รหัสโครงการ SUT3-302-59-12-12

รายงานการวิจัย

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโต และผลผลิต ในการผสมระหว่างแตงไทย กับแตงแคนตาลูป ระยะที่ 3

Genetic Variation in Growth and Yield of Crosses between Thai Melon (*Cucumis melo* L. var. *conomon*) and Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *recticularis* Naudin) Phase III

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT3-302-59-12-12

รายงานการวิจัย

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโต และผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทย กับแตงแคนตาลูป ระยะที่ 3

Genetic Variation in Growth and Yield of Crosses between Thai Melon (*Cucumis melo* L. var. *conomon*) and Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *recticularis* Naudin) Phase III

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารักษ์ ธีรอำพน
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2559
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

เมษายน 2562

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2559 ในการนี้ ขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัย และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้เอื้อเฟื้อบุคลากร พื้นที่ทำการทดลอง และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและขอขอบคุณทีมผู้ช่วยนักวิจัย อันได้แก่ นางวันดี ภัควัตมงคล นายสมเกียรติ ศรีพงษ์ประไพ นางสาวอายูมิ นาคใหม่ และนางสาวนัฏฐา นิตย์วัฒนกุล ที่ได้ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าโครงการวิจัยอย่างเต็มกำลังความสามารถ จนทำให้การดำเนินงานของโครงการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์

อารักษ์ ธีรอำพน

เมษายน 2562

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของยีนต่อลักษณะที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของลูกผสมระหว่าง แตงไทย (*Cucumis melo* L. var. *conomon*; P1) กับแคนตาลูป (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P2) โดยปลูกเมล็ดพันธุ์ 6 ประชากร ได้แก่ P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 จากนั้นนำผลที่ได้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 67±3 เปอร์เซนต์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CBD) สุ่มตัวอย่างวัดผลหลังการเก็บรักษาทุก ๆ 3 วัน พบความแตกต่างระหว่างชั่วรุ่นอย่างมีนัยสำคัญในหลายลักษณะ อายุเฉลี่ยของการเก็บรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวของพ่อแม่อยู่ที่ 12 วัน และลูกผสมชั่วที่ 1 และชั่วที่ 2 อยู่ระหว่าง 15-19 วัน จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประชากรในการแสดงออกของยีน พบการแสดงออกของยีนแบบบวก และแบบข่มมีความสำคัญในการควบคุมลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง การแสดงออกของยีนแบบบวกกับแบบบวก มีผลในการควบคุมลักษณะความแน่นเนื้อ นอกจากนี้ยังพบการแสดงออกของยีนแบบข่ม และแบบข่มกับแบบข่ม ในการควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล และพบการแสดงออกของยีนแบบข่มในการควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์ความหวาน ปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบข่มมีแนวโน้มในการควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์ความหวาน การแสดงออกของยีนแบบข่มมีความสำคัญในการควบคุมลักษณะอายุการเก็บรักษา และการแสดงออกของยีนแบบบวกกับแบบข่มในการควบคุมลักษณะอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว และพบอัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูง ในลักษณะอายุการเก็บรักษา เท่ากับ 0.72 และอัตราพันธุกรรมแนวกว้างต่ำในลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง ความแน่นเนื้อผล เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล และเปอร์เซ็นต์ความหวาน เท่ากับ 0.37, 0.40, 0.36 ตามลำดับ ส่วนความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ พบลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง ความแน่นเนื้อ การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 12.50, 40.48, 14.29, 16.67 และ 31.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลของลูกผสมที่มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า พบว่า น้ำหนักผลที่ลดลง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 39.13, 8.85 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางบวกในลักษณะระหว่างน้ำหนักผลที่ลดลงกับความแน่นเนื้อ และน้ำหนักผลที่ลดลงกับอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางลบในลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลงกับการเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล น้ำหนักผลที่ลดลงกับอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ความแน่นเนื้อกับการเกิดโรค และความแน่นเนื้อกับอายุการเก็บรักษา ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางการพัฒนาแตงลูกผสมพันธุ์ใหม่ให้มีคุณภาพ และมีอายุการเก็บรักษาที่นาน ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ทั้งแตงไทยและแคนตาลูปต่อไป

คำสำคัญ : แคนตาลูป แตงไทย อายุการเก็บรักษา การปรับปรุงพันธุ์

Abstract

Genetic effects on shelf-life characters and their correlation to the storage of crosses between Thai melon (*Cucumis melo* L. var. *conomon*; P1) and cantaloupe (Cucumis melo L. var. cantaloupensis; P2), are these research objectives. The first experiment aimed to study the growth and development of fruits in six populations, namely, P1, P2, F1, F2, BC1P1 and BC1P2. The second experiment was to investigate the genetic variation of shelf-life characters of fruits harvested from the first experiment and stored at the room temperature (27±2 °C) with relative humidity of 67±3%. Experiments were Complete Randomized Design (CRD), was conducted. In the first experiment, the generation means analysis of the six populations showed varieties of gene actions. Average shelf-life of the parents P1 and P2 was 12 days, whereas that of the F1 and F2 was between 15 and 19 days. The additive genes effects and dominant genes effects were found to be the key regulators of weight loss. The additive gene x additive gene interaction affected fruit firmness trait. The dominant genes x dominant genes affected percentage of disease control; the dominant genes affected percentage of sweetness. The dominant genes, as well as additive gene x dominance gene interactions were found to have significant effects on shelf-life. Furthermore, the fruit firmness traits were regulated by epistasis gene effects. Broad-sense heritability was found to be 0.72, 0.40, 0.37 and 0.36 for shelf-life, fruit firmness, weight loss and disease, respectively. The heterosis of all crosses was estimated to be 12.50, 40.48, 14.29, 16.67 and 31.03 % for weight loss, fruit firmness, disease, sweetness and shelf-life respectively. The heterobeltiosis for weight loss, sweetness, and shelf-life respectively, was 39.13, 8.85 and 26.67%. In all crosses, statistical analyses indicated significantly positive correlation between weight loss and fruit firmness, as well as weight loss and shelf-life. In addition, negative correlations between and weight loss and disease, weight loss and shelf-life, fruit firmness and disease, and fruit firmness and shelf-life were observed. Therefore, these results would be useful for new melon hybrid of Thai melon and cantaloupe breeding programs.

Keywords: cantaloupe, Thai melon, shelf life, breeding

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตการวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของแตงไทย และแคนตาลูป 3
2.2 ลักษณะทางทางพฤกษศาสตร์ 3
2.3 การเก็บรักษา 5
2.4 พันธุกรรมและลักษณะการแสดงออกของยีน ของ *Cucumis melo* L. 6
2.5 พันธุศาสตร์กับการปรับปรุงพันธุ์พืช 8

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์ 13
3.2 ระยะเวลาการทดลอง 13
3.3 สถานที่ทำการทดลอง 13
3.4 วิธีการทดลอง 14
3.5 การบันทึกข้อมูล 14
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 15

4 ผลการการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของประชากรทั้ง 6 ที่เกิดจากพันธุ์พ่อแคนตาลูป (P2) พันธุ์แม่แตงไทย (P1) และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ภายในพันธุ์ของการเจริญเติบโตทางลำต้น การพัฒนาของผล ระยะเก็บเกี่ยวผล 20
4.2 การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะคุณภาพของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา ในลูกผสมระหว่างแคนตาลูปกับแตงไทย 22

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.3 การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา และอัตราพันธุ์กรรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว 27

5 สรุปผลการทดลอง 31

เอกสารอ้างอิง 33

ประวัติผู้เขียน 37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* และอายุเก็บเกี่ยวผล 21

4.1.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผล ของประชากร P1, P2, F1, F2, BC1P1 และ BC1P2 ลูกผสมระหว่างแตงไทย RML1 (Cucumis melo var. conomon; P1) กับแคนตาลูป KML370 (Cucumis melo L. var. cantaloupensis; P2).....21

4.2.1 เปรียบเทียบน้ำหนักผลที่ลดลงของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา 24

4.2.2 เปรียบเทียบความแน่นเนื้อผลที่ลดลงของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 (*Cucumis melo* var. *conomon*; P1) กับแคนตาลูป KML370 (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2) หลังเก็บรักษา..... 25

4.2.3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผิวเปลือกของผลของประชากร P1, P2, F1, F2, BC1P1 และ BC1P2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 (*Cucumis melo* var. *conomon*; P1) กับแคนตาลูป KML370 (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2) หลังเก็บรักษา 25

4.2.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความหวานผลของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา.....26

4.2.5 เปรียบเทียบลักษณะกลุ่มสีของเนื้อผลที่ปรากฏในประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา 26

4.2.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบลักษณะกลิ่นของแตงไทย แคนตาลูป และลูกผสมระหว่างแตงไทย RML1 (*Cucumis melo* var. *conomon*; P_1) กับแคนตาลูป KML370 (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis;* P_2), P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC1P2 หลังเก็บรักษา.....27

4.3.1 ผลของยีนที่ควบคุมลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาทั้ง 6 ประชากร (P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 and BC_1P_2) ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2).....28

4.3.2 ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ (heterosis) และความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (heterobeltiosis) ของลูกผสม F_1 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2) ของลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา.....29

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.3.3 สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวจากการศึกษาประชากรชั่วที่ 2 (F_2) ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 *(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)*...30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

แตงเทศหรือแตงแคนตาลูป (melon, *Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) และแตงไทย (pickling melon, *Cucumis melo* L. var. *conomon*) เป็นพืชอยู่ในตระกูลคิวเคอร์บิตาซิอี้ (cucurbitaceae) (Nath, 1976) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 เป็นพืชผสมข้ามโดยแมลงและลม (จานุลักษณ์, 2541) แต่แตง แคนตาลูปมีการผสมตัวเองสูงในพันธุ์ที่มีดอกสมบูรณ์เพศ (จานุลักษณ์, 2541) ลักษณะการออกดอกเป็นได้ทั้งแบบที่มีดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน (andromonoecious) และแบบที่มีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious) ผลของแตงแคนตาลูปมีลักษณะแตกต่างกัน บางพันธุ์มีตาข่ายร่างแหปกคลุมอยู่ทั่วผล บางพันธุ์ไม่มีตาข่ายร่างแหปกคลุม บางพันธุ์มีร่องเป็นทางยาวตลอดแนวของผล รูปทรงของผลมีลักษณะค่อนข้างกลมและรี สีของเนื้อแตกต่างกันตามลักษณะของพันธุ์ (คำนึง, มปป.) ขณะที่ลักษณะโดยทั่วไปของแตงไทยใกล้เคียงกับแตงแคนตาลูป รูปทรงของผลค่อนข้างยาวและกลมรี มีลาย (strip) ตามความยาวของผล ผลสุกมีเปลือกบาง มีกลิ่นหอม มีรสจืด ทำให้ไม่นิยมรับประทานสด พันธุ์แตงไทยที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่จะมีการติดผลระหว่าง 1-4 ผลต่อต้น (วรนุช, 2536)

การปรับปรุงพันธุ์แตงแคนตาลูป และแตงไทยในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก ปัญหาของการปรับปรุงพันธุ์แตงเทศในประเทศไทย ส่วนใหญ่ดำเนินการโดย 1) บริษัทเอกชน และ 2) เกษตรกรหัวก้าวหน้าที่มีความรู้ด้านการปรับปรุงพันธุ์ ทำการคัดเลือกพันธุ์ของตนเอง เพื่อปลูกจำหน่ายผลผลิตสดและผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมจำหน่ายเองโดยตรง มีแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือระบุว่า บ่อยครั้งที่เมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายโดยสวนเกษตรกรขนาดใหญ่เป็นแตงเทศสายพันธุ์เดียวกัน มาจากแหล่งเดียวกัน แต่ถูกนำไปตั้งชื่อให้แตกต่างกัน บ่อยครั้งจะพบเชื้อโรคติดมากับเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์แตงเทศที่จำหน่ายในท้องตลาดอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเป็นสายพันธุ์ลูกผสม เกษตรกรไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ต่อได้ และราคาเมล็ดพันธุ์แตงเทศมีราคาแพง ส่วนปัญหาในการปรับปรุงพันธุ์แตงไทย คือ พื้นฐานทางพันธุกรรมแคบ หรือความหลากหลายทางพันธุกรรมน้อย ดังนั้น โอกาสในการปรับปรุงพันธุ์ใหม่จึงทำได้ยาก อย่างไรก็ตาม แตงไทยมีข้อดี คือ มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี การผลิตเมล็ดพันธุ์ทำได้ง่าย เนื่องจากแตงไทยเป็นพืชเมืองร้อนมีปลูกอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ยุพยงค์, 2542)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้เกิดแนวความคิดที่สร้างลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกหรือเป็นเชื้อพันธุกรรม โดยการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป เพื่อสร้างฐานพันธุกรรมให้กว้างขึ้น โดยวิธีสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมของสายพันธุ์พืชทั้งสองชนิด (สุรชาติ, 2554) ศึกษาข้อมูลชนิดของยีนที่ควบคุมลักษณะทางฟีโนไทป์ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ของอายุการเก็บรักษาผลิตผล หลังการเก็บเกี่ยว อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ต่อไป ซึ่งสามารถทำได้ 2 แนวทาง คือการสร้างแตงไทยสายพันธุ์ใหม่ ที่มีรสชาติดีและกลิ่นที่หลากหลาย และอีกแนวทางหนึ่ง คือ การสร้างแคนตาลูปสายพันธุ์ใหม่ที่สามารถปลูกง่าย มีการต้านทานต่อโรค และแมลง รวมทั้งมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งการปรับปรุงพันธุ์ทั้งแตงไทย และแคนตาลูปให้มีอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้นานขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญอีกลักษณะหนึ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลผลิต (Delaquis *et al*., 1999) การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ต้องการมุ่งเน้น

ในการศึกษาการแสดงออกของยีน ที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว โดยพิจารณาจาก อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป จากการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมของสายพันธุ์พืชทั้งสองชนิด เพื่อการคัดเลือก และพัฒนาพันธุ์ที่ดี โดยเป็นการต่อยอดจากการศึกษาลักษณะที่สำคัญทั้งทาง conventional และ Molecular จากโครงการฯ ในระยะ 1 และ 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 อายุการเก็บรักษาผลผลิตของแตงไทยน่าจะสั้นกว่าแตงแคนตาลูปและลูกผสมชั่วที่ 1(F_1) ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์พืชทั้ง 2 พันธุ์

1.3.2 การแสดงออกของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวถูกควบคุมด้วยยีนแบบต่าง ๆ ซึ่งพิสูจน์ได้จากข้อมูลการทำงานของยีน อัตราพันธุกรรม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป โดยได้จากการเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตของประชากร คือ P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการมุ่งเน้นในการศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว โดยพิจารณาจาก อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงการแสดงออกของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวอาจจะถูกควบคุมด้วยยีนแบบต่าง ๆ ซึ่งพิสูจน์ได้จากข้อมูลการทำงานของยีน อัตราพันธุกรรม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป โดยได้จากการเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตของประชากร คือ P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของแตงไทย และแคนตาลูป

แคนตาลูป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis melo* L. var. *cantalpensis* เป็นพืชอยู่ในตระกูลคิวเคอร์บิตาซิอี้ (cucurbitaceae) ซึ่งเป็นพืชกลุ่มใหญ่มีประมาณ 90 จีนัส (genus) และมีมากกว่า 700 ชนิด (species) (Daryono *et al*, 2003) เป็นพืชตระกูลเดียวกันกับแตงไทย (คำนึง, มปป.) จัดอยู่ในประเภทผัก อายุปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 80 ถึง 130 วัน (เมืองทอง และสุรีรัตน์, 2532) แคนตาลูป (cantaloupe) เป็นชื่อแตงพันธุ์หนึ่ง (ยุพยงษ์, 2542) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย (คำนึง, มปป.; เมืองทอง และสุรีรัตน์, 2532; ยุพยงษ์, 2542) และในแถบกึ่งอบอุ่น และเขตร้อนทางทิศตะวันตกของทวีปแอฟริกา (จานุลักษณ์, 2541) ชื่อเดิมเรียกอย่างไรไม่ปรากฏ ต่อมาได้มีการนำเข้าไปปลูกในประเทศอิตาลี ที่เมืองแคนตาลูโป้ (Cantalupo) จึงได้รับการตั้งชื่อใหม่ตามชื่อเมืองในท้องถิ่นนั้นว่า แคนตาลูป (cantaloupe) (คำนึง, มปป.; ยุพยงษ์, 2542) สำหรับประเทศไทยมีการนำแคนตาลูปเข้ามาปลูกครั้งแรก เมื่อปีพุทธศักราช 2478 โดยทำการทดลองปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ ต่อมาปีพุทธศักราช 2493 ได้นำมาทดลองปลูกที่เกษตรกลางบางเขน แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร แต่จากการวิเคราะห์ของนักวิชาการสรุปได้ว่า แคนตาลูปสามารถปลูกได้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาพดินและสภาพอากาศ (ยุพยงษ์, 2542) ปัจจุบันประเทศไทยจึงยังมีเกษตรกรที่เพาะปลูกแคนตาลูปจำนวนน้อย เนื่องจากเป็นพืชที่ลงทุนสูง อ่อนแอต่อโรค แมลงและสภาพแวดล้อม ในขณะที่ความต้องการของผู้บริโภคมีมากขึ้น จึงทำให้แคนตาลูปมีราคาแพง ในอนาคตหากมีศักยภาพการผลิตเพียงพออาจเป็นพืชส่งออก ทำรายได้เข้าประเทศอีกชนิดหนึ่ง (คำนึง, มปป.)

