บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้แบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์แตงไทยและแคนตาลูปที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอภายในพันธุ์

2. การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะของผล ในลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป ประกอบด้วย

2.1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะของผลในประชากรทั้ง 6 ประชากร

2.2 การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของผล

2.3 การศึกษาอัตราพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผล

2.4 การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะของผล

2.5 การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของผล

วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์แตงไทยพันธุ์ผสมเปิด 2 พันธุ์

แตงไทยพันธุ์ที่ 1 คือ RML1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลม มีลายตามความยาวของผล สีผิวเมื่อแก่มีสีเหลืองเข้ม สีเนื้อในผลมีสีเขียวอมส้ม

แตงไทยพันธุ์ที่ 2 คือ LML1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลมรี มีลายตามความยาวของผล สีผิวเมื่อแก่มีสีเหลืองอ่อน สีเนื้อในผลมีสีเหลืองอมขาว

2. เมล็ดพันธุ์แคนตาลูปพันธุ์ผสมเปิด 2 พันธุ์

แคนตาลูปพันธุ์ที่ 1 คือ KML370 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลม มีลายเป็นตาข่ายร่างแหที่ผิวของผล สีผิวเมื่อแก่มีสีเขียวอ่อน สีเนื้อในผลมีสีเขียวอมเหลือง

แคนตาลูปพันธุ์ที่ 2 คือ PI148 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะผลกลมรี มีลายตามความยาวของผล สีผิวเมื่อแก่มีสีเหลืองส้ม สีเนื้อในผลมีสีส้ม

3. ปุ๋ยเคมี

4. ปุ๋ยคอก

5. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

6. พลาสติกคลุมแปลง

7. เชือกฟาง
8. สายน้ำหยดระยะน้ำหยด 20 เซนติเมตร
9. ลวดสำหรับทำค้างแตง
10. ไม้ทำค้างแตง
11. อุปกรณ์สำหรับวางระบบน้ำและการให้ปุ๋ยทางน้ำ
12. ถุงคลุมดอก
13. คลิปหนีบกระดาษ
14. เครื่องวัดความหวาน (hand refractometer)
15. เครื่องชั่ง

สถานที่ทำการทดลอง

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระยะเวลาการทดลอง

พฤษภาคม 2551 – ธันวาคม 2553

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1: การเปรียบเทียบความแตกต่างของพันธุ์แตงไทย และแคนตาลูปที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอภายในพันธุ์

ก. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอก (Randomized Complete Block Design; RCBD) มี 4 พันธุ์ คือ พันธุ์แตงไทย 2 พันธุ์ ประกอบด้วย RML1 และ LML1 พันธุ์แคนตาลูป 2 พันธุ์ ประกอบด้วย KML370 และ PI148 ปลูกจำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละซ้ำ เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ข. การปลูกและการดูแลรักษา

ชนิดดินในพื้นที่ทำการทดลองเป็นแปลงดินเหนียว มีการเตรียมดินโดยการไถพรวนด้วยรถไถผาน 4 และผาน7 ยกร่องกว้าง 60 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 1 เมตร วางระบบน้ำหยดกลางร่อง ระยะน้ำหยด 20 เซนติเมตร คลุมด้วยพลาสติกคลุมแปลง และใช้ระยะปลูก 50 เซนติเมตร หลังย้ายกล้า 10 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2 กรัมต่อต้น หลังย้ายกล้า 25 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 2 กรัมต่อต้น หลังย้ายกล้า 45 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 2 กรัมต่อต้น เลือกไว้ผลที่สมบูรณ์ 1 ผลต่อต้น กำจัดแมลงศัตรูพืช และโรคพืชตามการระบาด และอาการของโรค

การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. น้ำหนักผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต ชั่งน้ำหนักผลโดยใช้เครื่องชั่ง หน่วยวัดเป็นกิโลกรัม

2. ความกว้างผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดเส้นผ่าศูนย์กลางผลโดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

3. ความยาวผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดความยาวผลโดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

4. ดัชนีรูปร่างผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยนำความยาวผลหารกับความกว้างผล

5. ความหนาเนื้อ บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดความหนาเนื้อที่จุดเดียวกับการวัดความกว้างผล โดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

6. ความหวาน บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อผลมาวัดค่า Brix ด้วย hand refractometer หน่วยวัดเป็น %

