาหารใหม่ 12 วัน ทำให้เกิดต้น 40 ต้นต่อ 100 อับเรณู Dumas de Vaulx *et al*. (1981) และ Koleva-Gudeva (2003) เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนอับเรณูบนอาการสังเคราะห์ภายใต้อุณหภูมิสูง 35 ° C พบว่าสามารถกระตุ้นให้ไมโครสปอร์พัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอได้ดี Ellialtioglu *et al*. (2001) พบว่าที่ 29 ° C ก็สามารถกระตุ้นให้ไมโครสปอร์พัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอได้ Ercan *et al*. (2006) ศึกษาผลของฤดูปลูกและอายุพืชต่อการเพาะเลี้ยงอับเรณูในพริกพันธุ์ Kekova และ Sera Demre 8 ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าอับเรณูจากจีโนไทป์พริกทั้งสองชนิดนี้ให้การตอบสนองของเอ็มบริโอที่แตกต่างกันไปตามฤดูกาล และจากการศึกษาของ Barroso *et al*. (2015) ในการทดสอบพันธุ์พริกที่แตกต่างกันและอาหารเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันก็พบว่าการตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงของพริกแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกัน Dumas de Vaulx *et al*. (1981) ใช้อาหาร C–R ที่เติม kinetin 0.01 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้ต้นพืช 5-40 ต้น จากชิ้นแคลลัส 100 ชิ้น Rodeva *et al*. (2007) ใช้อาหาร C–R ที่เติม 2.4-D 0.01 mg/l พบการเกิดเอ็มบริโอ 0–33.66% และ 0–17.39% Rodeva *et al*. (2004) ใช้อาหาร C–R ที่เติม 2.4-D 0.01 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู พบการเกิดเอ็มบริโอ 11.9% จากดอก 100 ดอก Supena *et al*. (2006) ใช้อาหาร C–R ที่เติม 2.4-D 0.01 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณูพบการเกิดเอ็มบริโอ 0–10.96% Matsubara et al. (1998) ใช้อาหาร MS ที่เติม kinetin 0.1 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้เอ็มบริโอเพียง 0-2.6% Irikova and Rodeva (2004) ใช้อาหาร MS ที่เติม 2.4-D 0.004 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้เอ็มบริโอเพียง 0–11.12% Rodeva et al. (2006) ใช้อาหาร MS ที่เติม 2.4-D 0.004 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้เอ็มบริโอเพียง 0–11% และสามารถชักนำให้เกิดต้นพืชได้ 0–2.3% Irikova and Rodeva (2004) ใช้อาหาร MS ที่เติม kinetin 0.2 mg/l ร่วมกับ IAA 2.0 mg/l ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้เอ็มบริโอเพียง 0–0.83% Koleva-Gudeva (2003) ใช้อาหาร MS ที่เติม kinetin 1.0 mg/l ในการเพาะเลี้ยง พบว่าไม่มีทั้งแคลลัสและเอ็มบริโอเกิดขึ้น Rodeva *et al*. (2007) ใช้อาหาร MS ที่เติม kinetin 0.1 mg/l ร่วมกับ 2.4-D 0.3 mg/l และ Vitamin B5 ในการเพาะเลี้ยงอับเรณู ได้เอ็มบริโอเพียง 0.32–7.6% และยังพบอีกว่าในพริกที่เผ็ดหรือมีสารแคปไซซินอยู่ในปริมาณที่มากจะลดการเกิดการพัฒนาของอับเรณู (Koleva-Gudeva *et al*., 2013)

2.8 การพัฒนาของไมโครสปอร์

การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เกิดขึ้นในอับเรณู (anther) ซึ่งประกอบด้วยอับละอองเรณู (Pollen sac) 4 อัน Pollen sac จะมีเซลล์อยู่เป็นกลุ่ม เรียกว่า ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ (Microspore mother cell) ซึ่งมีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ (2n) แบ่งเซลล์แบบ Meiosis ได้เซลล์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เซลล์โดยมีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n) เรียกแต่ละเซลล์ว่าไมโครสปอร์ (Microspore) ไมโครสปอร์แบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสได้นิวเคลียส 2 อัน คือ เจเนอเรทีพนิวเคลียส (Generative nucleus) และ ทิวป์นิวเคลียส (Tube nucleus) ไมโครสปอร์ในระยะนี้จะสร้างผนังหนา 2 ชั้นหุ้มรอบเซลล์ โดยผนังชั้นในประกอบด้วยเซลลูโลส และเพกติน ส่วนผนังชั้นนอกเป็นคิวติน เซลล์ในระยะนี้เรียกว่า ละอองเรณู (Pollen grain) หรือ แกมีโทไฟท์เพศผู้ (Male gametophyte) พืชแต่ละชนิดมีลักษณะของละอองเรณูที่แตกต่างกัน **(**รูปที่ 2.3**)**



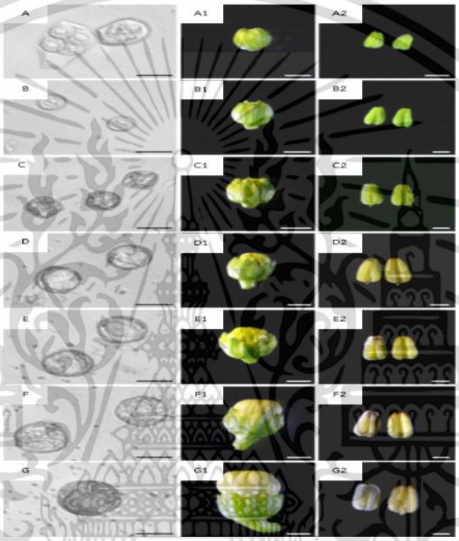
รูปที่ 2.3 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

ที่มา: https://sites.google.com/site/natpawitra/4-kar-sub-phanth-khxng/kar-srang-sell-sub-phanth

ผลจากการศึกษาของ Parra-Vega et al. (2013) การพัฒนาของไมโครสปอร์และละอองเรณู (รูปที่ 2.4; A–G) ดอก (รูปที่ 2.4; A1–G1) และอับเรณู (รูปที่ 2.4; A2–G2) ที่แสดงถึงการพัฒนาตั้งแต่เซลล์ไมโอไซต์ไปจนถึงระยะเรณูที่โตเต็มที่ (mature pollen stages) การแบ่งเซลล์ไมโอไซต์หรือ tetrads มีลักษณะเฉพาะที่มีไมโครสปอร์อิสระจำนวน 4 ตัว ที่ยังคงอยู่ภายในผนังเซลล์ (รูปที่ 2.4; A) ซึ่งถูกสังเกตพบในดอกทั้งหมด ซึ่งกลีบเลี้ยงปิดสนิท (รูปที่ 2.4; A1) ในขั้นตอนนี้ อับเรณูที่สอดคล้องกันมีขนาดเล็กและเป็นสีเขียว (รูปที่ 2.4; A2) Young microspores ที่ถูกปล่อยออกจาก tetrads มีลักษณะเป็นทรงกลมและมีชั้นเรณูบาง ๆ ที่ยังหลงเหลืออยู่ (รูปที่ 2.4; B) ในขั้นตอนนี้ ดอกยังคงโค้งมนและปิด (รูปที่ 2.4; B1) อับเรณูยืดออกเล็กน้อยเมื่อเทียบกับระยะก่อนหน้า แต่มีรูปร่างและสีใกล้เคียงกัน (รูปที่ 2.4; B2) Mid-microspores (รูปที่ 2.4; C) แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนกับ Young microspores ส่วนใหญ่ประกอบด้วย lobulation ที่หนา มีหลายเหลี่ยม ซึ่งเริ่มปรากฏชัดเจน การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของดอก (รูปที่ 2.4; C1) ซึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กลีบเลี้ยงเริ่มเปิด ทำให้สามารถสังเกตกลีบดอกได้ ซึ่งอับเรณู (รูปที่ 2.4; C2) มีขนาดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยยังคงรูปร่างและสีที่คล้ายคลึงกัน ไมโครสปอร์ที่โตเต็มที่ทำให้เกิดผนัง exine ที่หนาขึ้นและมองเห็นช่องรับแสงได้ชัดเจน (รูปที่ 2.4; D) ในขั้นตอนนี้ ดอกยังคงขยายขนาดและมองเห็นกลีบดอกได้บางส่วน โดยกลีบเลี้ยงครอบคลุมประมาณสามในสี่ของดอก (รูปที่ 2.4; D1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อับเรณูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มและมีสีม่วงเล็กน้อยที่ปลายยอด (รูปที่ 2.4; D2) การเปลี่ยนผ่านของ VM เป็น YBP (รูปที่ 2.4; E) มีลักษณะเฉพาะโดยการเปลี่ยนแปลงของขนาดตาดอก และเห็นกลีบดอกอย่างชัดเจน (รูปที่ 2.4; E1) สีม่วงบริเวณปลายอับเรณูสีเหลืองค่อนข้างชัดเจนในขั้นตอนนี้ (รูปที่ 2.4; E2) ที่ mid-bicellular pollen stage (รูปที่ 2.4; F) ตาดอกที่ขยายใหญ่เริ่มยาวขึ้นเนื่องจากการเติบโตของกลีบดอกซึ่งมีขนาดประมาณเท่ากับกลีบเลี้ยง (รูปที่ 2.4; F1) อับเรณูกลายเป็นสีม่วงตลอดพื้นผิวส่วนปลาย (รูปที่ 2.4; F2) ในระยะละอองเรณูที่โตเต็มที่ (mature pollen stage) (รูปที่ 2.4; G) ความยาวของกลีบดอกที่เผยออกมาจะยาวกว่ากลีบเลี้ยง (รูปที่ 2.4; G1) และอับเรณูจะมีสีม่วงเต็มที่ที่ส่วนปลายและ เส้นขอบของด้านที่ใกล้เคียง (รูปที่ 2.4; G2) Parra-Vega *et al*. (2013)

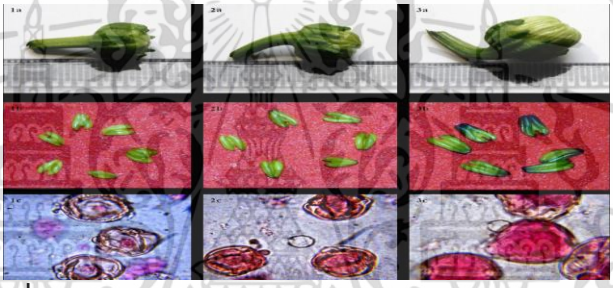


รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงระหว่างไมโครสปอร์และละอองเกสร (A–G), bud (A1–G1) และการพัฒนาของอับเรณู (A2–G2); A = ระยะ Meiocytes และ ระยะ tetrads, B = ระยะ Young microspores, C = ระยะ Mid microspores, D = ระยะ Vacuolate microspores, E = ระยะ Young bicellular pollen, F = ระยะ Mid pollen และ G = ระยะ Mature pollen
ที่มา: Parra-Vega *et al*. (2013)

จากการศึกษาของ Kim *et al*. (2004) พบว่าระยะอับเรณูมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความถี่ของนิวเคลียสในละอองเรณู และละอองเรณูที่ระยะก่อน uninucleate stage หรือระหว่าง first mitosis นั้นไวต่อความเครียดจากภายนอกที่อาจขัดขวางการเกิด embryogenesis ในพืชหลายชนิด ขอแนะนำว่าไมโครสปอร์ที่มีนิวเคลียส (uninucleate microspores) เหมาะสมที่สุดสำหรับการชักนำให้เกิดการสร้างต้นอ่อนในการเพาะเลี้ยงอับเรณู (Heberle-Bors, 1989) Supena *et al*. (2006) กล่าวว่าปัจจัยที่จะทำให้การเพาะเลี้ยงอับเรณูสำเร็จ คือ การเลือกดอกที่มีไมโครสปอร์ระยะ late-uninucleate phase มากกว่า 50% และระยะ binucleate microspore stage ก็ยังพอจะเหนี่ยวนำแอนโดรเจเนซิสได้ Kim et al. (2004) รายงานว่าอับเรณูมีไมโครสปอร์มากกว่า 75% ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะ early binucleate phase เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตต้นอ่อนในการเพาะเลี้ยงไมโครสปอร์ Lantos *et al*. (2009) พบว่าอับเรณูประกอบด้วยระยะ late uninucleate 80% และ early binucleate microspores 20% ทำให้ได้ต้นอ่อนในการเพาะเลี้ยงไมโครสปอร์ และสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้การเพาะเลี้ยงไมโครสปอร์หรือเพาะเลี้ยงอับเรณูให้ได้ต้นนั้น คือ พันธุ์พืช (Bal and Abak, 2007) ขนาดและสัณฐานวิทยาของดอกสามารถใช้เป็นข้อบ่งชี้ทางอ้อมสำหรับกำหนดระยะของไม-โครสปอร์ได้ และในกระบวนการแบ่งเซลล์ไมโครสปอร์ การเกิดไมโทซิสครั้งแรก (first pollen mitosis) เกิดในดอกที่มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงยาวเท่ากันหรือมีกลีบดอกยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย ชิ้นอับเรณูมีสีแอนโธไซยานินอยู่ตรงส่วนปลาย (Comlekcioglu *et al*. 2001) ลักษณะทางนี้ก็ใช้ไม่ได้กับทุกสายพันธุ์ (Irikova, 2008) ระยะของไมโครสปอร์ในการชักนำให้เกิดแอนโดรเจเนซิสอย่างมีประสิทธิผลสูงสุด คือ ดอกที่มีกลีบดอกเท่ากับกลีบเลี้ยงหรือยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย อับเรณูเหล่านี้มีไมโครส-ปอร์ส่วนใหญ่อยู่ในระยะ late uninucleate stage (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 ลักษณะของดอกและระยะพัฒนาของไมโครสปอร์
ที่มา: Vivek *et al*. (2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 งานทดลอง คือ 1) การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ 2) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และประเมินองค์ประกอบผลผลิตในพริกชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12 และ 3) ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (รูปที่ 3.1)

รูปที่ 3.1 แผนผังการพัฒนาพันธุ์พริกที่ได้รับยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง

หมายเหตุ; พริกพันธุ์แม่ P_1 = จินดานิล 80, P_2 = หนุ่มเขียว และ P_3 = ยอดสนเข็ม 80
พริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) R_1 = PEP6 และ R_2 = PEP12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

ประเมินพริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) จำนวน 2 พันธุ์ คือ PEP6 (R_1) และ PEP12 (R_2) และพริกพันธุ์แม่ จำนวน 2 พันธุ์ คือ จินดานิล 80 (P_1) หนุ่มเขียว (P_2) และ ยอดสนเข็ม 80 (P_3) และพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม คือ P_1xR_1 P_1xR_2 P_2xR_1 P_2xR_2 P_3xR_1 และ P_3xR_2 (ตารางที่ 3.1)

1) สร้างลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

สร้างพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จากพริกพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี จำนวน 3 พันธุ์ คือ จินดานิล 80 หนุ่มเขียวและยอดสนเข็ม 80 พริกพันธุ์พ่อที่เป็นพันธุ์ต้านทาน จำนวน 2 พันธุ์ คือ PEP6 และ PEP12 วางแผนการผสมแบบ North Carolina Design II ได้ลูกผสมจำนวน 6 คู่ผสม (ตารางที่ 3.1) การเพาะเมล็ดโดยนำเมล็ดพริกแช่ในน้ำอุ่น อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดออกมาบ่มในเพลทที่ใช้กระดาษเพาะรองเพลท ฉีดน้ำให้กระดาษพอชุ่มแล้วเกลี่ยเมล็ดให้ทั่วเพลท ปิดฝาเพลท เก็บไว้ในที่มืดประมาณ 7 วัน หรือจนกว่าเมล็ดจะเริ่มงอกรากออกมา นำเมล็ดที่งอกรากแล้วมาเพาะลงถาดหลุมขนาด 104 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก รดน้ำให้ชุ่ม เป็นระยะเวลา 1 เดือน แล้วย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่มีดินผสม (มะพร้าวสับ : ดินใบก้ามปู : ขุยมะพร้าว : มูลวัวแห้ง ในอัตรา 1:1:1:1 ส่วน) รดน้ำเช้า-เย็น ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16:15-0-0:46-0-0 อัตราส่วน 1:1:1 ใส่ปริมาณละ 3 กรัมต่อต้น ทุก ๆ 1 สัปดาห์ ทำการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงทุก ๆ สัปดาห์ เมื่อพริกเจริญเติบโตและออกดอกแล้ว ทำการผสมเกสรพริก ภายใต้สภาพโรงเรือนระบบ EVAP ช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2563 โดยทำการตอนเกสรตัวผู้จากต้นแม่ โดยใช้คีมคีบปากแหลมหนีบเอาเกสรตัวผู้ออกให้หมดแต่เหลือเกสรตัวเมียไว้ จากนั้นนำละอองเกสรตัวผู้จากต้นพ่อมาป้ายลงบนยอดของเกสรเพศเมียต้นแม่ แล้วใช้สำลีห่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ละอองเกสรจากต้นอื่นปลิวตกลงใส่ดอกที่ต้องการ ใช้ด้ายคล้องก้านดอกไว้เป็นสัญลักษณ์ เมื่อพริกติดผลแล้วนำสำลีออก และเมื่อผลพริกสุกแก่ทำการเก็บไปแกะเมล็ด แล้วนำเมล็ดมาอบด้วยตู้อบอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน จากนั้นนำเมล็ดมาใส่ถุงซิบล็อกแช่ตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส ระหว่างรอปลูกรอบต่อไป

2) การปลูกประเมินลักษณะประจำพันธุ์พริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

ศึกษาจากพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม (ตารางที่ 3.1) พริกพันธุ์พ่อ จำนวน 2 พันธุ์ คือ PEP6 และ PEP12 พริกพันธุ์แม่ จำนวน 3 พันธุ์ คือ จินดานิล 80 หนุ่มเขียว และยอดสนเข็ม 80 วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น ช่วงเดือนสิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2566 ในสภาพแปลงปลูกที่ฟาร์มกล้าเกษตร 47 ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยยกร่องแปลงปลูกแถวคู่ระยะห่างระหว่างต้น 50 x 50 เซนติเมตร การบำรุงดูแลต้น ให้น้ำระบบน้ำหยดและให้ปุ๋ยทุก ๆ 1 สัปดาห์ ทำการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงทุก ๆ สัปดาห์เพื่อให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตได้เต็มที่และศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ และนำคู่ผสมแต่ละคู่ไปศึกษาความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงอกเหลืองในงานทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 พริกลูกผสม 6 คู่ผสม จากพันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี 3 สายพันธุ์ และพันธุ์พ่อที่ต้านทาน 2 สายพันธุ์

พันธุ์แม่	พันธุ์พ่อ (ต้านทาน)	
	R_1	R_2
P_1	$P_1 \times R_1$	$P_1 \times R_2$
P_2	$P_2 \times R_1$	$P_2 \times R_2$
P3	$P_3 \times R_1$	$P_3 \times R_2$

หมายเหตุ; P_1จินดานิล 80, P_2 = หนุ่มเขียว, P_3 = ยอดสนเข็ม 80, R_1 = PEP6, R_2 = PEP12

การบันทึกข้อมูล

โดยเก็บข้อมูลที่อายุต้นพริกประมาณ 120 วัน

1) การเจริญเติบโต

- ความสูงต้น (ซม.) เฉลี่ยวัดจาก 5 ต้นต่อซ้ำ โดยวัดจากโคนต้นติดผิวดินถึงส่วนปลายยอดที่สูงที่สุด เมื่อเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- ลักษณะสีใบและรูปร่างใบ
- ลักษณะสีดอก

2) ลักษณะผลพริก

- ความกว้างผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ เฉลี่ยหลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- ความยาวผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ เฉลี่ยหลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- ความยาวขั้ว (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ เฉลี่ยหลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- น้ำหนักต่อผล (กรัม) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ เฉลี่ยหลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- ผลผลิตต่อต้น (กรัม) เฉลี่ยจากต้นทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ เฉลี่ย 3 ซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- จำนวนผลต่อต้น เฉลี่ย 3 ซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1
- ลักษณะสีผลดิบ และผลสุก

3) นำข้อมูลค่าเฉลี่ยความสูงต้น ความกว้างของผล ความยาวของผล น้ำหนักต่อผล น้ำหนักผลต่อต้น และจำนวนผลต่อต้น วิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะต่าง ๆ (ตารางที่ 3.2) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Statistix 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA) ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA) และความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) โดยคำนวณตามวิธีของ กมล เลิศรัตน์, (2536)

4.1) ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability; GCA)

$$\hat{G}_{P_1} = \bar{Y}_{P_1} - \bar{Y}\ldots$$

$$\hat{G}_{P_2} = \bar{Y}_{P_2} - \bar{Y}\ldots$$

$\hat{G}_{P_1}$, $\hat{G}_{P_2}$ = ค่า GCA ของลักษณะผลผลิตของสายพันธุ์ P_1 และ P_2

$\bar{Y}_{P_1}$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์ P_1

$= \frac{1}{2}(P_1A + P_1B)$

$\bar{Y}_{P_2}$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์ P_2

$= \frac{1}{2}(P_2A + P_2B)$

$\bar{Y}\ldots$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

$= \frac{1}{4}(P_1A + P_1B + P_2A + P_2B)$

4.2) ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability; SCA)

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

$$= \hat{Y}_{AB} - \hat{G}_A - \hat{G}_B + \bar{Y}\ldots$$

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

$\hat{Y}_{AB}$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ A และ B

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

$\bar{Y}\ldots$ = ค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกผสมทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

4.3) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis)

- วัดจากค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อและแม่ (Mid-parent heterosis)

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

- วัดจากค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด (High-parent heterosis)

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

เมื่อ F_1 = ค่าการแสดงออกของลักษณะของลูกผสม

MP = ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (พ่อ + แม่)/2

HP = ค่าการแสดงออกของลักษณะของสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตาราง ANOVA ที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

Source of variation	df	Mean Squares
Replication	r-1	
Females	f-1	M3
Male	m-1	M4
Females × Males	(f-1) (m-1)	M2
Error	(r-1) (fm-1)	M1
Total	rfm-1	