แตงไทย (Thai melon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis melo* L. var. *conomon* เป็นพืชอยู่ในตระกูลคิวเคอร์บิตาซิอี้ (cucurbitaceae) (Nath, 1976) เช่นเดียวกับแตงกวา แคนตาลูป และฟักทอง แตงไทยเป็นพืชที่การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี การผลิตเมล็ดพันธุ์ทำได้ง่าย เนื่องจากแตงไทยเป็นพืชเมืองร้อน มีปลูกอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ยุพยงษ์, 2542) แตงไทยมีอายุการวางจำหน่ายสั้น มีรสจืดทำให้ไม่นิยมบริโภคสด ดังนั้น จึงควรทำการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้แตงไทยมีอายุการวางจำหน่ายเพิ่มขึ้น และมีรสชาติเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น ปัญหาในการปรับปรุงพันธุ์แตงไทย คือ พื้นฐานทางพันธุกรรมแคบหรือความหลากหลายทางพันธุกรรมน้อย โอกาสในการปรับปรุงพันธุ์ใหม่จึงทำได้ยาก

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แคนตาลูปมีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 เป็นพืชผสมข้ามโดยแมลงและลม แต่มีการผสมตัวเองสูงในพันธุ์ที่มีดอกสมบูรณ์เพศ (จานุลักษณ์, 2541) แคนตาลูปเป็นพืชเถาเลื้อย ลำต้นมีลักษณะกลม (คำนึง, มปป.) ยาวประมาณ 2-3 เมตร (เมืองทอง และ สุรีรัตน์, 2532) บริเวณลำต้นมีหนามขนาดเล็กคล้ายขนรอบลำต้น ความยาวช่วงข้อประมาณ 15-20 เซนติเมตร บริเวณข้อแต่ละข้อจะแตกกิ่งแขนงย่อยระหว่างลำต้นและซอกใบ กิ่งแขนงย่อยเหล่านั้นจะเป็นที่เกิดของดอก และที่ซอกใบเป็นที่เกิดของมือเกาะ หรือที่เรียกว่า “หนวด” หนวดของแคนตาลูปค่อนข้างแข็ง มีประสิทธิภาพในการยึด

เกาะต่ำ (คำนึง, มปป.) ใบแคนตาลูปมีลักษณะคล้ายใบฟักทองหรือใบแตงกวา ฐานใบเว้า ขอบใบหยักเป็นคลื่น ผิวใบขรุขระ ใบอ่อนมีขนขนาดเล็กขึ้นที่ริมขอบใบ ใต้ใบมีขนขนาดเล็กขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เมื่อใบมีอายุมากขึ้นขนใต้ใบจะลดลง การเรียงตัวของใบเป็นแบบสลับ ใบจะเกิดตรงข้อ ข้อละ 1 ใบ ก้านใบกลวง ยาว 5-10 เซนติเมตร มีขนขนาดเล็กที่ก้านใบ ก้านใบมีขนาดเล็กกว่าลำต้นเล็กน้อย (คำนึง , มปป.)

ลักษณะการออกดอกของแคนตาลูปเป็นได้ทั้งแบบที่มีดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน (andromonoecious) และแบบที่มีทั้งดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious) ส่วนใหญ่จะออกดอกแบบมีดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้เกิดตรงบริเวณซอกใบตำแหน่งเดียวกับแขนงย่อย ออกดอกหลังจากแตกแขนงย่อยไม่นาน ดอกมีสีเหลืองลักษณะคล้ายดอกแตงทั่วไป (คำนึง, มปป.) ดอกเพศผู้มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก 5 กลีบ อับละอองเกสรตัวผู้ 3 อับ มีก้านชูเกสรสั้น ออกดอกอย่างต่อเนื่อง (จานุลักษณ์, 2541) ส่วนดอกเพศเมียและดอกสมบูรณ์เพศจะเกิดบนแขนงย่อยข้อแรก (คำนึง, มปป.) ดอกสมบูรณ์เพศมีกลีบเลี้ยงสีเขียวและกลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ อับละอองเกสรตัวผู้ 3 อับล้อมรอบยอดเกสรตัวเมียที่แยกเป็น 3-5 แฉก รังไข่มีลักษณะกลม ยาว 2-4 เซนติเมตร และมี 3-5 ห้อง (จานุลักษณ์, 2541) การเกิดดอกสมบูรณ์เพศมักเกิดเกือบทุกแขนงย่อย ที่ฐานดอกสมบูรณ์เพศจะมีรังไข่เป็นที่เกิดของผล (คำนึง, มปป.)

ผลของแคนตาลูปจะเกิดอยู่บนแขนงย่อย ผลจะมีลักษณะแตกต่างกัน บางพันธุ์มีตาข่ายร่างแหปกคลุมอยู่ทั่วผล บางพันธุ์ไม่มีตาข่ายร่างแหปกคลุม บางพันธุ์มีร่องเป็นทางยาวตลอดแนวของผล รูปทรงของผลมีลักษณะค่อนข้างกลมและรี สีของเนื้อแตกต่างกันตามลักษณะของพันธุ์ (คำนึง, มปป.) ขนาดผลเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 13-15 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.7-1.8 กิโลกรัม (เมืองทองและ สุรีรัตน์, 2532) เมล็ดมีสีน้ำตาลเหลือง (จานุลักษณ์, 2541)

แตงไทย (pickling melon) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 เป็นพืชผสมข้ามโดยแมลงและลม (จานุลักษณ์, 2541) ลักษณะโดยทั่วไปของแตงไทยใกล้เคียงกับแคนตาลูป (วรนุช, 2536) ดอกมีลักษณะเป็นดอกเดี่ยวสีเหลือง ใบเป็นใบเดี่ยวทรงเหลี่ยมมีเว้าเล็กน้อย (เพ็ญนภา, 2547) ผลค่อนข้างยาว และกลมรี มีลาย (strip) ตามความยาวของผล ผลสุกมีเปลือกบาง มีกลิ่นหอม มีรสจืดทำให้ไม่นิยมรับประทานสด พันธุ์แตงไทยที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่จะมีการติดผลระหว่าง 1-4 ผลต่อต้น (วรนุช, 2536)

Robinson and Decker-Walters (1997) ทำการศึกษา และจำแนกกลุ่มของ *Cucumis melo* นั้นสามารถจำแนกได้ 6 กลุ่มดังนี้

1. Cantalupensis Group (cantaloupe and muskmelon) เป็นกลุ่มที่มีผลขนาดปานกลาง ผิวขรุขระ มีตาข่าย (net) เป็นร่างแหนูนขึ้นมา สีของเนื้อในผลโดยทั่วไปเป็นสีส้ม หรือสีเขียว มีกลิ่นหอม พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ออกดอกแบบ andromonoecious

2. Inodorus Group (winter melon) เป็นกลุ่มที่มีผลขนาดใหญ่ ผิวเรียบ ไม่มีตาข่าย (net) เป็นร่างแหนูนขึ้นมา การสุกแก่และเก็บเกี่ยวช้ากว่า Cantalupensis Group สีของเนื้อในผลโดยทั่วไปเป็นสีขาว หรือสีเขียว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ออกดอกแบบ andromonoecious

3. Flexuosus Group (snake melon) เป็นกลุ่มที่มีผลเรียวและยาว ส่วนใหญ่เก็บผลผลิตเมื่อยังไม่สุกแก่ พืชกลุ่มนี้ออกดอกแบบ monoecious เช่นเดียวกับแตงกวา (cucumber)

4. Conomon Group (pickling melon) เป็นกลุ่มที่มีผลขนาดเล็ก ผิวเรียบ ผลนิ่มเมื่อสุก สีของเนื้อในผลเป็นสีขาว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ออกดอกแบบ andromonoecious

5. Dudaim Group (pomegranate melon, Queen Anne' s pocket melon) เป็นกลุ่มที่มีผลขนาดเล็กและกลม ผิวเรียบและบาง สีของเนื้อในผลเป็นสีขาว มีกลิ่นหอมเล็กน้อย พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ออกดอกแบบ andromonoecious

6. Momordica Group (phoot, snap melon) เป็นกลุ่มที่มีผลเป็นรูปไข่ ผิวเรียบ สีของเนื้อในผลเป็นสีขาว หรือสีส้มอ่อน มีรสจืดจนถึงเปรี้ยว พืชกลุ่มนี้ออกดอกแบบ monoecious ทั้งหมด

2.3 การเก็บรักษา

การเก็บรักษาจึงมีเป้าหมายเพื่อยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวให้นานที่สุด โดยที่ผลิตผลยังคงมีคุณภาพดีใกล้เคียงกับเมื่อเก็บเกี่ยว (จริงแท้, 2549) ซึ่งการเก็บรักษาได้นานขึ้นอยู่กับความแข็งเปลือก ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อและลักษณะผิว ส่วนการป้องกันการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษามีส่วนสำคัญอย่างมากที่รักษาคุณภาพผลให้อยู่ได้นาน (James *et al.*, 1993) ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการสูญเสียผล ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และองค์ประกอบของบรรยากาศ โดยอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดมีผลต่อกระบวนการภายในและภายนอกของผล อุณหภูมิสูงเร่งปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ทำให้การหายใจ การคายน้ำ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี การเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นเร็ว ทำให้ผลผลิตเสียหายได้ ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิต่ำทำให้ผลผลิตเก็บรักษาได้นาน ในบางกรณีอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดอันตรายต่อผล โดยเฉพาะผลไม้ในเขตร้อนอาจเกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (Chilling injury) (จริงแท้, 2549) จากรายงานของ Munira และคณะ (2013) เก็บเกี่ยวผลทางการค้า (commercial maturity) เก็บรักษาได้ 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 % จากรายงานของ Alves และคณะ (2005) อายุหลังการเก็บเกี่ยวของเมล่อน charantais เก็บรักษาได้นานถึง 15 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 % และจากรายงานของ Cantwell (2011) พบว่า อุณหภูมิห้องสามารถเก็บผลผลิตของแคนตาลูปไว้ได้ 2-4 สัปดาห์ แตงไทย 1-2 สัปดาห์ จากรายงานของ Valdenegro และคณะ (2005) พบว่า เมล่อนสายพันธุ์ Piel de Sapo มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (CI) ที่อุณหภูมิ 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ส่งผลต่อการเจริญของเชื้อราบนผิวผล ทำให้ผลเน่าเสียได้ง่าย จึงมีการควบคุมความชื้นให้เหมาะสม ไม่ให้มีการสูญเสียน้ำจากผลผลิต และองค์ประกอบของบรรยากาศ ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณออกซิเจนต่ำช่วยลดอัตราการหายใจและยืดอายุการเก็บรักษา (จริงแท้, 2549)

จากรายงานของ Lester (1988) พิจารณาฮันนี่ดิวเมล่อน ซึ่งอยู่ในกลุ่ม inodorus ไม่มีการพัฒนาของชั้นของเซลล์ที่เกิดการหลุดร่วง (abscission layer) จนกระทั่งถึงระยะสุกแก่จัดทางการค้า และมีอายุการเก็บรักษานานเกือบ 4 สัปดาห์ จากรายงานของ สมเกียรติ (2557) อายุเฉลี่ยของการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยวของแคนตาลูปพ่อพันธุ์และแตงไทยแม่พันธุ์อยู่ที่ 12 วัน และลูกผสมชั่วที่ 1 ชั่วที่ 2 อยู่ระหว่าง 15 ถึง 19 วัน จากรายงานของ Liu และคณะ (2004) พบว่า เมล่อนในกลุ่ม saccharinus และ inodorus มีอายุการเก็บรักษาที่ดี

การเก็บรักษาจะเป็นการปรับปัจจัยต่างๆ รอบผลิตผลเพื่อให้ผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยการควบคุมมีหลายวิธี เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศควบคุม การใช้สารเคลือบผิว และการห่อฟิลมถนอม

อาหาร (จริงแท้, 2549) การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศควบคุม โดยมีออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเท่ากับ 5 kPa และ 10 kPa ตามลำดับ มีคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตของแคนตาลูปผลสดพร้อมบริโภคและฮันนี่ดิว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ℃ เป็นเวลา 14 วัน (Beaulieu และคณะ, 2007) Aharoni และคณะ (1993) พบว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 10% และออกซิเจน 10% สามารถเก็บรักษาเมล่อนได้นานถึง 14 วัน ที่อุณหภูมิ 6 ℃

2.4 พันธุกรรมและลักษณะการแสดงออกของยีน ของ *Cucumis melo* L.

จากการรายงานของ สุรชาติ (2554) ศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะทางการเจริญเติบโต และผลผลิตของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลความหนาเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ความหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ การทำงานของเอทิลีนที่มีผลต่อการสุกแก่ของพืช ในมะเขือเทศ กล้วย และเมล่อน พบว่า เอทิลีนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อพืชเริ่มสุกแก่ ทำให้มีการเปลี่ยนสี กลิ่น ความนิ่มของเนื้อผล ความหวาน และลักษณะอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (Seymourn, 1993) การลดระดับปริมาณการแสดงออกของเอทิลีนโดยใช้ยีนที่สัมพันธ์กับการสังเคราะห์ของเอทิลีนและ การลดความไวต่อแสงของเอทิลีน โดยใช้ยีนที่เกี่ยวข้องในการลดการส่งสัญญาณของเอทิลีน จากยีนตัวรับที่มีอยู่เดิม *ETR1* และ *ERS1* เปลี่ยนเป็น *CM- ETR1* และ *CM - ERS1* จากธนาคารยีน ทำให้เมล่อนมีอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้นานขึ้น (Ayub *et al*., 1996) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในผลแตงโมระหว่างการเก็บรักษาพบว่าสีของเนื้อผล ของแข็งที่ละลายน้ำได้และความแน่นเนื้อทุกกำหนดด้วยเอนไซม์ pectinesterase, polygalacturonase, β-galactosidase and galactanase การศึกษาการทำงานของเอนไซม์ amylase ในการอ่อนตัวของเนื้อทุเรียน พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ amylase เพิ่มสูงขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวขณะที่ปริมาณแป้งลดต่ำลงและน้ำตาลชนิดต่างๆเพิ่มสูงขึ้น (ธิรา, 2538)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์ในผลไม้ต่างๆพบว่าผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่มีปริมาณกรดอินทรีย์สูงไม่เหมาะแก่การเข้าทำลายของเชื้อโรค แต่เมื่อเริ่มสุกแก่ปริมาณกรดอินทรีย์จะลดลงจึงเหมาะแก่การเข้าทำลายของโรคได้ง่าย (Seymour, 1993) การศึกษาผลส้มซึ่งไม่มีการสะสมแป้งระหว่างการเจริญเติบโต แต่พบว่าภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มสูงขึ้น เกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากผล ทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น (จริงแท้, 2549) ระหว่างการหายใจกับการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในผลแตงไทย พบว่าการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ เพิ่มสูงขึ้นก่อนที่การหายใจจะเพิ่มสูงขึ้น และการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นนี้สอดคล้องกับอัตราการสร้างเอทิลีนที่สูงขึ้น (Reid, 1970) การอ่อนนุ่มของผลไม้เกิดจากการเปลี่ยนรูปของแป้งไปเป็นน้ำตาลและการสูญเสียน้ำของผลทำให้เกิดช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ (จริงแท้, 2549) การเก็บแตงไว้ที่อุณหภูมิห้องหรือที่อุณหภูมิ 37 องศาเซียลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% โรคสามารถเข้าทำลายแตงได้ทั้งหมด 9 วันภายหลังการเก็บรักษา (Mao, 2006) คุณภาพโดยรวม และอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของแคนตาลูป พบว่า สี กลิ่น ความนิ่มเนื้อผลจะเปลี่ยนไป แต่ความหวานไม่เปลี่ยนและที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บผลผลิตของแคนตาลูปไว้ได้ 2-4 สัปดาห์ แตงไทย 1-2 สัปดาห์ (Cantwell, 2011)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสี กลิ่น รสชาติ โครงสร้างผลผลิตและการเพิ่มผลผลิต ของเมล่อนขึ้นอยู่กับการปรับปรุงพันธุ์ และเทคนิคในการเพาะปลูก (Zhengguo, 2006) ความสัมพันธ์ระหว่าง

ลักษณะต่าง ๆ หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล่อน จากตารางที่ 1 การเก็บเกี่ยวเมล่อน 2 ระยะที่สุกแก่ 25 เปอร์เซ็นต์ และสุกแก่100 เปอร์เซ็นต์ของเมล่อนทั้ง 4 พันธุ์ พบว่าลักษณะของสี ปริมาณเอทิลีน และเปอร์เซ็นต์ความหวาน (ของแข็งที่ละลายน้ำได้) ส่วนมากมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันคือ จะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับลักษณะน้ำหนักผลและความแน่นเนื้อผลซึ่งมีค่าลดลง (Cantwell, 2003) การเก็บเกี่ยวเมล่อนที่มีอายุต่างกันจะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีต่างกันคือ เมื่อยังไม่มีการสุกแก่ปริมาณเอทิลีน และเปอร์เซ็นต์ความหวานจะต่ำ แต่เมื่อเริ่มมีการสุกแก่เพิ่มลักษณะทั้งสองจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแปรผกผันกับความแน่นเนื้อของผลเมื่อเมล่อนมีการสุกแก่เพิ่มมากขึ้นความแน่นเนื้อจะลดลง ตารางที่ 2 (Cantwell, 2011)

Table 1. Evaluations at harvest of 4 varieties harvested at 2 stages of maturity. Data are averages of 4 fruit per stage.