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย เพื่อศึกษาความแตกต่างของพันธุ์แตงไทยและแคนตาลูปที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ และวิเคราะห์ความสม่ำเสมอภายในพันธุ์ โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS v. 13.0

การทดลองที่ 2: การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะของผล ในลูกผสมระหว่างแตงไทยกับแคนตาลูป

ก.การสร้างประชากรชั่วต่างๆ

1 การสร้างลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1)

ทำการปลูกแคนตาลูป 2 พันธุ์ และแตงไทย 2 พันธุ์ (ใช้วิธีการปลูกและการดูแลรักษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1) เพื่อผสมข้ามและผลิตประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 4 คู่ผสม ดังนี้

	พันธุ์แม่		พันธุ์พ่อ
คู่ที่ 1	แตงไทยพันธุ์ที่ 1	X	แคนตาลูปพันธุ์ที่ 1
คู่ที่ 2	แตงไทยพันธุ์ที่ 1	X	แคนตาลูปพันธุ์ที่ 2
คู่ที่ 3	แตงไทยพันธุ์ที่ 2	X	แคนตาลูปพันธุ์ที่ 1
คู่ที่ 4	แตงไทยพันธุ์ที่ 2	X	แคนตาลูปพันธุ์ที่ 2

เมื่อผลแก่ทำการเก็บเกี่ยว และเก็บเมล็ดได้เมล็ดลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1)

2 การสร้างลูกผสมชั่วที่สอง (F_2) และลูกผสมกลับ

ทำการปลูกเมล็ดลูกผสม F_1 และพันธุ์พ่อแม่จำนวน 4 พันธุ์ (ใช้วิธีการปลูกและการดูแลรักษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1) เมื่อดอกบาน ทำการผสมตัวเองในต้นลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1) ได้ลูกผสมชั่วที่สอง (F_2) พร้อมกันนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ และพันธุ์พ่อ โดยใช้ละอองเกสรจากต้นลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1) ได้ลูกผสมกลับ BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในคู่ผสมแต่ละคู่

ข. การปลูกทดสอบ 6 ประชากร

1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยนำเมล็ดพันธุ์จากพันธุ์แม่ พันธุ์พ่อ ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1) ลูกผสมชั่วที่สอง (F_2) ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่ และลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ ไปปลูกดังนี้

พันธุ์แม่	ปลูกพันธุ์ละ	4	แปลงย่อย รวม	80	ต้น
พันธุ์พ่อ	ปลูกพันธุ์ละ	4	แปลงย่อย รวม	80	ต้น
ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1)	ปลูกลูกผสมละ	8	แปลงย่อย รวม	320	ต้น
ลูกผสมชั่วที่สอง (F_2)	ปลูกลูกผสมละ	16	แปลงย่อย รวม	640	ต้น
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์แม่	ปลูกชนิดละ	8	แปลงย่อย รวม	320	ต้น
ลูกผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อ	ปลูกชนิดละ	8	แปลงย่อย รวม	320	ต้น

โดยแต่ละแปลงย่อยมีจำนวนต้นทั้งหมด 10 ต้น รวมจำนวนต้นที่ใช้เก็บข้อมูลทั้งหมด 1,760 ต้น

2 การปลูกและการดูแลรักษา

ชนิดดินในพื้นที่ทำการทดลองเป็นแปลงดินร่วนปนทราย มีการเตรียมดินโดยการไถพรวนด้วยรถไถผาน 4 และผาน7 ยกร่องกว้าง 60 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างร่อง 1 เมตร วางระบบน้ำหยดกลางร่อง ระยะน้ำหยด 20 เซนติเมตร คลุมด้วยพลาสติกคลุมแปลง และใช้ระยะปลูก 50 เซนติเมตร หลังย้ายกล้า 10 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 2 กรัมต่อต้น หลังย้ายกล้า 25 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 2 กรัมต่อต้น หลังย้ายกล้า 45 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 2 กรัมต่อต้น เลือกไว้ผลที่สมบูรณ์ 1 ผลต่อต้น กำจัดแมลงศัตรูพืช และโรคพืชตามการระบาด และอาการของโรค

3 การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. น้ำหนักผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต ชั่งน้ำหนักผลโดยใช้เครื่องชั่ง หน่วยวัดเป็นกิโลกรัม

2. ความกว้างผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดเส้นผ่าศูนย์กลางผลโดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

3. ความยาวผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดความยาวผลโดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

4. ดัชนีรูปร่างผล บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยนำความยาวผลหารกับความกว้างผล