หมายเหตุ; r = จำนวนซ้ำ, m และ f = จำนวนเพศผู้ จำนวนเพศเมียที่ผสมกับเพศผู้แต่ละต้น

3.2 งานทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และประเมินองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12

3.2.1 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

ศึกษาในพริกพันธุ์พ่อที่มีความต้านทาน 2 สายพันธุ์ คือ PEP6 และ PEP12 พันธุ์แม่ที่เป็นพันธุ์ดี 3 สายพันธุ์ คือ จินดานิล 80 หนุ่มเขียว และ ยอดสนเข็ม 80 ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 2 คู่ผสม คือ จินดานิล 80 x PEP6 และ จินดานิล 80 x PEP12 ประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 2 3 และ 5 จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ จินดานิล 80/PEP6 (Pop10) หนุ่มเขียว /PEP6 (Pop11) ยอดสนเข็ม 80/PEP6 (Pop12) และ PEP6/PEP12 (Pop13) พันธุ์การค้าเปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือ อัมพวาโกลด์ และ ซุปเปอร์ฮอท พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือ มันดำ และ หอมสุพรรณ ในการทดสอบการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในแต่ละชั่วรุ่นจะทดสอบคนละรอบ โดยจะทดสอบในชั่วรุ่นที่ 1 ก่อนเพื่อให้ได้ต้นที่ระดับการเกิดโรคอยู่ในระดับ 0 แล้วจึงทดสอบชั่วรุ่นถัดไปเรื่อย ๆ

1) การสร้างประชากรชั่วรุ่นที่ 2 3 และ 4

สร้างจากพริกที่ผ่านการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV แล้วแสดงระดับการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองอยู่ในระดับ 0 หรือไม่แสดงอาการ มาปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน โดยเก็บเมล็ดแยกต้นในแต่ละชั่วรุ่น

2) การสร้างประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างจากพริกชั่วรุ่นที่ 4 ที่นำไปปลูกทดสอบความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บเมล็ดแบบเก็บรวมทุกต้นในแต่ละสายพันธุ์

3) การเตรียมเชื้อ แมลงหวี่ขาว การถ่ายทอดเชื้อ และการประเมินโรค

ทำการปลูกเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองที่มีสาเหตุมาจากเชื้อชนิด *Pepper yellow leaf curl Thailand virus* (PepYLCTHV) ด้วยวิธี whitefly transmission ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1) การเตรียมเชื้อ PepYLCTHV

เตรียมเชื้อ PepYLCTHV และเก็บรักษาตัวอย่างพริกที่มีเชื้อ PepYLCTHV ในกรงที่สามารถป้องกัน แมลงหวี่ขาว (muslin-covered cages) เพิ่มปริมาณเชื้อ PepYLCTHV ในต้นกล้าพริกพันธุ์อ่อนแอ ได้แก่ พันธุ์ยอดสน อายุ 35 วัน ด้วยวิธี whitefly transmission ตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV จากตัวอย่างพริกที่ปลูกเชื้อ ด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV

3.2) การเตรียม virus-free whiteflies

เลี้ยงแมลงหวี่ขาว (*Bemisia tabaci*) ที่ปลอดเชื้อไวรัส (non-viruliferous whiteflies) บนต้นฝ้าย (*Gossypium hirsutum*) ปลอดเชื้อไวรัส (healthy cotton) ใน muslin-covered cages เป็นเวลาอย่างน้อย 25-30 วัน เพื่อให้ครบ life cycle ของแมลงหวี่ขาว และมีปริมาณมากพอสำหรับการทดลอง (รูปที่ 3.3)

3.3) การคัดเลือกสายพันธุ์พริกต้านทานโรคใบหงิกเหลืองที่เกิดจากเชื้อ PepYLCTHV

นำแมลงหวี่ที่เป็น non-viruliferous whiteflies มาเลี้ยงบนต้นพริกที่มีเชื้อ PepYLCTHV เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (รูปที่ 3.4) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ RCBD โดยสุ่มสมบูรณ์ลงในถาดเพาะในโรงเรือน โดยนำแมลงหวี่ขาวที่ได้รับเชื้อ PepYLCTHV มาถ่ายทอดเชื้อลงบนต้นกล้าพริกอายุประมาณ 30-40 วัน (รูปที่ 3.5) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นกำจัดแมลงหวี่ขาวโดยใช้ Amitraz และ Starkle G นำต้นพริกที่ได้รับการปลูกเชื้อ PepYLCTHV มาประเมินการเกิดโรคภายหลังการปลูกเชื้อทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยให้ระดับการเกิดโรคเป็น 0 1 2 3 4 และ 5 (รูปที่ 3.6)

3.4) การตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในตัวอย่างพริกด้วยวิธี PCR

สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างพริกด้วยวิธีการใช้ TLES buffer (100mM Tris, pH 8.0, 100mM LiCl, 10 mM EDTA, pH 8.0, 1% SDS) โดยบดตัวอย่างใบพริกปริมาณ 0.1 กรัม ให้ละเอียดใน TLES buffer ปริมาตร 700 µl ด้วยแท่งบด เติม Phenol: chloroform: isoamyl alcohol (25:24:1) ปริมาตร 500 µl ผสมให้เข้ากัน และปั่นหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 8 นาที ดูดน้ำใสส่วนบนปริมาตร 400 µl มาตกตะกอน DNA โดยเติม 3 M CH_3COONa, pH 5.2 ปริมาตร 0.1 vol. ของส่วนน้ำใส (40 µl) และ absolute ethanol 2.5 vol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของส่วนน้ำใส (1 ml) ผสมให้เข้ากันและปั่นหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ล้างตะกอน DNA ด้วย 70% ethanol ตากตะกอน DNA ให้แห้ง และละลายตะกอน DNA ด้วยน้ำที่ผสมเอนไซม์ RNase A (20 µg/ml) ปริมาตร 100 µl จากนั้นนำตัวอย่าง DNA ที่สกัดได้มาใช้ในการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ด้วยวิธี PCR ต่อไป

ตัวอย่าง DNA ของเชื้อไวรัสที่สกัดจากต้นพริกจะถูกนำมาใช้เป็นต้นแบบ (Template) ในการตรวจสอบการเชื้อ PepYLCTHV ด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV โดยในปฏิกิริยา 25 µl ประกอบด้วย บัฟเฟอร์สำหรับปฏิกิริยา ปริมาตร 2.5 µl สารละลาย dNTPs ที่ประกอบด้วย dATP, dCTP, dGTP และ dTTP ที่ความเข้มข้นตัวละ 2.0 mM คู่ไพรเมอร์ที่ความเข้มข้นตัวละ 0.3 µM เอ็นไซม์ Taq DNA polymerase 0.5 unit ตัวอย่าง DNA ต้นแบบของพืชทดสอบปริมาตร 1 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นที่ปราศจากเอ็นไซม์ดีเอ็นเอส (DNase-free water) เพื่อปรับปริมาตรของปฏิกิริยาให้เป็น 25 ไมโครลิตร จากนั้นนำหลอดไปบ่มในเครื่องพีซีอาร์ (PCR machine) ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (PCR) จำนวนทั้งสิ้น 35 รอบ ซึ่งแต่ละรอบประกอบด้วยการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 วินาที 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 วินาที และ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที ตามลำดับ ตามด้วยปฏิกิริยาการสังเคราะห์ดีเอ็นเอรอบสุดท้าย (final extension) ที่ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นตรวจสอบผลของปฏิกิริยาโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟไรซิส (agarose gel electrophoresis) ตามด้วยการย้อมดีเอ็นเอด้วยสารเอธิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide) และตรวจสอบดีเอ็นเอเป้าหมาย (784 bp) ภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต

รูปที่ 3.2 ต้นกล้าอายุ 8 สัปดาห์ สำหรับใช้ในการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แมลงหวี่ขาวตัวเต็มวัยปลอดเชื้อไวรัสสำหรับใช้ในการถ่ายทอดเชื้อไวรัส

รูปที่ 3.4 การย้ายแมลงหวี่ขาวที่ไม่มีเชื้อไปใส่ต้นพริกที่มีเชื้อ PepYLCTHV ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

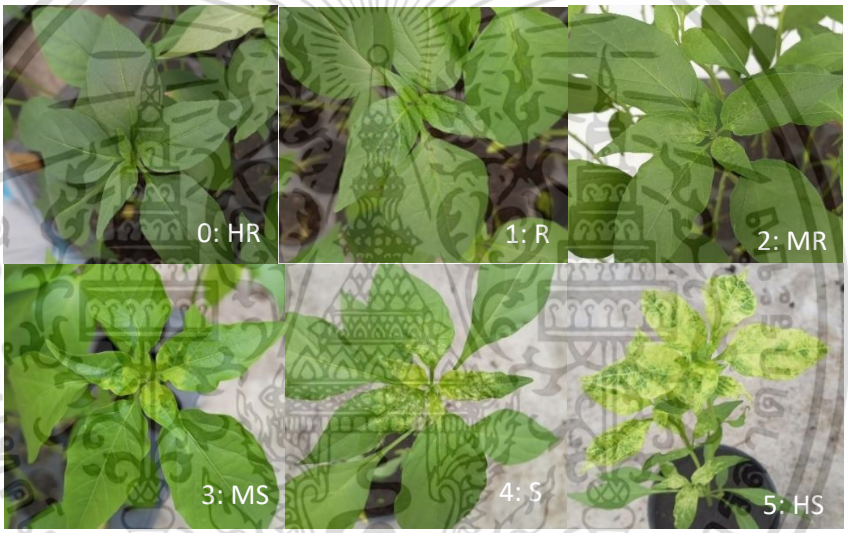
รูปที่ 3.5 การย้ายแมลงหวี่ขาวที่มีเชื้อไปยังต้นกล้าพริกที่เตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ระดับคะแนนการแสดงอาการของพริกหลังจากถ่ายทอดเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว

ระดับการเกิดโรค	อาการของโรค	การตอบสนองของไวรัส
0	ไม่มีอาการของโรคเกิดขึ้น	HR
1	มีอาการจุดสีเหลืองของโรคเล็กน้อย 2-3 จุดและยังไม่เกิดที่ใบอ่อนแสดง 0-5%	R
2	มีอาการจุดสีเหลืองของโรคมากกว่า 3 จุด ที่ใบแก่และลักษณะของโรคที่ใบอ่อนแสดง 6-25%	MR
3	อาการจุดสีเหลืองแสดงอาการจัดเจนทั้งใบอ่อนและในแก่ ใบเริ่มหงิกงอแสดงอาการ 26-50%	MS
4	อาการจุดสีเหลืองแสดงอาการจัดเจนทั้งใบอ่อนและในแก่ ใบเริ่มหงิกงอและลดรูป แสดงอาการ 51-75%	S
5	อาการจุดสีเหลืองแสดงอาการจัดเจนทั้งใบอ่อนและในแก่ ใบเริ่มหงิกงอและลดรูป แสดงอาการมากกว่า 75%	HS

ที่มา : Kumar et al. (2006)



รูปที่ 3.6 ระดับการตอบสนองของเชื้อ PepYLCTHV ในต้นกล้าพริก, (0: HR) = highly resistant, (1: R) = resistant, (2: MR) = moderate resistant, (3: MS) = moderate susceptible, (4: S) = susceptible และ (5: HS) = highly susceptible

การบันทึกข้อมูล

1) การประเมินระดับของการเกิดโรคเป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังการถ่ายทอดเชื้อ

2) วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความรุนแรงการเกิดโรคตามแผนการทดลองแบบ RCBD โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Statistix 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

3) การวิเคราะห์การกระจายตัวของลักษณะการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองพริกในประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และชั่วรุ่นที่ 5 โดยคำนวณจากการแสดงออกทางกายภาพ (phenotype) และข้อมูล genotypes โดยใช้หลักการทดสอบทางสถิติ chi-square เป็นตัวทดสอบ โดยตั้งสมมุติฐานว่าค่าการกระจายตัวที่ได้จากงานทดลองนั้นแตกต่างจากค่าคาดหวังทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้สูตร

$$x^2 = \sum_{i-1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

เมื่อ O_i = ความถี่ที่ได้จากการสังเกต

E_i = ความถี่คาดหวัง

k = จำนวนกลุ่ม

n = จำนวนตัวอย่าง

4) คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค (disease index, %DI)

โดยใช้สูตร $\%\ \text{Disease index} = \frac{\sum (Ni \times Vi)}{N \times V} \times 100$

เมื่อ Ni = จำนวนต้นที่แสดงการเกิดโรคในแต่ละระดับ

Vi = ระดับการเกิดโรค (0 1 2 3 4 หรือ 5)

V = ระดับการเกิดโรคสูงสุด

N = จำนวนต้นทั้งหมดที่นำมาทดสอบ

นำพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่แสดงความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง จำนวน 1 คู่ผสม ไปทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในงานทดลองที่ 3

3.2.2. การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูกของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

ปลูกพริกพันธุ์พ่อ 2 พันธุ์ คือ PEP6 และ PEP12 พันธุ์แม่ 3 พันธุ์ คือ จินดานิล 80 หนุ่มเขียว และยอดสนเข็ม 80 พริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์ คือ Pop10-34-13 (PF1), Pop10-12-25 (PF2), Pop10-18-69 (PF3), Pop11-9-59 (PF4), Pop11-9-54 (PF5), Pop12-12-159 (PF7), Pop12-12-156 (PF8), Pop12-12-160 (PF9), Pop13-1-102 (PF10), Pop13-3-126 (PF11), Pop13-8-76 (PF12) และ Pop13-8-70 (PF13) พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ และพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ คือ ซุปเปอร์ฮอท และ อัมพวาโกลด์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น โดยปลูกพันธุ์อ่อนแอสลับกับพันธุ์อื่น ๆ ในทุก ๆ ซ้ำ โดยทำการปลูกทดสอบที่ฟาร์มกล้าเกษตร 47 ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2566

การบันทึกข้อมูล

โดยเก็บข้อมูลที่อายุต้นพริกประมาณ 120 วัน

1) การเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสูงต้น (ซม.) เฉลี่ยวัดจาก 5 ต้นต่อซ้ำ โดยวัดจากโคนต้นติดผิวดินถึงส่วนปลายยอดที่สูงที่สุด เมื่อเก็บผลผลิตครั้งที่ 1

2) ลักษณะผลพริก

- ความกว้างผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1

- ความยาวผล (ซม.) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1

- ผลผลิตต่อต้น (กรัม) เฉลี่ยจากต้นทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ จำนวน 3 ซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1

- น้ำหนักต่อผล (กรัม) เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 5 ผลต่อต้น ทั้งหมด 5 ต้นต่อซ้ำ หลังจากเก็บผลผลิตครั้งที่ 1

3) การเกิดโรคในแปลงปลูก (ไวรัส และแอนแทรคโนส)

4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ขององค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูก โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Statistix 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

3.3 งานทดลองที่ 3 ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1

3.3.1 ศึกษาลักษณะดอกและการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์

พริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 8 สายพันธุ์ ได้แก่ กลุ่มพริกขี้หนูผลใหญ่ จำนวน 6 คู่ผสม คือ PEP6-10 x ยอดสนเข็ม 80 (C1), จินดานิล 80 x PEP12 (C2), ยอดสนเข็ม 80 x 204 (C3), 204 x PEP6-4 (C4), 204 x PEP12 (C5), จินดานิล 80 x PEP6 (C6) และกลุ่ม Longcayene จำนวน 2 คู่ผสม คือ หนุ่มขาว x PEP6-4 (L1) และ หนุ่มขาว x PEP12 (L2) ซึ่งจะเป็นคู่ผสมที่มาจากพริกที่ต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง (PEP6-10 PEP6-4 และ PEP12) และพันธุ์ที่ต้านทานโรคแอนแทรคโนส (204) ทำการปลูกพริกในกระถางภายใต้สภาพโรงเรือน ดูแลโดยการรดน้ำเช้า-เย็น และให้ปุ๋ยสูตร 15-0-0 และ 16-16-16 ในอัตรา 5 กรัมต่อต้น ทุกสัปดาห์ เมื่ออายุพริก 60 วันหลังย้ายกล้า ทำการติดแท็กดอกพริกทุกพันธุ์ ในวันที่ 1-10 หลังออกดอก นำดอกพริกมาบันทึกข้อมูลภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ในเดือนสิงหาคม 2563

การบันทึกข้อมูล

กำหนดดอกที่กลีบเลี้ยงยังปิดกลีบดอกอยู่เป็น day 0 เก็บดอกพริกมาบันทึกข้อมูลทุกวันในตอนเช้าช่วง 05:00-06:00 น. โดยเก็บสายพันธุ์ละ 3 ดอก นำมาวัดขนาดดอก อับเรณู และระยะการพัฒนาของไมโครสปอร์ (ตารางที่ 3.4) (รูปที่ 3.7) ถ่ายภาพดอกพริกด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำดอกพริกวางบนกระจกสไลด์แล้วแกะอับเรณูโดยใช้เข็มเขี่ยไมโครสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (OLIMPUS SZ61) ย้อมด้วยสีย้อม schiff's reagent นำแผ่นสไลด์ไมโครสปอร์ที่ย้อมสีแล้วไปผ่านไฟ ให้สีย้อมเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีชมพูออกแดงเป็นการย้อมดูการแบ่งเซลล์ของไมโครสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope (OLIMPUS CX23) เพื่อหาระยะดอกพริกที่เหมาะสมในการนำไปเพาะเลี้ยงอับเรณู โดยใช้ระยะการแบ่งเซลล์ระยะ uninucleate (ตารางที่ 3.4) (รูปที่ 3.7) โดยบันทึก

1) ความยาวดอก (มม.) วัดจากฐานดอกจนถึงปลายดอก

2) ความยาวอับเรณู (มม.) วัดจากฐานกระเปาะอับเรณูถึงส่วนปลาย

3) ระยะการพัฒนาของไมโครสปอร์ (รูปที่ 3.2)

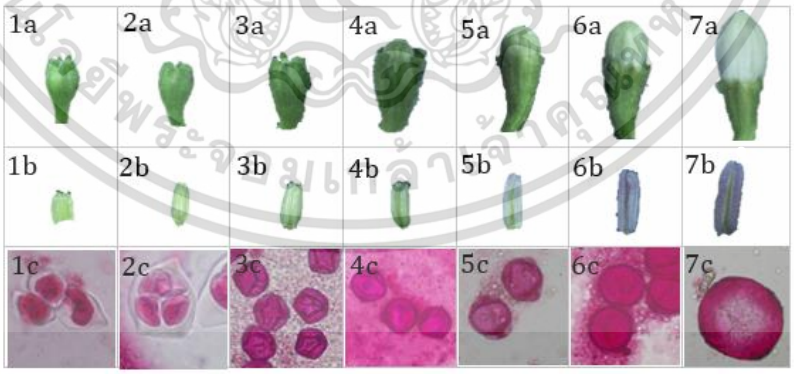
4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดดอกและขนาดอับเรณูในแต่ละคู่ผสมโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Statistix 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% และหา correlation ของขนาดดอกและขนาดอับเรณู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ลักษณะดอกพริก อับเรณู และไมโครสปอร์ของระยะการพัฒนาดอกพริก 7 ระยะ

ระยะการพัฒนาของดอก	ลักษณะของดอก	ลักษณะของอับเรณู	ระยะของไมโครสปอร์
1	กลีบเลี้ยงยังไม่เปิดออก	อับเรณูมีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองอ่อน	Coenocytic tetrad คือ ไมโครสปอร์ที่มีลักษณะพิเศษเป็นการสร้างแผ่นเซลล์และการเกิดร่องระหว่างกลุ่มโครโมโซม
2	กลีบเลี้ยงยังไม่เปิดออก	อับเรณูมีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองอ่อน	Tetrad คือ ไมโครสปอร์ที่เป็นอิสระ 4 อัน ที่มีโครงสร้างเมมเบรนที่ได้รับการพัฒนาถูกห่อหุ้มด้วยผนังแคลโลส
3	ความยาวของกลีบดอกและกลีบเลี้ยงเท่ากันและมองเห็นกลีบดอกได้บางส่วน โดยมีกลีบเลี้ยงปกคลุมกลีบดอก	อับเรณูเป็นสีเขียว	Mid microspore คือ การพัฒนาเป็นโครงสร้างรูปหลายเหลี่ยมโดยมีผนัง exine หนาแน่นขึ้นและมีนิวเคลียสอยู่ส่วนกลาง
4	กลีบดอกยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย ดอกยังคงขยายขนาดต่อไป และกลีบดอกยังมองเห็นได้บางส่วน โดยมีกลีบเลี้ยงปกคลุมประมาณหนึ่งในสี่ของดอก	อับเรณูมีสีเขียวหรืออับเรณูมีสีเขียวและมีสีม่วงเล็กน้อยที่ปลายด้านหนึ่ง	Vacuolated หรือ uninucleate คือ ระยะการพัฒนาไมโครสปอร์ตอนปลายโดยมีลักษณะเป็นแวคิวโอลขนาดใหญ่ที่มีลักษณะคล้ายพื้นที่ว่าง
5	ความยาวของกลีบดอกมีมากกว่าระยะที่ 4 และกลีบเลี้ยงครอบคลุมประมาณสามในสี่ของดอก	อับเรณูมีสีม่วง	Young pollen คือ การเปลี่ยนจากระยะ Vacuolated ไปเป็นละอองเกสรที่มี 2 เซลล์
6	กลีบเลี้ยงครอบคลุมความยาวกลีบดอกเพียงครึ่งเดียว	อับเรณูเป็นสีม่วงเข้ม	Mid pollen
7	ความยาวของกลีบดอกที่โผล่ออกมามักจะเกินความยาวของกลีบเลี้ยง	อับเรณูเป็นสีม่วงเข้ม (เข้มกว่าระยะที่ 6)	mature pollen คือ ละอองเรณูจะขยายใหญ่ขึ้น

ที่มา: ดัดแปลงจาก Parra-Vega et al. (2013); Mangal and Srivasatava (2019)