Variety	Maturity	Weight, g	External Color score	Internal ethylene (ppm)	Texture, N-force, 5mm probe	Soluble Solids, %
Sandstone "Expt."	¼-pull	1810	1	0.97	17.4	7.8
	Full slip, pull	1578	4.2	6.73	11.3	11.6
Impact	¼-pull	1875	1	1.93	9.3	9.4
	Full slip, pull	1728	3.8	20.83	5.2	11.2
Western Express	¼-pull	1915	1	1.45	12.0	9.7
	Full slip, pull	1850	4	17.42	8.0	11.1
Ocotillo	¼-pull	1581	1	1.91	12.5	8.1
	Full slip, pull	1674	3.8	11.49	12.0	10.6
LSD.05		ns	0.7	5.5	2.0	1.5

ที่มา: Cantwell (2003)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Table 2. Maturity and Ripeness Classes for Honeydew melons

Class	Int. C2H4, ppm	Pulp firm., kg-f	Sol. solids,%
0 = Immature	<0.2	3.8	<10
1 = Mature, Unripe	0.8	3.1	10
2 = Mature, Ripening	5.2	2.1	11-12
3 = Ripe	27.1	1.5	12-14
4 = Overripe	29.4	1.1	14-15

ที่มา: Cantwell (2003)

2.3 พันธุศาสตร์กับการปรับปรุงพันธุ์พืช

ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ประสบความสำเร็จนั้น นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องมีการวางแผนการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์พืชโดยตั้งวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์ จากนั้นจึงทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ธรรมชาติของพืชที่จะปรับปรุงพันธุ์ การขยายพันธุ์ ลักษณะการผสมพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ลักษณะทางการเจริญทั้งทางลำต้นและการเจริญในช่วงระยะเวลาสืบพันธุ์ การออกดอก การติดผลและการเจริญเติบโตของผล การติดเมล็ด ข้อมูลทางพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น เป็นลักษณะคุณภาพหรือลักษณะปริมาณ มียีนควบคุมกี่คู่ การแสดงออกของยีน ค่าเฮตเทอโรซีส อัตราพันธุกรรม ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทำให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์พืชมีหลายวิธี มีทั้งวิธีการที่ง่าย เช่นการคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ในพืชผสมตัวเอง และการคัดเลือกรวมในพืชผสมข้าม ไปจนถึงวิธีการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์แล้วนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการดำเนินงาน เช่น การตัดต่อยีนและการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก (molecular marker assisted selection; MAS) ซึ่งแต่ละวิธีการต่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือการพัฒนาหรือปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อให้พืชมีพันธุกรรมที่แสดงออกในลักษณะที่ต้องการอย่างมีเสถียรภาพหรือแสดงลักษณะที่ต้องการได้สูงที่สุด (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

การเลือกใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชที่เหมาะสม

เมื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชมีขั้นตอนของงานปรับปรุงพันธุ์ที่ชัดเจน มีข้อมูลที่จำเป็นครบถ้วน ขั้นตอนต่อไปที่มีความสำคัญมากเช่นกัน คือ การเลือกใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความเหมาะสมกับพืชและระยะเวลา ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ ในกรณีของพืชผสมตัวเองต้องการพันธุ์ที่มีความคงตัวของยีน จึงมักสร้างพันธุ์แท้ (pure line) โดยการปรับปรุงพันธุ์ให้บริสุทธิ์ จึงเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ การคัดเลือกแบบต้นต่อแถว รวงต่อแถว

ฝักต่อแถว หรือใช้การผสมกลับเพื่อปรับปรุงบางลักษณะ ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองจึงให้ความสำคัญกับพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนแบบผลบวก (additive gene) มากกว่าแบบอื่น ส่วนการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามมักใช้ประโยชน์ของยีนทั้งแบบผลบวกและไม่เป็นผลบวก (non-additive gene) ในการปรับปรุงพันธุ์แบบคัดรวม (bulk) การสร้างพันธุ์ผสม (composite) การสร้างพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic) และการสร้างพันธุ์ลูกผสม (hybrid) (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

การผสมพันธุ์ในพืชชนิดเดียวกัน (intraspecific cross) หรือการผสมข้ามสายพันธุ์

การผสมพันธุ์ในพืชชนิดเดียวกัน (intraspecific cross) เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างฐานพันธุกรรมให้กับนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในแผนงานปรับปรุงพันธุ์ ตัวอย่างเช่น การถ่ายยีน S-alleles ซึ่งเป็นยีนเด่นจากคะน้าเข้าสู่กะหล่ำดาว การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ผสมตัวเองติด (self-compatible) ของลูกผสมกะหล่ำดอก การสร้างลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ “Calabrese-like line” ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามระหว่างกะหล่ำดอกกับบร็อคโคลี (Inner, 1983) การถ่ายทอดลักษณะความยาวปล้องรูปทรงใบ และลักษณะความเป็นพืชฤดูเดียว ในการผสมระหว่างกะหล่ำปลีกับบร็อคโคลี (Pelofske and Baggett, 1980) การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลูกผสมในกลุ่ม *Brassica oleracea* ประกอบด้วยกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปม กะหล่ำดาว คะน้าฝรั่ง และบร็อคโคลี (Yeager, 1943) สำหรับการศึกษาและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย เช่น การศึกษาความปรวนแปรทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและลักษณะฝักในการผสมระหว่างถั่วฝักยาวกับถั่วพุ่ม (สุภาพร, 2535) การศึกษาความปรวนแปรทางพันธุกรรมในลักษณะผลและองค์ประกอบในผลผลิตของมะระ (พรรณเพ็ญ, 2532) การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมบางประการของมะเขือจาน 4 สายพันธุ์ (จรัสศรี, 2527) จากตัวอย่างข้างต้นสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) หรือสายพันธุ์แท้ (inbred line) และใช้วิธีวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประชากร (generation mean analysis) ซึ่งทำให้ทราบถึงปฏิกิริยาการทำงานของยีน ที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ตลอดจนใช้วิธีวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสม อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป สำหรับการทดลองที่ใช้พันธุ์พ่อแม่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated variety) เช่น การถ่ายทอดลักษณะรากและใบในลูกผสมระหว่างผักกาดหัวกับผักขี้หูด (กมล, 2521) ความปรวนแปรทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิต ในการผสมระหว่างบร็อคโคลีกับคะน้าจีน (อารักษ์, 2538) ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (generation mean analysis) ที่สามารถอธิบายปฏิกิริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (generation mean analysis; GMA)

การปรับปรุงลักษณะปริมาณนั้น ข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นที่ต้องทราบ คือวิธีการแสดงออกของยีน (gene action) ที่ควบคุมลักษณะนั้น ๆ ว่าเป็นแบบบวก แบบข่ม หรือข่มข้ามคู่มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพราะวิธีการแสดงออกของยีนจะเป็นตัวกำหนดวิธีการปรับปรุงลักษณะนั้นๆ วิธีการศึกษาการแสดงออกของยีนที่นิยมกันวิธีหนึ่งคือการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (ไพศาล และคณะ, 2546) เป็นการประมาณค่าการกระทำของยีนแบบต่าง ๆ 6 ค่า ได้แก่ mean (m), additive (d), dominance (h), additive x additive (i), additive x dominance (j) และ dominance x dominance (l) โดย

คำนวณจากค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 6 ประชากร (population) ได้แก่ ประชากรรุ่นแม่ (P_1), รุ่นพ่อ (P_2), รุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1), รุ่นลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2), รุ่นลูกผสมชั่วแรกกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และรุ่นลูกผสมชั่วแรกกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) หรืออาจเพิ่มประชากรอื่น ๆ อีกเช่น F_3, BC_1P_1s และ BC_1P_2s เพื่อให้มีการทดสอบ perfect fitted model ในทางสถิติได้อย่างเหมาะสม และมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จากรายงานการวิจัยการใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว เช่น การศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานต่อ gummy stem blight ในใบและลำต้นของแตง (cucumber) (St. Amand and Wehner, 2001) การศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานต่อ yellow mottle virus ในข้าว (Paul *et al.*, 2003) การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตและลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตในถั่วเขียว (mungbean) (Khattak *et al*, 2004) การศึกษาผลของยีนที่ควบคุมลักษณะทางการเจริญเติบโตและผลผลิตในเมล่อน (Zhengguo *et al*, 2006) การศึกษาการแสดงออกของยีนทนความเค็มในข้าวบาร์เลย์ (Farshadfar *et al*., 2008) การศึกษาการแสดงออกของยีนทนความเค็มในข้าว (Saha Ray and Islam, 2008) การศึกษาผลของยีนที่ควบคุมองค์ประกอบของน้ำตาลในข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) (Simla *et al*., 2009) การศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานต่อราน้ำค้างใน muskmelon (Shashikumar *et al*., 2010) การศึกษาการแสดงออกของยีนควบคุมขนาดเมล็ดถั่วอะซูกิภายใต้การเพาะปลูกบนพื้นที่สูง (Kunkaew *et al*., 2010)

การกระทำของยีน (gene action)

1. แบบผลบวก (additive gene action)

การกระทำของยีนแบบผลบวกเป็นการกระทำที่เกิดจากยีนเด่นแบบบวกสะสม (cumulative) ทำให้เกิดความดีเด่นของลูกผสมที่อยู่เหนือขอบเขตของพ่อหรือแม่หรือทั้งพ่อและแม่ หรือเรียกว่าเกิด Transgressive segregation ในประชากรชั่ว F_2 ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเด่นได้ตั้งแต่ชั่วแรก ๆ ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการคัดเลือก และพันธุกรรมจะเข้าสู่ความสมดุล (equilibrium) หรือมีความคงตัว (fixed) ได้อย่างรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมสำหรับการคัดเลือกพืชที่ผสมตัวเองที่ต้องการพันธุ์แท้ซึ่งจะมีความคงตัวของยีนในตำแหน่งต่าง ๆ จากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งและยังแสดงผลที่คงที่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อีกด้วย (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

2. แบบไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action)

เป็นการแสดงออกของยีนที่ไม่มีความต่อเนื่องกันเหมือนการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม การแสดงออกของรุ่นลูกจะมีความโดดเด่นแตกต่างจากรุ่นพ่อแม่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะชั่วรุ่นแรก ๆ (early generation) ซึ่งเป็นการยากที่จะคาดการณ์ความก้าวหน้าจากผลการคัดเลือก เนื่องจากในชั่วรุ่นหลัง ๆ (late generation) ลักษณะเด่นเหล่านี้จะหายไปในระหว่างชั่วที่มีการคัดเลือก เช่น การคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีลักษณะพันธุ์เบา (early variety) ลักษณะพันธุ์เบาจะแสดงออกมากในชั่วแรกๆ เมื่อคัดเลือกต่อในชั่วหลังๆ ลักษณะพันธุ์เบาจะค่อย ๆ หายไป ได้ลักษณะพันธุ์หนัก (late variety) แทนเป็นต้น การกระทำของยีนแบบไม่เป็นผลบวกมีทั้งการกระทำของยีนในตำแหน่งเดียวกัน (dominance) และการกระทำของยีนที่ต่างตำแหน่งกัน (epistasis) (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

3. แบบข่ม (dominance)

เกิดจากอิทธิพลของยีนเด่น (dominance gene) ไปข่มการแสดงออกของยีนด้อย (recessive gene) ทำให้การแสดงออกของลักษณะเป็นการแสดงออกของยีนเด่นเพียงอย่างเดียว และจะไม่คงที่จากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก ถ้าพบลักษณะเช่นนี้นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องใช้ความระมัดระวังในการคัดเลือกโดยชะลอการคัดเลือกไปในชั่วหลังๆ เพื่อให้พันธุกรรมที่ควบคุมมีการคงตัวก่อน นอกจากนี้การกระทำของยีนแบบข่มมีโอกาสที่จะเกิดความดีเด่นของลูกผสม ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยการสร้างลูกผสม (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554) จากรายงานของปราโมทย์ และคณะ (2555) ได้ประเมินการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะผลของแตงไทย 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ ‘R-(S5)’ ผลทรงกลม กับสายพันธุ์ ‘S-(S5)’ ผลทรงกระบอก พบยีนแบบข่มมีอิทธิพลในลักษณะอายุออกดอกตัวผู้ อายุเก็บเกี่ยวผลแรก ความยาวผล ความยาวโพรงผล และความหนาเนื้อผล และมีอิทธิพลมากกว่ายีนแบบบวก (additive)

4. แบบข่มข้ามคู่ (epistasis)

เกิดจากอิทธิพลของยีนต่างตำแหน่งที่ควบคุมลักษณะเดียวกันมากกว่า 1 คู่ โดยยีนคู่หนึ่งไปมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนคู่อื่นอีกคู่หนึ่งในลักษณะเดียวกันหรือตำแหน่งเดียวกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะทาง Phenotype ที่แตกต่างจากการอธิบายแบบอื่น ๆ การกระทำของยีนแบบ Epistasis ของยีน 2 คู่ มี 3 รูปแบบคือ additive x additive (i), additive x dominance (j) และ dominance x dominance ผลจากการแสดงออกแบบข่มข้ามคู่นี้ทำให้ค่าเฉลี่ยของประชากรชั่วต่าง ๆ ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการประมาณค่าจาก additive dominance model ได้ (วีรพันธ์ และสุทัศน์, 2554)

5. อัตราพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรม (heritability) หมายถึง อัตราส่วนของความปรวนแปรหรืออัตราส่วนของวาเรียนซ์ที่เกิดจากผลของยีน จัดเป็นค่าทางสถิติชนิดหนึ่ง และมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการปรับปรุงพันธุ์พืช เป็นค่าที่ชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ อัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดดังนี้ 1) อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (broad sense heritability) คือ อัตราส่วนของความปรวนแปรที่เกิดมาจากการแสดงผลของยีนทุกรูปแบบ และ 2) อัตราพันธุกรรมแนวแคบ (narrow sense heritability) คืออัตราส่วนของความปรวนแปร ที่เกิดจากยีนที่แสดงผลในแบบบวก อัตราพันธุกรรมอย่างแคบนี้จะชี้ให้เห็นถึงอัตราการถ่ายทอดลักษณะจากพ่อ-แม่ไปยังลูกหลาน (ไพศาล และคณะ, 2546) จากรายงานของ Iathet and Piluek (2006) ซึ่งได้ทำการผสมระหว่างแตงไทย 2 สายพันธุ์ คือ RM1 และ LM2 เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และสหสัมพันธ์ของลักษณะผลกับผลผลิต พบว่าความกว้างผล ความยาวผล ดัชนีรูปร่างผลและน้ำหนักผลในลูกผสมมีอัตราพันธุกรรมแนวแคบสูงที่ระดับ 0.60, 0.68, 0.55 และ 0.71 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอัตราการถ่ายทอดลักษณะความกว้างผล ความยาวผล ดัชนีรูปร่างผลและน้ำหนักผลจากพ่อ-แม่ไปยังลูกหลานได้สูง

6. ความดีเด่นของลักษณะ

ความดีเด่นของลักษณะ หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ลูกผสมมีความแข็งแรง เจริญเติบโต ให้ผลผลิต ต้านทานต่อโรคและแมลง ทนแล้ง และให้ลักษณะอื่น ๆ ดีกว่า หรือสูงกว่าลักษณะนั้นในพันธุ์พ่อแม่ ความดีเด่นของลักษณะอาจเกิดจากการที่พืชอยู่ในสภาพพันธุ์ทางหรือเฮตเตอโรไซกัส