5. ความหนาเนื้อ บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดความหนาเนื้อที่จุดเดียวกับการวัดความกว้างผล โดยใช้ไม้บรรทัด หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

6. ความหวาน บันทึกข้อมูลเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อผลมาวัดค่า Brix ด้วย hand refractometer หน่วยวัดเป็น %

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยลักษณะของผลในประชากรทั้ง 6 ประชากร

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในแต่ละประชากร เพื่อศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างประชากรในแต่ละคู่ผสม โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS v. 13.0

2 การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของผล

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

$$m = \frac{1}{2}\bar{P}_1 + \frac{1}{2}\bar{P}_2 + 4\bar{F}_2 - 2\overline{BC_1P_1} - 2\overline{BC_1P_2}$$

$$d = \frac{1}{2}\bar{P}_1 - \frac{1}{2}\bar{P}_2$$

$$h = 6\overline{BC_1P_1} + 6\overline{BC_1P_2} - \bar{F}_1 - 8\bar{F}_2 - \frac{3}{2}\bar{P}_1 - \frac{3}{2}\bar{P}_2$$

$$i = 2\overline{BC_1P_1} + 2\overline{BC_1P_2} - 4\bar{F}_2$$

$$j = 2\overline{BC_1P_1} - 2\overline{BC_1P_2} - \frac{1}{2}\bar{P}_1 + \frac{1}{2}\bar{P}_2$$

$$l = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + 2\bar{F}_1 + 4\bar{F}_2 - 4\overline{BC_1P_1} - 4\overline{BC_1P_2}$$

เมื่อ m คือค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance

d คือการแสดงผลของยีนแบบบวก (additive gene effects)

h คือการแสดงผลของยีนแบบข่ม (dominance gene effects)

i คือปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบบวก (additive x additive interaction)

j คือปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบบวกกับแบบข่ม (additive x dominance interaction)

l คือปฏิกิริยาระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม (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

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

เมื่อ $i = 1, 2, 3, \ldots, a$ (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 $= \left[\frac{(\sum \text{Generation}_i)^2}{n_i}\right]$ - CF รวม

$$= \left[\frac{(\sum X_{P_1})^2}{n_{P_1}} + \frac{(\sum X_{P_2})^2}{n_{P_2}} + \frac{(\sum X_{F_1})^2}{n_{F_1}} + \frac{(\sum X_{F_2})^2}{n_{F_2}} + \frac{(\sum X_{BC_1P_1})^2}{n_{BC_1P_1}} + \frac{(\sum X_{BC_1P_2})^2}{n_{BC_1P_2}}\right]$$

-CF รวม

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

$$= \left[\frac{(\sum X_{\text{Plot1}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot1}_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{\text{Plot2}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot2}_{(P_1)}}} + \ldots + \frac{(\sum X_{\text{Plot48}_{(BC_1P_2)}})^2}{n_{\text{Plot48}_{(BC_1P_2)}}}\right]$$

-CFรวม-Generation SS

เมื่อคิดแยกย่อยจะได้ว่า Plots/P_1 SS

$$= \left[\frac{(\sum X_{\text{Plot1}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot1}_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{\text{Plot2}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot2}_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{\text{Plot3}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot3}_{(P_1)}}} + \frac{(\sum X_{\text{Plot4}_{(P_1)}})^2}{n_{\text{Plot4}_{(P_1)}}}\right]$$

-CF ของ P_1

Plots/ชั่วอื่นๆ SS และ CF ของชั่วอื่นๆ สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน เมื่อรวมPlots/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

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 $\overline{F_1}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1

$\overline{MP}$ คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่

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} คือค่า mean square ของพันธุ์แม่

MS_{P_2} คือค่า mean square ของพันธุ์พ่อ

MS_{F_1} คือค่า mean square ของลูกผสมชั่วที่ 1

n คือจำนวนต้นในชั่วนั้น ๆ

ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

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

เมื่อ $\overline{F_1}$ คือค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1

$\overline{HP}$ คือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

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_1} คือค่า mean square ของลูกผสมชั่วที่ 1

MS_{HP} คือค่า mean square ของพันธุ์พ่อหรือพันธุ์แม่ที่ดีกว่า

n คือจำนวนต้นในชั่วนั้น 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 คือค่าสังเกตของลักษณะ X ที่ i

Y_i คือค่าสังเกตของลักษณะ Y ที่ i

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