รูปที่ 3.7 1a-7a = การพัฒนาของดอก, 1b-7b = อับเรณู และ 1c-7c = ระยะไมโครสปอร์; 1c = ระยะ Coenocytic tetrad, 2c = ระยะ Tetrad, 3c = ระยะ Mid microspore, 4c = ระยะ Vacuolated หรือ ระยะ uninucleate, 5c = ระยะ Young pollen, 6c = ระยะ Mid pollen และ 7c = ระยะ Mature pollen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การศึกษาอาหารเพาะเลี้ยงต่อการพัฒนาชิ้นส่วนอับเรณูของพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

นำดอกพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 1 คู่ผสม ที่ได้จากการศึกษาในการทดลองที่ 2 มาทำการทดลอง (ในช่วง ก.ย. 65 - ส.ค 66) ซึ่งต้นพริกมีอายุประมาณ 1 ปี โดยใช้ดอกที่ความยาวของกลีบดอกเท่ากลีบเลี้ยงหรือยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย มาทำการล้างดอกพริกด้วยน้ำไหลผ่าน 30 นาที เขย่าด้วยแอลกอฮอล์ 70% นาน 1 นาที จากนั้นใช้เมอร์คิวริก 2.5 g/l ร่วมกับ Tween 1-2 หยด เขย่า 30 นาที และล้างน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 รอบ ๆ ละ 5 นาที ทำการตัดชิ้นส่วนอับเรณูเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต Kinetin (0, 1 และ 2 mg/l) ร่วมกับ 2,4-D (0, 0.25 และ 0.5 mg/l) (ตารางที่ 3.5) วางในเพลท วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 เพลท ๆ ละ 20 ชิ้น ทำการเปลี่ยนอาหารทุก ๆ สัปดาห์ เก็บไว้ในที่มืด 8 วัน (Dumas de Vaulx, 1981) เก็บที่ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออุณภูมิ 27 องศาเซลเซียส สังเกตการพัฒนาของชิ้นส่วนทุกสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ตารางที่ 3.5 อาหาร MS สำหรับเพาะเลี้ยงอับเรณูพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

สูตรอาหาร	สารควบคุมการเจริญเติมโต	
	Kinetin (mg/l)	2,4-D (mg/l)
T1	0	0
T2	0	0.25
T3	0	0.5
T4	1	0
T5	1	0.25
T6	1	0.5
T7	2	0
T8	2	0.25
T9	2	0.5

การบันทึกข้อมูล

1) จำนวนชิ้นและเปอร์เซ็นต์ที่เกิดการพัฒนาของชิ้นส่วนอับเรณู และ แคลลัส

2) การวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป Statistix 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 งานทดลองที่ 1 การประเมินลักษณะประจำพันธุ์ และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

เนื่องจากพริกพันธุ์ยอดสนเข็ม 80 ผสมไม่ค่อยติดผล จึงทำให้มีเมล็ดไม่เพียงพอในการทำการปลูกทดสอบ จึงเหลือคู่ผสมอยู่ 4 คู่ผสม จากการประเมินลักษณะประจำพันธุ์พริกจำนวน 4 สายพันธุ์ พบว่าต้นพริกมีความสูงตั้งแต่ 53.75-75.83 ซม. พันธุ์ที่มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ PEP6 มีความสูง 75.83 ซม. รองลงมา คือ จินดานิล 80 PEP12 และหนุ่มเขียว มีความสูง 73.47 58.89 และ 53.75 ซม. ตามลำดับ ซึ่งลักษณะของความสูงต้นนั้นขึ้นกับสายพันธุ์ และในพันธุ์ที่นำมาทดสอบจะมีความสูงที่ต่างกัน ใบมีสีเขียว ดอกสีขาว ผลดิบสีเขียว และผลสุกสีแดง ในพันธุ์จินดานิล 80 หนุ่มเขียว และ PEP6 ใบเป็นรูปหอก ยกเว้นพันธุ์หนุ่มเขียว ใบเป็นรูปไข่ ส่วนในพันธุ์ PEP12 ใบมีสีม่วง ดอกสีม่วง ผลดิบสีม่วงและสีเขียว ผลสุกสีส้ม ใบเป็นรูปหอก (ตารางที่ 4.1) (รูปที่ 4.1) (รูปที่ 4.2) จากข้อมูลทั่วไปของพริกพันธุ์จินดานิล 80 จะมีความสูงต้น 129 ซม. ใบสีเขียวเข้ม ผลอ่อนสีเขียวเข้ม ผลแก่สีแดง ผลผลิตสูง 1,260 กิโลกรัมต่อไร่ ผลเรียวยาวประมาณ 5.4 ซม. ความยาวก้าน 4.02 ซม. ผิวเรียบ ผลสดมีกลิ่นหอม เหมาะแก่การบริโภคสด พริกพันธุ์ยอดสนเข็ม 80 ผลผลิตสูงประมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลสดมีสีแดงสด มีขั้วสีเหลืองทอง ใบสีเขียวเข้ม ผลอ่อนสีเขียว ความสูงต้น 130 ซม. ผลเรียวยาวประมาณ 5.28 ซม. ความยาวก้าน 2.95 ซม. ผิวย่น ผลสดมีกลิ่นหอม เหมาะในการทำพริกแห้ง และพริกพันธุ์หนุ่มเขียว ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน ผลแก่มีสีแดง ความสูงต้นประมาณ 65 ซม. ผลเรียวยาวประมาณ 11.50 ซม. ความยาวก้าน 4.74 ซม. ผิวเรียบ เหมาะแก่การบริโภคสด (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

ผลผลิตต่อต้น พบพันธุ์ที่มีน้ำหนักมากที่สุด คือ หนุ่มเขียว รองลงมา คือ PEP6 จินดานิล 80 และ PEP12 มีน้ำหนัก 52.00 36.11 12.05 และ 9.89 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากหนุ่มเขียวเป็นพริกผลใหญ่จึงทำให้มีน้ำหนักที่มากที่สุด จำนวนผลต่อต้น พบพันธุ์ที่มีจำนวนผลมากที่สุด คือ PEP6 รองลงมา คือ PEP12 หนุ่มเขียว และ จินดานิล 80 จำนวน 27.39 11.44 11.42 และ 4.97 ผล ตามลำดับ เนื่องจาก PEP6 มีจำนวนข้อที่มากกว่าเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น น้ำหนักต่อผล ความยาวผล และความกว้างผล พบพันธุ์ที่ให้ค่ามากที่สุด คือ หนุ่มเขียว รองลงมา คือ จินดานิล 80 PEP6 และ PEP12 มีน้ำหนัก 4.61 กรัม 2.53 กรัม 1.42 กรัม และ 0.86 กรัม ตามลำดับ มีความยาว 9.70 ซม. 6.12 ซม. 3.02 ซม. และ 2.77 ซม. ตามลำดับ และความกว้าง 1.25 ซม. 0.98 ซม. 0.95 ซม. และ 0.83 ซม. ตามลำดับ และความยาวขั้วผล พันธุ์ที่มีความยาวมากที่สุด คือ หนุ่มเขียว รองลงมา คือ จินดานิล 80 PEP12 และ PEP6 มีความยาว 3.90 ซม. 3.78 ซม. 3.40 ซม. และ 1.88 ซม. ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ตารางที่ 4.1) เนื่องจากหนุ่มเขียวเป็นพริกที่มีความยาวอยู่ที่ 5-10 ซม. จึงส่งผลให้พันธุ์หนุ่มเขียวมีความยาวมากกว่าพันธุ์อื่น (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

จากการปลูกทดสอบลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ (R_1 และ R_2) พันธุ์แม่ (P_1 และ P_2) จำนวน 4 สายพันธุ์ พบว่าลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.1)

1) ลักษณะทางการเกษตร สีใบ พบว่ามีสีเขียว เขียวเข้ม และสีม่วง ลักษณะสีดอก พบว่ามีสีขาว สีม่วง และสีขาวปนม่วง ลักษณะรูปร่างใบ พบว่ามีรูปไข่และรูปหอก ลักษณะสีผลดิบ พบว่ามีสีเขียว เขียวอ่อน และสีม่วง ลักษณะสีผลสุก พบว่ามีสีแดงและสีส้ม (ตารางที่ 4.1) (รูปที่ 4.1) (รูปที่ 4.3)

2) ความสูงต้น จากการศึกษาลักษณะความสูงต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 53.75-75.83 ซม. ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 63.40-72.78 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าคู่ผสม P_1xR_1 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์พ่อแม่ คู่ผสม P_1xR_2 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ คู่ผสม P_2xR_1 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์แม่แต่น้อยกว่าพันธุ์พ่อ และคู่ผสม P_2xR_2 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความสูงต้นมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ จินดานิล 80 และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.45 และ 4.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงที่สุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 0.25 (ตารางที่ 4.4) แต่ลูกผสม P_2xR_2 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ 7.66 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งความสูงของต้นพริกที่ต้องการและง่ายต่อการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรมีความสูงประมาณ 80-120 ซม. และหากต้องการความสูงต้นที่เพิ่มมากขึ้นสามารถใช้พันธุ์พ่อหรือแม่ที่ค่าสูงไปผสมข้ามได้

3) ผลผลิตต่อต้น จากการศึกษาลักษณะผลผลิตต่อต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 9.89-52.00 กรัม ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 109.50-220.89 กรัม และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าทุกคู่ผสมมีผลผลิตมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของพันธุ์พ่อมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 43.78 และ 10.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 11.92 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_1xR_2 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ 829.94 (ตารางที่ 4.5)

4) จำนวนผลต่อต้น จากการศึกษาจำนวนผลต่อต้นของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.97-27.39 ผล ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 40.22-54.31 ผล และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าทุกคู่ผสมมีจำนวนผลต่อต้นมากกว่าพันธุ์พ่อแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ จินดานิล 80 และ PEP12 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.45 และ 3.30 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 3.74 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_1xR_2 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ 374.56% (ตารางที่ 4.5)

5) น้ำหนักต่อผล จากการศึกษาน้ำหนักต่อผลของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.86-4.61 กรัม ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 2.08-4.76 กรัม และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าคู่ผสม P_1xR_1 มีน้ำหนักต่อผลมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ คู่ผสม P_1xR_2 มีน้ำหนักต่อผลน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ คู่ผสม P_2xR_1 มีน้ำหนักต่อผลมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ และคู่ผสม P_2xR_2 มีน้ำหนักต่อผลน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของตัวเมียมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความแปรปรวนของพันธุ์พ่อ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของ F x M ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.96 และ 0.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 0.06 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_1xR_1 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ 7.89% (ตารางที่ 4.5)

6) ความยาวผล จากการศึกษาความยาวผลของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 2.77-9.70 ซม. ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่อยู่ระหว่าง 4.82-9.49 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าทุกคู่ผสมมีความยาวผลน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของพันธุ์แม่ และความแปรปรวนของพันธุ์พ่อมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ของ F x M ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 1.63 และ 0.70 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ในขณะที่พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 0.30 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_2xR_1 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ -2.20% (ตารางที่ 4.5)

7) ความกว้างผล จากการศึกษาความกว้างผลของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.83-1.25 ซม. ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 1.08-1.28 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าคู่ผสม P_1xR_1 P_1xR_2 และ P_2xR_1 มีความกว้างผลมากกว่าพันธุ์พ่อแม่ ในขณะที่คู่ผสม P_2xR_2 มีความกว้างผลน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของตัวเมีย มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันทางสถิติ แต่ความแปรปรวนของพันธุ์พ่อ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของ F x M ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.07 และ 0.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_2 และ P_2xR_1 เท่ากับ 0.02 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_1xR_1 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ 13.31% (ตารางที่ 4.5)

8) ความยาวขั้วผล จากการศึกษาความยาวขั้วผลของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.88-3.90 ซม. ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 2.67-3.85 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบคู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ พบว่าคู่ผสม P_1xR_1 P_2xR_1 และ P_2xR_2 มีความยาวขั้วผลน้อยกว่าพันธุ์แม่แต่มากกว่าพันธุ์พ่อ ในขณะที่คู่ผสม P_1xR_2 มีความยาวขั้วผลน้อยกว่าพันธุ์พ่อแม่ (ตารางที่ 4.1) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและองค์ประกอบทางพันธุกรรม พบว่าความแปรปรวนของพันธุ์แม่ ความแปรปรวนของพันธุ์พ่อ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของ F x M มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พันธุ์พ่อแม่ที่มีความสามารถรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงที่สุด คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ให้ค่าทางบวกสูงสุดเท่ากับ 0.34 และ 0.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) พันธุ์ลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) สูงสุด คือ P_1xR_1 และ P_2xR_2 เท่ากับ 0.12 (ตารางที่ 4.4) และลูกผสม P_2xR_1 มีค่าความดีเด่นเหนือพันธุ์พ่อแม่มากที่สุดเมื่อเทียบกับ high parent โดยมีค่าสูงสุด คือ -1.20% (ตารางที่ 4.5)

ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ในลักษณะผลผลิตที่เป็นค่าสูง คือ หนุ่มเขียว และ PEP6 ซึ่งมีแนวโน้มที่จะใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีได้ (Simmonds, 1986) และให้ลูกที่มีผลผลิตที่สูง (Wang *et al*., 1999) เมื่อนำไปผสมกับพันธุ์อื่น ๆ (อรวินทินี ชูศรี, 2546; Mohammad *et al*., 2007) แต่ในค่าเฉลี่ยพบว่า พันธุ์หนุ่มเขียว และ PEP6 ที่มีค่าเฉลี่ยในลักษณะทางการเกษตรที่ดีที่สุด ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ในลักษณะผลผลิตที่สูงที่สุด คือ จินดานิล 80 x PEP12 และ หนุ่มเขียว x PEP6 และค่า %HP ในลักษณะผลผลิตที่สูงที่สุด คือ จินดานิล 80 x PEP6 และ จินดานิล 80 x PEP12 เป็นคู่ผสมที่น่าจะมีประสิทธิภาพในการนำไปพัฒนาเป็นลูกผสมทางการค้าต่อไปได้ (Sprague and Tatum, 1942) จากผลการทดลองจะนำพริกในแต่ละคู่ผสมไปทดสอบต่อในการทดลองที่ 2 เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การตอบสนองต่อการคัดเลือกในความต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง และปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของพริกพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม

พันธุ์	สูงต้น (ซม.)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	ยาวผล (ซม.)	กว้างผล (ซม.)	ยาวขั้ว(ซม.)	สีใบ	สีดอก	รูปร่างใบ	สีผลดิบ	สีผลสุก
จินดานิล 80 (P_1)	73.47ab	12.05e	4.97c	2.53c	6.12bc	0.98def	3.78a	เขียว	ขาว	รูปหอก	เขียว	แดง
หนุ่มเขียว (P2)	53.75c	52.00d	11.42c	4.61ab	9.70a	1.25ab	3.90a	เขียว	ขาว	รูปไข่	เขียว	แดง
PEP6 (R_1)	75.83a	36.11de	27.39b	1.42de	3.02de	0.95ef	1.88d	เขียว	ขาว	รูปหอก	เขียว	แดง
PEP12 (R_2)	58.89c	9.89e	11.44c	0.86e	2.77e	0.83f	3.40b	ม่วง	ม่วง	รูปหอก	ม่วง,เขียว	ส้ม
P_1xR_1	72.78ab	109.50c	40.22ab	2.73c	5.63bc	1.11bcd	2.67c	เขียว	ขาว	รูปหอก	เขียว	แดง
P_1xR_2	64.80abc	112.09c	54.31a	2.08cd	4.82cd	1.08cde	2.67c	เขียวเข้ม	ขาวปนม่วง	รูปหอก	เขียว,ม่วง	แดง
P_2xR_1	72.36ab	220.89a	46.81a	4.76a	9.49a	1.28a	3.85a	เขียว	ขาว	รูปหอก	เขียวอ่อน	แดง
P_2xR_2	63.40bc	175.81b	45.93a	3.89b	7.48b	1.18abc	3.59ab	เขียวเข้ม	ขาวปนม่วง	รูปหอก	เขียว,ม่วง	แดง
C.V. (%)	10.14	20.1	29.99	17.11	17.4	8.05	6.17					
F-test	*	**	**	**	**	**	**					

หมายเหตุ; * = significant difference ที่ $P \leq 0.05$ และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 4.2 ค่าความแปรปรวน (Mean square) ในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

Source of variation	df	Mean square						
		สูงต้น (ซม.)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	ยาวผล (ซม.)	กว้างผล (ซม.)	ขั้วผล (ซม.)
Replication	2	56.54	187.1	22.83	0.06	0.94	0.003	0.10
พันธุ์พ่อ (M)	1	2.48**	22997.9**	2.42^{ns}	11.12**	31.85**	0.06**	1.40**
พันธุ์แม่ (F)	1	215.19**	1354^{ns}	131.01^{ns}	1.74^{ns}	5.95*	0.01^{ns}	0.74**
F x M	1	0.73**	1704.1^{ns}	167.88^{ns}	0.04^{ns}	1.09^{ns}	0.00^{ns}	0.16*
Error	6	49.66	572.4	85.12	0.45	0.6	0.00	0.02
รวม	11							

หมายเหตุ; ^{ns} = non-significant difference, * = significant difference ที่ $P \leq 0.05$ และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

ตาราง**ที่ 4.3** ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์

พันธุ์	ชื่อสายพันธุ์พริก	สูงต้น	ผลผลิตต่อต้น	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล	ยาวผล	กว้างผล	ยาวขั้ว
พันธุ์แม่	จินดานิล 80 (P_1)	0.45	-43.78	0.45	-0.96	-1.63	-0.07	-0.34
	หนุ่มเขียว (P2)	-0.45	43.78	-0.45	0.96	1.63	0.07	0.34
พันธุ์พ่อ	PEP6 (R_1)	4.23	10.62	-3.30	0.38	0.70	0.03	0.25
	PEP12 (R_2)	-4.23	-10.62	3.30	-0.38	-0.70	-0.03	-0.25

ตารางที่ **4.4** ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ขององค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม

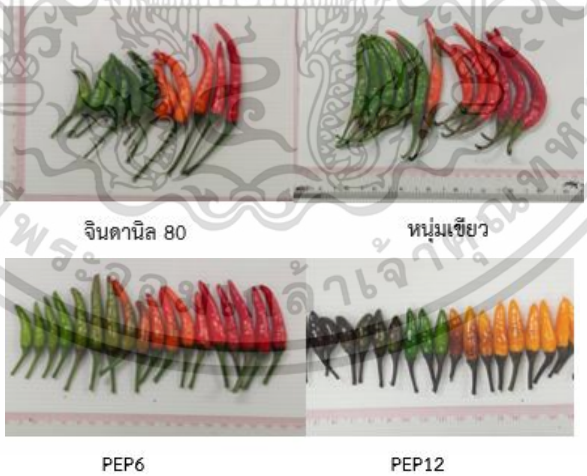
คู่ผสม	สูงต้น	ผลผลิตต่อต้น	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล	ยาวผล	กว้างผล	ยาวขั้ว
P_1xR_1	-0.25	-11.92	-3.74	-0.06	-0.30	-0.02	0.12
P_1xR_2	0.25	11.92	3.74	0.06	0.30	0.02	-0.12
P_2xR_1	0.25	11.92	3.74	0.06	0.30	0.02	-0.12
P_2xR_2	-0.25	-11.92	-3.74	-0.06	-0.30	-0.02	0.12

ตารางที่ 4.5 ค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือพ่อแม่ (heterosis) ในผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม

คู่ผสม	สูงต้น		ผลผลิตต่อต้น		จำนวนผลต่อต้น		น้ำหนักต่อผล		ยาวผล		กว้างผล		ยาวขั้ว	
	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP	(%) MP	(%) HP
P_1xR_1	-2.51	-4.03	354.69	203.23	148.58	46.86	38.10	7.89	23.12	-8.06	15.08	13.31	4.94	-10.05
P_1xR_2	-2.09	-11.80	921.67	829.94	561.66	374.56	22.70	-17.85	8.48	-21.24	18.97	10.24	-5.54	-29.28
P_2xR_1	11.68	-4.58	401.39	324.79	141.23	70.89	57.84	3.26	49.16	-2.20	16.54	2.40	16.77	-1.20
P_2xR_2	12.57	7.66	468.15	238.10	301.85	302.34	42.12	-15.73	19.95	-22.92	13.28	-5.60	24.11	-8.03

หมายเหตุ; (%) MP = เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อและแม่ และ (%) HP = เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด

รูปที่ 4.1 กลุ่มต้นพริกพันธุ์แม่ คือ จินดานิล 80 และหนุ่เขียว พริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) คือ PEP6 และ PEP12 และพริกลูกผสม 4 คู่ผสม



รูปที่ 4.2 ผลพริกพันธุ์แม่ คือ จินดานิล 80 และหนุ่เขียว พริกพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) คือ PEP6 และ PEP12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ผลพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม

4.2 งานทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1, 2, 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และประเมินองค์ประกอบผลผลิตของพริกชั่วรุ่นที่ 5 ที่ได้รับยีนต้านทานจากพริกพันธุ์ PEP6 และ PEP12

4.2.1 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนและการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1, 2, 3 และชั่วรุ่นที่ 5 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

จากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลือง พบว่าในพันธุ์พ่อ (ต้านทาน) คือ PEP6 และ PEP12 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 24:35 และ 3:56 ต้น ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์แม่ คือ จินดานิล 80 และยอดสนเข็ม 80 แสดงอาการอ่อนแอต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองทั้งหมด และพันธุ์หนุ่มเขียว แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 3:27 ต้น พันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ มันดำ แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 1:29 ต้น (ตารางที่ 4.6)

ประชากรพริกรุ่น F_1 F_2 F_3 และ F_5 ในสายพันธุ์จินดานิล 80 x PEP6 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 5:17 39:308 58:383 และ 39:44 ต้น ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบการกระจายตัวด้วย chi-square สมมติฐานยีนด้อย 1 และ 2 ตำแหน่ง พบว่าในพริก F_1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ยีนด้อย 1 ตำแหน่งมีค่าเท่ากับ 0.06 ในพริกชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) จินดานิล 80 x PEP12 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 7:11 และเมื่อนำไปทดสอบการกระจายตัวด้วย chi-square สมมติฐานยีนด้อย 1 และ 2 ตำแหน่ง พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ยีนด้อย 1 ตำแหน่งมีค่าเท่ากับ 1.8 ประชากรพริกรุ่น F_2 F_3 และ F_5 ในพริกสายพันธุ์หนุ่มเขียว/PEP6 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 21:677 30:150 และ 14:37 ต้น ตามลำดับและเมื่อนำไปทดสอบการกระจายตัวด้วย chi-square สมมติฐานยีนด้อย 1 และ 2 ตำแหน่ง ในรุ่น F_2 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติซึ่งไม่ยอมรับสมมติฐานทั้งสองอย่าง ในพริกสายพันธุ์ยอดสนเข็ม 80/PEP6 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 14:332 18:64 และ 33:41 ต้น ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบการกระจายตัวด้วย chi-square สมมติฐานยีนด้อย 1 และ 2 ตำแหน่ง ในรุ่น F_2 พบว่าที่ยีนด้อย 2 ตำแหน่งไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 2.87 และมีค่าการกระจายตัวลดลงในชั่วรุ่นถัดมา และในสายพันธุ์ PEP6/PEP12 แสดงจำนวนต้นต้านทาน:อ่อนแอ เป็น 8:72 29:129 และ 38:39 ต้น ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบการกระจายตัวด้วย chi-square สมมติฐานยีนด้อย 1 และ 2 ตำแหน่ง ในรุ่น F_2 พบว่าที่ยีนด้อย 2 ตำแหน่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 1.92 และมีค่าการกระจายตัวลดลงในชั่วรุ่นถัดมา (ตารางที่ 4.6) ซึ่งในปัจจุบันมีรายงานการศึกษายีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคไวรัสใบหงิกเหลืองพริก (Pepper yellow leaf curl virus) ความต้านทานควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ (Jindal *et al*., 2018) และลักษณะความต้านทานต่อจีนัส *Begomovirus* ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 2 คู่ และถูกควบคุมด้วยหลายยีน (Ganefiant *et al*., 2015) เมื่อนำพันธุ์พ่อ คือ PEP6 และ PEP12 ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 และ 2 ไปตรวจสอบเชื้อ PepVLCTHV ด้วยวิธี PCR โดยไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ ต้นที่ตรวจพบเชื้อ PepVLCTHV คือ PEP6 PEP12 F_1 (จินดานิล 80 x PEP6) F_1 (จินดานิล 80 x PEP12) F_2 (จินดานิล 80/PEP6) F_2 (หนุ่มเขียว /PEP6) F_2 (ยอดสนเข็ม 80/PEP6) F_2 (PEP6/PEP12) ตรวจพบเชื้อจำนวน 19 15 6 4 27 10 8 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) (ภาพผนวกที่ 1-7)

การวิเคราะห์การตอบสนองต่อการคัดเลือกลักษณะความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง ในประชากรพริกรุ่น F_1 F_2 F_3 และ F_5 โดยใช้ค่าดัชนีการเกิดโรค พบว่าพันธุ์พ่อ 2 พันธุ์ มีค่าการเกิดโรคที่ลดลงในแต่ละรอบฤดูการคัดเลือก พันธุ์แม่ 3 พันธุ์ มีค่าการเกิดโรคอยู่ระหว่าง 90-100% เมื่อเทียบกับพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ มันดำ ที่ดัชนีการเกิดโรคเท่ากับ 96.67% ในลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 จินดานิล 80 x PEP12 มีค่าการเกิดโรคเท่ากับ 61.11% จินดานิล 80 x PEP6 (Pop10) รุ่น F_1 F_2 F_3 และ F_5 มีค่าการเกิดโรคที่ลดลงเท่ากับ 77.27% 87.61% 71.55% และ 34.19% ตามลำดับ มีการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานรุ่น F_3 และ F_5 เท่ากับ -16.06% และ -37.36% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) (รูปที่ 4.4; A) ในสายพันธุ์หนุ่มเขียว /PEP6 (Pop11) รุ่น F_2 F_3 และ F_5 มีค่าการเกิดโรคที่ลดลงเท่ากับ 94.69% 100% และ 51.20% ตามลำดับ มีการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานรุ่น F_5 เท่ากับ -48.80% (ตารางที่ 4.7) (รูปที่ 4.4; B) ในสายพันธุ์ยอดสนเข็ม 80/PEP6 (Pop12) รุ่น F_2 F_3 และ F_5 มีค่าการเกิดโรคที่ลดลงเท่ากับ 95.49% 52.13% และ 32.94% ตามลำดับ มีการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานรุ่น F_3 และ F_5 เท่ากับ -43.36% และ -19.19% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) (รูปที่ 4.4; C) ในสายพันธุ์ PEP6/PEP12 (Pop13) รุ่น F_2 F_3 และ F_5 มีค่าการเกิดโรคที่ลดลงเท่ากับ 87.50% 69.23% และ 30.95% ตามลำดับ มีการตอบสนองต่อการคัดเลือกความต้านทานรุ่น F_3 และ F_5 เท่ากับ -18.27% และ -38.28% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) (รูปที่ 4.4; D) ค่าที่เป็นค่าลบในลักษณะความต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความต้านทานต่อโรคจากชั่วรุ่นหนึ่งไปยังชั่วรุ่นหนึ่งหลังจากการคัดเลือก (กมล เลิศรัตน์, 2536)

จากการตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์ พันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์ พบว่าพันธุกรรมของประชากรชั่วรุ่นที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.10) พันธุ์พ่อ PEP6 และ PEP12 มีค่าการเกิดโรคเท่ากับ 22% และ 11.43% ตามลำดับ มีการตอบสนองต่อการเกิดโรคเป็น R (resistance) และมีต้นต้านทาน 5 และ 7 ต้น ตามลำดับ ส่วนในประชากรรุ่นที่ 5 พบสายพันธุ์ PF2 PF8 และ PF11 ที่มีการตอบสนองต่อการเกิดโรคเป็น R (resistance) มีค่าการเกิดโรคเท่ากับ 24.67% 18.67% และ 18.82% ตามลำดับ และมีต้นต้านทานเท่ากับ 16 18 และ 13 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) (รูปที่ 4.5) และเมื่อนำพันธุ์พ่อ คือ PEP6 และ PEP12 ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 และ 2 ไปตรวจสอบเชื้อ PepVLCTHV ด้วยวิธี PCR โดยไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ พบต้นที่ตรวจพบเชื้อ PepVLCTHV พบว่า และเมื่อนำพันธุ์พ่อ คือ PEP6 และ PEP12 ประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ไปตรวจสอบเชื้อ PepVLCTHV ด้วยวิธี PCR โดยไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อ ต้นที่ตรวจพบเชื้อ PepVLCTHV คือ PEP6 PEP12 PF1 PF2 PF3 PF4 PF7 PF8 PF9 PF11 PF12 และ PF13 เท่ากับ 1 4 3 7 3 1 4 2 3 2 และ 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) (ภาพผนวกที่ 8-15) ต้นพริกที่ไม่แสดงอาการเกิดโรค เมื่อนำไปตรวจสอบเชื้อไวรัสแล้วนั้นแสดงให้เห็นว่ามีทั้งพบไวรัสและไม่พบไวรัสในต้นพริก การที่ไม่พบไวรัสในพริกที่ต้านทานอาจเป็นเพราะกลไกความต้านทานที่เกี่ยวข้องกับการบล็อคการเพิ่มจำนวนหรือการเคลื่อนไหวของไวรัส (Verlaan *et al*., 2013) และยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ให้และพันธุ์รับ นอกจากนี้ยังมีรายงานการทดสอบความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองด้วยวิธีการใช้แมลงหวี่ขาว พบว่าสายพันธุ์ 9853-123 มีความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง (Barchanger *et al*., 2019) และพริกพันธุ์ 9853-123 มีลักษณะผลดิบมีสีม่วง หรือใบสีม่วง ซึ่งลักษณะเหล่านี้สัมพันธ์กับความต้านทานโรค โดยลำต้นหรือใบที่มีสีเข้มจะป้องกันการเข้าทำลายของแมลงได้ดีกว่าลำต้นหรือใบที่มีสีอ่อน เนื่องจากแมลงจะดึงดูดต่อสีเหลืองหรือสีเหลืองผสมสีเขียว (Prokopy and Owens, 1983) นอกจากนี้พริกพันธุ์ต้านทาน 9853-123 แสดงอาการโรคไวรัสใบหงิกเหลืองภายหลังจากการถ่ายโรคด้วยแมลงหวี่ขาวแล้ว 120 วัน (Barchenger *et al*., 2019) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถ้าเชื้อเข้าทำลายพริกในระยะต้นที่เล็ก (ต้นกล้า) ในพันธุ์ต้านทานก็จะสามารถติดโรคและแสดงอาการได้ภายหลัง และยีนต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลืองยังมีรายงานว่าถูกควบคุมด้วยยีนหลายยีน (polygenic genes) และมีอิทธิพลของยีน additive, dominant และ additive x additive interaction และในกลุ่มประชากรของ IPBC10 x IPBC14 ถูกควบคุมโดย two recessive genes (Ganefianti *et al*., 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์ของพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5

พันธุ์	จำนวนต้น			ค่าเฉลี่ยระดับการเกิดโรค±SD	χ^2 (ต้านทาน:อ่อนแอ)		
	ต้านทาน	อ่อนแอ	รวม		1:1	1:3	1:15
PEP6	24	35	59	2.36±1.97	2.05^{ns}	7.73**	119.25**
PEP12	3	56	59	3.76±0.90	47.61**	12.48**	0.14^{ns}
จินดานิล 80	0	18	18	4±0	18.00**	6.00*	1.20^{ns}
ยอดสนเข็ม 80	0	42	42	4±0	42.00**	14.00**	2.80^{ns}
หนุ่มเขียว	3	27	30	3.6±1.22	19.20**	3.60^{ns}	0.71^{ns}
มันดำ	1	29	30	3.87±0.73	26.13**	7.51**	0.44^{ns}
F_1 จินดานิล 80xPEP6	5	17	22	3.09±1.72	6.55**	0.06^{ns}	10.13**
F_2 จินดานิล 80/PEP6	39	308	347	3.55±1.27	114.48**	35.04**	14.74**
F_3 จินดานิล 80/PEP6	58	383	441	2.99±1.54	130.70**	31.01**	35.86**
F_5 จินดานิล 80/PEP6	39	44	83	1.78±1.89	0.30**	21.40**	234.94**
F_1 จินดานิล 80xPEP12	7	11	18	2.44±2.01	0.89^{ns}	1.8^{ns}	32.54**
F_2 หนุ่มเขียว/PEP6	21	677	698	3.87±070	325.82**	180.04**	12.52**
F_3 หนุ่มเขียว/PEP6	30	150	180	2.88±1.55	46.32**	6.67**	33.5**
F_5 หนุ่มเขียว/PEP6	14	37	51	2.56±1.86	10.37**	0.16^{ns}	39.08**
F_2 ยอดสนเข็ม 80/PEP6	14	332	346	3.84±0.79	158.22**	81.02**	2.87^{ns}
F_3 ยอดสนเข็ม 80/PEP6	18	64	82	2.79±1.66	16.49**	0.4^{ns}	34.48**
F_5 ยอดสนเข็ม 80/PEP6	33	41	74	1.64±5.05	0.86^{ns}	15.15**	185.44
F_2 PEP6/PEP12	8	72	80	3.59±1.21	30.66**	9.6**	1.92^{ns}
F_3 PEP6/PEP12	29	129	158	2.86±1.57	37.27**	3.72^{ns}	39.49**
F_5 PEP6/PEP12	38	39	77	1.55±1.76	0.01^{ns}	24.35**	244.28**

หมายเหตุ; SD = Standard deviation (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน), χ^2 = chi-square (การกระจายตัว), ns = non-significant difference, * = significant difference ที่ $P \leq 0.05$ และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ดัชนีการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกพันธ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์ ประชากรพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5 หลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์

รหัส	พันธุ์	DI%				การตอบสนองต่อการคัดเลือก	
		ฤดูกาลที่ 1	ฤดูกาลที่ 2	ฤดูกาลที่ 3	ฤดูกาลที่ 4	F_3- F_2	F_5-F_3
PEP6	PEP6	56.95	59.51	59.51	22		
PEP12	PEP12	93.56	73.08	73.09	11.43		
JD	จินดานิล 80	100	-	-	100		
YS	ยอดสนเข็ม 80	100	90.57	90.57	93.20		
NM	หนุ่มเขียว	90	-	-	100		
MD	มันดำ	96.67	-	-	-		
Pop10	จินดานิล 80xPEP6	F_1 (77.27)	F_2 (87.61)	F_3 (71.55)	F_5 (34.19)	-16.06	-37.36
JDxPEP12	จินดานิล 80xPEP12	F_1 (61.11)	-	-	-	-	-
Pop11	หนุ่มเขียว x PEP6	-	F_2 (94.96)	F_3 (100)	F_5 (51.20)	5.04	-48.8
Pop12	ยอดสนเข็ม 80 x PEP6	-	F_2 (95.49)	F_3 (52.13)	F_5 (32.94)	-43.36	-19.19
Pop13	PEP6xPEP12	-	F_2 (87.50)	F_3 (69.23)	F_5 (30.95)	-18.27	-38.28

หมายเหตุ; DI% = Disease index (ดัชนีการเกิดโรค) และ - = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในตัวอย่างพริกพันธุ์พ่อ ชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) และชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) ภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตรวจสอบด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์คู่ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV ขนาด 784 bp

พันธุ์	จำนวนต้น		
	ต้านทานทั้งหมด	ตรวจพบเชื้อ PepYLCTHV	ไม่พบเชื้อ PepYLCTHV
PEP6	34	19	15
PEP12	17	15	2
F_1 จินดานิล 80xPEP6	7	6	1
F_1 จินดานิล 80xPEP12	5	4	1
F_2 จินดานิล 80/PEP6	39	27	12
F_2 หนุ่มเขียว /PEP6	24	10	14
F_2 ยอดสนเข็ม 80/PEP6	13	8	5
F_2 PEP6/PEP12	8	3	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

Source of F_5	df	Sum of Square	Mean Square
Replication	2	66.91	33.46
พันธุ์พริก	19	141.80	7.46**
error	38	25.83	0.68
รวม	59	234.54	
C.V. (%)			32.50

หมายเหตุ; ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 4.10 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์ ของพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) และพันธุ์พ่อแม่

รหัส	พันธุ์	ชั่วรุ่น	ค่าเฉลี่ยระดับการเกิดโรค±SD[2/]	DI%[3/]	การตอบสนองต่อโรค[1/]	จำนวนต้น		
						ต้านทาน	อ่อนแอ	รวม
PEP6	PEP6	พันธุ์แท้ (ต้านทาน)	1.1±1.79de	22.00	R	7	3	10
JD	จินดานิล 80	พันธุ์แท้ (อ่อนแอ)	5±0a	100.00	HS	0	25	25
PF1	จินดานิล 80/PEP6	F_5	2±1.93d	35.83	MS	9	15	24
PF2	จินดานิล 80/PEP6	F_5	1.23±1.38de	24.67	R	16	14	30
PF3	จินดานิล 80/PEP6	F_5	2.1±2.16cd	42.07	MS	14	15	29
NM	หนุ่มเขียว	พันธุ์แท้ (อ่อนแอ)	4.66±1.21ab	93.20	HS	3	47	50
PF4	หนุ่มเขียว /PEP6	F_5	1.7±1.59de	34.07	MS	10	17	27
PF5	หนุ่มเขียว /PEP6	F_5	3.42±1.69bc	68.33	S	4	20	24
YS	ยอดสนเข็ม 80	พันธุ์แท้ (อ่อนแอ)	5±0a	100.00	HS	0	26	26
PF7	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	F_5	1.96±1.57d	39.17	MS	8	16	24
PF8	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	F_5	0.93±1.28de	18.67	R	18	12	30
PF9	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	F_5	2.05±1.76d	41.00	MS	7	13	20
PEP12	PEP12	พันธุ์แท้ (ต้านทาน)	0.57±0.98e	11.43	R	5	2	7
PF10	PEP6/PEP12	F_5	2.15±1.69d	43.00	MS	6	14	20
PF11	PEP6/PEP12	F_5	0.94±1.85de	18.82	R	13	4	17
PF12	PEP6/PEP12	F_5	1.53±1.61de	30.53	MS	9	10	19
PF13	PEP6/PEP12	F_5	1.57±1.69de	31.43	MS	10	11	21
APG	อัมพวาโกลด์	F_1 พันธุ์การค้า	4.73±0.84ab	94.58	HS	2	116	118
SPH	ซุปเปอร์ฮอท	F_1 พันธุ์การค้า	3.84±1.84ab	76.76	HS	17	88	105
HS	หอมสุพรรณ	พันธุ์แท้ (พันธุ์พื้นเมือง)	4.78±1.01ab	95.56	HS	3	69	72

หมายเหตุ; [1/]การตอบสนองต่อการเกิดโรค; (R = resistance (ต้านทาน), S = susceptible (อ่อนแอ), MS = moderate susceptible (อ่อนแอปานกลาง) และ HS = highly susceptible (อ่อนแอมาก)), [2/]SD = Standard deviation (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และ [3/]DI% = Disease index (ดัชนีการเกิดโรค)

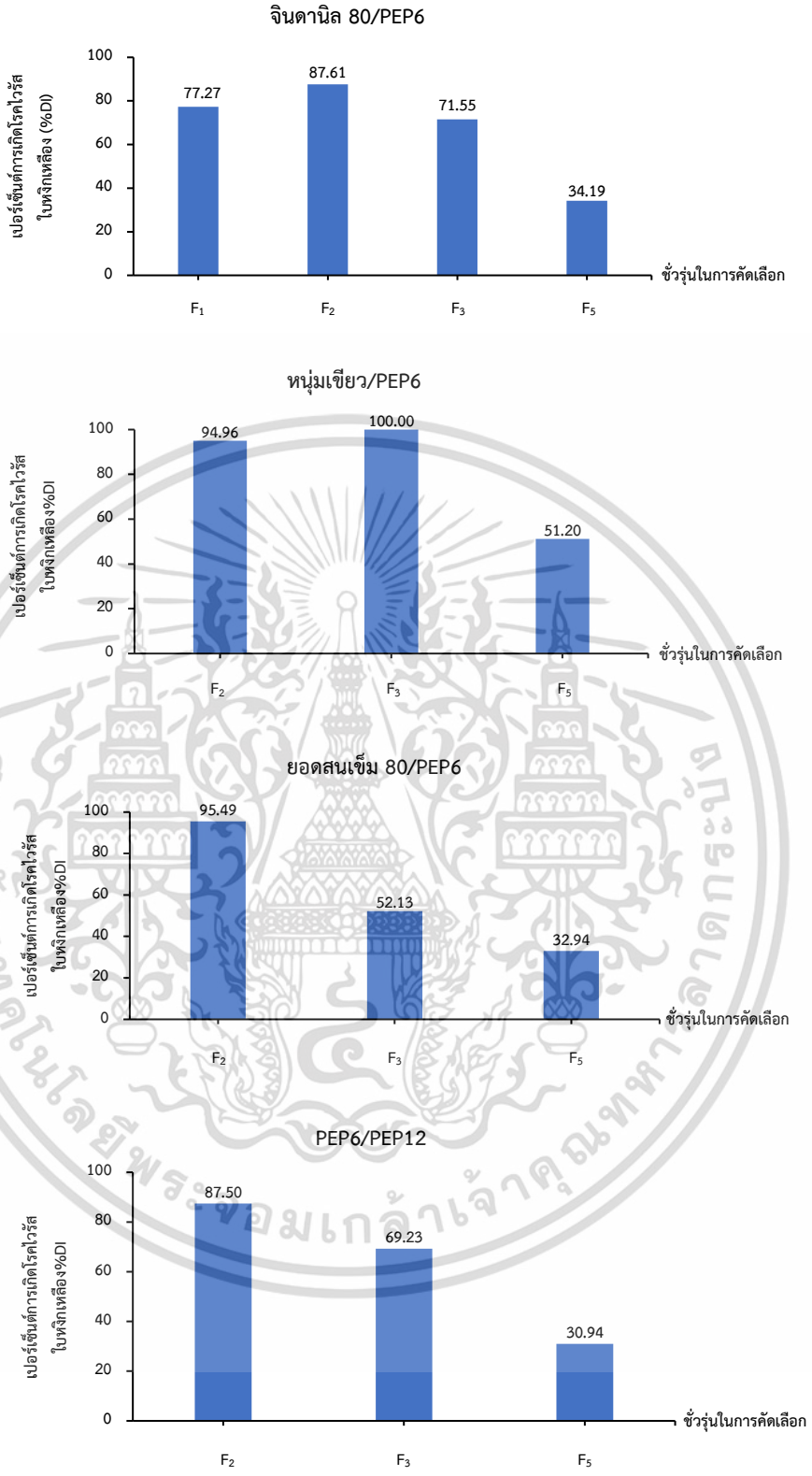
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในตัวอย่างพริกพันธุ์พ่อ ชั่วรุ่นที่ 5 และ พันธุ์การค้าที่ไม่แสดงอาการ ภายหลังการปลูกเชื้อเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตรวจสอบด้วยวิธี PCR โดยใช้ไพรเมอร์คู่ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ PepYLCTHV

รหัส	พันธุ์	จำนวนต้น		
		ต้านทาน	ตรวจพบเชื้อ PepYLCTHV	ไม่พบเชื้อ PepYLCTHV
PEP6	PEP6	7	1	6
PEP12	PEP12	5	-	5
PF1	จินดานิล 80/PEP6	8	4	4
PF2	จินดานิล 80/PEP6	15	3	12
PF3	จินดานิล 80/PEP6	13	7	6
PF4	หนุ่มเขียว /PEP6	7	3	4
PF5	หนุ่มเขียว /PEP6	4	-	4
PF7	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	8	1	7
PF8	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	17	4	13
PF9	ยอดสนเข็ม 80/PEP6	5	2	3
PF10	PEP6/PEP12	5	-	5
PF11	PEP6/PEP12	13	3	10
PF12	PEP6/PEP12	9	2	7
PF13	PEP6/PEP12	10	2	8
APG	อัมพวาโกลด์	2	-	0
SPH	ซุปเปอร์ฮอท	17	3	14
HS	หอมสุพรรณ	1	1	-

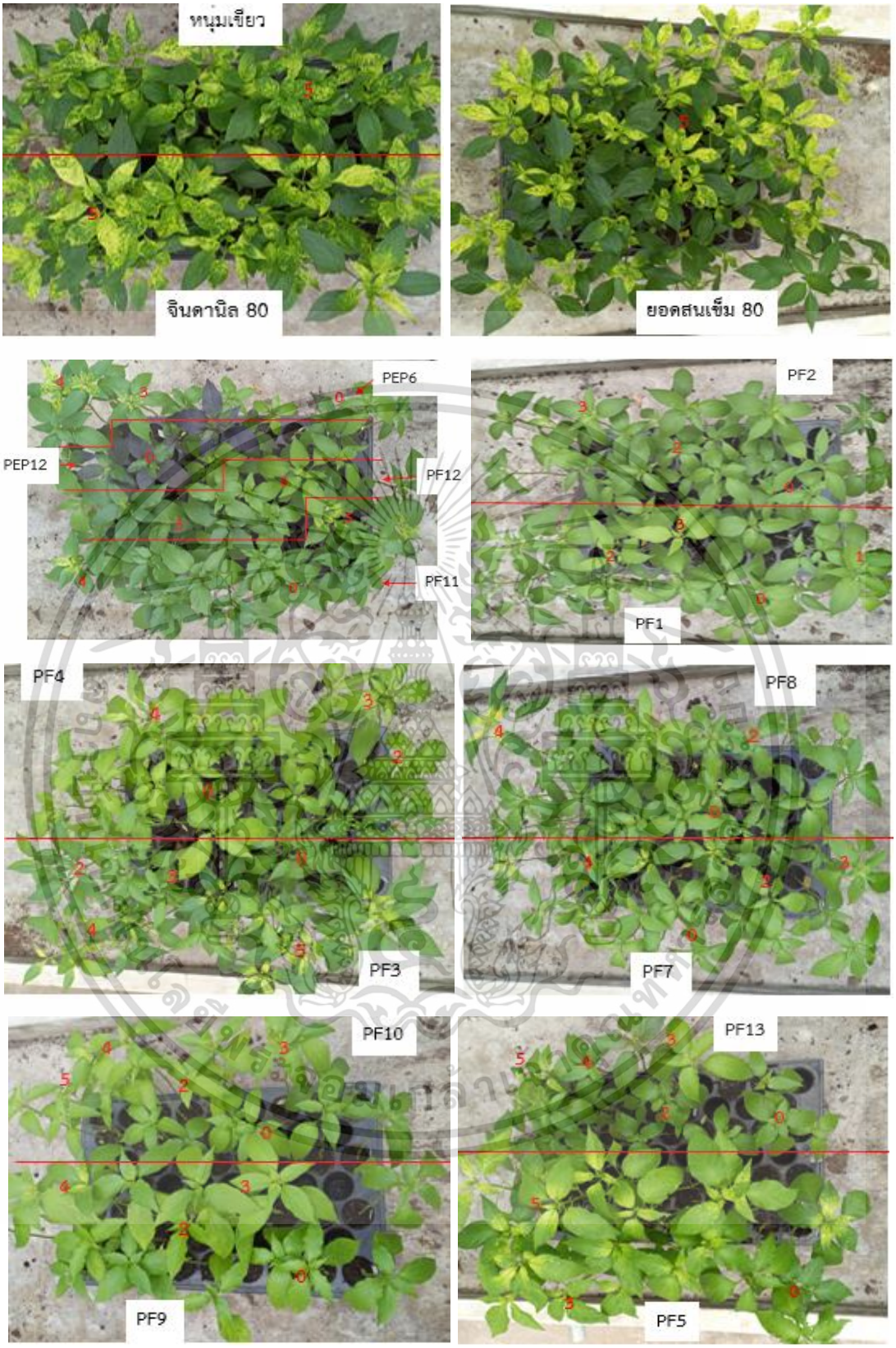
หมายเหตุ; - = ไม่มีข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองหลังจากถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มประชากรจินดานิล 80/PEP6, หนุ่มเขียว/PEP6, ยอดสนเข็ม 80/PEP6 และ PEP6/PEP12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การแสดงออกต่อการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) หลังการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 การแสดงออกต่อการเกิดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของพริกพันธุ์การค้าและอ่อนแอเปรียบเทียบหลังการถ่ายทอดเชื้อ PepYLCTHV ด้วยแมลงหวี่ขาว 4 สัปดาห์

4.2.2 การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูกของพริกชั่วรุ่นที่ 5 (F_5) ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

จากการประเมินองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคของพริกพันธุ์พ่อแม่ 5 พันธุ์ ประชากรชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์ พันธุ์การค้า 2 พันธุ์ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ 1 พันธุ์ พบว่าค่าความแปรปรวนในองค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในสภาพแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกลักษณะ (ตารางที่ 4.12) มีรายละเอียด ดังนี้

1) องค์ประกอบผลผลิต

1.1) ความสูงต้น พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีความสูงต้นอยู่ระหว่าง 53.75-92.08 ซม. ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 สายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีความสูงต้นเท่ากับ 54.10 ซม. 67.67 ซม. และ 55.87 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 สายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีความสูงต้นเท่ากับ 71.33 ซม. และ 70.23 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 สายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีความสูงต้นเท่ากับ 73.33 ซม. 78.75 ซม. และ 81.92 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 สายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีความสูงต้นเท่ากับ 55.83 ซม. 54.67 ซม. 65.67 ซม. และ 62.33 ซม. ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท อัมพวาโกลด์ มีความสูงต้นเท่ากับ 62.22 ซม. และ 72.78 ซม. ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีความสูงต้นเท่ากับ 68.33 ซม. และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่ามีความสูงต้นใกล้เคียงพันธุ์การค้า แต่ PF8 และ PF9 มีความสูงที่มากกว่าพันธ์การค้า และเป็นความสูงต้นที่ดีทางการเกษตร คือ มีความสูงอยู่ระหว่าง 80-120 ซม. (ตารางที่ 4.13) (รูปที่ 4.7) (รูปที่ 4.8)

1.2) ผลผลิตต่อต้น พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 9.89-52.00 กรัม/ต้น ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF3 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 91.79 กรัม/ต้น 134.71 กรัม/ต้น และ 147.99 กรัม/ต้น ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF4 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 166.73 กรัม/ต้น และ 97.54 กรัม/ต้น ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80/PEP6 พบว่า PF8 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 66 กรัม/ต้น 88.93 กรัม/ต้น และ 57.14 กรัม/ต้น ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF10 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 73.33 กรัม/ต้น 61.13 กรัม/ต้น 43.67 กรัม/ต้น และ 37.53 กรัม/ต้น ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท อัมพวาโกลด์ มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 156.33 กรัม/ต้น และ 175 กรัม/ต้น ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 92.50 กรัม/ต้น และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่ามีสายพันธุ์ PF3 และ PF4 มีผลผลิตต่อต้นใกล้เคียงพันธุ์การค้ามากที่สุด และ PF4 มีผลผลิตมากกว่าพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท แต่น้อยกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์แต่เมื่อพิจารณาแล้วก็ยังมีโอกาศที่จะให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์ (ตารางที่ 4.13)

1.3) จำนวนผลต่อต้น พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีจำนวนผลอยู่ระหว่าง 4.97-37.83 ผล ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF3 มีจำนวนผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีจำนวนผลเท่ากับ 51.4 62.01 และ71.66 ผล ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF4 มีจำนวนผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีจำนวนผลเท่ากับ 41.87 และ 36.68 ผล ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 พบว่า PF8 มีจำนวนผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีจำนวนผลเท่ากับ 34.22 ผล 44.13 ผล และ 26.69 ผล ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF10 มีจำนวนผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีจำนวนผลเท่ากับ 45.47 ผล 42.53 ผล 27.40 ผล และ 28.13 ผล ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีจำนวนผลเท่ากับ 64.44 ผล และ 39.33 ผล ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีจำนวนผลเท่ากับ 49.83 ผล และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่า PF1 PF2 PF4 PF8 PF10 และ PF11 มีจำนวนผลมากกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์ แต่น้อยกว่าพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท และพบว่า PF3 มีจำนวนผลมากกว่าพันธุ์การค้าทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 4.13)

1.4) น้ำหนักต่อผล พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีน้ำหนักต่อผลอยู่ระหว่าง 0.78-2.58 กรัม/ผล ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF2 มีน้ำหนักผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 1.95 กรัม/ผล 2.21 กรัม/ผล และ 2.09 กรัม/ผล ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF4 มีน้ำหนักผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 4.05 กรัม/ผล และ 2.96 กรัม/ผล ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 พบว่า PF8 มีน้ำหนักผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 1.91 กรัม/ผล 2.65 กรัม/ผล และ 2.17 กรัม/ผล ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF12 มีน้ำหนักผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 1.64 กรัม/ผล 1.43 กรัม/ผล 1.69 กรัม/ผล และ 1.34 กรัม/ผล ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 2.43 กรัม/ผล และ 4.43 กรัม/ผล ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 1.86 กรัม/ผล และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 5 ทั้งหมด พบว่า PF5 และ PF8 มีน้ำหนักต่อผลมากกว่าพันธุ์ซุปเปอร์ฮอท แต่น้อยกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์ (ตารางที่ 4.13)

1.5) ความกว้างผล พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีความกว้างอยู่ระหว่าง 0.67-1.25 ซม. ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF3 มีความกว้างผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีความกว้างเท่ากับ 0.90 ซม. 0.98 ซม. และ 1.18 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF5 มีความกว้างผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีความกว้างเท่ากับ 1.21 ซม. และ 1.25 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 พบว่า PF9 มีความกว้างผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีความกว้างเท่ากับ 0.82 ซม. 0.77 ซม. และ 0.87 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF10 มีความกว้างผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีความกว้างเท่ากับ 1.17 ซม. 0.84 ซม. 0.94 ซม. และ 0.85 ซม. ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีความกว้างเท่ากับ 0.98 ซม. และ 1.17 ซม. ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีความกว้างเท่ากับ 0.99 ซม. และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่าสายพันธุ์ PF2 ที่มีความกว้างผลมากกว่าพันธุ์ซุปเปอร์ฮอทแต่น้อยกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์ และพบว่าสายพันธุ์ PF3 PF4 PF5 และ PF10 มีความกว้างมากกว่าพันธุ์การค้าทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 4.13)

1.6) ความยาวผล พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีความยาวผลอยู่ระหว่าง 2.77-9.70 ซม. ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF3 มีความยาวผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีความยาวผลเท่ากับ 4.97 ซม. 5.11 ซม. และ 5.61 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF4 มีความยาวผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีความยาวผลเท่ากับ 6.76 ซม. และ 6.28 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 พบว่า PF9 มีความยาวผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีความยาวผลเท่ากับ 5.31 ซม. 5.52 ซม. และ 6.12 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF13 มีความยาวผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีความยาวผลเท่ากับ 3.52 ซม. 3.66 ซม. 3.76 ซม. และ 3.90 ซม. ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีความยาวผลเท่ากับ 6.57 ซม. และ 8.55 ซม. ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีความยาวผลเท่ากับ 4.69 ซม. และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่าสายพันธุ์ PF4 มีความยาวผลมากกว่าพันธุ์ซุปเปอร์ฮอทแต่น้อยกว่าพันธุ์อัมพวาโกลด์ (ตารางที่ 4.13)

1.7) ความยาวขั้วผล พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีความยาวขั้วอยู่ระหว่าง 1.88-4.44 ซม. ประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 พบว่า PF3 มีความยาวขั้วผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีความยาวขั้วเท่ากับ 2.42 ซม. 2.61 ซม. และ 3.06 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 พบว่า PF4 มีความยาวขั้วผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีความยาวขั้วเท่ากับ 3.58 ซม. และ 2.53 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 พบว่า PF8 มีความยาวขั้วผลมากที่สุด ซึ่งในสายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีความยาวขั้วเท่ากับ 3.66 ซม. 3.97 ซม. และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.87 ซม. ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 พบว่า PF12 มีความยาวขั้วผลมากที่สุด ซึ่งในพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีความยาวขั้วเท่ากับ 2.12 ซม. 1.96 ซม. 2.88 ซม. และ 2.52 ซม. ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีความยาวขั้วเท่ากับ 4.11 ซม. และ 5.30 ซม. ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีความยาวขั้วเท่ากับ 4.21 ซม. และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่าสายพันธุ์ PF8 และ PF9 มีความยาวขั้วใกล้เคียงพันธุ์การค้ามากที่สุด (ตารางที่ 4.13)

2) การเกิดโรคในสภาพแปลงปลูก

2.1) โรคที่เกิดจากไวรัส พบว่าในพันธุ์แม่ที่มีความอ่อนแอต่อการเกิดโรคไวรัส มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงระหว่าง 83.33-100% ในพันธุ์พ่อ PEP6 เกิดโรค 61.11% PEP12 ไม่เกิดโรค ในประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 สายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีการเกิดโรคเท่ากับ 91.67% 56.67% และ 60% ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 สายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีการเกิดโรคเท่ากับ 73.33% และ 69.67% ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 สายพันธุ์ PF7 PF8 และ PF9 มีการเกิดโรคเท่ากับ 85.19% 77.78% และ 89.68% ตามลำดับ ประชากรพริก PEP6/PEP12 สายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 มีการเกิดโรคเท่ากับ 42.86% 85% 39.05% และ 53.24% ตามลำดับ ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพวาโกลด์ มีการเกิดโรคเท่ากับ 85.55% และ 71.07% ตามลำดับ และพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบ คือ หอมสุพรรณ มีการเกิดโรคเท่ากับ 96.45% และเมื่อพิจารณาประชากรชั่วรุ่นที่ 5 ทั้งหมด พบว่า PF12 มีการเกิดโรคน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.13) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีการรวมยีนต้านทานของพริก 2 พันธุ์เข้าด้วยกัน จำอาจทำหารมีการเกิดโรคน้อยที่สุด ซึ่งการเกิดโรคไวรัสในสภาพแปลงปลูกจะมีความรุนแรกมากเนื่องจากในพื้นที่ที่ทำการทดสอบมีฝนตกชุกและเป็นพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดอยู่แล้ว

2.2) การเกิดโรคแอนแทรคโนส พบว่าพันธุ์แม่ จินดานิล 80 ไม่เกิดโรค แต่พันธุ์ยอดสนเข็ม 80 และ หนุ่มเขียว มีการเกิดโรคเท่ากับ 16.67% และ 33.33% ตามลำดับ พันธุ์พ่อทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีการเกิดโรค ในประชากรพริกจินดานิล 80/PEP6 สายพันธุ์ PF1 PF2 และ PF3 มีการเกิดโรคเท่ากับ 18.24% 6.67% และ 0% ตามลำดับ ประชากรพริกหนุ่มเขียว /PEP6 สายพันธุ์ PF4 และ PF5 มีการเกิดโรคเท่ากับ 10.00% และ 6.67% ตามลำดับ ประชากรพริกยอดสนเข็ม 80/PEP6 สายพันธุ์ PF7 และ PF8 ไม่เกิดโรค และ PF9 มีการเกิดโรคเท่ากับ 4.76% ประชากรพริก PEP6/PEP12 สายพันธุ์ PF10 PF11 PF12 และ PF13 ไม่มีการเกิดโรค ในพันธุ์การค้า คือ ซุปเปอร์ฮอท และอัมพ-วาโกลด์ มีการเกิดโรคเท่ากับ 11.11% และ 2.47% (ตารางที่ 4.13) ซึ่งการเกิดโรคไวรัสในสภาพแปลงปลูกจะมีความรุนแรกมากเนื่องจากในพื้นที่ที่ทำการทดสอบมีฝนตกชุกและเป็นพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดอยู่แล้ว

จากงานทดลองพบว่าสายพันธุ์ที่แสดงความต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในชั่วรุ่นที่ 5 คือ PF2 PF8 และ PF11 และสายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยทางลักษณะทางการเกษตรที่ดี คือ PF3 และ PF4 ซึ่ง PF4 มาจากพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่น ๆ จึงทำให้มีปริมาณน้ำหนักที่ค่อนข้างสูง (รูปที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(รูปที่ 4.9) แล้วนำพริกชั่วรุ่นที่ 1 จินดานิล 80 x PEP6 ไปทำการเพราะเลี้ยงอับเรณูในงานทดลองที่ 3 ซึ่งเป็นคู่ผสมที่มีความต้านทานต่อโรค และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีเหมาะแก่การบริโภคผลสดและผลผลิตสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Mean square) ของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และการเกิดโรคในแปลงของพริกพันธุ์พ่อแม่ 4 พันธุ์ การค้า 2 พันธุ์ อ่อนแอเปรียบเทียบ 1 พันธุ์ และพริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 สายพันธุ์

Source of variation	df	Mean square								
		สูงต้น	ผลผลิตต่อต้น	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล	ยาวผล	กว้างผล	ยาวขั้ว	ไวรัส	แอนแทรคโนส
Replication	2	469.41	1124.73	57.19	0.33	0.01	0.75	0.11	1313.60	86.96
พันธุ์พริก	19	321.59**	8018.50**	920.25**	3.43**	0.09**	9.32**	2.63**	1916.16**	226.71**
error	38	50.72	534.01	135.86	0.22	0.03	0.42	0.10	238.48	76.09
รวม	59									

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบผลผลิตและการเกิดโรคในแปลงของพริกพันธุ์พ่อแม่ 4 พันธุ์ การค้า 2 พันธุ์ อ่อนแอเปรียบเทียบ 1 พันธุ์ และพริกชั่วรุ่นที่ 5 จำนวน 12 พันธุ์

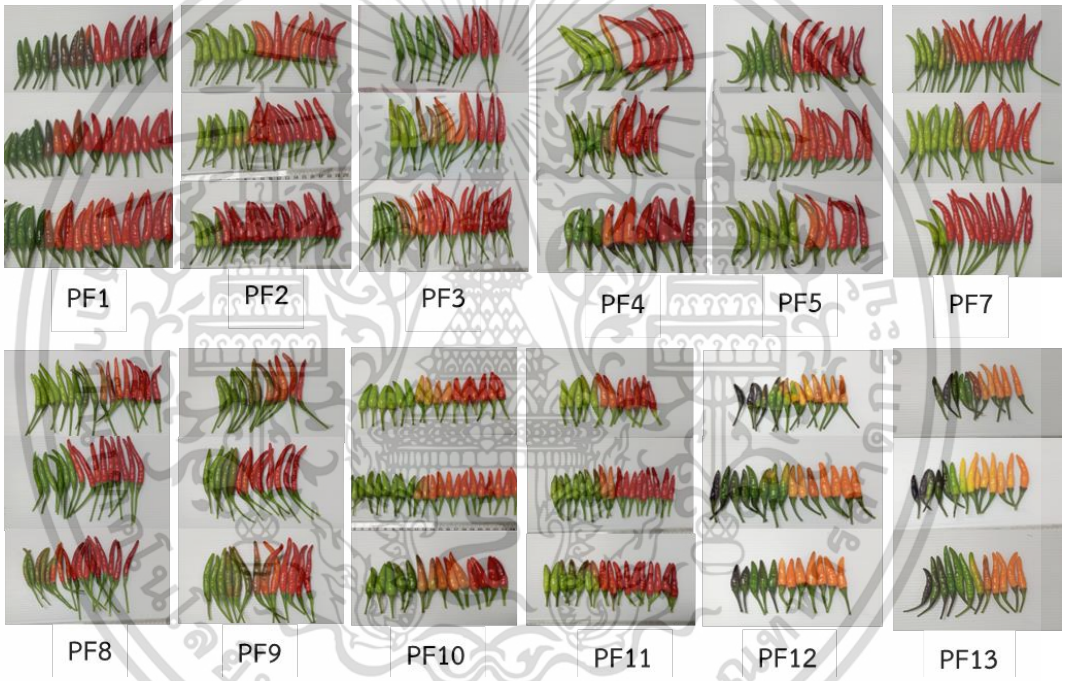
พันธุ์	สูงต้น (ซม.)	ผลผลิตต่อต้น (กรัม)	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล (กรัม)	กว้างผล (ซม.)	ยาวผล (ซม.)	ยาวขั้ว (ซม.)	% การเกิดโรคในแปลง	
								ไวรัส	แอนแทรคโนส
จินดานิล 80	73.47b-e	12.31i	4.97g	2.58bcd	0.98b-e	6.12c-f	3.78cd	100a	0.00d
หนุ่มเขียว	53.75i	52.00fgh	11.42fg	4.610a	1.25ab	9.70a	3.90cd	100a	33.33a
ยอดสนเข็ม 80	92.08a	19.33hi	37.83de	0.78i	0.67f	6.19cde	4.44b	83.33a-e	16.67bc
PEP6	75.83bcd	36.11ghi	27.39ef	1.423ghi	0.95cde	3.02ij	2.70fg	61.11d-g	0.00d
PEP12	58.89f-i	9.89i	11.44fg	0.86i	0.83ef	2.77j	1.88j	0.00h	0.00d
PF1	54.10hi	91.79de	51.4bcd	1.95d-h	0.90def	4.97g	2.42ghi	91.67abc	18.24b
PF2	67.67c-f	134.71bc	62.01abc	2.21b-f	0.98a-e	5.11fg	2.61fgh	56.67fg	6.67bcd
PF3	55.87ghi	147.99ab	71.66a	2.09c-h	1.18abc	5.61d-g	3.06ef	60efg	0.00d
PF4	71.33b-e	166.73ab	41.87de	4.05a	1.21abc	6.76c	3.58de	73.33b-f	10.00bcd
PF5	70.23b-f	97.54cd	36.68de	2.96b	1.25a	6.28cde	2.53fgh	96.67ab	6.67bcd
PF7	73.33b-e	66.00d-g	34.22de	1.91c-h	0.82ef	5.31efg	3.66d	85.19a-e	0.00d
PF8	78.75bc	88.93def	44.13cde	2.65bc	0.77ef	5.52d-g	3.97bcd	77.78a-f	0.00d
PF9	81.92ab	57.14e-h	26.69ef	2.17c-g	0.87ef	6.12c-f	3.87cd	89.68abc	4.76bcd
PF10	55.83ghi	73.33d-g	45.47b-e	1.64fgh	1.17a-d	3.52ij	2.12hij	42.86g	0.00d
PF11	54.67hi	61.13d-g	42.53de	1.43f-i	0.84ef	3.66hij	1.96ij	85.00a-e	0.00d
PF12	65.67d-h	43.67ghi	27.40ef	1.69e-h	0.94c-f	3.76hij	2.88fg	39.05g	0.00d
PF13	62.33e-i	37.53ghi	28.13ef	1.34hi	0.85ef	3.90hi	2.52gh	53.24fg	0.00d
ซุปเปอร์ฮอท	67.22c-g	156.33ab	64.44ab	2.43b-e	0.98b-e	6.57cd	4.11bcd	85.55a-d	11.11bcd
อัมพวาโกลด์	72.78b-e	175.00a	39.33de	4.43a	1.17a-d	8.55b	5.30a	71.07c-f	2.47cd
หอมสุพรรณ	68.33c-f	92.50de	49.83bcd	1.86d-h	0.99a-e	4.69gh	4.21bc	96.45abc	2.70cd
C.V. (%)	10.52	28.53	30.72	20.77	17.06	11.93	9.82	31.23	154.90
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ; ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

รูปที่ 4.7 ลักษณะต้นพริกประชากรชั่วรุ่นที่ 5 อายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ลักษณะต้นพริกพันธุ์การค้าและพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบอายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566



รูปที่ 4.9 ลักษณะผลพริกประชากรชั่วรุ่นที่ 5 อายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566

รูปที่ 4.10 ลักษณะต้นพริกพันธุ์การค้าและพันธุ์อ่อนแอเปรียบเทียบอายุ 120 วันที่ปลูกทดสอบในสภาพแปลงปลูก ณ ฟาร์มกล้าเกษตร 47 อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 งานทดลองที่ 3 ศึกษาการเพาะเลี้ยงอับเรณูในพริกที่มียีนต้านทานไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1

4.3.1 ศึกษาลักษณะดอกและการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์

จากการศึกษาลักษณะดอกและการพัฒนาของไมโครสปอร์ของพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ เป็นระยะเวลา 10 วันหลังออกดอก พบว่าความยาวของดอกพริกทั้งหมดตั้งแต่ 1-10 วันหลังออกดอก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น 3 วันหลังออกดอก (ตารางที่ 4.14) และความยาวของอับเรณูพริกทั้งหมดตั้งแต่ 1-10 วันหลังออกดอก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4.15) ยกเว้น 9 วันหลังออกดอก การพัฒนาของขนาดดอกและอับเรณูที่มีไมโครสปอร์เป็นระยะ vacuolated หรือ uninucleate (รูปที่ 3.7, 4C) ซึ่งเป็นระยะไมโครสปอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปเพาะเลี้ยงอับเรณู (Irikova *et al*., 2011; Kim *et al*., 2008) ซึ่งทุกพันธุ์นั้นแตกต่างกัน โดยช่วงความยาวที่เหมาะสมของแต่ละสายพันธุ์ คือ C1; 3-5 วันหลังออกดอก ขนาดดอก 3.4-3.7 มม. และขนาดอับเรณู 2.2-2.9 มม. C2; 4 วันหลังออกดอก ขนาดดอก 2.9-3.1 มม. ขนาดอับเรณู 2-2.1 มม. C3; 3-5 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 3.3-3.7 มม. และความยาวอับเรณู 2.3-2.8 มม. C4; 4 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 2.8 มม. ความยาวอับเรณู 2.1 มม. C5; 3-4 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 2.7 มม. และความยาวอับเรณู 1.6-1.7 มม. C6; 3-4 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 3.4-3.8 มม. และความยาวอับเรณู 1.6-1.9 มม. L1; 4-5 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 3.3-3.8 มม. และความยาวอับเรณู 2.4-2.8 มม. และ L2; 4-5 วันหลังออกดอก ความยาวดอก 3.2-3.4 มม. และความยาวอับเรณู 2.3-2.4 มม. (ตารางที่ 4.14) (ตารางที่ 4.15) (รูปที่ 4.14) จากการสังเกตระบุได้ว่า ความยาวของดอกและอับเรณูไม่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการพัฒนาของไมโครสปอร์ (Seguí-Simarro and Nuez, 2005) และความยาวของดอกและอับเรณูนั้นขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพริกซึ่งทำให้เกณฑ์ทางสัณฐานวิทยามีความน่าเชื่อถือน้อยลง (Parra-Vega *et al*., 2013) นอกจากนี้ การพัฒนาของดอกและอับเรณูเป็นแบบคู่ขนาน ยกเว้น C1 C6 และ L1 ที่ขนาดอับเรณูเล็กกว่าดอกและพัฒนาไม่คู่ขนานไปกับขนาดดอก (รูปที่ 4.11)

การพัฒนาของลักษณะดอกและอับเรณูพบว่าแอนโทไซยานินของกลีบดอกและอับเรณูไม่มีความสัมพันธ์กันโดยกลีบดอกแสดงสีแอนโทไซยานินในพริก 3 คู่ผสม คือ C2 C5 และ L2 (รูปที่ 4.12) ขึ้นอยู่กับพันธุ์พ่อแม่ (Parra-Vega *et al*., 2013) ในการศึกษานี้แอนโทไซยานินได้รับมาจากพันธุ์ PEP12 (สีม่วงและต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง) อับเรณูมีสีม่วงในทุกคู่ผสมแต่แสดงออกในวันที่ต่างกันหลังออกดอก พันธุ์ C1 และ C5 พัฒนาเร็วที่สุด โดยพบว่า C1 เริ่มแสดงสีม่วง 4 วันหลังออกดอก C2, C6, L1 และ L2 เริ่มแสดงสีม่วง 6 วันหลังออกดอก C3 เริ่มแสดงสีม่วง 7 วันหลังออกดอก C4 เริ่มแสดงสีม่วง 8 วันหลังออกดอก และ C5 เริ่มแสดงสีม่วง 5 วันหลังออกดอก (รูปที่ 4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ความยาวของดอกพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ ในช่วง 10 วันหลังออกดอก

ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1	วันหลังการออกดอก (มม.)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C1	2.77b	3.03bc	3.40ab	3.90a	3.73b	4.90ab	5.50a	4.10cd	5.77ab	6.40c
C2	2.80b	2.90bc	2.93bcd	3.13cde	3.03d	3.53c	4.30c	3.70d	5.30b	6.23c
C3	3.33a	3.43a	3.30abc	3.43bc	3.70b	3.57c	3.60d	4.20cd	5.53b	6.53c
C4	2.63b	2.53d	3.13abcd	2.83de	2.93d	2.83d	3.33de	3.77d	5.00b	6.17c
C5	2.43b	2.73cd	2.73d	2.73e	3.20cd	3.47c	3.03e	3.93d	5.10b	5.13d
C6	2.48b	2.92bc	3.45a	3.78ab	4.24a	5.11a	4.82bc	5.33a	6.51a	7.22ab
L1	2.77b	2.90bc	3.07abcd	3.83ab	3.30cd	4.30b	4.33c	4.90ab	5.07b	7.60a
L2	2.67b	3.07b	2.90cd	3.20cd	3.43bc	4.50ab	5.17ab	4.57bc	5.17b	6.73bc
CV. (%)	7.77	6.03	8.7	7.72	6.62	9.03	7.32	7.36	8.57	5.56
F-test	**	**	ns	**	**	**	**	**	*	**

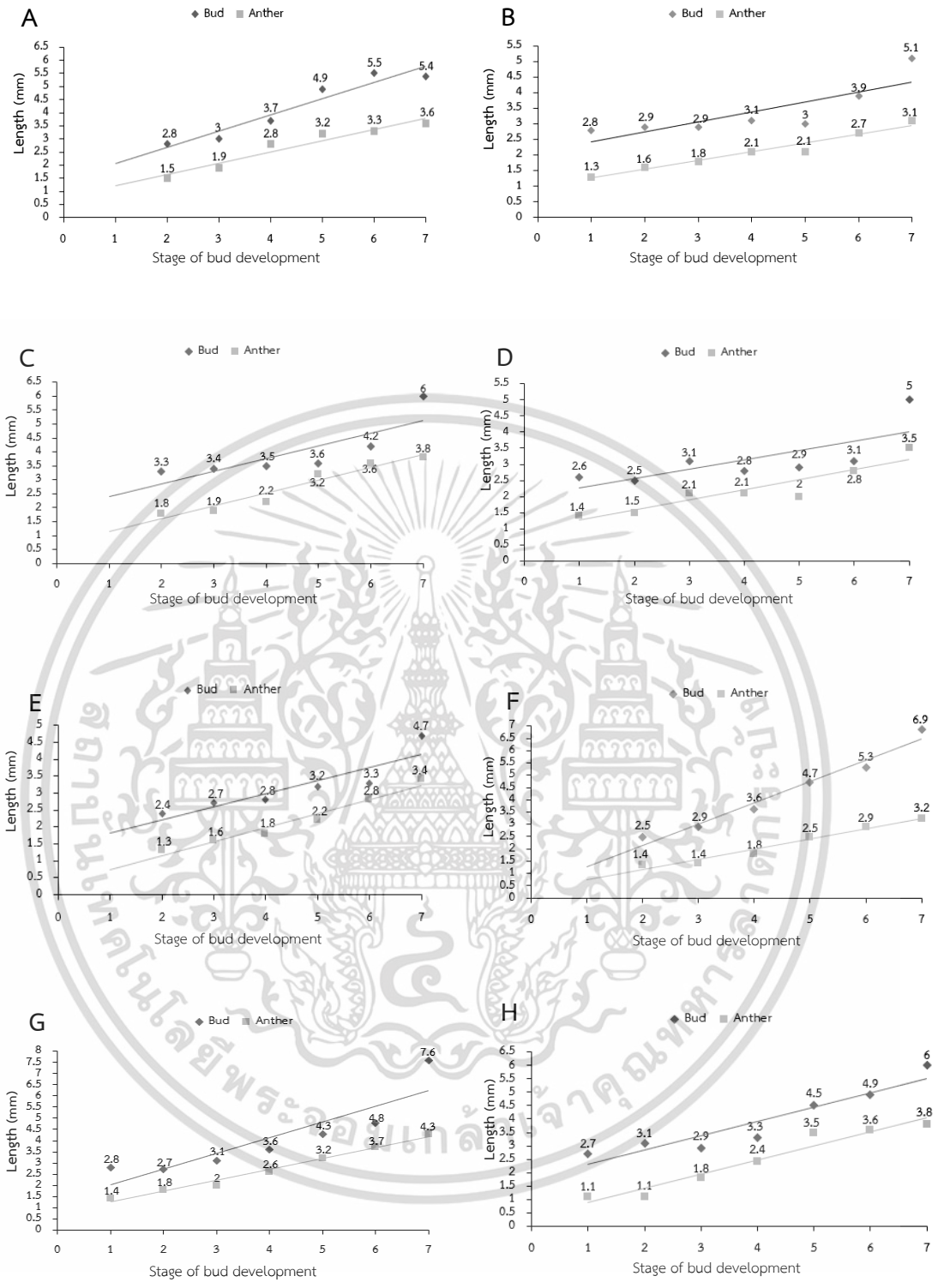
หมายเหตุ; ns = non-significant difference, * = significant difference ที่ $P \leq 0.05$ และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

ตารางที่ 4.15 ความยาวของอับเรณูพริกลูกผสม 8 สายพันธุ์ ในช่วง 10 วันหลังออกดอก

ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1	วันหลังการออกดอก (มม.)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C1	1.50b	1.87ab	2.27ab	2.97a	2.90a	3.20ab	3.30b	3.40ab	3.83a	3.83bc
C2	1.27bc	1.57bc	1.80de	2.07bc	2.10c	2.43d	2.97c	2.70c	3.53ab	3.23e
C3	1.83a	1.93a	2.30a	1.53e	2.83ab	2.97bc	3.33b	3.63ab	3.77a	3.80cd
C4	1.40b	1.53bc	2.13abc	2.10bc	2.03c	2.93bc	2.60de	3.30b	3.67ab	3.63d
C5	1.30bc	1.67abc	1.87cde	1.67de	2.20c	2.70cd	2.77cd	3.47ab	3.63ab	3.23e
C6	1.35bc	1.41cd	1.68e	1.89cd	2.41bc	2.49d	2.49e	2.89c	3.26b	3.21e
L1	1.40b	1.83ab	2.00bcd	2.83a	2.40bc	3.20ab	3.63a	3.73a	3.67ab	4.27a
L2	1.07c	1.13d	1.83de	2.37b	2.33c	3.47a	3.63a	3.57ab	3.60ab	4.00b
CV. (%)	11.72	12.6	8.4	8.66	10.59	8.06	3.83	6.93	6.58	3.1
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**

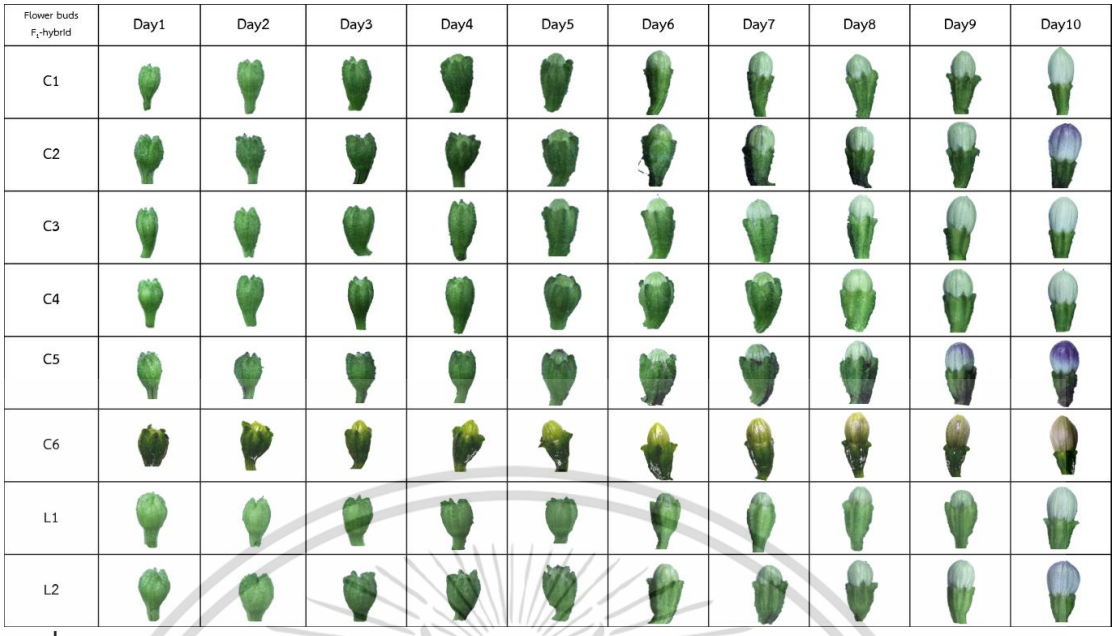
หมายเหตุ; ns = non-significant difference และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

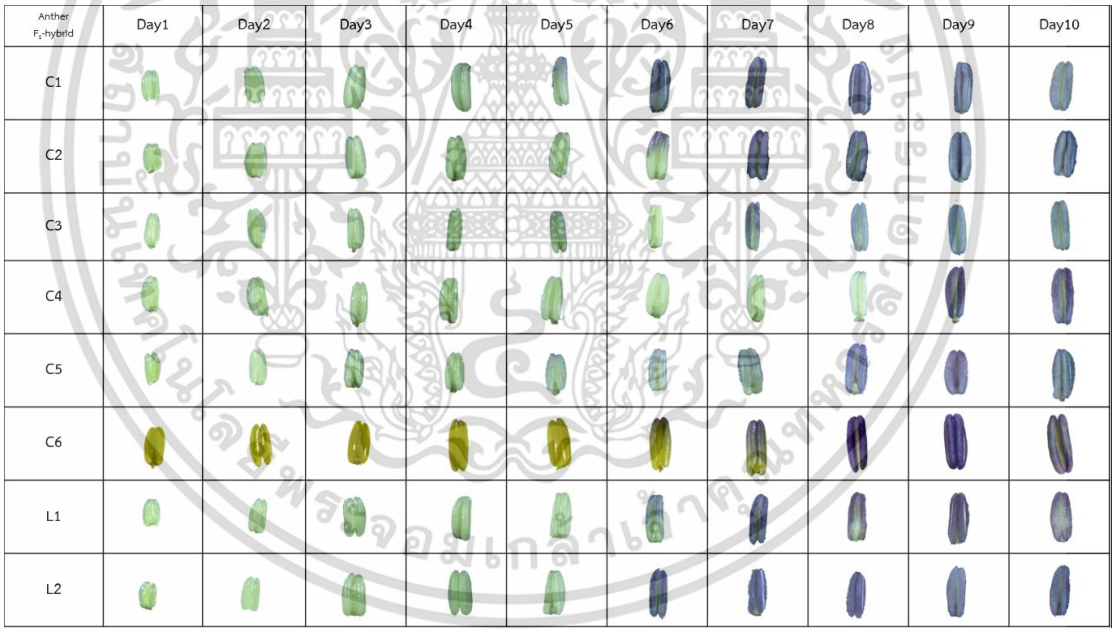


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอับเรณูและขนาดดอกกับระยะการพัฒนาไมโครสปอร์ในพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 กลุ่มพริกขี้หนูผลใหญ่; A = C1, B = C2, C = C3, D = C4, E = C5 และ F = C6 กลุ่ม longcayen; G = L1 และ H = L2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

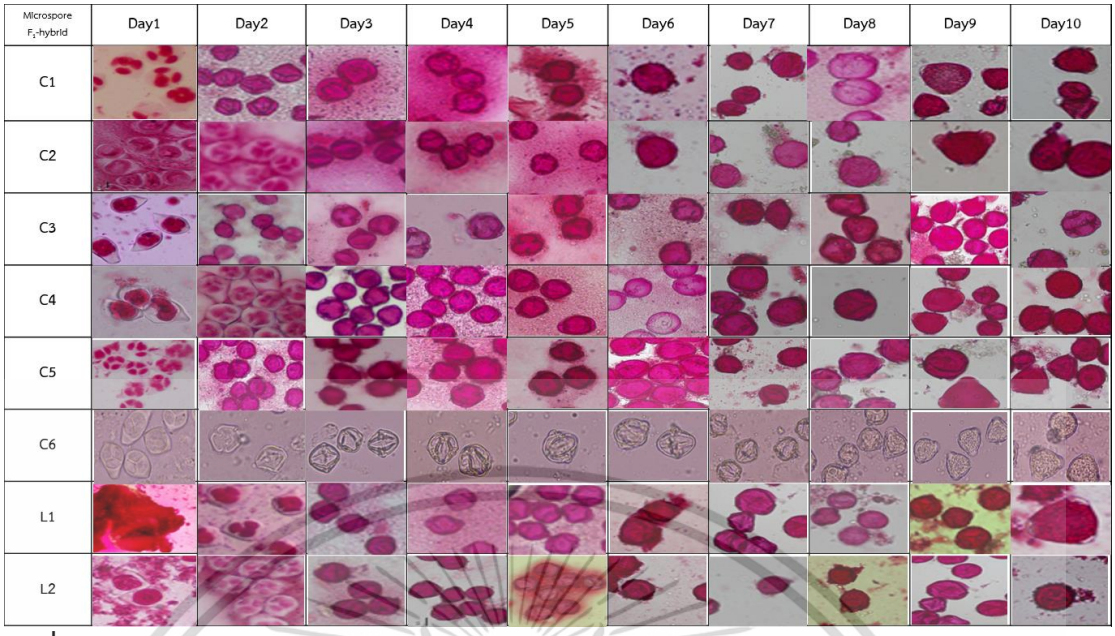


รูปที่ 4.12 ลักษณะการพัฒนาดอกของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 4.13 ลักษณะการพัฒนาอับเรณูของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ลักษณะการพัฒนาไมโครสปอร์ของพริกลูกผสม 8 คู่ผสม ในช่วง 10 วันหลังออกดอก ณ แปลงปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.3.2 การศึกษาอาหารเพาะเลี้ยงต่อการพัฒนาชิ้นส่วนอับเรณูของพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1

จากการศึกษาการตอบสนองของอับเรณูพริกลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 (จินดานิล 80 x PEP6) ต่ออาหาร 9 สูตรที่แตกต่างกัน พบว่าหลังจากเพาะเลี้ยงอับเรณูในสัปดาห์ที่ 1 การตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหาร T9 มีการพัฒนาของอับเรณูมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 28.01% รองลงมา คือ T3 T6 T2 T8 T5 T7 T1 และ T4 มีค่าเท่ากับ 26.30% 23.81% 22.22% 20.24% 19.81% 14.71% 12.91% และ 10.46% ตามลำดับ ยังไม่มีการพัฒนาเป็นแคลลัส ในสัปดาห์ที่ 2 การตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาหาร T9 มีการพัฒนาของอับเรณูมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 53.22% และการพัฒนาไปเป็นแคลลัสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยอาหารที่ทำให้เกิดการพัฒนาไปเป็นแคลลัสก่อน คือ T2 และ T7 มีค่าเท่ากับ 2.07% และ 0.24% ในสัปดาห์ที่ 3 การตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาหาร T9 มีการพัฒนาของอับเรณูมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 34.73% และการพัฒนาไปเป็นแคลลัสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยอาหาร T9 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 1.12% แต่อาหาร T1 T2 และ T3 ยังไม่มีการพัฒนาของแคลลัส ในสัปดาห์ที่ 4 การตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาหาร T5 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 21.21% แต่การพัฒนาไปเป็นแคลลัสมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยอาหาร T9 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 8.40% รองลงมา คือ T6 T8 T4 และ T5 มีค่าเท่ากับ 3.76% 1.98% 1.64% และ 0.93% ตามลำดับ ส่วน T1 T2 T3 และ T7 ยังไม่มีการพัฒนาเป็นแคลลัส ในสัปดาห์ที่ 5 การตอบสนองต่ออาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาหาร T5 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 13.99% แต่การพัฒนาไปเป็นแคลลัสมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยอาหาร T9 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 12.33% รองลงมา คือ T6 T5 T8 T4 และ T7 มีค่าเท่ากับ 4.76% 3.27% 3.21% 0.66% และ 0.24% ตามลำดับ ส่วน T1 T2 และ T3 ยังไม่มีการพัฒนาเป็นแคลลัส และในสัปดาห์ที่ 6 การตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงในการพัฒนาของอับเรณูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อาหาร T5 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 9.09% แต่การพัฒนาไปเป็นแคลลัสมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยอาหาร T9 มีการพัฒนามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 12.04% รองลงมา คือ T8 T6 T5 T4 T2 และ T7 มีค่าเท่ากับ 6.17% 6.02% 3.97% 1.84% 0.26% และ 0.24% ตามลำดับ ส่วน T1 และ T3 ยังไม่มีการพัฒนาเป็นแคลลัส และจากการตอบสนองของอับเรณูในแต่ละสัปดาห์จะเห็นได้ว่าการพัฒนาของอับเรณูจะเพิ่มขึ้นแค่ สัปดาห์ที่ 1 และ 2 หลังจากนั้นการพัฒนาของอับเรณูจะลดลงเรื่อย ๆ ส่วนการพัฒนาไปเป็นแคลลัสจะมีทั้งอาหารที่มีแคลลัสเพิ่มและลดลง แต่เมื่อเพาะเลี้ยงไปหลายสัปดาห์พบว่าชิ้นส่วนจะกลายเป็นสีดำและไม่เกิดการพัฒนาใด ๆ (ตารางที่ 4.16) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตแบบเดี่ยว ๆ หรือใช้ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่น เช่น thidiazuron (TDZ, DROPP) kinetin หรือ 2.4-D IAA จะกระตุ้นการเกิดแคลลัส (Koleva-Gudeva, 2003) มีการดำเนินการตรวจสอบหลายครั้งเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงอับเรณูให้ประสบความสำเร็จ แต่ปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงอับเรณูให้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ (Popova *et al*., 2016; Parra-Vega *et al*., 2013; Irikova *et al*., 2011; Taskin *et al*., 2011) ระยะการพัฒนาของไมโครสปอร์ (Parra-Vega *et al*., 2013), อาหารเลี้ยงเชื้อ (Irikova *et al*., 2011; Nowaczyk *et al*., 2016 ; Ata *et al*., 2019; Grozeva and Nankar, 2020) สภาพการเจริญเติบโตและอายุ (Irikova *et al*., 2011; Parra-Vega *et al*., 2013; Popova *et al*., 2016; Grozeva and Nankar, 2020) Koleva-Gudeva *et al*. (2013) รายงานว่าจีโนไทป์ของพริกหวานจะมีการสร้างเอ็มบริโอสูงกว่าจีโนไทป์ของพริกเผ็ด และยังสันนิษฐานว่าแคปไซซินมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเอ็มบริโอในพริก และ Pelliccione (2013) ยังสรุปว่าจีโนไทป์ของพริกเผ็ดมีการตอบสนองน้อยกว่าจีโนไทป์ของพริกหวาน ยิ่งไปกว่านั้น พบว่าอับเรณูของจีโนไทป์พริกเผ็ดได้รับปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างมากในระหว่างการเพาะเลี้ยง ซึ่งอาจทำให้เกิดเอ็มบริโอต่ำ และยังขึ้นอยู่กับปริมาณแคปไซซินในผลพริก (Koleva-Gudeva *et al*., 2013) ซึ่งพริกที่นำมาทำการทดลองก็เป็นพริกเผ็ด จากรายงานของ Koleva-Gudeva (2003) พบว่าการใช้อาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็น kinetin และ 2-4,D ไม่ทำให้เกิดเอ็มบริโอ แต่ทำให้เกิดแคลลัสเท่านั้น หรือหากเกิดเอ็มบริโอก็จะเกิดในปริมาณที่น้อยมาก Shrestha *et al*. (2011) รายงานว่าได้ต้นพืชเพียง 109 ต้น จากอับเรณูที่เพาะเลี้ยง 6,100 ชิ้น โดยมีความถี่การเกิดเอ็มบริโอที่ 1.78% แม้ว่าจะได้เอ็มบริโอจำนวนมาก แต่เปอร์เซ็นต์ของเอ็มบริโอที่พัฒนาแล้วกลายเป็นต้นยังต่ำ นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการเพาะเลี้ยงอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อการสร้างเอ็มบริโอ จากข้อมูลของ Irikova *et al*. (2011) การเพาะเลี้ยงอับเรณูบนอาหารเลี้ยงเชื้อในระยะยาวนั้นเผยให้เห็นความสามารถในการสร้างเอ็มบริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงในจีโนไทป์ที่ทดสอบ แต่การพัฒนาต่อไปของเอ็มบริโอไปสู่ต้นอ่อนนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอารหารเพาะเลี้ยง Gemesne *et al*. (1998) รายงานผลเชิงบวกของการใช้ความเข้มข้นของไคเนตินที่สูงขึ้นต่ออาหารชักนำต้น Parra-Vega *et al*. (2013) พบว่าการลดเวลาการพักตัวในความมืดจะช่วยลดการเกิดแคลลัสและเพิ่มการชักนำให้เกิดต้น ด้วยเหตุนี้ ความเป็นไปได้ในการใช้เงื่อนไขการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันจึงทำให้สามารถเลือกวิธีที่สะดวกที่สุดสำหรับแต่ละพันธุ์ได้ โดยสรุป การพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่มีประสิทธิผลและนำไปใช้ได้สำหรับการเพาะอับเรณูพริกเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดระยะเวลาของการเพาะอับเรณูบนอาหารชักนำการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มข้นและการรวมกันของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช การเพาะเลี้ยงอับเรณูบนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลานานจะเพิ่มเอ็มบริโอในพันธุ์พริกที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การผสมผสานระหว่างเวลาในการชักนำต้นและอาหารในการชักนำต้นจึงมีความสำคัญต่อการสร้างเอ็มบริโอและการพัฒนาการชักนำต้นพืช (Grozeva and Nankar, 2020) และในปัจจัยทั้งหมดที่มีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอ จีโนไทป์เป็นสิ่งสำคัญที่สุดและมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงอับเรณูให้ประสบความสำเร็จ (Popova *et al*., 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การตอบสนองของเซลล์สืบพันธุ์ของพริกลูกผสมในอาหารที่แตกต่างกันที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์

สูตรอาหาร	สัปดาห์ที่ 1				สัปดาห์ที่ 2				สัปดาห์ที่ 3				สัปดาห์ที่ 4				สัปดาห์ที่ 5				สัปดาห์ที่ 6			
	การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส		การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส		การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส		การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส		การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส		การพัฒนาของอับเรณู		แคลลัส	
	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%	ค่าเฉลี่ย	%
T1	14.33bc	12.91	0	0	42.67ab	38.44	0.00b	0	18.00a	16.22	0.00a	0	6.67b	6.01	0.00c	0	5.67a	5.11	0.00d	0	2.33bc	2.10	0.00d	0
T2	28.67ab	22.22	0	0	49.67ab	38.50	2.67a	2.07	37.00a	28.68	0.00a	0	26.67ab	20.67	0.00c	0	16.33a	12.66	0.00d	0	3.00bc	2.33	0.33d	0.26
T3	33.67a	26.30	0	0	47.00ab	36.72	0.00b	0	32.00a	25.00	0.00a	0	18.00ab	14.06	0.00c	0	7.67a	5.99	0.00d	0	0.67c	0.52	0.00d	0
T4	10.67c	10.46	0	0	34.33b	33.66	0.00b	0	25.00a	24.51	0.67a	0.66	18.00ab	17.65	1.67bc	1.64	8.33a	8.17	0.67cd	0.66	4.67bc	4.58	1.67cd	1.64
T5	28.33ab	19.81	0	0	49.00ab	34.27	0.00b	0	44.67a	31.24	1.33a	0.93	30.33a	21.21	1.33c	0.93	20.00a	13.99	4.67b	3.27	13.00a	9.09	5.67bc	3.97
T6	31.67a	23.81	0	0	63.33a	47.62	0.00b	0	41.33a	31.08	0.67a	0.50	24.00ab	18.05	5.00b	3.76	14.00a	10.53	6.33b	4.76	7.67ab	5.77	8.00b	6.02
T7	20.00ac	14.71	0	0	37.00b	27.21	0.33ab	0.24	25.33a	18.63	0.33a	0.24	20.67ab	15.20	0.00c	0.00	14.00a	10.29	0.33d	0.24	5.00bc	3.68	0.33d	0.24
T8	27.33ab	20.24	0	0	43.67ab	32.35	0.00b	0	29.00a	21.48	0.33a	0.24	26.00ab	19.26	2.67bc	1.98	11.33a	8.39	4.33bc	3.21	5.67bc	4.20	8.33b	6.17
T9	33.33a	28.01	0	0	63.33a	53.22	0.00b	0	41.33a	34.73	1.33a	1.12	23.00ab	19.33	10.00a	8.40	8.67a	7.29	14.67a	12.33	4.33bc	3.64	14.33a	12.04
C.V. %	33.33				32.12		465.47		50.82		181.83		56.15		85.88		73.37		64.19		78.24		63.98	
F-test	*				ns		ns		ns		ns		ns		**		ns		**		ns		**	

หมายเหตุ; ^{ns} = non-significant difference, * = significant difference ที่ $P \leq 0.05$ และ ** = significant difference ที่ $P \leq 0.01$

บทที่ 5
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) จากผลการประเมินลักษณะประจำพันธุ์และการศึกษาสมรรถนะการรวมตัวของลักษณะทางผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต พบว่าพันธุ์ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) ในลักษณะผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อผล ความยาวผล ความกว้างผล และความยาวขั้ว สูงเหมาะเป็นพันธุ์แม่ที่ดี คือ หนุ่มเขียว และในลักษณะจำนวนผลต่อต้น สูงเหมาะเป็นพันธุ์พ่อที่ดี คือ PEP6 และลูกผสมที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ในลักษณะผลผลิตต่อต้น จำนวนผล น้ำหนักต่อผล ความยาวผล และความกว้างผล สูงที่สุด คือ จินดานิล 80 x PEP12 และ หนุ่มเขียว x PEP6 และค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) พบว่าลูกผสม จินดานิล 80 x PEP12 มีค่า %HP ในลักษณะผลผลิตต่อต้น และ จำนวนผล มากที่สุด ในลักษณะน้ำหนักต่อผล คือ จินดานิล 80 x PEP6 เป็นพันธุ์ที่เหมาะนำไปสร้างเป็นพันธุ์การค้าต่อไป

2) จากการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5 พบว่าการเกิดโรคในประชากรพริก จินดานิล 80 x PEP6 หนุ่มเขียว x PEP6 ยอดสนเข็ม 80 x PEP6 และ PEP6xPEP12 ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการตอบสนองต่อการคัดเลือกที่ดี และการตอบสนองต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองที่ถ่ายทอดเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาวในชั่วรุ่นที่ 5 สายพันธุ์ที่ต้านทาน คือ PF2 PF8 และ PF11 แต่ยังมีการเกิดโรคในสภาพแปลง และการประเมินองค์ประกอบผลผลิตที่ดีที่สุดในลักษณะผลผลิตต่อต้น และน้ำหนักต่อผล คือ PF4 เหมาะสำหรับนำไปทำพริกบริโภคผลสด ในลักษณะจำนวนผลต่อต้น คือ PF3 เหมาะสำหรับนำไปทำพริกบริโภคผลสดและพริกแห้ง

3) จากการลักษณะดอกและการพัฒนาของไมโครสปอร์ของพริกลูกผสม ความสัมพันธ์ระหว่างระยะการพัฒนาไมโครสปอร์กับความยาวดอกและความยาวอับเรณูนั้นมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละลูกผสม ในขณะที่ลักษณะของดอกตูมในระยะ vacuolate หรือ uninucleate คือ 3-5 วันหลังออกดอก (ดอกที่กลีบดอกอยู่ระดับเดียวกันกับกลีบเลี้ยง และกลีบดอกยาวกว่ากลีบเลี้ยงเล็กน้อย) การพัฒนาแอนโทไซยานินของกลีบดอกและอับเรณูไม่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของไมโครสปอร์ และอาหารเพาะเลี้ยงที่อับเรณูมีการตอบสนองในการพัฒนาของชิ้นส่วนและการพัฒนาไปเป็นแคลลัสมากที่สุด คือ MS + kinetin 2 mg/l + 2-4,D 0.5 mg/l

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการปลูกต้นพริกเพื่อผสมเกสรควรเลือกปลูกและผสมในช่วงที่อากาศไม่ร้อน ในการทดสอบสมรรถนะการรวมตัวควรมีจำนวนพันธุ์ที่นำมาทดสอบมากกว่านี้เพื่อลดความคลาดเคลื่อนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทดลอง ส่วนพันธุ์ที่มีการวิเคราะห์ค่า GCA SCA และ %HP ออกมาแล้วนั้นสามารถพิจารณาลักษณะที่ดีทางการเกษตรในแต่ละพันธุ์แล้วนำไปศึกษาต่อ หรือนำไปใช้ต่อได้

2) จากการถ่ายทอดลักษณะการแสดงออกของยีนต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริกชั่วรุ่นที่ 1 2 3 และ 5 ในการตรวจสอบเชื้อ PepYLCTHV ในต้นพริกที่ไม่แสดงอาการควรนำไปตรวจสอบหาแอนติบอดีของเชื้อด้วยวิธี ELISA แล้วจึงมาตรวจสอบด้วยวิธี PCR เพื่อให้แน่ใจว่าต้นพืชนั้นมีความต้านทานจริงๆ และจะได้ไม่เป็นพาหะในการเกิดโรคอีกภายหลัง

3) การใช้ความยาวดอกในการเลือกดอกในพืชพันธุ์อื่นมาใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออาจเป็นวิธีที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้ และสาเหตุที่ทำให้การเพาะเลี้ยงอับเรณูไม่ประสบความสำเร็จปัจจัยที่สำคัญของงานทดลองนี้ คือ อายุของต้นพืชที่นำมาทดลอง และการเตรียมต้นพืชก่อนทดลองควรเป็นพืชที่อายุน้อยไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง และต้องมีการศึกษาอาหารและปัจจัยในการเพาะเลี้ยงอับเรณูของพริกเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์. 2536. **การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. **ประกาศกรมวิชาการเกษตร.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th.

กรมวิชาการเกษตร. 2563. **แมลงหวี่ขาวยาสูบพาหะโรคใบด่างมันสำปะหลัง**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/plprotect/wp- content/uploads/2020/08/6.Pdf.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. **พริก**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fao.org.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. **ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เครือพันธุ์ กิตติปกรณ์ และนวลจันทร์ ดีมา. 2534. **การศึกษาโรคไวรัสของพริกในบางแหล่งปลูกของประเทศไทย**. รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2534.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2535. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ ฯ.

จิราภา จอมไธสง. 2551. **คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร "พริก"**. กรมส่งเสริมการเกษตร.

ญาณิศา แสงสอดแก้ว. 2561. **สมรรถนะการรวมตัวของพริกเผ็ด (*Capsicum annuum L.*) ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง**.

ธราธร ทีรฆฐิติ, อรนุช ลีลาพร, ยินดี ชาญวิวัฒนา และลิขิต มณีสินธุ์. 2558. **คู่มือส่งเสริมการเรียนรู้ด้านพืช "การเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อไม้ดอกไม้ประดับ"**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปทุมธานี. 56 หน้า.

นครินทร์ จี้อาทิตย์, ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ, ญาณิศา แสงสอดแก้ว, พัชราภรณ์ สุวอ, Sanjeet Kumar, Wen-Shi Tsai และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2559. การประเมินความต้านทานโรคใบหงิกเหลืองของพริก (*Capsicum spp.*). **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 3: 26-31.

พัชราภรณ์ สุวอ. 2560. โรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริก และแนวทางในการจัดการโรค. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 35(2) : 147-152.

พัชราภรณ์ สุวอ และ สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2557. สมรรถนะการรวมตัวทั่วไปและการรวมตัวเฉพาะของลักษณะต้านทานโรคแอนแทรกโนสในพริกชนิด *Capsicum annuum* L. **แก่นเกษตร.** 42 (ฉบับพิเศษ3): 935-940.

พิสสวรรณ เจียมสมบัติ และบุณณดา ศรีคาผึ้ง. 2558. **ความผันแปรทางพันธุกรรมของเบโกโมไวรัสสาเหตุโรคใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศและพริกและการถ่ายทอดโรคด้วยแมลงหวี่ขาว.** การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 12 วันที่ 20-22 ตุลาคม 2558 โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท จังหวัดเชียงราย. หน้า 109-118.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2541. **พริก**. สานักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มณียา ตันเปาว์, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล, ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ และสุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2564. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมความต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลืองพริกในพริกเผ็ด. **วารสารแก่นเกษตร**. 49(2): 334-343.

วีระ ภาคอุทัย และเยาวรัตน์ ศรีวรานันท์. 2557. **พริก ปลูก อย่างไรในภาวะโลกกาลังร้อน**. เอกสารเผยแพร่ความรู้สถานการณ์ และความเสี่ยงของสินค้าเกษตรไทย. สานักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศรีหรรษา มลิจารย์, ปริญ ทวีโชตวรกุล และ รัชนี ฮงประยูร. 2563. การตรวจเชื้อเบโกโมไวรัสสาเหตุโรคใบหงิกเหลืองพริกในประเทศไทยโดยใช้ broad-spectrum primers. **Thai Agricultural Research Journal**. 37(3): 250-264.

สำนักงานเกษตรจังหวัดตราด. 2562. **ข่าวพยากรณ์และเตือนภัยการระบาดศัตรูพืช.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2019/08/warn261.pdf.

อรวินทินี ชูศรี. 2546. สมรรถนะการรวมตัวและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือเทศ 5 พันธุ์. **วิทยานิพนธ์.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์, พรพนัช มีกุล, และจุลภาค คุ้งวงศ์. 2557. การเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรพริกลูกผสมกลับข้ามชนิด (*C. annuum x C. baccatum*) ที่มีความต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนส. **วารสารแก่นเกษตร**. 42 ฉบับพิเศษ 3.

Al Remi, F. Taskın, H. Sonmez, K. Buyukalaca, S. and Ellialtıoglu, S. 2014. Effect of genotype and nutrient medium on anther culture of pepper (*Capsicum annuum* L). **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**. 1: 108-116.

Ari, E. Bedir, H. Yildirim, S. and Yildirim, T. 2016. Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season. **Turkish Journal of Biology**. 40: 706–717.

Ashish, K. Anita, S. Akshay, C. Lalit, N. Rajeev, K.V. and Mahesh, K.K. 2017. Variability and correlation study in tomato (*Solanum lycopersicum* L**.). International Journal of Agriculture Sciences.** 9(29): 4391–4394.

Ata, A. Keles, D. Taskın, H. and Buyukalaca, S. 2019. Effects of season, genotype, and nutrient medium on pepper anther culture and microspore development. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**. 43(2): 123-137.

Barchanger, D.W. Jeeatid, N. Lin, S.W. Wang, Y.W. Lin, T.H. Chan, Y.L. and Kenyon, L. 2019. A novel source of resistance to *Pepper yellow leaf curl Thailand virus* (PepYLCTHV) (Begomovirus) in chile pepper. **International Society for Horticultural Science**. 54(12): 2149-2149.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bargavi, R. and Elumalai, S. 2010. Chilli (*Capsicum annuam*) Cultivation, Diseases, Breeding,Advanced Techniques in Biotechnology-Genneral Review. **Biosciences Biotechnology Research Asia**. 7(1).

Barroso, P.A. Rego, M.M. Rego, E.R. and Soares, W.S. 2015. Embryogenesis in the anthers of different ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes. **Genetics and Molecular Research**. 14: 13349-13363.

Bal, U. and Abak, K. 2007. Haploidy in tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*.): a critical review. **Euphytica**. 158: 1–9.

Bento, C.S. Rodrigues, R. Zerbini, F.M.J. and Sudré, C.P. 2013. **Sources of resistance against the Horticultura Brasileira**. 27: 196-201.

Chiemsombat, P. Srikamphung, B. and Yule, S. 2018. *Begomoviruses* associated to pepper yellow leafe curl disease in thailand. **Journal off Agricultural Research**. 3(7): 000183. Press, New York.

Chaudhary, A. Kumar, R. and Solankey, S.S. 2013. Estimation of heterosis in chilli (*Capsicum annuum* L.). **African Journal of Biological Sciences**. 12(47): 6605–6610.

Comlekcioglu, N. Buyukalaka, S. and Abak, K. 2001. Effect of silver nitrate on haploid embryo induction by anther culture in pepper (*Capsicum annuum L*.**). In: XIth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of capsicum and eggplant, Antalya, Turkey**. 133–136.

Dumas de Vaulx, R. Chambonnet, D. and Pochard, E. 1981. Culture *in vitro* d'antheres de piment (*Capsicum annuum*): amelioration des taux d'obtention de plantes chez different genotypes par traitments a+35 °C. **Agronomie**. 1(52) : 859–64.

Dunwell, J.M. and Perry, M.C. 1973. The influence of in vivo growth conditions of N. tabacum plants on the *in vitro* ernbryogenic potential for their anthers**.** In: **John Innes Annual Report**. 64.

Ellialtioglu, S. Kaplan, E. and Abak, K. 2001. The effect of carrot extract and activated charcoal on the androgenesis of pepper. In: **XIth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of capsicum and eggplant, Antalya, Turkey**. 142–145.

Firdaus, S. Heusden, A.V. Harpenas, A. Supena, E.D.J. and Vosman, B. 2011. Identification of silverleaf whitefly resistance in pepper. **Journal of Plant Breeding**. 130(6): 708-714.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ganefianti, D.W. Hidayat, S.H. and Syukur, M. 2015. Genetic study of resistance to *Begomovirus* on Chili pepper by Hayman's diallel analysis. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**. 5: 426-432.

Garcia-Neria, M. and Bustamante, R.F. 2011. Characterization of geminivirus resistance in an accession of *Capsicum chinense* Jacq. **American Phytopathology Society**. 24(2): 172-182.

Gemesne, J.A. Sagi, Z.S. Salamon, P. Somogyi, N. Zatyko, L. *et al*. 1998. Experiences and results of *in vitro* haploid methods application in pepper breeding programme, **In: Proceedings of 10th EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of *Capsicum* and eggplant, Avignon, France**. 201-205.

Grozeva, S. Todorova, V. Cholakov, T. and Rodeva, V. 2013. Effect of temperature and growth period of donor plants on pepper anther culture. In: **3rd International Conference- Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences. Lozenec, Bulgaria**. 60-64.

Grozeva, S. Tringovska, I. Nankar, A.N. Todorova, V. and Kostova, D. 2020. Assessment of fruit quality and fruit morphology in androgenic pepper lines (*Capsicum annuum* L.). **CBGG**. 2(1): e200005.

Hanley, B.L. Bejarano, E.R. Robertson, D. and Mansoor, S. 2013. Germinivirus: masters at redirecting and reprograming plant processes. **Nature Reviews Microbiology**. 11(11): 777-788.

Heberle-Bors, E. 1989. Isolated pollen culture in tobacco: plant reproductive development in a nutshell. **Sex Plant Reprod**. 2: 1–10.

Irikova, T. 2008. **Obtaining and genotype investigations of androgenichaploids from Bulgarian pepper (*Capsicum annuum L.*) varieties**. PhD thesis, University of Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria, 199 pp.

Irikova, T. and Rodeva, V. 2004. Anther culture of pepper (*Capsicum annuum L.*): the effect of nutrient media. **Capsicum Eggplant Newsl**. 23: 101–104.

Irikova, T. Grozeva, S. and Rodeva, V. 2011. Anther culture in pepper (*Capsicum annuum* L.) *in vitro*. **Acta Physiologica Plant**. 33(53): 1559-1570.

Jindal, S.K. Dhaliwal, M.S. Sharma, A. and Thakur, H. 2018. Inheritance studies for resistance to leaf curlvirus disease in chilli (*Capsicum annuum L.*). **Agricultural Research Journal**. 55: 757-760.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kenyon, L. Kumar, S. Tsai, W.S. and Hughes, J.d.A. 2014. Virus diseases of peppers (*Capsicum* spp.) and their control. **Advance Virus Research**. 90: 297-354.

Kim M., Kim J., Yoon M., Choi D. and Lee K.M. 2004. Origin of multicellular pollen and pollen embryos in cultured anthers of pepper (*Capsicum annuum*). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 77: 63–72.

Kim, M. Jang, I.J. Kim, J.A. Park, E.J. Yoon, M. and Lee, Y. 2008. Embryogenesis and plant regeneration of hot pepper (*Capsicum annuum L*.) through isolated microspore culture. **Plant Cell Reports**. 27: 425–434.

Koleva- Gudeva, L. 2003. **The effect of incubation treatment on the pepper (*Capsicum annuum L*.) androgenesis**. Institute of Southern Crops, Strumica, Yearbook. 87–94.

Koleva- Gudeva, L. Gulaboski, R. Janevik- Ivanovska, E. Trajkova, F. and Maksimova, V. 2013. Capsaicin- inhibitory factor for somatic embryogenesis in pepper anther culture. **Electronic Journal of Biology**. 9: 29-36.

Koleva- Gudeva, L. Spasenoski, M. and Trajkova, F. 2007. Somatic embryogenesis in pepper anther culture: the effect of incubation treatments and different media. **Scientia Horticulturae**. 111: 114-119.

Kumar, S. Kumar, S. Singh, M. Singh, A.K. and Rai, M. 2006. Identification of host plantresistant to pepper leaf curl virus in chilli (*Capsicum species*). **Scientia Horticulturae**. 110: 359-361.

Lantos, C. Gemes, A.J. Somogyi G. Otvos Vagi, P. Mihaly, R. Kristof, Z. Somogyi, N. and Pauk, J. 2009. Improvement of isolated microspore culture of pepper (*Capsicum annuum L*.) via co- culture with ovary tissues of pepper or wheat. **Plant Cell Tissue Organ Culture**. 97: 285–293.

Lingaiah, N. Venkanna, V. and Cheralu, C. 2019. Genetic vairability, heritability and genetic advance in rice (*Oryza sativa* L.). **Frontiers in Crop Improvement**. 7(1): 72–73.

Mangal, M. and Srivasatava, A. 2019. Exploitation of morphological features of but and anther development for 54 prediction of stages of microsporogenesis and microgametogenesis in pepper. **Indian Journal of Experimental Biology**. 57: 368-371.

Manjunathagowda, D.C. and Anjanappa, M. 2021. Genetic variability studies for yield and yield contributing traits in onion (*Allium cepa* L.). **Vegetos**. 34: 174–182.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Matsubara, S. Yamamoto, M. and Murakamik, Man.H. 1998. Embryoid and callus formation from microspores by anther culture from July to November in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University**. 87: 117–122.

Niklas-Nowak, A. Otszewska, D. Kisiala, A. and Nowaceyk, P. 2012. Study of individual plant responsiveness in anther cultures of selected pepper (*Capsicum* spp.) genotypes. **Folia horticulturae**. 24(2): 141-146.

Nowaczyk, L. Nowaczyk, P. and Olszewska, D. 2016. Treating donor plants with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid can increase the effectiveness of induced androgenesis in *Capsicum* spp. **Scientia Horticulturae**. 205: 1–6.

Nowaczyk, L. Nowaczyk, P. Olszewska, D. and Niklas-Nowak, A. 2015. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid pretreatment of lines selected by capsaicinoid content. BioTechnologia: **journal of biotechnology Computational biology and bionanotechnology**. 96: 179-183.

Olszewska, D. Kisiala, A. Niklas-Nowak, A. and Nowaczyk, P. 2014. Study of in vitro anther culture in selected genotypes of genus Capsicum. **Turkish Journal of Biology**. 38: 118-124.

Ozkum, D. and Tıpırdamaz, R. 2007. Effects of silver nitrate, activated charcoal and cold treatment on the in vitro androgenesis of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**. 729: 133-136.

Parra-Vega, V. Gonzalez-Garcia, B. and Segui-Simarro, J.M. 2013. Morphological markers to correlate bud and anther development with microsporogenesis and microgametogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**. 35: 627-633.

Pelliccione, S. 2013. **Microspore Embryogenesis Induction in Hot Pepper Genotypes**. Ph.D. Thesis, University of Granada, Granada, Spain, p. 20.

Pickersgill B. 1997. Genetic Resources and Breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**. 96: 129-133.

Popova, T. Grozeva, S. Todorova, V. Stankova, G. Anachkov, N. and Rodeva, V. 2016. Effects of low temperature, genotype and culture media on in vitro androgenic answer of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**. 38(11): 1-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prasanna, H.C. and Rai, M. 2007. Detection and frequency of recombination in tomato-infecting *begomoviruses* of South and Southeast Asia. **Virology Journal**. 4: 111.

Prokopy, R.J. and Owens, E.D. 1983. Visual Detection of Plants by Herbivorous Insects. **Annual Review of Entomology**. 28(1): 337-364.

Rai, V.P. Kumar, R. Singh, P.S. Kumar, S. Singh, M. and Rai, M. 2014. Monogenic recessive resistant to pepper by leaf curl virus in an interspecific cross of *Capsicum*. **Scientia Horticulturae**. 172: 34–38.

Rodeva, V. Irikova, T. and Todorova, V. 2004. Anther culture of pepper (*Capsicum annuum L.*): comparative study on effect of the genotype. **Biotechnol Biotechnol Equip**. 3: 34–38.

Rodeva, V. Grozeva, S. and Todorova, V. 2006. *In vitro* answer of Bulgarian pepper (*Capsicum annuum L.*) varieties. **Genetica (Serbia)**. 38(2): 129–136.

Rodeva, V. Koleva-Gudeva, L. Grozeva, S. and Traikova, F. 2007**.** Obtaining of haploids in anther culture of pepper *Capsicum annuum L.* and their including in the breeding process. **Goce Delchev Univ Stip Fac Agric Yearbook**. 7: 7–17.

Saidaiah, P. Pandravada, S.R. Sivaraj, N. Geetha, A. and Lingaiah, N. 2021. Understanding of yield stability in jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) genotypes using AMMI and GGE bi-plot models. **Legume Research**.

Seepiban, C. Charoenvilaisiri, S. Warin, N. Bhunchoth, A. Phironrit, N. Phuangrat, B. Chatchawankanphanich, O. Attathom, S. and Gajanandana, O. 2017. Development and application of triple antibody sandwich enzymelinked immunosorbent assays for *begomovirus* detection using monoclonal antibodies against *Tomato yellow leaf curl Thailand virus*. **Virology Journal**. 14(1): 99.

Seguí-Simarro, J.M. and Nuez, F. 2005. Meiotic metaphase I to telophase II as the most responsive stage during microspore development for callus induction in tomato (*Solanum lycopersicum*) anther cultures. **Acta Physiol. Plant**. 27 (4): 675–685.

Shrestha, S.L. Luitel, B.P. and Kang, W.H. 2011. Agro-morphological characterization of anther derived plants in sweet pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Boogie), **Hort Environ Biotechnol**, 52: 196-203.

Sibi, M. Dumas de Vaulx, R. and Chambonnet, D. 1980. Androgenese in vitro chez le piment *Capsicum annuum* L.: Impact des pre´traitements sur les taux de plantes regenerations. In: **Congre`s CR (ed) EUCARPIA Application de la**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

culture in vitro a` l'ame´lioration des plantes potage`res. Versailles. April 16–18: 56. 143–149.

Simmonds, N.W. 1986. Principles of Crop Improvement. Longman, **Singapore Publishers (Pte)**. Singapore.

Singh, R.K. Rai, N. Singh, M. Saha, S. and Singh, S.N. 2015. Detection of tomato leaf curl virus resistance and inheritance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **The Journal of Agricultural Science**. 153: 78.

Sprague, G.F. and Tatum, L.A. 1942. General VS. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**. 58: 125-135.

Supena, E.D. Suharsono, S. Jacobsen, E. and Custers, J.B. 2006. Successful development of a shed microspore culture protocol for doubled haploid production in Indonesian hot pepper (*Capsicum annuum L.*). **Plant Cell Report**. 25: 1–10.

Taskin, H. Buyukalaca, S. Keles, D. and Ekbic, E. 2011. Induction of microspore-derived embryos by anther culture in selected pepper genotypes**. African Journal of. Biotechnology**. 10: 17116-17121.

Tempeetikul, V. Techawongstien, S. Lertrat, K. and Techawongstien, S. 2013. Inheritance of pungency in Thai hot pepper (*Capsicum annuum L.*). **SABRAO Journal of Breeding & Genetics.** 45: 248-254.

Verlaan, M.G. Hutton, S.F. Ibrahem, R.M. Kormelink, R. Visser, R.G.F. Scott, J.W. Edwards, J.D. and Bai, Y. 2013. The tomato yellow leaf curl virus resistance genes Ty-1 and Ty-3 are allelic and code for DFDGD-Class RNA-Dependent RNA polymerases. **Plos Genetics**. 9(3): 500-510.

Vivek, H. Partap, P.S. Yadav, R.C. and Baswana, K.S. 2017. *In vitro* Androgenesis in Capsicum (*Capsicum annuum* L.). **International Journal Current Microbiology and Applied Sciences**. 6(5): *925-933.*

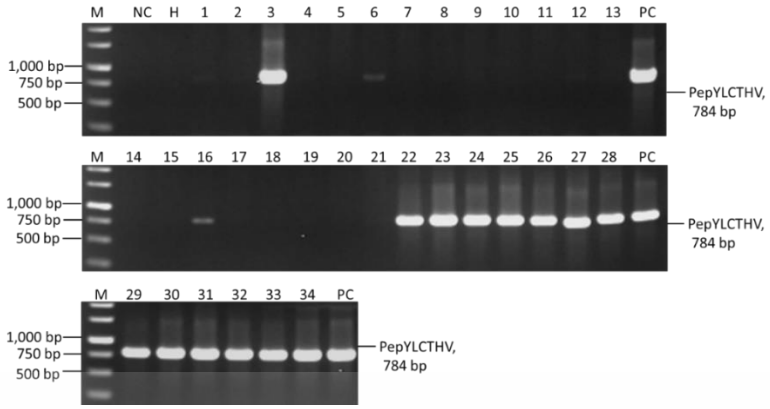
Wang, Y.Y. Sun, C.S. Wang, C.C. and Chien, N.J. 1973. The induction of pollen plantlets of Triticale and *Capsicum annuum* anther culture. **Scientia Sinica**. 16: 147-151.

Zhou, X. 2013. Advances in understanding *begomovirus* satellites. **Annual Review of Phytopathology**. 51: 357-381.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

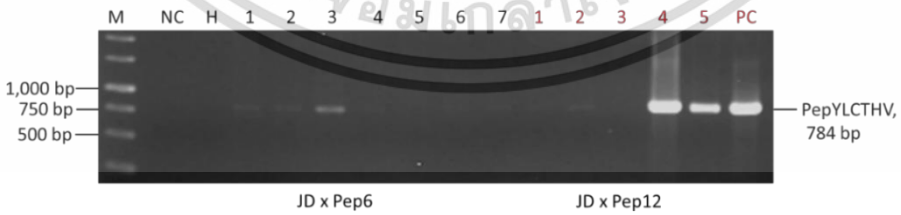
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



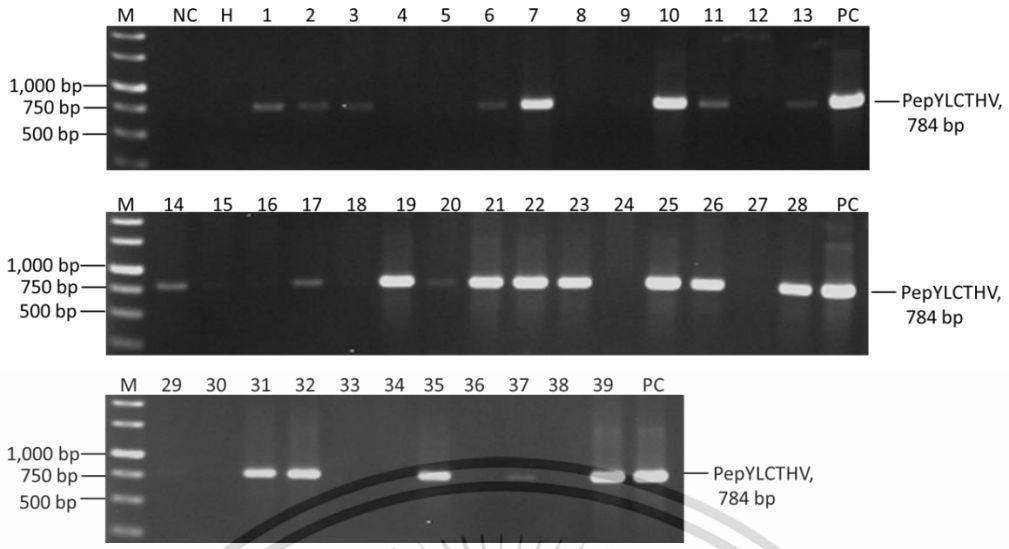
ภาพผนวกที่ 1 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PEP6 จำนวน 34 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 2 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PEP12 จำนวน 17 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

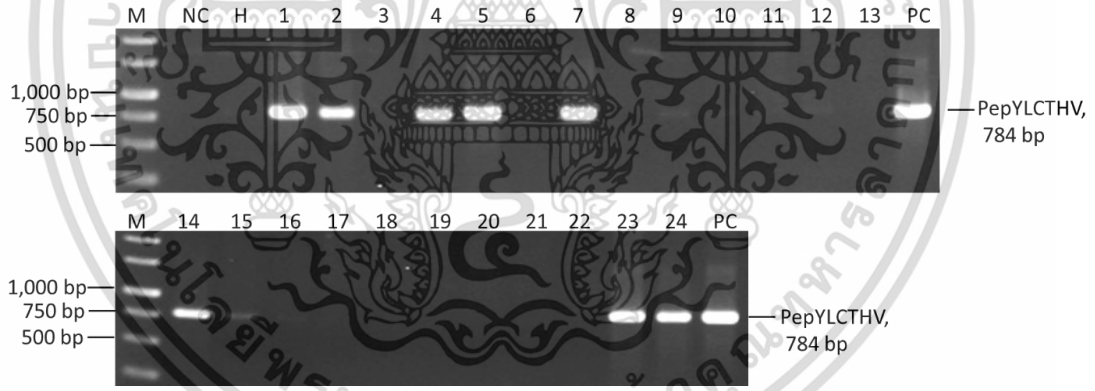


ภาพผนวกที่ 3 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก จินดานิล 80 x PEP6 จำนวน 7 ต้น และ จินดานิล 80 x PEP12 จำนวน 5 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

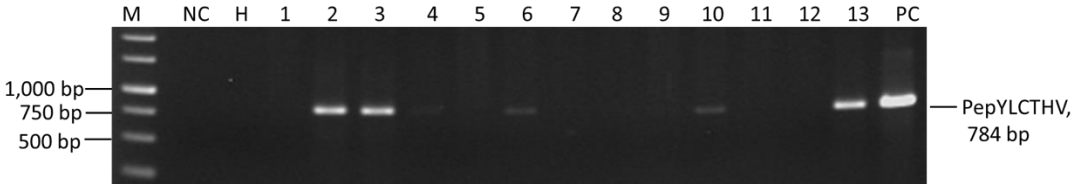


ภาพผนวกที่ 4 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก Pop10 จำนวน 39 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)



ภาพผนวกที่ 5 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก Pop11 จำนวน 24 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

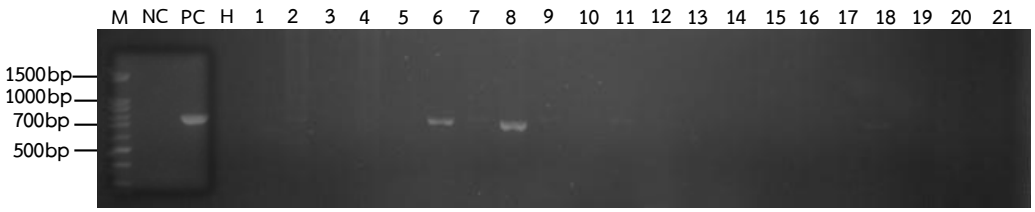


ภาพผนวกที่ 6 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก Pop12 จำนวน 13 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 7 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก Pop13 จำนวน 8 ต้นโดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H= healthy pepper และ PC= positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 8 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PEP6 (1-7) จำนวน 7 ต้น และ PEP12 (8-12) จำนวน 5 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

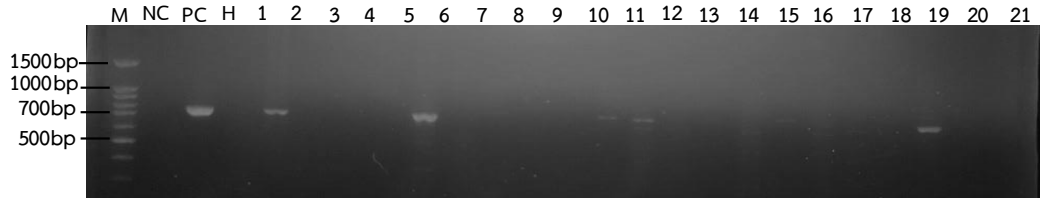


ภาพผนวกที่ 9 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF1 (1-8) จำนวน 8 ต้น และ PF2 (9-21) จำนวน 13 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 10 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF2 (1-2) จำนวน 2 ต้น PF3 (3-15) จำนวน 13 ต้น และ PF4 (16-21) จำนวน 6 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 11 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF4 (1) จำนวน 1 ต้น, PF5 (2-5) จำนวน 4 ต้น, PF7 (6-13) จำนวน 8 ต้น และ PF8 (14-21) จำนวน 8 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

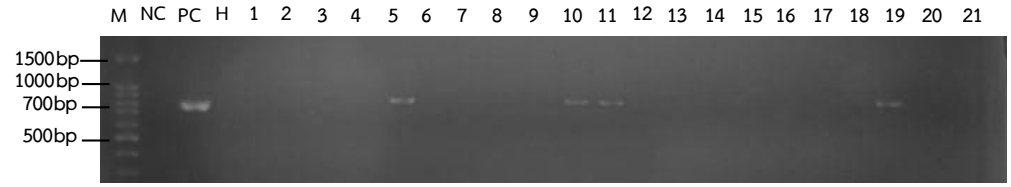


ภาพผนวกที่ 12 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF8 (1-9) จำนวน 9 ต้น, PF9 (10-13) จำนวน 4 ต้น, PF10 (14-18) จำนวน 5 ต้น และ PF11 (19-21) จำนวน 3 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 13 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF11 (1-10) จำนวน 10 ต้น, PF12 (11-19) จำนวน 9 ต้น และ PF13 (20-21) จำนวน 2 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

ภาพผนวกที่ 14 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก PF13 (1-8) จำนวน 8 ต้น และ ซุปเปอร์ฮอท (9) จำนวน 1 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis; M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O), H = healthy pepper และ PC= positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 15 PCR products ขนาด 784 bp ที่เพิ่มปริมาณได้จากพริก ซุปเปอร์ฮอท (1-16) จำนวน 16 ต้น, อัมพวาโกลด์ (17-18) จำนวน 2 ต้น และ หอมสุพรรณ (19) จำนวน 1 ต้น โดยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ PepYLCTHV ตรวจสอบผลด้วยวิธี agarose gel electrophoresis **;** M = 1 kb DNA ladder (Thermo Scientific, Lithuania), NC = negative control (H_2O) H = healthy pepper และ PC = positive control (PepYLCTHV, 784 bp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ธัญญารัตน์ ใจงูเหลือม
วัน เดือน ปีเกิด	21 ตุลาคม พ.ศ. 2540
ที่อยู่	44/369 หมู่ 14 ตำบลศาลาแดง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	(2558) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนลำปลายมาศ (2562) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนวิจัยที่ได้รับ	สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST)
ผลงานวิจัย	Characterization of floral bud and anther development with stages of microspore in chili pepper (*Capsicum annuum*) 118-188. (2023)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้