(heterozygous) ดังนั้น จึงพบความดีเด่นระดับสูงในลูกผสม F_1 ของลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ของพืชผสมข้าม ความดีเด่นของลูกผสมในพืชชนิดเดียวกัน อาจมีระดับแตกต่างกัน ถ้าพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่นำมาผสมแตกต่างกัน ยิ่งกว่านั้นแม้เป็นลูกผสมชุดเดียวกัน แต่อัตราความดีเด่นในชั่วรุ่นต่าง ๆ จะแตกต่างกัน การวัดความดีเด่นของลูกผสมอาจวัดได้ 2 วิธีคือ 1) วัดโดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ คือวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ของลูกต่อค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ การวัดวิธีนี้เรียกว่า ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ หรือที่เรียกว่า เฮตเตอโรซิส (heterosis) การวัดโดยวิธีนี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะดังกล่าวมีการแสดงออกของยีนในลักษณะข่ม (ไพศาล และคณะ, 2546) และ 2) วัดโดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ที่ดีกว่า การวัดวิธีนี้เป็นการวัดคุณสมบัติในด้านการใช้ประโยชน์ คือนำค่าเฉลี่ยของลูกไปเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ลักษณะที่ดี เรียกวิธีการวัดแบบนี้ว่า เฮตเตอโรเบลไตโอซิส (heterobeltiosis) (ไพศาล และคณะ, 2546) จากรายงานของ Iathet and Piluek (2006) ซึ่งได้ทำการผสมระหว่างแตงไทย 2 สายพันธุ์ คือ RM1 และ LM2 เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และสหสัมพันธ์ของลักษณะผลกับผลผลิต พบว่าจำนวนผลต่อต้นให้ค่าเฮตเตอโรเบลไตโอซิสเท่ากับ 12.71% และผลผลิตรวมต่อต้นให้ค่าเฮตเตอโรซิสเท่ากับ 8.20% แสดงให้เห็นว่าลูกผสมระหว่างแตงไทย 2 สายพันธุ์ให้จำนวนผลต่อต้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า และให้ผลผลิตรวมต่อต้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่

7. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (correlation) หมายถึงลักษณะต่าง ๆ ของพืชที่สัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์อาจเป็นไปในทางบวกหรือลบ คือ ลักษณะที่สัมพันธ์เพิ่มหรือลดด้วยกัน หรือลักษณะหนึ่งเพิ่มอีกลักษณะหนึ่งลด ความสัมพันธ์นี้อาจเกิดจากการที่ลักษณะเหล่านี้ควบคุมโดยยีนกลุ่มเดียวกัน หรือการพัฒนาของลักษณะหนึ่งขึ้นอยู่กับการพัฒนาของอีกลักษณะหนึ่ง อาจใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะมาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืช คือสามารถคัดเลือกทางอ้อม เช่น ถ้าผลผลิตสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดต่อต้น ก็ทำการคัดเลือกต้นที่มีเมล็ดมาก ๆ เพราะการคัดเลือกผลผลิตโดยตรงนั้นทำได้ยาก เนื่องจากมีอัตราพันธุกรรมต่ำ ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพืช วัดได้โดยใช้ค่าที่เรียกว่า สหสัมพันธ์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ ความสัมพันธ์ทางลักษณะภายนอก (phenotypic correlation) ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) และความสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อม (environmental correlation) (ไพศาล และคณะ, 2546) จากรายงานของ Iathet and Piluek (2006) ซึ่งได้ทำการผสมระหว่างแตงไทย 2 สายพันธุ์ คือ RM1 และ LM2 เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และสหสัมพันธ์ของลักษณะผลกับผลผลิต พบว่าความกว้างผลมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับความยาวผลและดัชนีรูปร่างผล รูปร่างผลและขนาดผลไม่มีสหสัมพันธ์กับจำนวนผลต่อต้นและผลผลิต ในขณะที่จำนวนผลต่อต้นมีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงกับผลผลิตต่อต้น แสดงให้เห็นว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสามารถนำมาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการคัดเลือกทางอ้อมอาจจะทำการคัดเลือกทีละลักษณะ หรือทำการคัดเลือกทีละหลายลักษณะพร้อมกัน โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาสหสัมพันธ์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป

3.1 วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์แตงไทยพันธุ์ผสมเปิด คือ

   พันธุ์ RML1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลม มีลายตามความยาวของผล สีผลเมื่อแก่มีสีเหลืองเข้ม สีเนื้อในผลมีสีเขียวอมส้ม

2. เมล็ดพันธุ์แคนตาลูปพันธุ์ผสมเปิด คือ

   พันธุ์ KML370 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลม มีลายเป็นตาข่ายร่างแหที่ผิวของผล สีผิวเมื่อแก่มีสีเขียวอ่อน สีเนื้อในผลมีสีเขียวอมเหลือง

3. เมล็ดพันธุ์ ของประชากร F_1, F_2, BC_1 และ BC_2 จากคู่ผสมระหว่าง RML1 x KML370
4. ปุ๋ยเคมี
5. ระบบน้ำหยด เช่น ท่อ PE, สายน้ำหยด เป็นต้น
6. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
7. กระดาษเทียบสี (Color chart)
8. เครื่องมือต่างๆ ได้แก่
   - เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (vernier caliper)
   - เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (firmness tester)
   - เครื่องวัดความหวาน (refractometer)
   - เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง
9. อุปกรณ์อื่นๆ

3.2 ระยะเวลาการทดลอง

1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์เครื่องมือ 14 (F14) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

ปลูกทดสอบ 6 ประชากร โดยทำการปลูกพันธุ์แม่แตงไทย RML1 (P_1) ปลูกจำนวนทั้งหมด 60 ต้น พันธุ์พ่อแคนตาลูป KML370 (P_2) จำนวน 60 ต้น ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 60 ต้น ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) จำนวน 240 ต้นลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ (BC_1P_1) จำนวน 120 ต้น และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ (BC_1P_2) จำนวน 120 ต้น โดยย้ายปลูกในโรงเรือนตาข่าย ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมแปลงปลูก โดยใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย: ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ อัตราส่วน 1:1:1 ผสมให้เข้ากัน แล้วใส่ถุงพลาสติกดำขนาด 7 x 14 นิ้ว นำไปวางเรียงให้มีระยะห่างระหว่างต้น 0.6 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 0.6 เมตร เมื่อกล้าอายุครบ 14 วัน หรือมีใบจริง 2 ใบ ย้ายลงแปลงปลูก หลังย้ายกล้า 3 วัน ให้ปุ๋ยผ่านทางระบบน้ำหยด ทำการผสมเกสรภายในประชากรหรือผสมตัวเอง เมื่อติดผลเลือกไว้ผลที่สมบูรณ์ 1 ผลต่อต้น ระหว่างการปลูกมีการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชตามการระบาด

3. การเก็บเกี่ยว

โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยสังเกตจากลักษณะการแตกขั้วของผล การปริก้นของผล ปริมาณตาข่ายร่างแหที่ขึ้นเต็มผล สำหรับแคนตาลูปที่มีตาข่ายร่างแหคือ P_2 และ BC_1P_2 และแตงไทยหรือประชากรที่ไม่มีลักษณะการแตกขั้วของผล การปริก้นของผล ปริมาณตาข่ายร่างแหที่ขึ้นเต็มผล สังเกตจากลักษณะสีของผลที่เข้มขึ้นและกลิ่นของผลที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพบลักษณะดังกล่าวในประชากร P_1, F_1 ,F_2 และ BC_1P_1

4. การเก็บรักษา

สุ่มตัวอย่างแต่ละประชากรมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ซ้ำละ 10 ผล ซึ่งใช้ตัวอย่างทั้งหมด 480 ผล สุ่มตัวอย่างวัดผลทุกๆ 3 วัน

3.5 การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น โดยวัดความสูงต้น ที่ 35, 40 และ 45 วันหลังย้ายกล้าโดยวัดจากใบล่างสุดของต้นจนถึงยอดของต้น
2. วัดการพัฒนาของผลที่ 7, 14 และ 21 วันหลังผสมเกสรโดยการวัดรอบนอกของความกว้างผลและความยาวรอบนอกของความยาวผลแล้วนำค่าที่ได้มาหารสอง
3. บันทึกข้อมูลเก็บเกี่ยวผลผลิต และหลังการเก็บรักษา โดยวัด
    - น้ำหนักผล ทำการชั่งน้ำหนักผล และชั่งทุก 3 วัน แล้วหาเปอร์เซนต์น้ำหนักผลที่ลดลงโดยเครื่องชั่งทศนิยม 1 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็น กิโลกรัม
    - ความหวาน คั้นน้ำจากเนื้อผล แล้วนำหยดลงบนเครื่อง hand refractometer อ่านค่าที่ได้ มีหน่วยเป็น องศาบริกซ์
    - ความแน่นเนื้อ ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร วัดบริเวณเนื้อผล เมื่อหัวกดลึกลงไปในเนื้อผล 0.5 มิลลิเมตร แล้วอ่านค่า มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (กก./ตร.ซม.)
    - เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวผล ประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (*Colletotrichum gloeosporioides*)ให้คะแนน โดย 1 = ปกติ, 2 = มีจุดสีเหลืองเล็กน้อย 0-10%, 3 =

มีจุดสีดำขึ้นเป็นจุดๆเล็กน้อย 10-30%, 4 = มีจุดดำด่าง 30-50 และ 5 = มีเชื้อ > 50% ของพื้นที่ผิวเปลือกของผล (Vito M., 1994)

- สีของเนื้อผล โดยใช้เครื่องแผ่นเทียบสี (Colour chart)
- คะแนนความชอบลักษณะกลิ่นของแต่ระประชากร ให้คะแนนการชิมและการดมกลิ่น โดย 1 = ชอบกลิ่นหอมแบบแตงไทย, 2 = ไม่ชอบกลิ่นหอมแบบแตงไทย, 3 = ชอบกลิ่นหอมแบบแคนตาลูปและ 4 = ไม่ชอบกลิ่นหอมแบบแคนตาลูป

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะของอายุการเก็บรักษา ในประชากรทั้ง 6 ประชากร นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในแต่ละประชากร เพื่อศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรม ระหว่างประชากรในแต่ละชั่ว โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS v. 13.0

2. การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของอายุการเก็บรักษา นำข้อมูลจากประชากรทั้ง 6 ประชากรที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (generation mean analysis) เพื่อศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ตามวิธีที่เสนอโดย Mather and Jinks (1971) ดังนี้

$$m = \frac{1}{2}\overline{P_1} + \frac{1}{2}\overline{P_2} + 4\overline{F_2} - 2\overline{BC_1P_1} - 2\overline{BC_1P_2}$$

$$d = \frac{1}{2}\overline{P_1} - \frac{1}{2}\overline{P_2}$$

$$h = 6\overline{BC_1P_1} + 6\overline{BC_1P_2} - \overline{F_1} - 8\overline{F_2} - \frac{3}{2}\overline{P_1} - \frac{3}{2}\overline{P_2}$$

$$i = 2\overline{BC_1P_1} + 2\overline{BC_1P_2} - 4\overline{F_2}$$

$$j = 2\overline{BC_1P_1} - 2\overline{BC_1P_2} - \frac{1}{2}\overline{P_1} + \frac{1}{2}\overline{P_2}$$

$$l = \overline{P_1} + \overline{P_2} + 2\overline{F_1} + 4\overline{F_2} - 4\overline{BC_1P_1} - 4\overline{BC_1P_2}$$

เมื่อ m คือ ค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance
d คือ การแสดงผลของยีนแบบบวก (additive gene effects)
h คือ การแสดงผลของยีนแบบข่ม (dominance gene effects)
i คือ ปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบบวก (additive x additive interaction)
j คือ ปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบข่ม (additive x dominance interaction)
l คือ ปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม (dominance x dominance interaction)

โดยที่ $\overline{P_1}$ คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์แม่
$\overline{P_2}$ คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ
$\overline{F_1}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่หนึ่ง
$\overline{F_2}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่สอง
$\overline{BC_1P_1}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่
$\overline{BC_1P_2}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ

การทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลของยีนที่ได้โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ในการเปรียบเทียบค่า t-statistics เช่น การทดสอบนัยสำคัญของปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบบวก (i) ซึ่งคำนวณจาก

$$S.E_{(i)} = \sqrt{variance_{(i)}}$$

$$Variance_{(i)} = \left(\frac{4V_{BC_1P_1}}{n_{BC_1P_1}} + \frac{4V_{BC_1P_2}}{n_{BC_1P_2}} + \frac{16V_{F_2}}{n_{F_2}} \right)$$

เมื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลของยีนดังกล่าวใช้สมการ

$$t_{(i)} = \frac{i}{S.E_{(i)}}$$

โดยเปิดตาราง t ที่ df = $(n_{BC_1P_1} + n_{BC_1P_2} + n_{F_2})$-3

การหาค่า mean square (MS) ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังต่อไปนี้

$$\text{CF รวม} = \frac{(\sum X_{ijk})^2}{N}$$

เมื่อ i = 1, 2, 3,...., a (a = จำนวนชั่วรุ่น)

j = 1, 2, 3,...., b (b = จำนวนแปลงทดลองหรือซ้ำ)

k = 1, 2, 3,...., a (a = จำนวนตัวอย่างย่อย)

N = จำนวนข้อมูล

คำนวณค่า sum square (SS) ต่าง ๆ ดังนี้

a. Total SS = $\sum (X_{ijk})^2$ - CF รวม

b. Generation SS = $\left[\frac{(\sum Generation_i)^2}{n_i} \right]$ - CF รวม

$$= \left[\frac{(\sum X_{P_1})^2}{n_{P_1}} + \frac{(\sum X_{P_2})^2}{n_{P_2}} + \frac{(\sum X_{F_1})^2}{n_{F_1}} + \right.$$

$$\left. \frac{(\sum X_{F_2})^2}{n_{F_2}} + \frac{(\sum X_{BC_1P_1})^2}{n_{BC_1P_1}} + \frac{(\sum X_{BC_1P_2})^2}{n_{BC_1P_2}} \right] \text{-CF รวม}$$

c. Plots/Generation SS = $\frac{(\sum Plot_j)^2}{n_j}$ - CF รวม

$$= \left[\frac{(\sum X_{Plot1_{(P_1)}})^2}{n_{Plot1_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{Plot2_{(P_1)}})^2}{n_{Plot2_{(P_1)}}} + ...+ \right.$$

$$\left. \frac{(\sum X_{Plot48_{(BC_1P_2)}})^2}{n_{Plot48_{(BC_1P_2)}}} \right] \text{-CF รวม-Generation SS}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อคิดแยกย่อยจะได้ว่า Plots/P_1 SS

$$= \left[\frac{(\sum X_{Plot1_{(P_1)}})^2}{n_{Plot1_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{Plot2_{(P_1)}})^2}{n_{Plot2_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{Plot3_{(P_1)}})^2}{n_{Plot3_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{Plot4_{(P_1)}})^2}{n_{Plot4_{(P_1)}}} \right] \text{-CF ของ } P_1$$

Plots/ชั่วอื่นๆ SS และ CF ของชั่วอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน เมื่อรวม Plots/ชั่ว SS ทุกชั่วจะได้เท่ากับ Plots/Generation SS

d. Plants/Plots/Generation SS

= Total SS-Generation SS- Plots/Generation SS

เมื่อคิดแยกย่อยจะได้ Plants/Plots/P_1 SS หรือ Plants/P_1 SS

$= \sum (X_{P_1})^2$ -CF ของ P_1-Plots/P_1 SS

Plants/ชั่วอื่น ๆ SS สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน เมื่อรวม Plants/ชั่ว SS ทุกชั่วจะได้เท่ากับ Plants/Plots/Generation SS

$$\text{mean square (MS)} = \frac{\text{sum square (SS)}}{\text{degree of freedom (df)}}$$

การศึกษาอัตราพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผล

นำข้อมูลวาเรียนซ์ของพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 และลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ได้ไปวิเคราะห์อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (broad sense heritability) เพื่อศึกษาอัตราพันธุกรรมแนวกว้าง ตามวิธีที่เสนอโดย Burton (1951) ดังนี้

$$h_b^2 = \left[\frac{V_{F_2} - \left(\frac{V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1}}{3} \right)}{V_{F_2}} \right] \times 100$$

เมื่อ V_{P_1} คือค่า mean square ของ P_1

V_{P_2} คือค่า mean square ของ P_2

V_{F_1} คือค่า mean square ของ F_1

V_{F_2} คือค่า mean square ของ F_2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผล

นำข้อมูลพันธุ์พ่อ พันธุ์แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้ไปวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ (heterosis) และวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า (heterobeltiosis) เพื่อศึกษาความดีเด่นของลูกผสม ตามวิธีที่เสนอโดย Falconer (1981) ดังนี้

ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่

$$\text{Heterosis (\%)} = \left(\frac{\overline{F_1} - \overline{MP}}{\overline{MP}} \right) \times 100$$

เมื่อ $\overline{F_1}$ คือ ค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1

$\overline{MP}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่

การทดสอบนัยสำคัญโดยการเปรียบเทียบค่า t-statistics ดังนี้

$$t_{(MP)} = \frac{\overline{F_1} - \overline{MP}}{S_1}$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{(n_{P_1} - 1)MS_{P_1} + (n_{P_2} - 1)MS_{P_2}}{(n_{P_1} + n_{P_2})[(n_{P_1} - 1) + (n_{P_2} - 1)]} + \frac{MS_{F_1}}{n_{F_1}}}$$

โดยที่ MS_{P_1} คือ ค่า mean square ของพันธุ์แม่

MS_{P_2} คือ ค่า mean square ของพันธุ์พ่อ

MS_{F_1} คือ ค่า mean square ของลูกผสมชั่วที่ 1

n คือ จำนวนต้นในชั่วนั้น ๆ

ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

$$\text{Heterobeltiosis (\%)} = \left(\frac{\overline{F_1} - \overline{HP}}{\overline{HP}} \right) \times 100$$

เมื่อ $\overline{F_1}$ คือ ค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1

$\overline{HP}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

การทดสอบนัยสำคัญโดยการเปรียบเทียบค่า t-statistics ดังนี้

$$t_{(HP)} = \frac{\overline{F_1} - \overline{HP}}{S_2}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{MS_{F_1}}{n_{F_1}} + \frac{MS_{HP}}{n_{HP}}}$$

เมื่อ MS_{F_i} คือ ค่า mean square ของลูกผสมชั่วที่ 1

MS_{HP} คือ ค่า mean square ของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

n คือ จำนวนต้นในชั่วนั้น ๆ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของผล

นำข้อมูลลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (phenotypic correlation) เพื่อศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ตามวิธีที่เสนอโดย Briggs and Knowles (1967) ดังนี้

$$r = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{(\sum X_i)(\sum Y_i)}{n}}{\sqrt{\left[\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}\right]\left[\sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}\right]}}$$

โดยที่ X_i คือ ค่าสังเกตของลักษณะ X ที่ i

Y_i คือ ค่าสังเกตของลักษณะ Y ที่ i

เมื่อ i = 1, 2, 3,...., n (n = จำนวนค่าสังเกต)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของประชากรทั้ง 6 ที่เกิดจากพันธุ์พ่อแคนตาลูป (P_2) พันธุ์แม่แตงไทย (P_1) และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ภายในพันธุ์ของการเจริญเติบโตทางลำต้น การพัฒนาของผล ระยะเก็บเกี่ยวผล

เมื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น และการพัฒนาผลของทั้ง 6 ประชากร (แสดงในตารางที่ 1) พบว่า แต่ละช่วงของประชากรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ ที่ 30 และ 35 วันหลังย้ายกล้า โดยประชากร P_1 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงที่สุด เท่ากับ 140.20 และ 166.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ประชากร P_2 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นต่ำที่สุด เท่ากับ 76.20 และ 99.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่ 40 วันหลังย้ายกล้า F_2 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงที่สุด เท่ากับ 200.20 เซนติเมตร และ P_2 มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นต่ำที่สุด เท่ากับ 122.50 เซนติเมตร (แสดงในตารางที่ 4.1.1) ค่าเฉลี่ยการพัฒนาของความกว้างรอบผลหลังผสมเกสรแต่ละช่วงของประชากรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ หลังผสมดอกที่ 7 วัน ประชากร P_1 มีความกว้างรอบผลสูงสุด เท่ากับ 21.90 เซนติเมตร และในประชากร BC_1P_2 มีความกว้างรอบผลต่ำสุด เท่ากับ 14.60 เซนติเมตร หลังผสมดอก 14 วัน ประชากร F_1 มีความกว้างรอบผลสูงสุด เท่ากับ 33.33 เซนติเมตร ในประชากร P_2 มีความกว้างรอบผลต่ำสุด เท่ากับ 26.50 เซนติเมตร และหลังผสมดอกที่ 21 วัน มีความกว้างรอบผลสูงสุด เท่ากับ 36.90 เซนติเมตร หลังผสมดอกที่ 21 วัน ประชากร BC_1P_1 มีความกว้างรอบผลสูงสุด เท่ากับ 36.90 เซนติเมตร และประชากร P_2 มีความกว้างรอบผลต่ำสุด เท่ากับ 28.90 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยการพัฒนาของความยาวรอบผลหลังผสมดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ หลังผสมดอกที่ 7 วัน ประชากร F_2 มีความยาวรอบผลสูงสุด เท่ากับ 24.90 เซนติเมตร และประชากร BC_1P_1 มีความยาวรอบผลต่ำสุด เท่ากับ 19.00 เซนติเมตร หลังผสมดอกที่ 14 วัน ประชากร BC_1P_1 ความยาวรอบผลมีค่าสูงสุด เท่ากับ 36.80 เซนติเมตร ประชากร P_2 ความยาวรอบผลมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 25.70 เซนติเมตร และหลังผสมดอก 21 วัน ประชากร F_2 ความยาวรอบผลมีค่าสูงสุด เท่ากับ 39.90 เซนติเมตร ประชากร P_2 ความยาวรอบผลมีค่าต่ำสุด เท่ากับ 27.80 เซนติเมตร (แสดงในตารางที่ 4.1.2)

ตารางที่ 4.1.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* และอายุเก็บเกี่ยวผล

ชั่วรุ่น	n	ความสูงต้น (cm)			อายุเก็บเกี่ยว (วัน)
		30 วัน	35 วัน	40 วัน	
		$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE
P_1	10	140.20±3.23^{a}	166.90±5.94^{a}	186.40±6.17^{ab}	67±3^{b}
P_2	10	76.20±2.56^{d}	99.00±4.61^{d}	122.50±8.55^{c}	74±3^{a}
F_1	10	123.10±3.86^{b}	143.20±5.68^{b}	157.90±7.11^{b}	70±3^{a}
F_2	10	130.20±6.15^{ab}	155.30±7.88^{ab}	200.20±10.67^{a}	68±4^{b}
BC_1P_1	10	135.40±4.01^{ab}	162.10±5.76^{ab}	182.50±9.26^{ab}	67±3^{a}
BC_1P_2	10	97.30±5.53^{c}	137.60±11.38^{c}	166.90±16.65^{b}	72±3^{a}
F-test		**	**	**	**
CV (%)		11.40	15.08	18.16	14.40

[1] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) **,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล

ตารางที่ 4.1.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผล ของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ลูกผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)*

ชั่วรุ่น	n	ความกว้างรอบผล (cm)			ความยาวรอบผล (cm)		
		7 day	14 day	21 day	7 day	14 day	21 day
		$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE
P_1	10	21.9±1.26^{a}	32.6±0.83^{a}	36.0±1.07^{a}	21.9±1.16^{ab}	32.3±1.09^{ab}	35.6±1.15^{bc}
P_2	10	19.4±0.53^{a}	26.5±0.71^{d}	28.9±0.75^{b}	20.5±0.59^{bc}	25.7±0.73^{c}	27.8±0.73^{d}
F_1	10	21.1±0.79^{a}	33.3±0.84^{a}	35.9±1.11^{a}	22.2±0.78^{ab}	32.6±0.80^{ab}	34.5±1.03^{bc}
F_2	10	20.0±1.38^{a}	27.8±0.66^{cd}	31.8±0.84^{b}	24.9±0.96^{a}	35.9±1.27^{a}	39.9±1.52^{ab}
BC_1P_1	10	19.4±0.60^{a}	31.5±0.79^{ab}	36.9±1.29^{a}	19.0±0.66^{c}	36.8±2.50^{a}	44.7±3.22^{a}
BC_1P_2	10	14.6±1.15^{b}	29.2±1.13^{bc}	31.8±1.30^{b}	19.5±1.07^{bc}	30.2±1.56^{b}	33.3±2.18^{cd}
F-test		**	**	**	**	**	**
CV (%)		15.45	8.66	7.93	12.90	12.99	14.39

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) **,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล

4.2 การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะคุณภาพของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา ในลูกผสมระหว่างแคนตาลูปกับแตงไทย

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะคุณภาพของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาทั้ง 6 ประชากร

จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการน้ำหนักผลเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา ของทั้ง 6 ประชากร พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ โดยประชากร BC_1P_2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลเริ่มต้นสูงสุด เท่ากับ 1.52 กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ P_1, F_2, F_1 และ BC_1P_1 เท่ากับ 1.19, 1.01, 0.96 และ 0.92 กิโลกรัม ตามลำดับ และในประชากร P_2 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลเริ่มต้นต่ำสุด เท่ากับ 0.72 กิโลกรัมตามลำดับ หลังการเก็บรักษา พบว่า น้ำหนักผลของทุกประชากรมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (15 วัน) มีน้ำหนักผลที่ลดลงของแต่ละประชากรไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยประชากร P_1, BC_1P_2, F_1, F_2, BC_1P_1, และ P_2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16, 0.16, 0.11, 0.07, 0.07 และ 0.07 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ โดยประชากร P_1 และ มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 13.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ประชากร BC_1P_2 , F_1, F_2 และ BC_1P_1 เท่ากับ 11.5, 10.3, 9.7และ 7.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และประชากร F_2 มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 6.9 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยอายุการเก็บรักษาผลสามารถเก็บรักษาไว้ได้สูงสุด 15 วัน (แสดงในตารางที่ 4.2.1)

ค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อผลเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ โดยประชากร P_2 มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อผลเริ่มต้นสูงสุด เท่ากับ 1.51 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ประชากร P_1, BC_1P_2, F_2 และ BC_1P_1 เท่ากับ 1.23, 0.68, 0.45 และ 0.26 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และในประชากร F_1 มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อผลต่ำสุด เท่ากับ 0.30 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความแน่นเนื้อที่ลดลงที่ 15 วัน ของแต่ละประชากรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยประชากร P_2, P_1, BC_1P_2, F_2, F_1 และ BC_1P_1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.37, 1.02, 0.63, 0.23, 0.15 และ 0.13 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (แสดงในตารางที่ 4.2.2) การลดลงของความแน่นเนื้อผลเป็นลักษณะที่ดี หรือไม่ดีนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ เช่น ในละมุด และกล้วยจะนิยมให้ความแน่นเนื้อผลต่ำจะเป็นลักษณะที่ดีกว่าความแน่นเนื้อสูง แต่ในการทดลองในแตงไทยและแคนตาลูปนั้นนิยมให้มีความแน่นเนื้อผลมีค่าสูงจะเป็นลักษณะที่ดีกว่าความแน่นเนื้อผลที่มีค่าต่ำ และลักษณะความแน่นเนื้อผลมีค่าที่ต่ำอาจเป็นเหตุให้เชื้อโรคเข้าทำลายผลได้ง่าย และอายุการเก็บรักษาผลอาจสั้นลงไปด้วย ซึ่งอัตราการลดลงของความแน่นเนื้อผล หรือเปอร์เซ็นต์ของความแน่นเนื้อผลลดลงมากในช่วงแรกนั้น เกิดจากอัตราการหายใจของพืชสูง ในช่วงแรกหลังการเก็บเกี่ยว และอัตราการหายใจจะค่อยลดลงเมื่อเก็บไว้นาน (จริงแท้, 2549)

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผลหลังการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังการเก็บรักษาที่ 3 วัน ประชากร P_1, P_2, F_1, BC_1P_1 และ BC_1P_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 1-1.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 0 เปอร์เซนต์ คือ ที่ผิวผลปกติ ส่วนในประชากร F_2 มีคะแนนการเกิดโรคเท่ากับ 2 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 0-10 เปอร์เซนต์ คือ ที่ผิวผลมีจุดสีเหลืองเล็กน้อย หลังการเก็บรักษาที่ 6 วัน ประชากร P_1, F_2, และ BC_1P_1 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 2-2.33 คะแนน อยู่

ในช่วงการเกิดโรค 0-10 เปอร์เซนต์ คือ ที่ผิวผลมีจุดสีเหลืองเล็กน้อย ประชากร F_1, BC_1P_2 และ P_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 1.33-1.67 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค คือ ที่ผิวผลปกติ หลังการเก็บรักษาที่ 6 วัน ประชากร BC_1P_1 และ F_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 2.67 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 10-30 เปอร์เซนต์ คือ มีจุดสีดำขึ้นเป็นจุดเล็กน้อย ประชากร P_1, P_2, F_1 และ BC_1P_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 2-2.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 0-10 เปอร์เซนต์ คือ ที่ผิวผลมีจุดสีเหลืองเล็กน้อย หลังการเก็บรักษาที่ 12 วัน ประชากร P_1, P_2, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 3.00-3.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 10-30 เปอร์เซนต์ คือ มีจุดสีดำขึ้นเป็นจุดเล็กน้อย ประชากร F_1 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 2.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 0-10 เปอร์เซนต์ คือ ที่ผิวผลมีจุดสีเหลืองเล็กน้อย และหลังการเก็บรักษาที่ 15 วัน P_2, F_2, BC_1P_1, และ BC_1P_2 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 3.67-4.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 30-50 เปอร์เซนต์ คือ มีจุดดำด่าง และประชากร P_1 และ F_1 มีคะแนนการเกิดโรค เท่ากับ 3-3.33 คะแนน อยู่ในช่วงการเกิดโรค 10-30 เปอร์เซนต์ คือ มีจุดสีดำขึ้นเป็นจุดเล็กน้อย (แสดงในตารางที่ 4.2.3)

อัตราการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความหวาน หลังการเก็บรักษาที่ 0 วัน แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยประชากร P_2 มีความหวานเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 12.00 องศาบริกซ์ รองลงมาได้แก่ ประชากร BC_1P_2, F_1, F_2 และ P_1 เท่ากับ 11.13, 6.53, 6.10 และ 4.40 องศาบริกซ์ตามลำดับ และประชากร BC_1P_1 มีความหวานเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 4.30 องศาบริกซ์ หลังการเก็บรักษา ประชากร P_1, F_1, F_2 และ BC_1P_1 มีแนวโน้มความหวานเพิ่มขึ้น โดยประชากร ประชากร P_1, F_1 และ F_2 มีค่าสูงสุดหลังการเก็บรักษาที่ 6 วัน เท่ากับ 5.77, 11.10, 7.27 และ 5.80 องศาบริกซ์ตามลำดับ และในประชากร BC_1P_1 มีค่าสูงสุดหลังการเก็บรักษาที่ 9 วัน เท่ากับ 6.80 องศาบริกซ์ และความหวานเริ่มลดลง ในประชากร P_2 และ BC_1P_2 มีแนวโน้มความหวานลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา หลังจากเก็บรักษที่ 15 วัน ประชากร BC_1P_2 มีความหวานเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 7.53 องศาบริกซ์ รองลงมาได้แก่ ประชากร P_2, BC_1P_1, F_1, และ P_1 เท่ากับ 6.33, 5.93, 5.47 และ 4.30 องศาบริกซ์ตามลำดับ และประชากร F_2 มีความหวานเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 4.13 องศาบริกซ์ (แสดงในตารางที่ 4.2.4) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในประชากร F_1 มีความหวานใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อแคนตาลูป และมีอายุเฉลี่ยการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บผลิตผลไว้ได้นาน 15 วัน สอดคล้องกับการทดลองของ Canwell (2011) การศึกษาคุณภาพโดยรวม และอายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของแคนตาลูป พบว่า สี กลิ่น ความนิ่มเนื้อผลมีการเปลี่ยนแปลง แต่ความหวานไม่เปลี่ยนแปลง และอุณหภูมิห้องสามารถเก็บผลผลิตแคนตาลูปไว้ได้ 2-4 สัปดาห์

การเปรียบเทียบการแสดงออกของลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสีที่ปรากฏในประชากรหลังการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกัน หลังการเก็บรักษาที่ 0 วัน พบกลุ่มสี G142C ในประชากร P_1, P_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 และกลุ่มสี G130B ในประชากร F_2 หลังการเก็บรักษาที่ 6 วัน พบกลุ่มสี YG150C ในประชากร BC_1P_1 กลุ่มสี YG145D ในประชากร P_2 กลุ่มสี YG145B ในประชากร F_1 กลุ่มสี YG142B ในประชากร BC_1P_2 กลุ่มสี GW130D ในประชากร F_2 และกลุ่มสี G142C ในประชากร P_1 และหลังเก็บรักษาที่ 12 วัน พบ กลุ่มสี YG150C ในประชากร BC_1P_1 กลุ่มสี YG145D ในประชากร P_2, F_2 และ BC_1P_2 และกลุ่มสี YG145C ในประชากร P_1 และ F_1 (แสดงในตารางที่ 4.2.5) เมื่อกระบวนการ

วายเริ่มขึ้น การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ในพืชลดลง ในขณะที่การสลายตัวไม่ลดลงหรืออาจเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์โดยรวมต่ำลง ส่งผลให้สีเขียวของพืชลดน้อยลงไปด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) สอดคล้องกับการทดลองของ ธิรา (1995) จากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีในผลแตงโม ระหว่างการเก็บรักษาพบว่าสีของเนื้อผล ความหวานและความแน่นเนื้อผลทุกควบคุมด้วยเอนไซม์ pectinesterase, polygalacturonase, β-galactosidase and galactanase.c จากผลการทดลองลักษณะของกลุ่มสี่ส่วนใหญ่จะพบลักษณะสีเขียวอ่อนที่พบในประชากรพ่อมากกว่าแม่ แสดงว่าลักษณะกลุ่มสี้เขียวอ่อนนี้ได้รับอิทธิพนมาจากพ่อ ดังนั้นถ้าอยากได้กลุ่มสีเขียวเข็มก็ควรคัดเลือกไปทางพันธุ์แม่ แต่ถ้าอยากได้กลุ่มสีเขียวอ่อนก็ควรคัดเลือกไปทางพันธุ์พ่อเป็นต้น

จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบและไม่ชอบลักษณะกลิ่น โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 4 คน ในการทดลองชิมและดมกลิ่นหลังเก็บรักษา พบว่าหลังเก็บรักษาที่ 0 และ 3 วัน ให้คะแนนทั้งหมดเป็น 8 คะแนนทุกประชากร หลังเก็บรักษาที่ 6 วัน ให้คะแนน 4 และ 4 คะแนน เท่ากันในประชากร P_1 ให้คะแนน 8 และ 1 คะแนน ในประชากร P_2 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร F_1 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร F_2 ให้คะแนน 1 และ 6 คะแนน ในประชากร BC_1P_1ให้คะแนน 8 และ 1 คะแนน ในประชากร BC_1P_2 หลังการเก็บรักษาที่ 9 วัน ให้คะแนน 4 และ 4 คะแนน ในชั่วรุ่น P_1 ให้คะแนน 8 และ 1 คะแนน ในประชากร P_2 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร F_1 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร F_2 ให้คะแนน 1 และ 6 คะแนน ในประชากร BC_1P_1 ให้คะแนน 8 และ 1 คะแนน ในประชากร BC_1P_2 และหลังเก็บรักษาที่ 12 วัน ให้คะแนน 1 และ 6 คะแนน ในประชากร P_1 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร P_2 ให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร F_1 ให้คะแนน 4 และ 4 คะแนน ในประชากร F_2 ให้คะแนน 1 และ 8 คะแนน ในประชากร BC_1P_1 และให้คะแนน 6 และ 1 คะแนน ในประชากร BC_1P_2 (แสดงในตารางที่ 4.2.6)

ตารางที่ 4.2.1 เปรียบเทียบน้ำหนักผลที่ลดลงของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	n	น้ำหนักเริ่มต้น(kg)	น้ำหนักผลที่ลดลง (kg)							
			0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน	15 วัน	รวม	WL(%)
P_1	9	1.19[b]	0	0.03	0.01	0.09	0.02	0.01	0.16	13.50[a]
P_2	9	0.72[d]	0	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	9.70[bc]
F_1	9	0.96[c]	0	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.11	11.50[b]
F_2	9	1.01[bc]	0	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.07	6.90[c]
BC_1P_1	9	0.92[c]	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.07	7.60[c]
BC_1P_2	9	1.52[a]	0	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02	0.16	10.50[b]
F-test		**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT), %WL = เปอร์เซ็นต์น้ำหนักผลที่ลดลง, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P <0.01, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล รวม = รวมน้ำหนักผลที่ลดลงหลังเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 วัน

ตารางที่ 4.2.2 เปรียบเทียบความแน่นเนื้อผลที่ลดลงของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	n	ความแน่นเนื้อเริ่มต้น	ความแน่นเนื้อผลที่ลดลง (N/cm^2)						
			0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน	15วัน	รวม
P_1	18	1.23[b]	0	0.92	0.06	0.01	0.02	0.01	1.02
P_2	18	1.51[a]	0	1.23	0.04	0.02	0.01	0.07	1.37
F_1	18	0.30[d]	0	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.15
F_2	18	0.45[cd]	0	0.07	0.10	0.02	0.03	0.01	0.23
BC_1P_1	18	0.26[d]	0	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	0.13
BC_1P_2	18	0.68[c]	0	0.36	0.14	0.04	0.02	0.07	0.63
F-test		**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

[1] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT), **,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล รวม = รวมความแน่นเนื้อผลที่ลดลงหลังเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 วัน

ตารางที่ 4.2.3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคผิวเปลือกของผลของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	n	คะแนนการเกิดโรคผิวเปลือกของผล (%)					
		0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน	15 วัน
P_1	9	1.00	1.00	2.00	2.33	3.00	3.33
P_2	9	1.00	1.00	1.33	2.33	3.33	4.00
F_1	9	1.00	1.33	1.67	2.00	2.33	3.00
F_2	9	1.00	2.00	2.33	2.67	3.33	3.67
BC_1P_1	9	1.00	1.67	2.33	2.67	3.33	3.67
BC_1P_2	9	1.00	1.00	1.33	2.00	3.00	4.33
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธีDuncan's New Multiple Range Test (DMRT), (1 = ปกติ, 2 = มีจุดสีเหลืองเล็กน้อย 0-10%, 3 = มีจุดสีดำขึ้นเป็นจุด ๆ เล็กน้อย 10-30%, 4 = มีจุดดำด่าง 30-50% และ 5 = มีเชื้อ >50% ของพื้นที่ผล (Vito and Salveit, 1994). **,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2.4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความหวานผลของประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	n	ความหวาน (องศาบริกซ์)					
		0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน	15 วัน
		$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE	$\bar{x}$ ±SE
P_1	18	4.40±0.35^{c}	5.20±0.99^{d}	5.77±0.49^{d}	5.27±0.99	4.17±0.64	4.30±0.75^{d}
P_2	18	12.00±0.55^{a}	8.40±1.32^{ab}	7.97±0.88^{c}	7.87±1.36	7.47±1.33	6.33±0.18^{ab}
F_1	18	6.53±0.94^{b}	7.40±1.60^{c}	11.10±1.06^{a}	8.30±0.53	8.47±1.52	5.47±1.18^{c}
F_2	18	6.10±0.59^{b}	6.63±0.61^{c}	7.27±1.28^{c}	5.73±0.42	4.87±1.53	4.13±1.07^{d}
BC_1P_1	18	4.30±0.62^{c}	4.40±0.35^{d}	5.80±0.88^{d}	6.80±0.45	4.77±1.03	5.93±0.71^{c}
BC_1P_2	18	11.13±0.62^{a}	9.47±0.62^{a}	9.13±1.32^{b}	8.83±1.52	7.43±0.84	7.53±1.45^{a}
F-test		**	*	*	ns	ns	*

[1]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติในระดับ 0.05 จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT), **,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, n=จำนวนผลของประชากรที่ใช้ทดลอง โดยใช้วัดครั้งละ 3 ผล

ตารางที่ 4.2.5 เปรียบเทียบลักษณะกลุ่มสีของเนื้อผลที่ปรากฏในประชากร P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมระหว่าง RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับ KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	n	ลักษณะกลุ่มสีของเนื้อผล		
		0 วัน	6 วัน	12 วัน
P1	15	G142C	G142C	YG145C
P2	15	G142C	YG145D	YG145D
F1	15	G140C	YG145B	YG145C
F_2	15	G130B	GW130D	YG145D
BC_1P_1	15	G142C	YG150C	YG150C
BC_1P_2	15	G142C	YG142B	YG145D

1/ กลุ่มสีที่เปรียบเทียบด้วย color chart G140C, G141C, G142B, G138B

2/ กลุ่มสีที่เปรียบเทียบด้วย color chart YG142A , YG142B, YG142C,YG145B , YG145C, YG154C, YG154D, YG149B, YG149C, YG149D, G130B, G130C. (อ้างตามสุกัญญา. 2554), ใช้วัดครั้งละ 3 ผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบลักษณะกลิ่นของแตงไทย แคนตาลูป และลูกผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2**)**, P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 และ BC_1P_2 หลังเก็บรักษา

ชั่วรุ่น	ความพึงพอใจ	คะแนนความชอบหรือไม่ชอบ				
		0 วัน	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน
P1	ชอบ	8	8	4	4	1
	ไม่ชอบ	1	1	4	4	6
P2	ชอบ	8	8	8	8	6
	ไม่ชอบ	1	1	1	1	1
F1	ชอบ	8	8	6	6	6
	ไม่ชอบ	1	1	1	1	1
F_2	ชอบ	8	8	6	6	4
	ไม่ชอบ	1	1	1	1	4
BC_1P_1	ชอบ	8	8	1	1	1
	ไม่ชอบ	1	1	6	6	8
BC_1P_2	ชอบ	8	8	8	8	6
	ไม่ชอบ	1	1	1	1	1

ให้คะแนนเป็น 2^* = ชอบลักษณะกลิ่น และ 1^* = ไม่ชอบลักษณะกลิ่น โดยนำคะแนนที่ได้มาคูณกับจำนวนคนที่ชิมแล้วชอบและไม่ชอบลักษณะกลิ่นของแต่ละประชากร

4.3 การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา และอัตราพันธุ์กรรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วรุ่นจากประชากรทั้ง 6 ประชากรในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 กับ แคนตาลูป KML370 (แสดงในตารางที่ 4.3.1) พบว่าการแสดงออกของยีนแบบบวก แบบข่มและข่มข้ามคู่ในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง แต่ไม่พบปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบบวกในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง พบการแสดงออกของยีนแบบข่มในลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล เปอร์เซ็นต์ความหวาน และอายุการเก็บรักษาผลิตผลลังการเก็บเกี่ยว แต่ไม่พบการแสดงออกของยีนแบบบวกในการควบคุมลักษณะดังกล่าว พบการแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ในลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล เปอร์เซ็นต์ความหวาน และอายุการเก็บรักษาผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ปฏิกิริยาของยีนแบบบวกกับแบบบวกในความแน่นเนื้อผล แต่ไม่พบการแสดงออกของยีนแบบบวก แบบข่ม แบบบวกกับแบบข่ม และแบบข่มกับแบบข่ม ในการควบคุมลักษณะความแน่นเนื้อผลและลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ สุรชาติ (2554) พบการแสดงออกของยีนแบบบวก และแบบข่มข้ามคู่ในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะความยาวผล และความหวาน อีกทั้งยังพบการแสดงออกของยีนแบบข่ม และแบบข่มข้ามคู่ในการควบคุมความแปรปรวน

ทางพันธุกรรมของลักษณะความกว้างผล นอกจากนี้ยังพบการแสดงออกของยีนแบบข่ม แบบบวก และแบบข่มกับแบบข่ม มีความสำคัญในการควบคุมลักษณะ อายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าลักษณะที่ดีหลายๆ ลักษณะ จากพันธุ์พ่อแม่สามารถถ่ายทอดผ่านยีนไปสู่รุ่นลูกได้ สังเกตจากการแสดงออกทางฟีโนไทป์ เช่น ความกว้างผล ความยาวผล ความต้านทานต่อโรค และอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวของลูกผสมในชั่ว F_1 และ F_2 และลักษณะทางยีโนไทป์ เช่น ความแน่นเนื้อผล และเปอร์เซ็นต์ความหวาน Zhengguo (2006) กล่าวไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสี กลิ่น รสชาติ โครงสร้างผลผลิตและการเพิ่มผลผลิต ของเมล่อนขึ้นอยู่กับการปรับปรุงพันธุ์และเทคนิคในการเพาะปลูก

เมื่อวิเคราะห์อัตราพันธุกรรมแนวกว้างที่ได้จากวาเรียนซ์ของแต่ละประชากร พบว่า อายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว มีอัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูงคือ 0.72 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 และพบว่าอัตราพันธุกรรมแนวกว้างต่ำในลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง ความแน่นเนื้อผล เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล และเปอร์เซ็นต์ความหวาน เท่ากับ 0.40, 0.37, 0.36 และ 0.36 ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ สุรชาติ (2554) พบว่า อัตราพันธุกรรมแนวกว้างที่ได้จากวาเรียนซ์ ของแต่ละประชากรทั้ง 4 คู่ผสมพบว่า น้ำหนักผล ความยาวผล และความหนาเนื้อ มีอัตราพันธุกรรมแนวกว้างค่อนข้างสูงระหว่าง 61.44-69.80, 43.09-75.94 และ 39.83-77.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3.1 ผลของยีนที่ควบคุมลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาทั้ง 6 ประชากร (P_1, P_2, F_1, F_2, BC_1P_1 and BC_1P_2) ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1(*Cucumis melo* var. *conomon*; P_1) กับแคนตาลูป KML370 (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2)

ผลของยีน	น้ำหนักผลที่ลดลง (kg)	ความแน่นเนื้อลดลง (N/cm^2)	การเกิดโรค (%)	TSS (องศาบริกซ์)	อายุเก็บรักษา (วัน)
[m]	-0.27±0.15**	0.53±0.39**	5.50±2.06	1.00±1.67**	30.50±1.19**
[d]	0.026±0.04**	-0.11±0.11	-0.50±0.25	-2.26±0.30	-0.50±0.33
[h]	0.39±0.14**	-0.80±0.89	3.50±4.39**	15.23±5.65**	-33.50±2.75**
[i]	0.19±0.05	0.08±0.33**	-2.00±2.04	6.80±1.03	16.00±1.12
[j]	-0.12±0.05**	0.03±0.24	2.50±1.20	-7.38±1.04*	0.50±0.66**
[l]	-0.22±0.10**	0.52±0.59	1.00±2.99**	-6.66±2.36	15.00±1.54**
Broad-sense heritability	0.40	0.36	0.37	0.36	0.72

[m], [d], [h], [i], [j] และ [l] คือ ค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance, การแสดงผลของยีนแบบบวก, แสดงผลของยีนแบบข่ม, ปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบบวก, แบบบวกกับแบบข่ม และ แบบข่มกับแบบข่ม ตามลำดับ

**,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ

การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ (heterosis) และความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (heterobeltiosis) ของลักษณะอายุการเก็บรักษาผลิตผล ของลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) พบว่า ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ มีนัยสำคัญในลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง ความแน่นเนื้อ การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 12.50, 40.48, 14.29, 16.67 และ 31.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลของลูกผสมที่มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า พบว่า น้ำหนักผลที่ลดลง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 39.13, 8.85 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่พบผลของลูกผสมที่มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่าในความแน่นเนื้อผล และการเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล มีค่าเท่ากับ 55.36 และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (แสดงในตารางที่ 4.2.8) จากรายงานของ อารักษ์ (2555) พบว่า ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ หรือแม่ที่ดีกว่ามีความผันแปรไปในแต่ละคู่ผสมโดยลักษณะน้ำหนักผล พบในคู่ผสม RML1 x KML370 และ LML1 x KML370 ความยาวผลพบในคู่ผสม RML1 x KML370 และ RML1 x PI148 และดัชนีรูปร่างผลพบในคู่ผสม RML1 x KML370 และความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่ามีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าลูกผสมในชั่วที่ 1 มีความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า ในขณะที่ความกว้างผล ความหนาเนื้อ และความหวาน มีความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่ามีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมในชั่วที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยในลักษณะ นั้น ๆ ต่ำกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.3.2 ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ (heterosis) และความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (heterobeltiosis) ของลูกผสม F_1 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)* ของลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา

ลักษณะของผล	$\overline{F_1}$	$\overline{MP}$	$\overline{BP}$	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
น้ำหนักผลที่ลดลง (กก.)	0.014	0.016	0.023	12.50**	39.13**
ความแน่นเนื้อ(นิวตัน/ตร.ซม.)	0.25	0.42	0.56	40.48*	55.36
การเกิดโรค (%)	3.00	3.50	4.00	14.29*	25.00
ความหวาน (%)	9.17	7.86	10.06	16.67**	8.85**
อายุการเก็บรักษา (วัน)	19.00	14.5	15.00	31.03*	26.67*

**,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ

การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (แสดงในตารางที่ 4.2.9) พบว่า น้ำหนักผลที่ลดลง มีสหสัมพันธ์กับความแน่นเนื้อผล (r=0.68) และเปอร์เซ็นต์ความหวาน (r=0.43) และไม่มีสหสัมพันธ์กับ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล (r=-0.76) และอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว (r= -0.77) ความแน่นเนื้อผล มีสหสัมพันธ์กับ เปอร์เซ็นต์ความหวาน (r=0.59) และ อายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว (r=0.84) และไม่มีสหสัมพันธ์กับ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล (r= -0.74) เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล ไม่มีสหสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความหวาน (r= -0.69) และอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว (r= -0.79) และ เปอร์เซ็นต์ความหวานไม่มีสหสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว (r= -0.49) จากรายงานของ Koli และ Murthy (2013) เมล่อนกลุ่ม acidulus และ momordica มีรูปร่างผล น้ำหนักผล สีเนื้อ คุณภาพของเนื้อ ความแน่นเนื้อ มีความสัมพันธ์อย่างมากกับอายุการเก็บรักษา จากรายงานของ Manohar และ Murthy (2012) พบว่าอายุการเก็บรักษาของผลในกลุ่ม acidulous มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเนื้อ ความแน่นเนื้อ รูปร่างผล ความหนาเนื้อ สีเนื้อและความแข็งเปลือก ผลในกลุ่ม momordica ลักษณะกลิ่นของผลของแต่ละประชากรมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผล โดยก่อนการเก็บรักษาที่ 9 วัน ผลของต่ละประชากรส่วนใหญ่มีลักษณะกลิ่นผลที่ดี แต่หลังการเก็บรักษาที่ 9 วัน ถึง 12 วัน ประชากร P_2, F_1 และ BC_1P_2 ยังมีลักษณะกลิ่นผลที่ดีอยู่ จากข้อมูลเหล่านี้เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการเก็บรักษาและวางจำหน่ายแคนตาลูปและแตงไทยได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเราทราบถึงความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆจากการศึกษาข้างต้น อาจใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะมาช่วยประกอบในการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ที่สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกทางอ้อม ซึ่งอาจจะทำการคัดเลือกทีละลักษณะ หรือทำการคัดเลือกทีละหลายลักษณะพร้อมกัน เพราะการคัดเลือกบางลักษณะโดยตรงนั้นอาจทำได้ยาก เนื่องจากอาจจะมีอัตราพันธุกรรมต่ำในบางลักษณะ (ไพศาล และคณะ, 2546)

ตารางที่ 4.3.3 สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวจากการศึกษาประชากรชั่วที่ 2 (F_2)ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1*(Cucumis melo* var. *conomon*; P_1*)* กับแคนตาลูป KML370 *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*; P_2*)*

ลักษณะของผล	ความแน่นเนื้อ	การเกิดโรค	ความหวาน	อายุการเก็บรักษา
น้ำหนักผลที่ลดลง	0.68*	-0.76*	0.43	-0.77*
ความแน่นเนื้อ		-0.74*	0.59	0.84*
การเกิดโรค			-0.69	-0.79*
ความหวาน				-0.49

**,* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์แตงไทย RML1 และแคนตาลูป KML370 ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอภายในพันธุ์ การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผล ของประชากรทั้ง 6 ประชากร ปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะผลที่มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผล อัตราพันธุกรรม ความดีเด่นของลูกผสม และสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษาในลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูปพบว่า

1. พันธุ์แตงไทย RML1 เป็นพันธุ์แม่ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นดี การพัฒนาของผลสูง และอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ส่วนแคนตาลูป KML370 ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อมีลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำ การพัฒนาของผลช้า และอายุการเก็บเกี่ยวยาวนาน แต่ลักษณะที่คล้ายกันคือมีความสม่ำเสมอภายในพันธุ์สูง จากผลการทดลองพบว่าประชากรทั้งสองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นดี การพัฒนาของผลสูง และอายุการเก็บเกี่ยวสั้นสามารถพบได้ทั้งในชั่วรุ่นทั้ง F_1 และ F_2 แสดงว่าลักษณะที่ดีนี้ได้รับจากประชากรพันธุ์แม่แตงไทย

2. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะของผลของประชากรทั้ง 6 ในคู่ผสมระหว่างแตงไทย RML1 กับ แคนตาลูป KML370 พบว่าน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และเปอร์เซ็นต์ความหวานสูงในลูกผสมชั่วที่ 1

3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหลังการเก็บรักษา พบว่าน้ำหนักผลที่ลดลง ความแน่นเนื้อผลที่ลดลง และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผลมีค่าต่ำ ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยสามารถเก็บรักษาผลิตผลไว้ได้นานถึง 15 วัน

4. การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผล พบความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่สูงในลักษณะความแน่นเนื้อผล อายุการเก็บรักษา และเปอร์เซ็นต์ความหวาน ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ในทุกลักษณะมีค่าเป็นบวก แสดงว่า ประชากรชั่วที่ 1 ในทุกลักษณะมีค่าเฉลี่ยแต่ละลักษณะมากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่ ยกเว้นน้ำหนักผลที่ลดลง และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล

5. การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา พบการแสดงออกของยีนแบบบวก และแบบข่ม มีความสำคัญควบคุมลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง และไม่พบการแสดงออกของยีนแบบบวกกับแบบบวกควบคุมลักษณะน้ำหนักผลผลที่ลดลง การแสดงออกของยีนแบบบวกกับแบบบวกมีแนวโน้มที่มีความสำคัญควบคุมลักษณะความแน่นเนื้อผล การแสดงออกของยีนแบบข่ม มีความสำคัญควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล และ การแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ มีแนวโน้มควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล การแสดงออกของยีนแบบข่ม มีความสำคัญควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์ความหวาน และการแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ยังมีแนวโน้มในการควบคุมลักษณะเปอร์เซ็นต์ความหวาน และการแสดงออกของยีนแบบข่ม มีความสำคัญ ควบคุมลักษณะอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังพบการแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ควบคุมลักษณะอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลังเก็บเกี่ยวอีกด้วย

6. การศึกษาอัตราพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา พบลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแนวกว้างสูง ในลักษณะอายุการเก็บรักษา ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแนวกว้างต่ำ ในลักษณะน้ำหนักผลที่ลดลง เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล เปอร์เซ็นต์ความหวาน และความแน่นเนื้อผล

7. การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของผลที่สัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา พบว่าน้ำหนักผลที่ลดลงมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับความแน่นเนื้อผล เปอร์เซ็นต์ความหวาน และมีสหสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคบนผิวเปลือกของผล และอายุการเก็บรักษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตร. (2521). การถ่ายทอดลักษณะรากและใบในลูกผสมระหว่างผักกาดหัวกับผักขี้หูต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คำนึง อุดม. (มปป). แตงแคนตาลูป. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 71 หน้า

จรัสศรี นวลศรี. (2527). การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมบางประการของมะเขือจาน 4 สายพันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จานุลักษณ์ ขนบดี. (2541). การผลิตเม็ดพันธุ์ผัก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 183 หน้า

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแงชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 132 หน้า.

ธิรา แดงกนิษฐ์. (2538). ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์ polygalacturonase, pectin methylesterase, cellulose และ β-galactosidase. และการอ่อนตัวของเนื้อทุเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 64 หน้า.

ปราโมทย์ พรสุริยา, พรทิพย์ พรสุริยา และปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน. (2555). การประเมินการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะผลของแตงไทย 2 สายพันธุ์. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 4: 91-96.

พรรณเพ็ญ แสงใส. (2532). การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะผลและองค์ประกอบในผลผลิตของมะระ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. (2547). ผักพื้นบ้านภาคกลาง. กรุงเทพฯ: บริษัท สามเจริญพาณิชย์ (กรุงเทพ) จำกัด. 278 หน้า

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, อารีย์ วรัญญูวัฒก์ และปิยะดา ตันตะสวัสดิ์. (2546). หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ. (2532). สวนผัก. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ทั่งฮั่วซิน. 456 หน้า

ยุพยงษ์ สุทธิธรรม. (2542). การปลูกแตงแคนตาลูป. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 48 หน้า

วรนุช เชี่ยวชาญพาณิช. (2536). การศึกษาพันธุ์และทดสอบผลผลิตของแตงไทย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม

วีรพันธ์ กันแก้ว และสุทัศ จุลศรีไกวัล. (2554). คู่มือการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประชากร. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ บริษัทเชียงใหม่พริ้นติ้ง จำกัด.

สมเกียรติ ศรีพงษ์ประไพ. (2557). ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะผลที่เกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา. 94 หน้า.

สุภาพร รัตนพิทักษ์. (2535). การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและลักษณะฝักในการผสมระหว่างถั่วฝักยาวกับถั่วพุ่ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรชาติ สิบพลกรัง. (2554). ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะจำเพาะของผลในลูกผสมระหว่างแตงและแคนตาลูป วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา

อารักษ์ ธีรอำพน. (2538). ความปรวนแปรทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างบร็อคโคลีกับคะน้าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อารักษ์ ธีรอำพน. (2555). ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทยกับแตงแคนตาลูป. รายงานการวิจัย. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อนันต์ ภู่สิทธิกุล. (2550). การนำเข้าและส่งออกผลไม้ไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ออน-ไลน์.). ได้จาก: http://www.doae.go.th/plant/melon.htm.

Alves, R.E., Filgueiras, H.A.C., Almeida, A.S., Machado, F.L.C., Bastos, M.S.R., Lima, M.A.C., Terao, D., Silva, E.O., Santos, E.C., Pereira, M.E.C. and Miranda, M.R.A. (2005). POSTHARVEST USE OF 1-MCP TO EXTEND STORAGE LIFE OF MELON IN BRAZIL - CURRENT RESEARCH STATUS. Acta Hort. (ISHS) 682:2233-2238.

Aharoni, Y., Copel, A. and Fallic, E. (1993). Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. HortScience. 28:725-726.

Ayub, R., Guis, M., B, Amor, M., Gillot. L., roustan, J. P., Latche, A., Bouzayen, M., Pech, J. C.

(1996). Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. Nature Biotech. 14: 862-866.

Babic, I., Watada, A.E. (1996). Microbial population off fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. Posthavest Biol. Technol. 9, 187-193.

Beaulieu J.C. and V.A. Lancaster. (2007). Correlating volatile compounds, sensory attributes, and quality parameters in stored fresh-cut cantaloupe. J. Agr. Food Chem. 55:9503–9513.

Chamnan Iathet and Kasem Piluek. (2006). Heritability, Heterosis and Correlations of Fruitn Characters and Yield in Thai Slicingn Melon (*Cucumis melo* L. var. *conomon* Makino). Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

Cantwell, M., (2011). Overview Melon Quality and Postharvest Handling. Postharvest physiology, handling, and storage of vegetables including specialty and fresh cut vegetables Department of Plant Sciences, University of California.

Delaquis, P.J., Stewart, Toivonen, P.M.A. Moyls, L.A. (1999). Effect of warm, chlorinated water on the microbial flora of shredded iceberg lettuce. Food Res. Int. 32, 7-14.

Ezura, H. (2001). Genetic Engineering of Melon (*Cucumis melo* L.). Institute of Agriculture and Forestry, and Gene Experiment Center, University of Tsukuba, Tennodai, Japan.

Farshadfar, E., Asrbarzeh, M.A., Sharifi, M. and Yaghotipoor, A. (2008). Assessment of salt tolerance inheritance in barley via generation mean analysis. In: J. Biological Sci. 8(2) 461-465.

Iathet, C. and Piluek, K. (2006). Heritability, Heterosis and Correlations of Fruit Characters and in Thai Slicing Melon (*Cucumis melo* L. var. *conomon* Makino.). In: Nat. Sci. 40: pp 20-24. Thailand.

Inner, N.L. (1983). Breeding Field Vegetables. Asia Vegetable Research and Development Center, 10th Anniversary Monograph Series. Shanhua, Taiwan, Republic of China.

Kleinhenz, V., Gosbee, M., Elsmore, S., Lyall, T.W., Blackburn, K., Harrower, K., Midmore, D.J. (2000). Storage methods for extending shelf-life fresh, edible bamboo shoots (*Bambusa oldhamii*). Plant Sciences Group, Primary Industries Research Centre, Central Queensland University, Australia.

Khattak, G.S.S., Ashraf, M. and Khan, M.S. (2004). Assessment of genetic variation for yield and yield components in mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) using generation mean analysis. In: Pak. J. Bot. 36(3): 385-588.

Kunkaew, W., Julsrigival, S., Senthong, C. and Karladee, D. (2010). Generation mean analysis of seed yield and pod per plant in Azuki bean growing on highland areas. In: CMU. J. Nat. Sci. 9(1): 125-132.

Lester, G.E. (1988). Comparisons of 'Honey Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. Hort Science 23:180- 182.

Liu, L., Kakihara, F. & Kato, M. Euphytica. (2004). Characterization of six varieties of *Cucumis melo* L. based on morphological and physiological characters, including shelf-life of fruit. Euphytica, 135: 305–313.

Manohar, S.H. and Murthy, H.N. (2012). Estimation of phenotypic divergence in a collection of *Cucumis melo*, including shelf-life of fruit. Scientia Horticulturae, 148, 74-82.

Munira, Z. A., Rosnah, S., Zaulia, O. and Russly, A. R. (2013). Effect of postharvest storage of whole fruit on physico-chemical and microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv. Glamour). International Food Research Journal 20(1): 501-508.

Nath, P. (1976). Vegetables for Tropical Region. Private Limited, Delhi. 109 p.

Paul, P.C., Ng, N.Q. and Ladeinde, T.A.O (2003). Mode of gene action of Inheritance for resistance to rice yellow mottle virus. In: African Crop Sci. J. 11(3): 143-150

Pelofske, P.J. and Baggett, J.R. (1980). Inheritance of internode length, plant from and annual habit in a cross of cabbage and broccoli (*Brassica oleracea* var. *capitata* L. and var. *italic* Plenck). In: Euphytica 16: 29-32.

Robinson, R.W. and Decker-Walters, D.S. (1997). Cucurbits. Solidus (Bristol) Limited, London. 226 p.

Reid, M. S., T. H. Lee, H. K. Pratt and C. O. Chichester. 1970. Chlorophill and carotenoid changes indeveloping muskmelons. Journal of the American Society for Horticultural Science 95: 814-815.

Seymour, G. B., McGlasson, W. B. (1993). Melons. In: Seymour, W. B. (Eds): Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman & Hall, London, pp273-290.

Shashikumar, K.T., Pitchaimuthu, M. and Rawal, R.D. (2010). Generation mean analysis of resistance to downy mildew in adult muskmelon plant. In: Euphytica 173: 121-127.

Simla, S., Lertrat, K., and Suriharn, B. (2009). Gene effecys of sugar composition in waxy corn. In: Asian J. of Plant Sci.: 1-8.

Vito Miccolis and Mikal E. Salveit. (1994). Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616, USA.

Yeager, A.F. (1943). The Characteristics of crosses between botanical varieties of cabbage *Brasssica oleracea.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43: pp 199-200.

Zheng, X.Y., Wolff, D.W. (2000). Ethylene production, shelf-life and evidence of RFLP polymorphism linked ethylene genes in melon (*cucumis melo*. L.). Theor. Appl Genet. 101: 613-624.

Zhengguo, L., You, L., Yang, Y., Li, A., (2006). Transgenic approach to improve quality traits of melon fruit. Genetic Engineering Research Center, Chongqing University, Chongqing, China.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นาย อารักษ์ ธีรอำพน

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Arak Tira-umphon

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 4098 00086 235

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.

4. หน่วยงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
โทรศัพท์ 0-4422-4358,-4204 โทรสาร 0-4422-4281
โทรศัพท์มือถือ 0928282639, 0636456541
E-mail address:
arak@sut.ac.th, arakkorat@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

2548 – 2551	ระดับปริญญาเอก จาก มหาวิทยาลัยตูลูส ประเทศฝรั่งเศส (INP/ENSAT, Toulouse, France) หัวข้อวิทยานิพนธ์ Influence of the ethylene on the grape berry development and related-genes expression
2547	ระดับประกาศนียบัตร จาก มหาวิทยาลัยตูลูส (INP/ENSAT, Toulouse, France) หัวข้อรายงาน Role of the Ethylene in the Expression of the Glucose- Flavonoid UDP 3 ô-Glucosyltransferase (UFGT) of the Grape Tissues
2534 - 2538	ระดับปริญญาโท (เกษตรศาสตร์) วิชาเอก การปรับปรุงพันธุ์พืชสวน วิชารอง พันธุศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หัวข้อวิทยานิพนธ์ Genetic Variation in Growth and Yield of Crosses between Broccoli and Chinese Kale
2530 – 2533	ระดับปริญญาตรี (เกษตรศาสตร์) วิชาเอก พืชสวน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การปรับปรุงพันธุ์พืช (plant breeding)
สรีรวิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพพืช (plant physiology and biotechnology)
เทคโนโลยีการผลิตผักและเมล็ดพันธุ์ผัก (vegetable crop and seed production technology)
เทคโนโลยีการผลิตพืชสวน (horticultural crop production technology)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย – งานวิจัยที่แล้วเสร็จ

- การทดสอบพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในจังหวัดนครราชสีมา. วช.2540.
- การทดสอบระบบการปลูกและสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแตงเทศโดยไม่ใช้ดิน ระยะ 1. วช. 2542.
- การทดสอบระบบการปลูกและสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแตงเทศโดยไม่ใช้ดิน ระยะ 2. วช. 2543.
- การผลิตผักคะน้าจีนอนามัยเชิงธุรกิจโดยวิธีผสมผสาน. วช. 2544.
- ระบบการปลูก สูตรสารละลายธาตุอาหาร ภาชนะปลูกและวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูก ผักกาดหอมโดยไม่ใช้ดิน. วช. 2545.
- ความปรวนแปรทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทยกับแตงแคนตาลูป. วช. 2553.
- ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในกล้วยไม้ลูกผสมสกุล *Doritaenopsis* ที่ถูกชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ. วช. 2555-2556.
-ความสัมพันธ์ระหว่างความปรวนแปรทางพันธุกรรมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแตงเทศและแตงไทย จากเทคนิค ISSR. วช.2555.
- สถานภาพ และปัญหาในระบบการผลิตการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และการตลาดของผักเศรษฐกิจในเขตจังหวัดนครราชสีมา. วช. 2556.
- ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการปลูกแตงเทศเป็นการค้า. วช. 2557.
- ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทยกับแตงแคนตาลูป ระยะที่ 2. วช. 2557.
- การพัฒนาป่าชุมชนในเขตเทศบาลตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อการอนุรักษ์ และฟื้นฟูฐานทรัพยากรสมุนไพรอย่างยั่งยืน. วช. 2558.
- ผลของปัจจัยบางประการต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการเก็บรักษาไข่น้ำด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์. วช. 2558.
- ความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มไซโตรไคนินที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้สกุล *Doritaenopsis* ที่ได้จากการกลายพันธุ์. วช. 2558.
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้เหลืองโคราชเพื่อการต่อยอดเชิงพาณิชย์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558.
- การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิกส์. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559.

7.2 ผู้ร่วมโครงการวิจัย – งานวิจัยที่แล้วเสร็จ

- ศักยภาพในการนำวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน. สกว. 2550.

- การปรับปรุงระบบปลูกพืชในโรงเรือน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553.
- การฟื้นฟูและเยียวยาผู้ประสบอุทกภัยหลังน้ำลดด้วยงานวิจัยของ วช. 2554.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ

- ปัจจัยที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นพืชแฮพลอยด์และดับเบิลแฮพลอยด์จากการเพาะเลี้ยงรังไข่ที่ไม่ได้ รับการผสมของแตงเทศและแตงไทย. วช.2559-2560. (หัวหน้าโครงการ) – อยู่ระหว่างดำเนินการ
- ความปรวนแปรทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผสมระหว่างแตงไทยกับแตงแคนตาลูป ระยะที่ 3. วช.2559. (หัวหน้าโครงการ) – อยู่ระหว่างดำเนินการ
- แอพพลิเคชั่นแบบ Android ของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการปลูกแตงเทศเพื่อ การค้า. โครงการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจในยุคดิจิทัล แหล่งทุน: เทคโนธานี มทส. 2561. (หัวหน้าโครงการ) – อยู่ระหว่างดำเนินการ
- การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ซางเพื่อการค้า. โครงการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและวิจัยของภาคเอกชนในพื้นที่ แหล่งทุน: เทคโนธานี มทส. 2561. (หัวหน้าโครงการ) – อยู่ระหว่างดำเนินการ
- การพัฒนาป่า นิคมเศรษฐกิจพอเพียง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูฐานทรัพยากรสมุนไพรอย่างยั่งยืน. วช.2561. (ผู้ร่วมโครงการ) – อยู่ระหว่างดำเนินการ

7.4 เอกสารตีพิมพ์

<u>วารสารระดับนานาชาติ (International Journal)</u>

1) **Tira-umphon A.**, Chervin, C., El-Kereamy A., Roustan, J, P., Lamon J., Latche A., Kanellis A., and Bouzayen M. (2005). Ethylene is required for the ripening of grape. Acta Horticulturae (689): 251-256.

2) **Tira-umphon A.**, Roustan J.P. and Chervin C. (2007). The stimulation by ethylene of the UDP glucose-flavonoid 3-*O*-glucosyltransferase (UFGT) in grape tissues is independent from the MybA transcription factors. Vitis 46(4): 210-211.

3) Chervin C., **Tira-umphon A.**, Terrier, N., Zouine, M., Severac, D. and Roustan, J.P. (2008). Stimulation of the grape berry expansion by ethylene and affects on related gene transcripts over the ripening phase. Physiol. Plant. (134): 534–546.

4) Chervin C., **Tira-umphon A**., Chatelet, P., Jauneau, A., Boss, PK and Tesniere C. (2009). Ethylene and other stimuli affect expression of the UDP glucose-flavonoid 3-*O*-glucosyltransferase in a non-climacteric fruit. Vitis *(48) :* 11-16.

5) Sukkaew P. and **Tira-umphon A**. (2013). Effects of storage conditions on allicin content in garlic (*Allium sativum*). Acta Horticulturae (969): 209-212.

6) Jiaju L., **Tira-umphon A**., Zhengxue Z., Shifu L. and Lan Y. (2014). Effect of bacteriostat (Qianxing No.1) on open tissue culture of sugarcane. Agricultural Science & Technology. 15(9): 1478-1481.

การประชุมสัมมนาวิชาการระดับนานาชาติ (International Conference)

1) **Tira-umphon A.**, Chervin C., Terrier N., and Roustan JP. (2006). The ethylene effect on the berry diameter and related gene expression in grape. *In* Europe-Asia Smposium on Quality Management in Postharvest Systems, 3 – 6 December 2007, Bangkok, Thailand.

2) **Tira-umphon A.**, Chervin C., PK. Boss, Chatelet P, Jauneau A., Tesniere C., El-Kereamy A., Torregrosa L., Thomas MR., Roustan JP., and Bouzayen M. (2006). Roles for ethylene in the expression of the UDP glucose-flavonoid 3-O-glucoslyltransferase in grape tissues. *In* XIIIéme Forum des Jeunes Chercheurs, 5 - 8 September 2006, Ciermont-Ferrand, France.

3) Jaidee S., Wonprasaid S., Wongkeaw S., **Tira-umphon A.** and Boonkerd N. (2010). Effects of ethephon application on grape fruit quality and yield. *In* the 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology Proceedings “Sufficiency Agriculture”. 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand.

4) Sukkaew P. and **Tira-umphon A.** (2012). Effects of storage conditions on allicin content in garlic (*Allium sativum*). *In* the 6th International Symposium on Edible Alliaceae. 21-24 May 2012, Fukuoka, Japan.

5) Dedboon J. and **Tira-umphon A.** (2014). Genetic variation induction in *Doritaenopsis* hybrid by gamma Irradiation *in vitro*. *In* the 11th Asia Pacific Orchid Conference. 2-11 February 2013, Okinawa, Japan.

6) **Tira-umphon A**. and Sibponkrung S. (2014). Generation mean analysis of fruit characteristics in crosses between Thai melon (*Cucumis melo L.* var. *conomon*) and cantaloupe (*Cucumis melo L.* var. *recticularis*). *In* the 29th International Horticultural Congress 2014. 17-22 August 2014, Brisbane, Australia.

7) **Tira-umphon A**. and Sripongprapai S. (2015). Gene effect evaluation of fruit characters and their related to shelf life in a cross between Thai melon and cantaloupe, *In* the V International Symposium on Cucurbits 2015. 22-26 June 2015, Murcia, Spain.

8) Tongdeenok T. and **Tira-Umphon, A. (**2016). Intraspecific classification of cantaloupe (*Cucumis melo L.* var. *recticularis Naudin*.) and Thai melon (*Cucimis*

melo L. var. *conomon*) in molecular variation. *In* the 3rd International Conference Agriculture and Forestry (ICOAF 2016). 1 – 3 June 2016, Manila, Philippines.

9) Jiaju L., **Tira-umphon A.**, Guoqiong Y., Shifu L., Erqi H., and Chaoyun L. (2016). Application of CO_2 gas fertilizer in sugar-free tissue culture for sugarcane. *In* the 7th International Crop Science Congress. 14 - 19 August 2016. Beijing, China.

10) **Tira-umphon A.**, Tongdeenok T. and Ketudat-Cairns M. (2017). Genetic variation and morphological traits in 25 melon varieties by using molecular marker technique. *In* the 4th International Symposium on Molecular Markers in Horticulture. 7-10 March 2017, Napier, New Zealand.

11) Nitwatthanakul N., **Tira-umphon A.** and Tiengtum P. (2018). Factors affecting to callus formation in ovule culture of melon (*Cucumis melo* L.). *In* the International Forum – Agriculture, Biology and Life Science (IFABL) 6-8 April, 2018, Nagoya, Japan.

12) Jiaju L., **Tira-umphon A.**, Nitwatthanakul N., Guoqiong Y., Shifu L. and Chaoyun L. (2018). Inhibition of microbial contamination in plant tissue culture medium using antimicrobial compounds. *In* International Conference of Agriculture and Natural Resources, 26-28 April 2018, Bangkok, Thailand.

13) **Tira-umphon A.** and Nitwatthanakul N. (2018). Effect of induction media on callus formation in un-pollinated ovule culture of three cultivars melon. *In* the 2nd International Symposium on Micropropagation and *in Vitro* Techniques of the 30th International Horticultural Congress 2018. 12-16 August 2018, Istanbul, Turkey.

วารสารระดับชาติ (National Journal)

1) **Tira-umphon A.** (1998), Vegetable soybean variety trial in Nakhon Ratchasima. *Suranaree* Journal Science Technology 7: 232-241.

2) **Tira-umphon A.** and Kumthong U. (2001). Soilless culture system of melon testing between NFT and DWT. Agricultural Science Journal 32 (1-4): 77-85.

3) **Tira-umphon A.** and Kumthong U. (2001). Comparison of melon cultivars in greenhouse and field in rainy season. Agricultural Science Journal 32(1-4): 147-50.

4) Sibponkrung S. and **Tira-umphon A.** (2010). Genetic variability of fruit characteristics between Thai melon (*Cucumis melo* var. conomon) and cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) hybrids. Agricultural Sci. J. 42 3/1 (Suppl): 211-214.

5) Sukkaew P. and **Tira-umphon A**. (2013). Effects of nitrogen and sulfur on allicin content in garlic (*Allium sativum* L.). Khon Kaen Agri. J. 41 Suppl.1.: 273-277.

6) Sripongprapai S. and **Tira-umphon, A**. (2015). Genetic variation of fruit of shelf-life in a cross between Thai melon *(Cucumis melo* var. *conomon)* and cantaloupe *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*). Khon Kaen Agr. J. 43 (2): 353-358.

7) Jantaku N., Kaewsopha T., Sirisawat P., Damna N., Nakmai A. and **Tira-umphon A.** (2016). Size and shape of container-grown for affecting melon yield and fruit quality with substrate culture and soil culture. Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 3, Suppl. (III): M08/15-23.

8) Damna N., Saikaew W. and **Tira-umphon A.** (2017). Effect of fertilizer type and light filter level to yield and quality of wolffia [*Wolffia arrhiza* (L.) *Wimm*.]. Songklanakarin Journal of Plant Science, 4 (3): 60-64.

9) Rittiram J., Nitwatthanakul N.and **Tira-umphon A.** (2018). Effects of shaded net color on yield and quality of lettuce in hydroponics system. Agricultural Sci. J. 49: 1 (Suppl.): 85 – 87.

10) Chaphimai W., Nitwatthanakul N. and **Tira-umphon A.** (2018). Effect of cultural condition and seed source on quality and yield of lettuce in hydroponic. Agricultural Sci. J. 49: 1 (Suppl.): 88 – 91.

11) Nakmai **A.**, Nitwatthanakul N., Nonkhuntod J. and **Tira-umphon A.** (2018). Effect of green-house and substrate media type on fruit quality of melon. Agricultural Sci. J. 49: 1 (Suppl.): 106 – 109.

12) Nitwatthanakul N., Hamtisong N. and **Tira-umphon A.** (2018). Effects of plant growth regulator on tissue culture of *Aerides houlletiana* Rchb.f.. Agricultural Sci. J. 49: 1 (Suppl.): 291 – 293.

<u>การประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ (National Conference)</u>

1) **Tira-umphon A**. and Leonorasae K. (2001). Suitable of soilless culture system for melon Production. *In* Proceeding of the 5th Khon Kaen University Annual Agriculture Seminar, 26-27 January 2001, Khon Kaen.

2) **Tira-umphon A**. and Kumthong U. (2001) Comparison of suitable melon cultivars for the greenhouse production. *In* Proceeding of the 39th Kasetsart University Annual Conference, 5 -7 February 2001, Bangkok.

3) **Tira-umphon A**. and Srimunvai P. (2009). The Comparison of melon varities in hydroponic system. *In* Proceeding of the 8th National Horticultural Congress, 6 -9 May 2009, Chiang Mai.

4) Sibponkrung S. and **Tira-umphon A.** (2010). Genetic variability of fruit characteristics between Thai melon (*Cucumis melo* var. *conomon*), and cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) hybrids. *In* Proceeding of the 10th National Horticultural Congress, 18 -20 May 2010, Bangkok.

5) Sukkaew P. and **Tira-umphon A.** (2013). Effects of nitrogen and sulfur on allicin content in garlic (*Allium sativum* L.). *In* Proceeding of the 14th Khon Kaen University Annual Agriculture Seminar, 28 -29 January 2013, Khon Kaen.

6) Sripongprapai S. and **Tira-umphon A.** (2014). Genetic variation of correlated characters of shelf-life in a cross between Thai melon *(Cucumis melo* var. *conomon)* and cantaloupe *(Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*). *In* Proceeding of the 52nd Kasetsart University Annual Conference, 4-7 February 2014, Bangkok.

7) **Tira-umphon A.**, Lohanut P., Yenwaree S. and Nakmai A. (2016). Situation of organic Lettuce seed handling of sufficiency economy settlements, Wang Nam Khiao district, Nakhon Ratchasima. *In* Proceedings of the 13th National Seed Conference, 21-25 June 2016, Surin.

8) Damna N., Saikaew W., and **Tira-umphon, A.** (2016). Effect of fertilizer type and light filter level to yield and quality of wolffia (*Wolffia arrhiza* (L.) *Wimm*. *In* Proceeding of the 15th National Horticultural Congress, 9-12 November 2016, Songkla.

9) Jantaku N., Kaewsopha T., Sirisawa, P., Damna N., Nakmai, A. and **Tira-umphon A.** (2016). Size and shape of container-grown for affecting melon yield and fruit quality with substrate culture and soil culture. *In* Proceeding of the 15th National Horticultural Congress, 9-12 November 2016, Songkla.

10) Rittiram J., Nitwatthanakul N. and **Tira-umphon A.** (2017). Effects of shaded net color on yield and quality of lettuce in hydroponics system. *In* Proceeding of the 16th National Horticultural Congress, 29 November – 1 December 2017, Phitsanulok.

11) Chaphimai W., Nitwatthanakul N. and **Tira-umphon A.** (2017). Effect of cultural condition and seed source on quality and yield of lettuce in hydroponic. *In* Proceeding of the 16th National Horticultural Congress, 29 November – 1 December 2017, Phitsanulok.

12) Nakmai **A.,** Nitwatthanakul N., Nonkhuntod J. and **Tira-umphon A.** (2017). Effect of green-house and substrate media type on fruit quality of melon. *In* Proceeding of the 16th National Horticultural Congress, 29 November – 1 December 2017, Phitsanulok.

13) Nitwatthanakul N., Hamtisong N. and **Tira-umphon A.** (2017). Effects of plant growth regulator on tissue culture of *Aerides houlletiana* Rchb.f.. *In* Proceeding of the 16th National Horticultural Congress, 29 November – 1 December 2017, Phitsanulok.

<u>สิทธิบัตร (Patent)</u>

1) Jiaju L., **Tira-umphon A.**, Shifu L., Yufei Z., Fanzhi L., Zhenxue Z., and Xiangyong L., Net photosynthetic rapidly determinate system for a whole plantlet *in vitro.* Patent Number: ZL 2013 2 0823127.4, December 16th, 2013**.**

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านบริการวิชาการสู่ชุมชน

8.1 โครงการการถ่ายทอดบริการวิชาการสู่ชุมชน

- การฝึกอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วช. 2544.
- คลินิกเทคโนโลยี โครงการการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: เทคโนโลยีทางเลือก. สกอ. 2553.
- คลินิกเทคโนโลยี โครงการการแก้ไข ฟื้นฟู และบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมหลังน้ำลด. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555.
- คลินิกเทคโนโลยี โครงการการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555.
- คลินิกเทคโนโลยี โครงการการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์วังน้ำเขียว. กระทรวงวิทยาศาสตร์และ
  เทคโนโลยี. 2557.
- หมู่บ้านวิทยาศาสตร์ โครงการการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมอินทรีย์วังน้ำเขียว. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559-2560.
- หมู่บ้านวิทยาศาสตร์ โครงการหมู่บ้านพริกปลอดสารพิษ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรอินทรีย์ห้วยแถลงโมเดล กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561.

8.2 วิทยากรบรรยายหลักสูตรอบรม

- วิทยากรหลัก ประจำหลักสูตรอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ตั้งแต่ปี 2540-ปัจจุบัน จัดอบรมมากกว่า 40 รุ่น จำนวนผู้เข้าอบรมกว่า 2,000 คน

- วิทยากรหลัก ประจำหลักสูตรอบรมการปลูกเมล่อนแบบมืออาชีพ เฉพาะปี 2559-ปัจจุบัน จัดอบรมรวม 14 รุ่น จำนวนผู้เข้าอบรมกว่า 300 คน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี