



การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอกและสีหนาม
ในแตงกวา

ดุชนิ เหล่าสิทธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอกและสีหนาม
ในแตงกวา

ดุขฎี เหล่าสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน

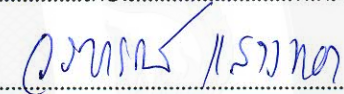
พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ)
วันที่ 28 เดือน ๕.๑. พ.ศ. ๕๘

กรรมการที่ปรึกษา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรารณ แสงทอง)
วันที่ 28 เดือน ๕.๑. พ.ศ. ๕๘

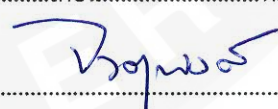
กรรมการที่ปรึกษา


(อาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภูพพร้อมพันธุ์)
วันที่ 28 เดือน ๕.๑. พ.ศ. ๕๘

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี)
วันที่ 28 เดือน ๕.๑. พ.ศ. ๕๘

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุพงศ์ วาฤทธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 30 เดือน ๕.๑. พ.ศ. ๕๘

ชื่อเรื่อง	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอกและสีหนาม ในแตงกวา
ชื่อผู้เขียน	นางสาวดุขฎิ เหล่าสิทธิ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ

บทคัดย่อ

การถ่ายทอดพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา จากการผสมระหว่างแตงกวาสายพันธุ์แท้ สายพันธุ์แม่ 2 สายพันธุ์ คือ gy.0650103-1 และ gy.0650461 ลักษณะดอกเพศเมีย (stable gynoeious) และลักษณะหนามขาว กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 ลักษณะดอกกระเทย (hermaphrodite) และลักษณะหนามดำ โดยการสังเกตลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) ในลูกชั่วแรก และลูกชั่วที่ 2 รวมทั้งลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ ผลการทดลองทั้งสองคู่ผสมให้ผลสอดคล้องกัน คือ การถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอก ระหว่างแม่ดอกเพศเมียบอกพ่อดอกกระเทย พบว่า ลูกชั่วแรก แสดงลักษณะดอกเพศเมียทั้งหมด ลูกชั่วที่ 2 แสดงอัตราส่วนฟีโนไทป์ 3/4 ดอกเพศเมีย : 1/4 ดอกกระเทย ลูกผสมกลับไปหาแม่ พบเฉพาะลักษณะดอกเพศเมีย และลูกผสมกลับไปหาพ่อ แสดงอัตราส่วนฟีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย : 1/2 ดอกกระเทย ส่วนการถ่ายทอดลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ระหว่างแม่หนามขาวกับพ่อหนามดำ ผลการทดสอบฟีโนไทป์ พบว่า ลูกชั่วแรก พบลักษณะหนามดำทั้งหมด ลูกชั่วที่ 2 พบการกระจายตัวของลักษณะสีหนามอัตราส่วนฟีโนไทป์ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว ลูกผสมกลับไปหาแม่ พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบเฉพาะหนามดำ เมื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามร่วมกัน พบว่า ลูกชั่วแรก แสดงดอกเพศเมีย หนามดำทั้งหมด ส่วนลูกชั่วที่ 2 พบ อัตราส่วนฟีโนไทป์ 9/16 ดอกเพศเมีย หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย หนามขาว ผลของลูกผสมกลับไปหาแม่ แสดงอัตราส่วนฟีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย หนามขาว และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย หนามดำ สามารถสรุปฟีโนไทป์ของสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 แสดงฟีโนไทป์ลักษณะดอกเพศเมีย หนามขาว มีจีโนไทป์ควบคุมลักษณะได้ 2 แบบ คือ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb และสายพันธุ์พ่อ herma.84 แสดงฟีโนไทป์ลักษณะดอกกระเทย หนามดำ มีจีโนไทป์ควบคุมลักษณะได้ 2 แบบ คือ mmFFAABB หรือ mmFFaabb โดยการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอกแบบดอกเพศเมียข้าม

(4)

ลักษณะดอกกระเทียม และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา หนามดำเป็นลักษณะเด่นข้ามหนามขาว
ซึ่งยืนยันที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามของแตงกวาเป็นอิสระต่อกัน



Title	Inheritance of Sex Expression and Spine Color in Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.)
Author	Miss Dudsadee Laosit
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Ruangchai Juwattanasamran

ABSTRACT

The inheritance that controls sex expression and spine color of cucumber was conducted after crossing between two female inbred lines, gy.0650103-1 and gy.0650461, which were characteristically gynoecious (stable gynoecious) and white spine, with herma.84, a male line that exhibited hermaphrodite characteristics with black spine. Results of the two crossings led to stable inheritance as shown by observation of phenotypic characteristics in F_1 and F_2 progenies including the hybrid offspring backcrossed with female and male parents. Sex expression between stable gynoecious with hermaphrodite showed all stable gynoecious in F_1 hybrid, while F_2 exhibited phenotypes of 3/4 gynoecious : 1/4 hermaphrodite. Backcrossing of offspring with maternal line showed gynoecious characteristic only while backcrossing with paternal hermaphroditic line exhibited 1/2 gynoecious : 1/2 hermaphrodite traits. Results of inheritance of spine color between maternal white spine and paternal black spine, showed F_1 phenotype of entirely black spine while F_2 phenotype was 3/4 black spine : 1/4 white spine, while the phenotype of maternal backcrossing was exhibited as 1/2 black spine : 1/2 white spine, and showed all black spine when backcrossed with hermaphrodite. On the study of inheritance of sex expression and spine color, results showed F_1 offsprings having gynoecious characteristics with complete black spine, while F_2 offsprings showed distribution of phenotypes as: 9/16 (gynoecious/black spine) : 3/16 (gynoecious/white spine) : 3/16 (hermaphrodite/black spine) : 1/16 (hermaphrodite/white spine). Results of backcrossing between hybrid and maternal line showed gynoecious phenotype of white and black spine, and backcrossing between hybrid and paternal line resulted to black spine for all offspring but with 50% ratio for sex

expression (1/2 gynoecious : 1/2 hermaphrodite). In conclusion, maternal inbred lines of gy.0650103-1 and gy.0650461, showed gynoecious characteristic and white spine being controlled by 2 genotypes; MMFFAabb or MMFFaabb. And, the male line, herma.84 showed hermaphroditic characteristic with black spine, as controlled by 2 genotypes; mmFFAABB or mmFFaaBB. The inheritance for sex expression of gynoecious characteristic showed complete dominance to hermaphrodite characteristic while spine color was controlled by a dominant gene, bearing black spine color. However, both genes that controlled sex expression and spine color of cucumber were found to be independent from each other.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นผลงานที่ผู้วิจัยได้ตั้งใจ ใช้ความรู้ กำลังกายและกำลังใจอย่างเต็มที่จนงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และด้วยความกรุณาจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉันทนา วิชรรัตน์ หัวหน้าโครงการวิจัย ที่ได้มอบโอกาสการทำงานวิจัยและให้ความอนุเคราะห์ด้านการศึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาต่างๆ ทั้งด้านการงานและการดำเนินชีวิต ตลอดจนคอยให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือในการตรวจแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองชัย จูวัฒนสำราญ ที่ท่านได้เสียสละเวลาให้ความดูแลและเอาใจใส่เป็นอย่างดี คอยให้ความรู้ ให้คำปรึกษาในการวางแผนดำเนินการวิจัย และช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรารมณ์ แสงทอง ที่คอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเขียนงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ ตลอดจนคอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือในการตรวจแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภูพร้อมพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้กำลังใจและคำชี้แนะในการแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณลิขิต มณีสินธุ์ ที่ได้ให้ความรู้และให้คำปรึกษาต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อหนูจันทร์ และคุณแม่บัวศรี เหล่าสิทธิ์ ที่ได้ให้ชีวิตที่ดี ให้การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิต เป็นกำลังใจที่เข้มแข็งและอบอุ่นเสมอ ตลอด จนคอยส่งเสริมด้านการศึกษาลงเรียนด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณพี่ๆ ทุกคน ในครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือ คอยให้กำลังใจ และคอยอยู่เคียงข้างไม่ว่าจะเจออุปสรรคใดๆ

ขอขอบคุณทีมงานวิจัย เจ้าหน้าที่ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาพืชผัก ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และเป็นกำลังใจให้ตลอดการดำเนินงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ตุษฎี เหล่าสิทธิ์

ธันวาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญภาพผนวก	(17)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และการตรวจเอกสาร	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
พันธุ์กรรมที่ควบคุมลักษณะเพศดอกแตงกวา	3
พันธุ์กรรมที่ควบคุมลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา	6
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	8
อุปกรณ์	8
วิธีการทดลอง	8
บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิจารณ์	16
ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุ์กรรมของการแสดงเพศดอกแตงกวา	16
ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุ์กรรมของสีหนามบนผลแตงกวา	24
ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุ์กรรมของการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา	29
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	47

ภาคผนวก ก แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และการทดสอบไคสแควร์ตาม

สมมติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก
แตงกวา ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา และลักษณะการ
แสดงเพศดอกแตงกวาร่วมกับลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา
ในประชากรลูกชั่วแรก (F_1) ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหา
แม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) ของคู่ผสม
gy.0650103-1 x herma.84 และคู่ผสม gy.0650461 x
herma.84

48

ภาคผนวก ข แสดงยีนโอบี และฟีโนไทป์คาดหมายจากการผสมระหว่าง
ยีนโอบีที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอก และยีนโอบี
ที่ควบคุมลักษณะสีหนามของแตงกวาสายพันธุ์ Stable
gynoecious x hermaphrodite

57

ภาคผนวก ค ภาพการทดลอง

107

ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย

111

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	17
2	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/4$ ดอกกระเทย (herma.)	18
3	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.)	18
4	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก แตงกวาของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และ ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	20
5	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอกแตงกวาของ ประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไป หาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84	23
6	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสม กลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	26
7	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสม กลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84	28
8	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์	

- พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 34
- 9 คำสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก
และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2
ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์
พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 40



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกเพศเมีย (B) ลักษณะยอดเกสรเพศเมีย (C) ลักษณะหนามขาว และ (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย	9
2	ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650461 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกเพศเมีย (B) ลักษณะยอดเกสรเพศเมีย (C) ลักษณะหนามขาว และ (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย	10
3	ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ herma.84 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกกระเทย (B) ลักษณะยอดเกสรของดอกกระเทย (C) ลักษณะหนามดำ และ (D) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย	10
4	ลักษณะต้นแตงกวาปลูกในถุงปลูกพลาสติกสีดำ (A) สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (B) สายพันธุ์แม่ gy.0650461 และ (C) สายพันธุ์พ่อ herma.84	11
5	ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา (A) หนามดำ และ (B) หนามขาว ส่องภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์ รุ่น Nikon SMZ 1000 ที่กำลังขยาย 80X	24
6	ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย และมีหนามดำ ในลูกชั่วแรก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	30
7	การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกชั่วที่ 2 ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 (A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และหนามขาว (B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ และหนามขาว	31

- 8 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.)
หนามขาว ในลูกผสมกลับไปหาแม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 32
- 9 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกวา
ในลูกผสมกลับไปหาพ่อ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84
(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 33
- 10 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) และมีหนามดำ ในลูกชั่วแรก ของคู่ผสม
gy.0650461 x herma.84 35
- 11 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกวา
ในลูกชั่วที่ 2 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84
(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และหนามขาว
(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ และหนามขาว 36
- 12 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.)
หนามขาว ในลูกผสมกลับไปหาแม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 37
- 13 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกวา
ในลูกผสมกลับไปหาพ่อ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84
(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 38
- 14 แสดงลักษณะผลที่เกิดการกระจายตัวจากลักษณะการแสดงเพศดอก และ
สีหนามบนผลแดงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในลูก
ชั่วแรก (F_1) ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับ
ไปหาพ่อ (BC_1P_2) เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ 42

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84	49
2	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/4$ ดอกกระเทย (herma.)	49
3	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.)	50
4	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	50
5	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ หนามดำ : $1/4$ หนามขาว	51
6	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ หนามดำ : $1/2$ หนามขาว	51
7	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84	51
8	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ หนามดำ : $1/4$ หนามขาว	52
9	การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ หนามดำ : $1/2$ หนามขาว	52
10	ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแดงกวาง และสีหนามบนผล แดงกวาง ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84	53

- 11 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $F_2 = 9/16$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : $3/16$ ดอกเพศ
 เมีย (gy.) หนามขาว : $3/16$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ :
 $1/16$ ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว 53
- 12 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :
 $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 54
- 13 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :
 $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 54
- 14 ค่าสังเกตฟีนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกวา
 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 55
- 15 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $F_2 = 9/16$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : $3/16$ ดอกเพศ
 เมีย (gy.) หนามขาว : $3/16$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ :
 $1/16$ ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว 55
- 16 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :
 $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 56
- 17 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล
 แดงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วน
 ฟีนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :
 $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 56
- 18 ยีนไทป์ และฟีนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกแดงกวา
 คู่ผสมที่ 1 MMFFAA x mmFFAA 59

19	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอกแดงกว่า คู่ผสมที่ 2 $MMFFAA \times mmFFaa$	62
20	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอกแดงกว่า คู่ผสมที่ 3 $MMFFaa \times mmFFAA$	66
21	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอกแดงกว่า คู่ผสมที่ 4 $MMFFaa \times mmFFaa$	70
22	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะสีหนาม	73
23	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผล แดงกว่า คู่ผสมที่ 1 $MMFFAAbb \times mmFFAABB$	77
24	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผล แดงกว่า คู่ผสมที่ 2 $MMFFAAbb \times mmFFaaBB$	81
25	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผล แดงกว่า คู่ผสมที่ 3 $MMFFaabb \times mmFFAABB$	89
26	อีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผล แดงกว่า คู่ผสมที่ 4 $MMFFaabb \times mmFFaaBB$	98
27	สรุปอีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอกแดงกว่า	103
28	สรุปอีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่า	104
29	สรุปอีโนไทป์ และพีโนไทป์คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่า	104

สารบัญภาพผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	แปลงทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกวา คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ ทดสอบระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2555	108
2	แปลงทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกวา คู่ผสม gy.0650461 x herma.84 ในประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ ทดสอบระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม 2555	109
3	ลักษณะผลแดงกวาเมื่อมีหนามดำสีผลจะเหลืองเร็ว เมื่อเทียบกับผลแดงกวาที่มีหนามสีขาว (A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามดำ ผลเขียว เหลืองเร็ว (B) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามดำ ผลขาว เหลืองเร็ว (C) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย หนามดำ ผลเขียว เหลืองเร็ว (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามขาว ผลเขียว (E) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามขาว ผลขาว (F) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย หนามขาว ผลเขียว	110

บทที่ 1

บทนำ

แตงกวาเป็นผักเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง นิยมบริโภคกันทั่วโลกทั้งรูปผลสด และแตงกวาดอง โดยมีพื้นที่ปลูกแตงกวาทั่วโลก ประมาณ 101,706 ไร่ คิดเป็นมูลค่า 5.89 ล้านล้านบาท (USDA, 2011) สำหรับคนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคแตงกวาเป็นผักสดคู่กับอาหารหลากหลายประเภท นอกจากนี้ยังมีการนำแตงกวาไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา และเวชภัณฑ์ความสวยความงามกันอย่างกว้างขวาง ประกอบกับประเทศไทยสามารถปลูกแตงกวาได้ตลอดทั้งปี และเป็นพืชที่มีอายุสั้นสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วภายใน 30-35 วัน จึงทำให้มีผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นปริมาณมาก ดังนั้นความต้องการในการบริโภคและการใช้เมล็ดพันธุ์แตงกวาจึงมีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในการผลิตเมล็ดพันธุ์แตงกวานอกจากผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศแล้ว ประเทศไทยยังสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์แตงกวาเพื่อส่งออกเป็นปริมาณมาก ดังจะเห็นได้จากปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์แตงกวาในปี 2557 มีปริมาณ 69.59 ตัน ซึ่งมีมูลค่ามากกว่า 229 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2558) โดยสายพันธุ์แตงกวาที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่ เป็นสายพันธุ์แตงกวาที่มีดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียอยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious) แต่ปัญหาสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อผลผลิตแตงกวาที่ปลูกในแต่ละฤดู จึงทำให้มีปริมาณผลผลิตแตกต่างกันและมีปริมาณไม่สม่ำเสมอ แต่ปัจจุบันมีการรายงานวิจัยพบแตงกวาสายพันธุ์ stable gynoecious ซึ่งมีการแสดงดอกเพศเมียทั้งหมด และไม่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการแสดงเพศดอกของแตงกวา จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าจะทำให้ได้ผลผลิตสูง และมีปริมาณสม่ำเสมอในทุกฤดู นอกจากนี้เรื่องคุณภาพของผลแตงกวาก็มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาพันธุ์เพื่อการค้า ซึ่งแตงกวาที่มีลักษณะหนามดำ นอกจากมีลักษณะไม่เป็นที่ต้องการของตลาดแล้ว ยังเชื่อมโยงกับพันธุกรรมของสีผลแตงกวา ทำให้เกิดผลสีเหลืองเร็ว เก็บรักษาได้ไม่นาน ซึ่งทั้งลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน เพื่อให้ทราบถึงพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว จึงสนใจศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามของแตงกวา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวา โดยการคัดเลือกลักษณะผลผลิตที่มีคุณภาพดี และมีปริมาณผลผลิตสม่ำเสมอต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมการแสดงเพศดอกของแตงกวา
2. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมสีหนามบนผลแตงกวา

3. เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาร่วมกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาพันธุกรรมที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอกและสีหนามของแตงกวามีขอบเขตโดยใช้แตงกวาสายพันธุ์แท้ คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 ที่มีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (stable gynoeious) และมีลักษณะหนามขาว (ยีนโนไทป์ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb) ผสมข้ามกับสายพันธุ์พ่อ herma.84 มีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทย (hermaphrodite) และมีลักษณะหนามดำ (ยีนโนไทป์ mmFFAABB หรือ mmFFaabb)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบพันธุกรรมที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอกที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างแตงกวาสายพันธุ์แท้ stable gynoeious กับ hermaphrodite นำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างลูกผสมพันธุ์การค้าแบบใหม่ และการผลิตเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมเพื่อการค้าได้
2. ทราบพันธุกรรมที่ควบคุมสีหนามบนผลแตงกวา นำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับงานปรับปรุงพันธุ์แตงกวาในการคัดเลือกลักษณะคุณภาพของผลผลิตที่มีลักษณะดีทางการค้าได้
3. ทราบความเกี่ยวพันของพันธุกรรมควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา จากการประเมินฟีโนไทป์ที่แสดงออกของลักษณะร่วมกัน

บทที่ 2

ทฤษฎี และการตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แตงกวาเป็นพืชล้มลุกที่ต้องการสภาพอากาศอบอุ่น ไม่ทนต่ออุณหภูมิที่จุดเยือกแข็ง อยู่ในกลุ่มไม้เนื้ออ่อน อวบน้ำ มีแหล่งกำเนิดอยู่แถบเชิงเขาทางด้านทิศใต้ของภูเขาหิมาลัยในประเทศพม่า ต่อมา มีการแพร่กระจายไปสู่เอเชียตะวันออก แอฟริกา และยุโรปทางตอนใต้ มีลำต้นเป็นเถาเลื้อยยาว 4-8 ฟุต ลักษณะเป็นเหลี่ยม ผิวขรุขระ มีขนขึ้นปกคลุม แตกกิ่งแขนงเป็นแบบ sympodial type จำนวนมาก แต่ละข้อมีใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) อยู่สลับกัน ปลายใบแหลม ขอบใบหยักเว้า (palmate) มีห้าเหลี่ยม ส่วนกลางใบจะเป็นบริเวณที่กว้างที่สุด ลักษณะมีขนปกคลุมทั่วผิวใบ หลังจากข้อที่ 3-5 จะมีมือเกาะ (tendrils) เพื่อช่วยในการพยุงลำต้น โดยมีระบบรากแก้วที่เจริญในแนวดิ่ง และรากแขนงเจริญในแนวนอนรอบๆ ต้น การแสดงเพศดอกของแตงกวาเป็นพวกพืชแยกดอก แต่อยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plant) ดอกเพศเมียเจริญเป็นดอกเดี่ยวที่ข้อของเถาหลัก และเถาแขนง มีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ รังไข่มีลักษณะกลมยาว 2-5 เซนติเมตร ส่วนปลายยอดเกสรเพศเมียจะมี 2-5 แฉก ส่วนดอกเพศผู้สังเกตได้ง่าย เนื่องจากมีก้านดอกเรียวยาวเล็ก ไม่มีรังไข่ อาจเป็นดอกเดี่ยว หรือเป็นช่อ มีกลีบเลี้ยง และกลีบดอกห่ากลีบเหมือนดอกเพศเมีย มีอับละอองเกสรเพศผู้ 3 อับ และมีก้านเกสรตัวผู้ 3 ก้าน ดอกเพศผู้เจริญที่ข้อเป็นกลุ่มๆ ละ 3-5 ดอก ลักษณะผลเป็นแบบ false berry หรือ pepo กลมยาวหรือเป็นเหลี่ยม ขนาด รูปร่าง และสีผลขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดยทั่วไป ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือขาว ลักษณะเมล็ดรูปรีแบน มีสีขาวนวล (นิพนธ์, 2545)

แตงกวาเป็นพืชผสมข้าม (cross pollinated crop) ตามธรรมชาติ โดยแมลงช่วยผสมข้ามพันธุ์ ในอัตราที่สูง แต่ก็สามารถผสมตัวเองได้ถึง 1-47 เปอร์เซ็นต์ และมีความเสียหายหรือเสื่อมถอยทางพันธุกรรมในอัตราที่ต่ำ (inbreeding depression) (จานุลักษณ์, 2528)

พันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา

ดอกแตงกวามีการแสดงเพศดอกอยู่ 3 แบบ ได้แก่ ดอกเพศเมีย ดอกเพศผู้ และดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทย โดยอาจจะพบได้ทั้งสามเพศภายในต้นเดียวกัน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยของพันธุกรรม ได้แก่ ชนิด (species) หรือสายพันธุ์ (variety) ซึ่งจะผันแปรไปตามปัจจัยของสภาพแวดล้อมขณะพืชเจริญเติบโต และปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หรือฮอร์โมนพืช (Yamasaki et al., 2005; Li et al., 2008) ซึ่งในสภาพที่ต้นแตงกวามีเอธิลีนสูง ช่วงแสงสั้น และมี

อุณหภูมิต่ำ จะชักนำให้เกิดดอกเพศเมีย ในขณะที่ต้นแตงกวาที่มีปริมาณจิบเบอเรลลินสูง ช่วงแสงยาว และอุณหภูมิสูง จะชักนำให้เกิดดอกเพศผู้ (นิพนธ์, 2545) ปัจจุบันแตงกวาสายพันธุ์ monoecious ซึ่งเป็นพันธุ์การค้ามักพบการแสดงเพศดอกแบบมีดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียในต้นเดียวกัน (monoecious plant)

Kater et al. (2001) ได้รายงานว่ กลุ่มยีนที่กำหนดการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ โดยการ ศึกษาจากดอกกระเทย (hermaphrodite) พบว่า ยีนในกลุ่ม Class A, Class B และ Class C ควบคุมการกำหนดเพศของแตงกวา โดยการยับยั้งการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของดอกเพศผู้หรือเพศเมียอย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดอก แต่ไม่มีความสัมพันธ์เหมือนกับในดอกสมบูรณ์เพศ ซึ่งกลุ่มยีน Class C สามารถยับยั้งการแสดงออกของเพศใดเพศหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับอวัยวะสืบพันธุ์ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเพศ (Perl-Treves, 1999) ส่วนยีน Class B สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาของอวัยวะเพศผู้ ในขณะที่เอทิลีนจะชักนำ gene MADS-box (ERAF 17) ทำให้เกิดดอกเพศเมีย (Kater et al., 2001) แต่ Tova et al. (1997) รายงานไว้ว่า การแสดงเพศในแตงกวาถูกควบคุมด้วยยีน 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ยีน F , M และยีน a โดยที่ยีน F มีผลต่อการแสดงเพศแบบ monoecious ($M_f_$) และ gynoeious ($M_F_$)

การแสดงเพศดอกแตงกวาที่ถูกควบคุมด้วยยีน F และยีน M โดยมีผลต่อการแสดงออกของเพศดอกภายในต้นที่แตกต่างกันหลากหลายแบบ ได้แก่ 1) การแสดงเพศแบบ gynoeious ($M_F_$) มีการแสดงเฉพาะดอกเพศเมีย 2) การแสดงเพศแบบ monoecious (M_ff) แสดงการเกิดดอกเพศผู้ และดอกเพศเมีย 3) การแสดงเพศแบบ hermaphrodite ($mmF_$) แสดงการเกิดดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกระเทย และ 4) การแสดงเพศแบบ andromonoecious ($mmff$) แสดงลักษณะดอกกระเทย และดอกเพศผู้ (Pierce and Wehner, 1990) นอกจากนี้ยังมีรายงานการแสดงเพศดอกเพิ่ม 3 แบบ ได้แก่ การแสดงเพศแบบ androecious ที่เกิดเฉพาะดอกเพศผู้ การแสดงเพศแบบ gymonoecious แสดงลักษณะดอกเพศเมีย และดอกกระเทยในต้นเดียวกัน และการแสดงเพศแบบ trimonoecious มีการแสดงเพศดอกทั้งสามชนิดในต้นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Qi et al. (1992) และ Tova et al. (1997) ที่รายงานว่ การแสดงเพศดอกของแตงกวาควบคุมด้วยยีน 3 คู่ คือ ยีน M/m , F/f และยีน A/a โดยพบการแสดงเพศดอกดังนี้

1. $M_ffA_$ แสดงลักษณะเพศดอกแบบ monoecious (Tova et al., 1997)
2. $M_Ff_$ แสดงลักษณะเพศดอกแบบ gynoeious ที่สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพศดอก (Qi et al., 1992)
3. $MMFF_$ แสดงลักษณะเพศดอกแบบ gynoeious (Tova et al., 1997)
4. $mmFF_$ แสดงลักษณะเพศดอกแบบ hermaphrodite (Qi et al., 1992)
5. M_ffaa แสดงลักษณะเพศดอกแบบ androecious (Qi et al., 1992)

6. mm_f__ แสดงลักษณะเพศดอกแบบ andromonoecious (Qi et al., 1992)

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์แตงกวาที่ได้พัฒนาสายพันธุ์ขึ้นใหม่ให้มีเฉพาะดอกเพศเมีย และสามารถติดผลได้โดยไม่มีการผสมเกสร (gynoecious parthenocarpic) ซึ่งนิยมปลูกในโรงเรือนแถบประเทศยุโรป (นิพนธ์, 2545) และจากการศึกษาอัตราเลือดชิด เนื่องมาจากการผสมตัวเองหลายชั่วในแตงกวาผลเล็ก และแตงกวาเปรี้ยว พบว่า ไม่มีการเสื่อมถอยทางพันธุกรรม อันเนื่องมาจากการผสมตัวเองของแตงกวา

Yamasaki et al. (2005) กล่าวว่า ปริมาณเอธิลีนมีความสัมพันธ์กับการแสดงเพศดอกของแตงกวา โดยเฉพาะสายพันธุ์ gynoecious จะมีการผลิตเอธิลีนมากกว่าสายพันธุ์ monoecious แต่เมื่อทดสอบสายพันธุ์ monoecious และสายพันธุ์ andromonoecious กับเอธิลีน หรือ ethylene-releasing ในแตงกวา พบว่า มีการเพิ่มจำนวนของดอกเพศเมียและดอกกระเทยมากขึ้นตามลำดับ ต่อมา Knopf and Trebitsh (2006) กล่าวว่า พืชตระกูลแตงส่วนใหญ่จะมีเอธิลีนเป็นฮอร์โมนหลักที่บังคับให้เกิดการแสดงเพศเป็นดอกเพศเมีย โดยพบว่า มีการคัดลอกยีน Cs-ACS1 เพียงยีนเดียวในต้นแตงกวาสายพันธุ์ monoecious ซึ่งมีจีโนไทป์เป็น ffMM ในขณะที่ต้นแตงกวาสายพันธุ์ gynoecious ที่มีจีโนไทป์เป็น FFMM จะมีการเพิ่มการคัดลอกยีน CS-ACS1G เพื่อใช้สำหรับสร้างแผนที่ยีนของยีนโลคัส F ซึ่งสัมพันธ์กับการแสดงเพศดอกของแตงกวา ขณะที่ Saito et al. (2007) พบว่า แตงกวาสายพันธุ์ gynoecious มีการสร้างเอธิลีนมากกว่า monoecious เพราะในต้นแตงกวาสายพันธุ์ monoecious จะมีการสร้าง และแสดงออกทั้งดอกเพศผู้ และดอกเพศเมียในต้นเดียวกัน จึงต้องมีการปรับสมดุลของปริมาณเอธิลีนในช่วงการเจริญเติบโตของดอก ทำให้มีปริมาณเอธิลีนน้อยลง

Li et al. (2008) ได้ใช้เทคนิค SRAP (Sequence-Related Amplified Polymorphism) วิเคราะห์การกระจายตัวของยีน โดยใช้แตงกวาสายพันธุ์ monoecious ซึ่งเป็นสายพันธุ์แท้ พันธุ์ S52 (มีจีโนไทป์แบบ ffMM) ผสมข้ามกับแตงกวาสายพันธุ์ hermaphrodite (มีจีโนไทป์แบบ FFmm) ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวาในประชากรชั่วที่ 2 (F_2) และลูกผสมกลับ (BC_1) พบว่า มีเครื่องหมายโมเลกุล จำนวน 8 marker ที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งยีน M/m ซึ่งเป็นการข่มร่วมกันของเครื่องหมายโมเลกุล ME1EM26 และ ME1EM23 นอกจากนี้ยังมีเครื่องหมายโมเลกุล ME8SA7 ซึ่งเป็นเครื่องหมายโมเลกุลแบบ co-dominant marker โดยมีการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอกแบบข่มร่วมกันกับยีน M/m

ต่อมาฉันทนา และคณะ (2552) ได้ศึกษาการแสดงเพศดอกของสายพันธุ์แตงกวา 3 ลักษณะ ได้แก่ แตงกวาสายพันธุ์ gynoecious จำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ gy.0650035, gy.0650054, gy.0650153, gy.0650461, gy.0650103, gy.0650103-1 และ gy.0100511 แตงกวาสายพันธุ์ monoecious จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ mono.152 และ mono.010512 และแตงกวาสายพันธุ์ hermaphrodite จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ herma.84 เพื่อหาจีโนไทป์ที่ควบคุมการแสดงเพศดอกแตงกวา ได้รายงานผลว่า แตงกวาสายพันธุ์ gynoecious ทั้ง 7 สายพันธุ์ มีจีโนไทป์ที่ควบคุม

3 แบบ คือ MMFFAA, MMFFAa และ MMFFaa กลุ่มแตงกวาสายพันธุ์ monoecious ทั้ง 2 สายพันธุ์ มียีนโนโทบีที่เป็นไปได้แบบเดียว คือ MMffAA และแตงกวาสายพันธุ์ hermaphrodite มียีนโนโทบีควบคุมได้ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ mmFFAA, mmFFAa และ mmFFaa นอกจากนี้ได้ศึกษาการแสดงเพศดอกของแตงกวาลูกผสม ได้รายงานว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของกลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ gynoecious x gynoecious ทุกกลุ่มสมมีลักษณะ gynoecious ที่เสถียรในอัตราที่สูงมาก ในทุกฤดูปลูก กลุ่มสมระหว่างสายพันธุ์ gynoecious x hermaphrodite ทุกกลุ่มสมมีการแสดงเพศแบบ gynoecious ที่เสถียรทั้งหมด และเมื่อพิจารณาในกลุ่มสมของ gynoecious x monoecious และ monoecious x hermaphrodite ลูกผสมที่ได้มีการแสดงเพศทั้งแบบ gynoecious ที่เสถียรและไม่เสถียร สภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูมีผลต่อการแสดงเพศดอก

พันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาเป็นอีกหนึ่งลักษณะสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตแตงกวา ซึ่ง Hutchins (1940) กล่าวว่า ลักษณะสีหนามของแตงกวาถูกควบคุมด้วยยีนเพียงตำแหน่งเดียว โดยมีการกระจายตัวของลูกชั่วที่ 2 แสดงลักษณะหนามดำเข้มหนามขาว อัตราส่วน 3 : 1 ซึ่งหนามสีดำเป็นลักษณะเด่น (dominant gene) ข่มหนามสีขาว แต่ Shanmugasundaram et al. (1971) ได้รายงานว่าลักษณะหนามดำเข้มหนามขาวในอัตราส่วน 15 : 1 โดยเกิดจากการข่มข้ามคู่ของยีน 2 ตำแหน่ง ต่อมา Cowen and Heisel (1983) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะสีหนามของแตงกวา โดยใช้แตงกวาพันธุ์ MSU 41 หนามสีขาว ผสมข้ามกับพันธุ์ LJ 90430 หนามสีดำ พบการกระจายตัวของลักษณะสีหนามในลูกชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) แสดงลักษณะหนามดำ ต่อ หนามขาว อัตราส่วนเท่ากับ 9 : 7 จึงได้ทดสอบเพื่อยืนยันผลการถ่ายทอดลักษณะสีหนามในรุ่นลูกชั่วที่ 3 (F_3) พบการกระจายตัวของการแสดงลักษณะสีหนาม 3 แบบ ได้แก่ 1) พบลักษณะหนามสีดำหมดทุกต้น เมื่อยีนทั้งสอง loci อยู่ในสภาพ homozygous 2) พบการกระจายตัวของลักษณะหนามสีดำ ต่อ หนามสีขาว อัตราส่วนเท่ากับ 3 : 1 เมื่อยีนหนึ่ง locus เป็น heterozygous และ locus อื่นๆ เป็น homozygous dominant และ 3) พบอัตราส่วนลักษณะหนามสีดำต่อหนามสีขาว อัตราส่วนเท่ากับ 9 : 7 เมื่อยีนทั้ง 2 loci อยู่ในสภาพ heterozygous ซึ่ง Walters et al. (2001) ได้ศึกษาการกระจายตัว และศึกษากลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกันในแตงกวา จำนวน 18 ยีน ที่สำคัญของแตงกวา พบว่ามียีน 18 ยีน ที่ควบคุม 15 ลักษณะ โดยยีนที่ควบคุมลักษณะหนามสีดำ คือ ยีน B-3 และ B-4 เป็นกลุ่มยีนเดี่ยว พบการกระจายตัวของลักษณะหนามสีดำเข้มหนามสีขาว ในลูกชั่วที่ 2 (F_2) อัตราส่วนเท่ากับ 9 : 7 โดย และกระจายตัวเป็นอิสระกันกับยีนควบคุมลักษณะความขม (Bt) ของแตงกวา ขณะที่ Wehner (2006) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ของแตงกวา พบว่ายีน B ควบคุมลักษณะหนามสีดำ หรือสีน้ำตาล

มีความเชื่อมโยง (linked) กับยีน R ซึ่งควบคุมลักษณะผลสีแดง โดยลักษณะหนามสีดำเป็นยีนซ่ม หนามสีขาว ซึ่งเป็นผลจากยีนด้อย (homozygous recessive)

นอกจากนี้ Cagirici (2004) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะสีหนามของแตงกวา ซึ่งผลการศึกษา แตกต่างจากการรายงานที่ผ่านมา ทำการศึกษาโดยใช้พันธุ์ Cengelkoy-I ลักษณะหนามสีดำ ผสมข้าม กับพันธุ์ Adrian และ Betawi ลักษณะหนามสีขาว พบการกระจายตัวลักษณะสีหนามในลูกชั่วที่ 2 (F_2) แสดงลักษณะหนามสีดำ ต่อ หนามสีน้ำตาล ต่อ หนามสีขาว ในอัตราส่วน 9 : 3 : 4 จึงอธิบายว่า ยีน ที่ควบคุมลักษณะสีหนามมี 2 locus คือ ยีน Br/br โดยยีนเด่น (Br) ควบคุมการแสดงลักษณะหนาม สีน้ำตาล และยีน Md/md ไม่แสดงออกเมื่ออยู่เพียงยีนเดียว ดังนั้นถ้าแสดงยีนไปท์ $Md_Br_$ จะ แสดงลักษณะหนามสีดำ และจีโนไทป์ $mdmdBr_$ แสดงลักษณะหนามสีน้ำตาล โดยยีน Br/br เมื่อ เป็นยีนด้อย ทั้งยีนไปท์ Md_brbr และยีนไปท์ $mdmdbrbr$ จะแสดงลักษณะหนามสีขาว

Ying-jun et al. (2010) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะสีหนาม และการแสดงเพศดอกของ แตงกวาสายพันธุ์แท้ (inbred line) 2 สายพันธุ์ ในประชากร F_1 , F_2 และ BC_1 พบว่า ลักษณะสีหนาม ถูกควบคุมด้วยยีน 2 อัลลีล โดยลักษณะหนามสีดำซ่มหนามสีขาว ส่วนลักษณะการแสดงเพศดอกของ แตงกวา พบว่าดอกเพศเมียถูกควบคุมด้วยยีนที่ซ่มไม่สมบูรณ์ (incompletely dominant) ในกลุ่ม แตงกวาสายพันธุ์ monoecious โดยยีนที่ควบคุมลักษณะสีหนาม และการแสดงเพศดอกแตงกวาเป็น อิสระต่อกัน

ต่อมา Li et al. (2013) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะหนามและสีผลของแตงกวา จากการ ผสมข้ามระหว่างแตงกวาสายพันธุ์แท้ WI7200 ลักษณะหนามดำ ผลสีส้ม และ WI7201 ลักษณะ หนามขาว ผลสีขาว ผลการทดลองในลูกชั่วที่ 1 พบว่า มีลักษณะหนามสีดำ ผลสีส้ม ลูกชั่วที่ 2 เกิด การกระจายตัวของลักษณะสีหนาม คือ หนามดำ ต่อ หนามขาว ในอัตราส่วน 3 : 1 จึงยืนยันผลได้ว่า ลักษณะหนามสีดำควบคุมด้วยยีนเดี่ยว ยีน B โดยทุกผลที่มีหนามสีดำจะพบสีผลเป็นสีเหลือง ส้ม หรือ แดง และผลที่มีหนามสีขาวจะพบผลสีเขียวอ่อน หรือผลสีขาว และจากการศึกษาได้ใช้เครื่องหมาย ไมโครแซเทลไลต์ (microsatellite markers) ในการหาตำแหน่งของยีน สามารถระบุได้ว่า ยีน B ตั้งอยู่ตำแหน่ง บนแขนข้างสั้นของโครโมโซมแท่งที่ 4

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา มีอุปกรณ์ และวิธีการทดลองดังรายละเอียดต่อไปนี้

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์แตงกวาสายพันธุ์แท้พ่อแม่ที่มีลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาแตกต่างกัน ได้แก่

1.1 สายพันธุ์แม่ 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ gy.0650103-1 มีการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (stable gynoeceious; gy.) หนามขาว และสายพันธุ์ gy.0650461 มีการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย หนามขาว

1.2 สายพันธุ์พ่อ 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ herma.84 มีการแสดงเพศดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทย (Perfect flower, bisexual flower or hermaphroditic flower) ในการทดลองใช้เรียกการแสดงเพศดอกแบบนี้ว่า ดอกกระเทย (hermaphrodite; herma.) และมีลักษณะหนามดำ

2. อุปกรณ์ในการเพาะกล้า เช่น ถาดเพาะกล้า ขนาด 104 หลุม วัสดุเพาะกล้า บัวรดน้ำต้นกล้า แบบฝอย และป้ายแท็กพลาสติก

3. อุปกรณ์ในการปลูกดูแลรักษา เช่น จอบ พลาสติกคลุมแปลง ไม้ค้ำ เชือกตาข่าย ระบบน้ำ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง เป็นต้น

4. สารเปลี่ยนเพศดอกแตงกวา เช่น สารซิลเวอร์ไนเตรต

5. อุปกรณ์ในการผสมเกสร เช่น ไหมพรม ปากคีบปลายแหลม แอลกอฮอล์ ป้ายกระดาษ คลิปหนีบ และถุงครอบดอก

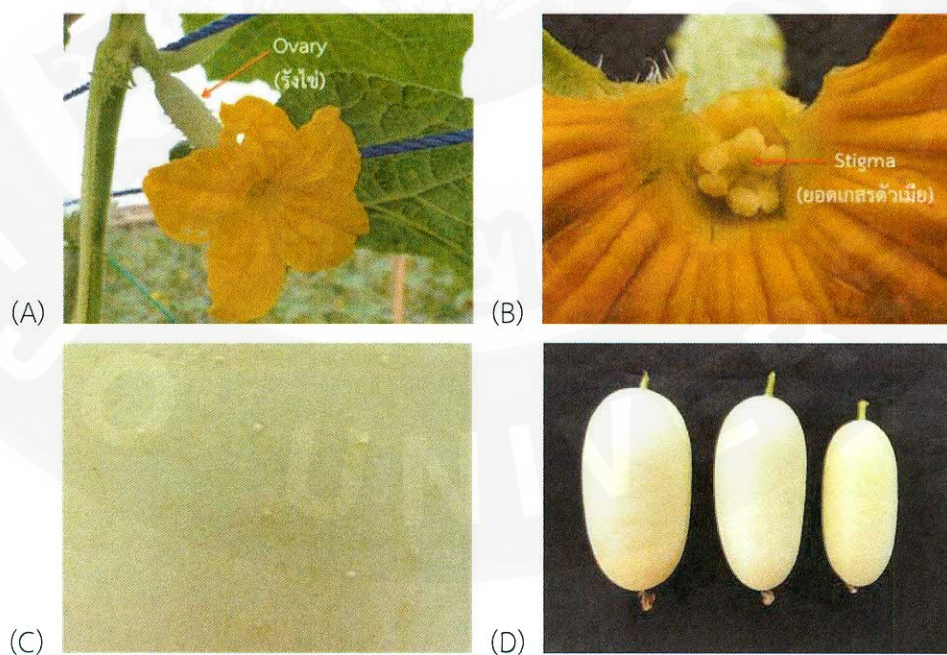
6. อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ปากกา ดินสอ กระดาษ และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

วิธีการทดลอง

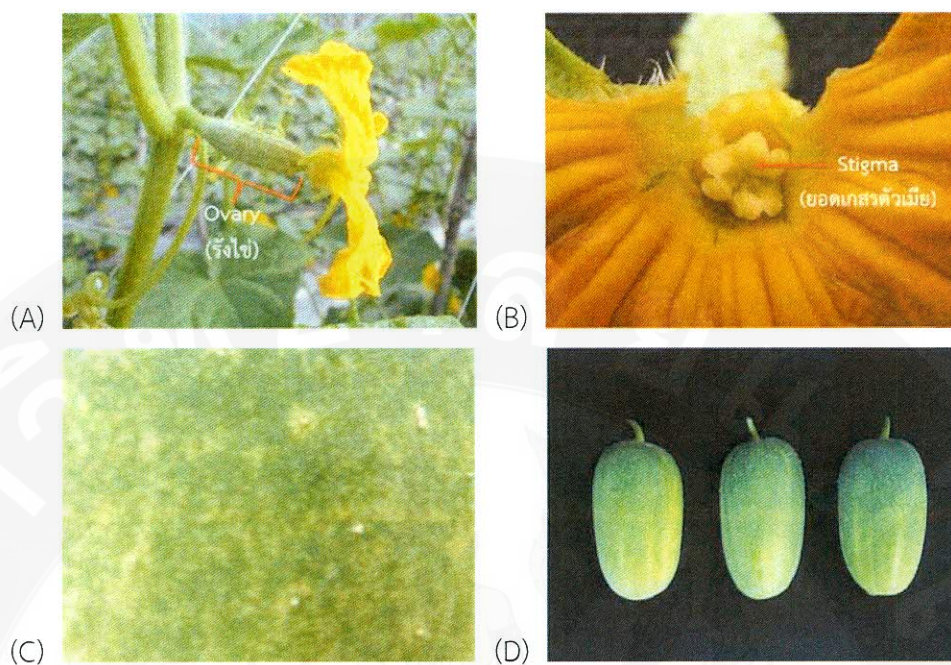
การดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกแตงกวาสายพันธุ์พ่อแม่

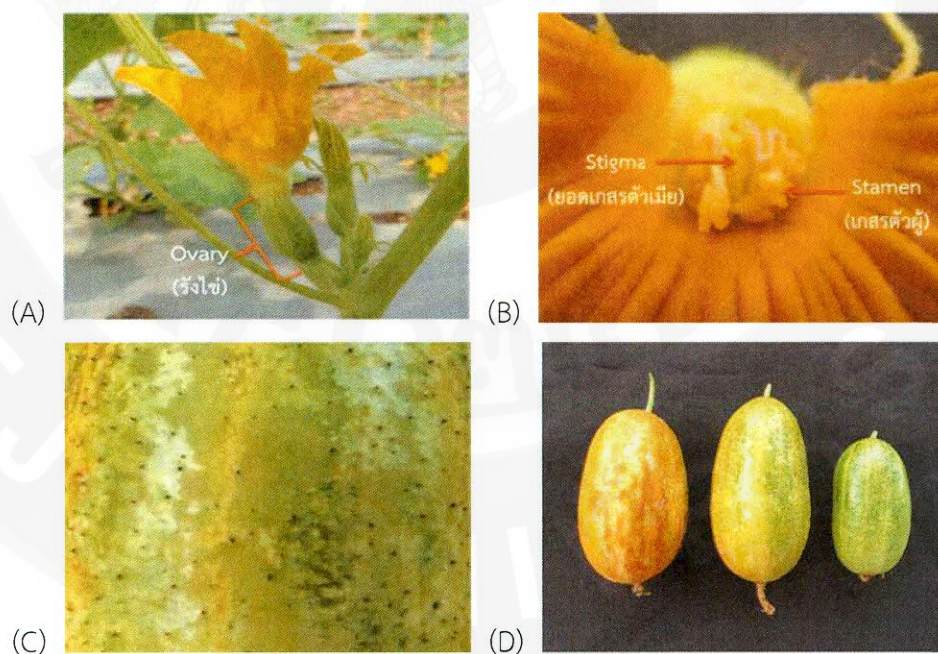
พันธุ์กรรมแตงกวาสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ที่ใช้ในการทดลองได้จากโครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาการแสดงเพศดอกของแตงกวา” (ฉันทนา และคณะ, 2552) จากงานวิจัยดังกล่าวทำให้ทราบลักษณะยีนโนไทป์ของพันธุ์กรรมที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอกของแตงกวาสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ศึกษาในเบื้องต้น และสนใจการแสดงเพศดอกของลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ gynoecious x hermaphrodite ซึ่งทำให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดอกเพศเมียที่คงที่ สภาพแวดล้อมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพศดอก และมีปริมาณผลผลิตที่สม่ำเสมอในทุกฤดู โดยสายพันธุ์แม่ที่ใช้ศึกษาเป็นแตงกวาสายพันธุ์ stable gynoecious จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ gy.0650103-1 มีลักษณะการแสดงเพศดอกเฉพาะดอกเพศเมีย (gy.) ยีนโนไทป์ MMFFAA หรือ MMFFaa และลักษณะหนามขาว (ภาพที่ 1) และสายพันธุ์ gy.0650461 ลักษณะการแสดงเพศดอกเฉพาะดอกเพศเมีย (gy.) ยีนโนไทป์ MMFFAA หรือ MMFFaa และลักษณะหนามขาว (ภาพที่ 2) สำหรับสายพันธุ์พ่อใช้แตงกวาสายพันธุ์ hermaphrodite จำนวน 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ herma.84 แสดงเพศดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทย (hermaphrodite) มียีนโนไทป์ที่ควบคุมเพศดอกได้ 3 แบบ คือ ยีนโนไทป์ mmFFAA หรือ mmFFaa มีลักษณะหนามดำ (ภาพที่ 3) โดยผลแตงกวาที่ผสมติดเมล็ดได้ เป็นผลที่พัฒนาจากดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทยเท่านั้น ซึ่งสามารถสังเกตผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย และผลที่เกิดจากดอกกระเทยจะมีลักษณะที่แตกต่างกันชัดเจน



ภาพที่ 1 ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกเพศเมีย (B) ลักษณะยอดเกสรเพศเมีย (C) ลักษณะหนามขาว และ (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย



ภาพที่ 2 ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650461 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกเพศเมีย (B) ลักษณะยอดเกสรเพศเมีย (C) ลักษณะหนามขาว และ (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย



ภาพที่ 3 ลักษณะแตงกวาสายพันธุ์แท้ herma.84 (A) ลักษณะรังไข่ของดอกกระเทย (B) ลักษณะยอดเกสรของดอกกระเทย (C) ลักษณะหนามดำ และ (D) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย

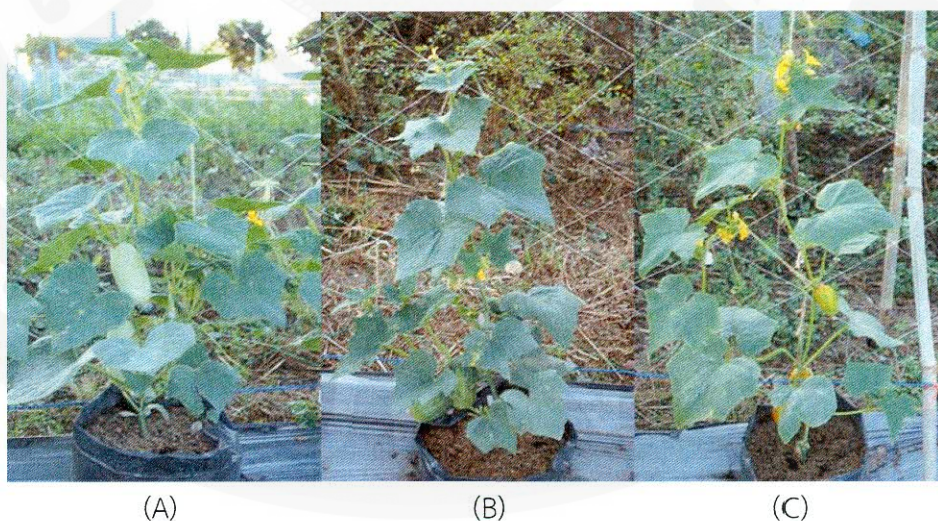
2. การสร้างประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามแตงกวา ดำเนินการสร้างคู่ผสม จำนวน 2 คู่ผสม คือ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 ทำการประเมินการแสดงฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ของแต่ละคู่ผสม โดยประเมินจากค่าสังเกตฟีโนไทป์ในลูกชั่วแรก (F_1) ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างประชากรลูกแต่ละชั่วดังนี้

ฤดูที่ 1 การสร้างประชากรลูกชั่วแรก (F_1)

การสร้างประชากรลูกชั่วแรก โดยทำการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ gy.0650103-1 แสดงลักษณะดอกเพศเมีย หนามขาว และ gy.0650461 แสดงลักษณะดอกเพศเมีย หนามขาว กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 ลักษณะดอกกระเทย หนามดำ จำนวน 2 คู่ผสม คือ คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 และคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 เพื่อให้ได้เมล็ดลูกชั่วแรก (F_1)

ดำเนินการทดลองโดยการปลูกแตงกวาสายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์พ่อในถุงปลูกพลาสติกสีดำ ขนาด 12 นิ้ว จำนวนสายพันธุ์ละ 5 ต้น ใส่ดินปลูกที่ผสมด้วยดินผสมปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และ แกลบดิบ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 ตามลำดับ ใส่ดินปลูกให้เต็ม 3/4 ส่วนของถุง เมื่อดันกล้าอายุ 5-7 วัน จึงทำการย้ายต้นกล้าแตงกวาลงปลูกในกระถางๆ ละ 1 ต้น (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ลักษณะต้นแตงกวาปลูกในถุงปลูกพลาสติกสีดำ (A) สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (B) สายพันธุ์แม่ gy.0650461 และ (C) สายพันธุ์พ่อ herma.84

เมื่อแตงกวาเริ่มออกดอก ที่อายุ 19-21 วันหลังย้ายปลูก ทำการผสมข้ามเพื่อสร้างลูกผสม 2 คู่ผสม คือ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 โดยทำการเตรียมดอกตัวเมียในต้นสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 และสายพันธุ์พ่อ herma.84 ในช่วงบ่ายหรือตอนเย็น ใช้ลวดพลาสติกหนีบก๊อปปี้ดอกแตงกวาที่จะบานในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น สังเกตได้จากสีกลีบดอกจะมีสีเหลือง การผสมเกสรจะทำการผสมในตอนเช้าของวันถัดมา ซึ่งช่วงที่เหมาะสมต่อการผสม และติดเมล็ดได้ดี คือ ผสมในช่วงเวลา 08.00-10.00 น.

ฤดูที่ 2 การสร้างประชากรลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)

การสร้างประชากรลูกชั่วที่ 2 (F_2) ทำการปลูกแตงกวาเมล็ดลูกชั่วแรก ที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ในถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 12 นิ้ว ใส่ดินปลูกที่ผสมด้วยดินผสมปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และแกลบดิบ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 ใส่ดินปลูกให้เต็ม $3/4$ ส่วนของถุง โดยปลูกต้นแตงกวาลูกผสม จำนวน 5 ต้น เนื่องจากการแสดงเพศดอกของต้นลูกผสมจะเกิดเฉพาะดอกเพศเมีย (stable gynoeceous) ในการผสมตัวเอง เพื่อให้ได้เมล็ดลูกชั่วที่ 2 จึงต้องทำการเปลี่ยนเพศดอกจากดอกเพศเมียเป็นดอกเพศผู้โดยการฉีดพ่นด้วยสารซิลเวอร์ไนเตรต ที่ระดับความเข้มข้น 300 ppm. จำนวน 3 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 5 วัน เริ่มฉีดพ่นสารเมื่อแตงกวามีอายุประมาณ 10-12 วัน หรือต้นกล้ามีใบจริงแรกกางออกเต็มที่ หลังจากการฉีดพ่นสารเปลี่ยนเพศดอกครั้งสุดท้าย ประมาณ 15-20 วัน จะสังเกตเห็นดอกเพศผู้เกิดขึ้น และเมื่อดอกโตเหมาะสมต่อการผสมเกสร ทำการเตรียมดอกตัวเมียและดอกตัวผู้โดยการหนีบก๊อปปี้ดอกด้วยลวดพลาสติกในตอนเย็น และทำการผสมเกสรในเช้าวันรุ่งขึ้น โดยการผสมตัวเอง เพื่อผลิตเมล็ดลูกชั่วที่ 2

การสร้างประชากรลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) ทำการเพาะเมล็ดแตงกวาลูกชั่วแรก แตงกวาสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 และแตงกวาสายพันธุ์พ่อ herma.84 ในถาดหลุม ขนาด 104 หลุม ที่ใส่วัสดุเพาะกล้า รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ การเตรียมถุงปลูก ใช้ถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 12 นิ้ว ใส่ดินปลูกที่ผสมด้วยดินผสมปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และแกลบดิบ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 โดยใส่ดินปลูกให้เต็ม $3/4$ ส่วนของถุง เมื่อต้นกล้าออก อายุ 5-7 วัน ทำการย้ายกล้าลงปลูกถุงละ 1 ต้น จำนวนสายพันธุ์ละ 5 ต้น เมื่อแตงกวาอายุ 19-21 วันหลังย้ายปลูก แตงกวาจะเริ่มออกดอกจะทำการผสมข้ามเพื่อสร้างประชากรลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เนื่องจากแตงกวาสายพันธุ์ gy.0650103-1 และ gy.0650461 เกิดเฉพาะดอกเพศเมีย เมื่อต้องการดอกตัวผู้เพื่อใช้ผสมกลับ จึงต้องทำการเปลี่ยนเพศดอกไปเป็นดอกเพศผู้ โดยใช้สารซิลเวอร์ไนเตรต ที่ระดับความเข้มข้น 300 ppm. ฉีดพ่นบริเวณปลายยอดอ่อน จำนวน 3 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 5 วัน หลังจากฉีดพ่นสารเปลี่ยนเพศดอกในต้น gynoeceous เมื่อเกิดดอกตัวผู้ขึ้น นำไปผสมกับต้นลูกชั่ว

แรกซึ่งใช้เป็นต้นแม่ เพื่อสร้างแตงกวาลูกผสมกลับไปหาแม่ สำหรับแตงกวา herma.84 เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ซึ่งมีเกสรตัวผู้อยู่แล้ว จึงสามารถนำมาผสมกับต้นลูกชั่วแรก เพื่อผลิตเมล็ดลูกผสมกลับไปหาพ่อ

3. การทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

หลังจากสร้างประชากรลูกชั่วต่างๆ จะได้ปริมาณเมล็ดของลูกแต่ละชั่วปริมาณที่มากพอสำหรับนำมาทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ ดำเนินการปลูกทดสอบฟีโนไทป์ 2 ฤดู คือ ฤดูที่ 1 ปลูกทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2555 และฤดูที่ 2 ปลูกทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 ในเดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคม 2555 การประเมินการแสดงออกของลักษณะเพศดอก และสีหนามของแตงกวา การทดสอบฟีโนไทป์ของแต่ละฤดูมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การเตรียมแปลงปลูก

ทำการไถพรวนตากดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ เตรียมแปลงปลูกขนาด 1 x 26 เมตร จำนวน 14 แปลง สับหน้าดินให้ละเอียด และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากัน หลังจากนั้นคลุมด้วยพลาสติกคลุมแปลงตามความยาวของแปลง ทำการเจาะหลุมปลูกที่ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร รองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

3.2 การทำค้ำ

ทำการปักค้ำแบบจั่ว โดยใช้ไม้ค้ำที่มีความยาว 2 เมตร ฝังโคนไม้ค้ำลึกลงดิน 30 เซนติเมตร นำไม้ค้ำ 2 อัน ปักปลายหัวเป็นรูปจั่วที่มีความสูง 1.70 เมตร และใช้เชือกฟางมัดให้แน่น ระยะห่างจั่วละ 1.5 เมตร ยาวตามความยาวแปลง ใช้ไม้พาดยาวบนจั่ว และไม้พาดด้านข้างบริเวณกลางจากบน และล่างเพื่อยึดให้จั่วแข็งแรงมากขึ้น หลังจากนั้นใช้ตาข่ายกางตามความยาวของค้ำ มัดด้วยเชือกฟางให้แน่น

3.3 การเพาะเมล็ด

นำเมล็ดแตงกวาสายพันธุ์แม่ สายพันธุ์พ่อ ลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ มาเพาะเมล็ดลงในถาดหลุม ขนาด 104 หลุม โดยใช้วัสดุเพาะกล้าสำเร็จรูป

ทำการหยอดเมล็ดโดยใช้ปลายด้านที่รากจะงอกออกมาปักลงวัสดุเพาะลึก 1/2 ของเมล็ด รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอด้วยบัวรดน้ำแบบฝอย จนกระทั่งเมล็ดงอก เมื่อดันกล้าอายุ 5-7 วัน จึงทำการย้ายปลูกลงแปลง

3.4 การปลูกและการดูแลรักษา

ทำการย้ายต้นกล้าลงปลูกในแปลง 1 ต้นต่อหลุม รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอโดยใช้ระบบสปริงเกอร์ เปิดวันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า 10.30 น. และช่วงบ่าย 14.00 น. หรือเปิดตามความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ การใส่ปุ๋ยในช่วงแรกของการเจริญเติบโตใช้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง และใช้วิธีแบบผสมผสาน โดยใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังจากย้ายปลูก 5 วัน ด้วยสารละลายน้ำหมักปลา 2 ลิตร ต่อน้ำ 200 ลิตร ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หลังย้ายปลูก 10 วัน ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ แบบฝังลงในดิน และใส่สลับกันไปทุกๆ 7 วัน เมื่อแตงกวาเริ่มออกดอก ประมาณ 20 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และงดการใส่สารละลายน้ำหมักปลา เมื่อแตงกวาเริ่มติดผลพัฒนาเป็นผลแก่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันโรคและแมลง เมื่อพบอาการโรคหรือแมลงที่จะทำให้เกิดความเสียหายตามสมควร

3.5 การเก็บเกี่ยวและการล้างทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

ผลแตงกวาที่สามารถเก็บได้ จะสังเกตเห็นลักษณะผลมีสีเหลือง และแตกลายบนผล หรืออายุประมาณ 40-45 วันหลังการผสมเกสร ทำการเก็บผลและบ่มไว้ในร่ม 3-7 วัน และทำการผ่าผลตามแนวยาว นำเมล็ดออกจากผล ใส่ในถุงพลาสติก หมักทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เกิดการย่อยสลายของเมือกที่หุ้มเมล็ดทำให้ล้างเมล็ดได้ง่าย หลังจากนั้นนำเมล็ดมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด นำเมล็ดที่สมบูรณ์ใส่ในถุงตาข่าย ตากผึ่งในที่ร่มพอหมาดๆ จากนั้นจึงนำไปตากแดด เมื่อเมล็ดแห้งสนิท นำเมล็ดไปเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท

การบันทึกข้อมูล

การประเมินการแสดงออกของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ทำการจดบันทึกข้อมูลของลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. จดบันทึกจำนวนดอกที่แสดงลักษณะเพศดอกแตงกวาในעהหลัก จำนวน 20 ข้อ ตั้งแต่ข้อแรกถึงข้อที่ 20 โดยเก็บข้อมูลเป็นรายต้น ทุกประชากรในแต่ละฤดูปลูก
2. เก็บข้อมูลสีหนามแตงกวาโดยการสังเกตจำนวนต้นหนามสีขาว และจำนวนต้นหนามสีดำ ในประชากรแต่ละชั่ว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาอัตราพันธุกรรมที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาจากประชากรของคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ gy.0650103-1 x herma.84 และคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ gy.0650461 x herma.84 โดยการคำนวณหาค่าไค-สแควร์ (chi-square test, χ^2) จากสูตร

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

เมื่อ χ^2 = สัญลักษณ์ของไคสแควร์

O = ความถี่ที่เจอนับได้

E = ความถี่ที่คาดหวัง หรือที่กำหนด

n = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{(1-\alpha): k-1}$

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลอง

พฤศจิกายน 2554

สิ้นสุดการทดลอง

กุมภาพันธ์ 2556

สถานที่ทำการทดลอง

สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 4

ผลการวิจัย และวิจารณ์

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ได้ทำการสังเกตลักษณะฟีโนไทป์ของการกระจายตัว 2 ลักษณะ คือ ลักษณะการแสดงเพศดอก และ ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา โดยศึกษาจาก 2 คู่ผสม ที่แตกต่างกัน คือ

1) คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 ซึ่งมีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (stable gynoeceious; gy.) และมีลักษณะหนามขาว ผสมกับสายพันธุ์พ่อ herma.84 มีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกกระเทย (hermaphrodite; herma.) และมีลักษณะหนามดำ

2) คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์แม่ gy.0650461 มีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (stable gynoeceious; gy.) และมีลักษณะหนามขาว ผสมกับสายพันธุ์พ่อสายพันธุ์เดียวกัน คือ herma.84 มีลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกกระเทย (hermaphrodite; herma.) และมีลักษณะหนามดำ

แต่ละคู่ผสมทำการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะฟีโนไทป์ในลูกชั่วแรก (F_1) ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) ทำการประเมินลักษณะฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก ประเมินลักษณะฟีโนไทป์ของสีหนามบนผลแตงกวา และประเมินลักษณะฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกร่วมกับลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของการแสดงเพศดอกแตงกวา

จากการพิสูจน์ยีนโนไทป์ที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอกของแตงกวาในโครงการวิจัยที่ผ่านมา (ฉันทนา และคณะ, 2552) ในเบื้องต้น และได้ทดสอบฟีโนไทป์ของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ศึกษา จึงทำให้ทราบว่าสายพันธุ์พ่อแม่เป็นแตงกวาสายพันธุ์แท้ และทราบยีนโนไทป์การแสดงเพศดอกของสายพันธุ์พ่อแม่ คือ สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และสายพันธุ์ gy.0650461 มียีนโนไทป์ที่ควบคุมการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมียได้เพียง 2 แบบ คือ MMFFAA หรือ MMFFaa และสายพันธุ์พ่อ herma.84 มียีนโนไทป์ควบคุมการแสดงเพศดอกกระเทยได้ 2 แบบ คือ mmFFAA หรือ mmFFaa เนื่องจากเป็นแตงกวาสายพันธุ์แท้ เมื่อผสมตัวเองเพื่อรักษาสายพันธุ์จึงสามารถคงลักษณะพันธุกรรมของการแสดงเพศดอกไว้ได้ดังเดิม

1.1 ทดสอบฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นดอกเพศเมียบกับสายพันธุ์พ่อเป็นดอกกระเทย ผลการทดลอง พบว่า การแสดงเพศดอกในลูกชั่วแรก (F_1) และลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) ไม่มีการกระจาย

ตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก พบเพียงลักษณะดอกเพศเมีย ดังแสดงยีนโทป์ และพีโนโทป์ คาดหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21 โดยจากค่าสังเกตพีโนโทป์ของลูกชั่วแรก แสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด 308 ต้น และลูกผสมกลับไปหาแม่ พบเฉพาะดอกเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด 189 ต้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าสังเกตพีโนโทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตพีโนโทป์		จำนวนต้นทั้งหมด
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย (herma.)	
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P_1)	149	-	149
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	-	147	147
ลูกชั่วแรก (F_1)	308	-	308
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	240	83	323
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	189	-	189
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	191	157	348

จากค่าสังเกตพีโนโทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา พบการกระจายตัวของลักษณะเพศดอกของลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปหาพ่อ ดังแสดงยีนโทป์ และพีโนโทป์คาดหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21 โดยในลูกชั่วที่ 2 จากค่าสังเกตพีโนโทป์ของลักษณะเพศดอกแตงกวา พบดอกเพศเมีย (gy.) มากถึง 240 ต้น และพบดอกกระเทย (herma.) 83 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 323 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอกมีสมมุติฐานอัตราส่วนพีโนโทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ $3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/4$ ดอกกระเทย (herma.) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.)

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.)	240	242.25	-2.25	5.06	0.02
ดอกกระเทย (herma.)	83	80.75	2.25	5.06	0.06
รวม	323	323			0.08

จากการคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.08 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 3/4 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.) จริงตามสมมุติฐาน

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เป็นการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นลูกชั่วแรก (F_1) แสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 แสดงเพศดอกเป็นดอกกระเทย ดังแสดงยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาถาหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21 พบค่าสังเกตฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) 191 ต้น และดอกกระเทย (herma.) 157 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 348 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอกมีสมมุติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.)

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.)	191	174	17	289	1.66
ดอกกระเทย (herma.)	157	174	-17	289	1.66
รวม	348	348			3.32

จากการคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 3.32 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า $df = 1$ ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 4)



ตารางที่ 4 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวาของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และ ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย (herma.)			
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P ₁)	149	-	149	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P ₂)	-	147	147	ดอกกระเทย (herma.)	-
ลูกชั่วแรก (F ₁)	308	-	308	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
ลูกชั่วที่ 2 (F ₂)	240	83	323	3/4 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.)	0.08 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC ₁ P ₁)	189	-	189	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC ₁ P ₂)	191	157	348	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.)	3.32 ^{ns}

ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.2 ทดสอบฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่ดอกเพศเมีย กับสายพันธุ์พ่อดอกกระเทย ผลการทดลองพบว่า ลูกชั่วแรก และลูกผสมกลับไปหาแม่ ไม่มีการกระจายตัวของลักษณะเพศดอก โดยลูก ชั่วแรกมีค่าสังเกตฟีโนไทป์แสดงลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด 111 ต้น และลูกผสมกลับไปหาแม่มีค่าสังเกตฟีโนไทป์แสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด 299 ต้น (ตารางผนวก 1) โดยจากค่าสังเกตฟีโนไทป์ไม่พบลักษณะดอกกระเทย (herma.) ในลูกชั่วแรก และลูกผสมกลับไปหาแม่ซึ่งเป็นไปตามค่าแสดงยีนโนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21

จากค่าสังเกตฟีโนไทป์ (ตารางผนวก 1) พบการกระจายตัวของลักษณะเพศดอกในลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปหาพ่อ ดังแสดงยีนโนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21 โดยในลูกชั่วที่ 2 จากค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะเพศดอกแดงกวาพบดอกเพศเมีย (gy.) 223 ต้น และดอกกระเทย (herma.) 62 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 285 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะเพศดอกมีสมมติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ $3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/4$ ดอกกระเทย (ตารางผนวก 2) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 1.60 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วน ฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ $3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/4$ ดอกกระเทย (herma.) จริงตามสมมติฐาน (ตารางที่ 5)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เป็นการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นลูกชั่วแรก (F_1) แสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 แสดงเพศดอกเป็นดอกกระเทย ดังการแสดงยีนโนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกในตารางผนวก 18-21 ผลการทดลองพบค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) 155 ต้น และดอกกระเทย (herma.) 132 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 287 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอกมีสมมติฐานว่า พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) (ตารางผนวก 3) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 1.84 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วน ฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) จริงตามสมมติฐาน (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบฟีโนไทป์จากทั้ง 2 คู่ผสมดังกล่าว ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกัน จากการทดสอบด้วยค่าไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก คือ ลูกชั่วแรกพบเพียงลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) ช่ม

ลักษณะดอกกระเทย (herma.) ลูกชั่วที่ 2 เกิดการกระจายตัวของลักษณะเพศดอก โดยพบอัตราส่วน ฟีนไทป์ 3/4 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.) ลูกผสมกลับไปหาแม่ พบลักษณะดอก เพศเมีย (gy.) ทั้งหมด และลูกผสมกลับไปหาพ่อพบอัตราส่วนฟีนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) ตรงตามสมมุติฐาน และตรงตามยีนไทป์ และฟีนไทป์คาดหมาย (ตารางผนวก 18-21) จึงสามารถยืนยันผลการแสดงยีนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกได้ว่า แดงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 และ gy.0650461 ซึ่งแสดงดอกเพศเมีย (gy.) มียีนไทป์ MMFFAA หรือ MMFFaa ตรงตามทฤษฎีของ Tova et al. (1997) และแดงกวาสายพันธุ์พ่อ herma.84 ซึ่งมีการแสดงเพศดอก เป็นดอกกระเทย (herma.) มียีนไทป์ mmFFAA หรือ mmFFaa ตรงตามทฤษฎีของ Qi et al. (1992) เมื่อทดสอบฟีนไทป์ในรุ่นลูก จึงทำให้เกิดลักษณะการแสดงเพศดอกในลูกชั่วแรก ชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ แสดงอัตราส่วนฟีนไทป์ตรงตามสมมุติฐาน และเป็นไปตามฟีนไทป์คาดหมาย

ตารางที่ 5 แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอกแตงกวาของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และ ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย (herma.)			
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P_1)	86	-	86	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	-	117	117	ดอกกระเทย (herma.)	-
ลูกชั่วแรก (F_1)	111	-	111	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	223	62	285	3/4 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.)	1.60 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	299	-	299	ดอกเพศเมีย (gy.)	-
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	155	132	287	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.)	1.84 ^{ns}

ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของสีหนามบนผลแตงกวา

จากรายงานผลงานวิจัยพันธุกรรมของลักษณะสีหนามแตงกวา มีการรายงานว่าควบคุมด้วยยีนเดี่ยว ยีนเด่น *B* ควบคุมลักษณะหนามสีดำ หรือสีน้ำตาล ชมยีนด้อย *bb* (homozygous recessive) ที่ควบคุมลักษณะหนามสีขาว (Hutchins, 1940; Wehner, 2006 และ Li et al., 2013) หรือมีการรายงานว่าลักษณะสีหนามแตงกวาควบคุมด้วยยีน 2 อัลลีล ที่มีการข้ามข้ามคู่กัน เกิดการกระจายตัวของลักษณะสีหนามในชั่วลูกมีอัตราส่วนฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน (Shanmugasundaram et al., 1971; Walters et al., 2001; Cagirici, 2004 และ Ying-jun et al., 2010) เนื่องจากยังไม่ทราบฟีโนไทป์ที่แน่ชัด การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีลักษณะสีหนามที่แตกต่างกัน คือ สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 มีลักษณะหนามขาว และสายพันธุ์พ่อ herma.84 มีลักษณะหนามดำ ทำการสร้างคู่ผสม จำนวน 2 คู่ผสม คือ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 เริ่มต้นการศึกษาได้ทำการตรวจสอบลักษณะสีหนามของแตงกวาสายพันธุ์พ่อแม่ และลูกผสม โดยการส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์ จึงพบว่าสายพันธุ์แตงกวาที่ใช้ศึกษาครั้งนี้มีลักษณะสีหนามเฉพาะหนามดำ และหนามขาว ซึ่งไม่ปรากฏลักษณะหนามสีน้ำตาล (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา (A) หนามดำ และ (B) หนามขาว ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์ รุ่น Nikon SMZ 1000 ที่กำลังขยาย 80X

การทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา จำนวน 2 คู่ผสม ประเมินค่าสังเกตลักษณะฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามในลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่หนามขาวกับสายพันธุ์พ่อหนามดำ ผลการทดลองพบว่า ลูกชั่วแรก และลูกผสมกลับไปหาพ่อไม่มีการกระจายตัวของลักษณะสีหนาม ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามในตารางผนวก 22 โดยพบเฉพาะลักษณะหนามดำบนผลแตงกวา ในลูกชั่วแรก 308 ต้น และลูกผสมกลับไปหาพ่อพบหนามดำบนผลแตงกวา ทั้งหมด 348 ต้น (ตารางผนวก 4)

จากค่าสังเกตฟีโนไทป์ (ตารางผนวก 4) พบการกระจายตัวของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปหาแม่ ดังแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามในตารางผนวก 22 โดยในลูกชั่วที่ 2 จากค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา พบมีหนามดำ 245 ต้น และหนามขาว 78 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 323 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามมีสมมุติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว (ตารางผนวก 5) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.12 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 6)

ลูกผสมกลับไปหาแม่ เป็นการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นลูกชั่วแรก (F_1) ลักษณะหนามดำ กับสายพันธุ์พ่อ gy.0650103-1 ลักษณะหนามขาว ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามในตารางผนวก 22 โดยผลการทดลองพบค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะหนามดำ 95 ต้น และหนามขาว 94 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 189 ต้น ซึ่งการทดสอบค่าไคสแควร์ของลักษณะสีหนามมีสมมุติฐานว่า พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว (ตารางผนวก 6) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.01 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และ ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	หนามดำ	หนามขาว			
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P_1)	-	149	149	หนามขาว	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	147	-	147	หนามดำ	-
ลูกชั่วแรก (F_1)	308	-	308	หนามดำ	-
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	245	83	323	3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว	0.12 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	95	94	189	1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว	0.01 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	348	-	348	หนามดำ	-

ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 ทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา คู่ผสม gy.0650461 x herma.84

การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่หนามขาวกับสายพันธุ์พ่อหนามดำ ผลการทดลองพบว่า ในลูกชั่วแรก และลูกผสมกลับไปหาพ่อพบเฉพาะลักษณะหนามดำบนผลแตงกวา ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 22 จำนวนต้นทั้งหมด 111 ต้น ในลูกชั่วแรก และจำนวนต้นทั้งหมด 287 ต้น ในลูกผสมกลับไปหาพ่อ ตามลำดับ (ตารางผนวก 7)

จากค่าสังเกตฟีโนไทป์ (ตารางผนวก 7) พบการกระจายตัวของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาในลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปหาแม่ ดังแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามในตารางผนวก 22 โดยในลูกชั่วที่ 2 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา พบหนามดำ 223 ต้น และหนามขาว 62 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 285 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามมีสมมุติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว (ตารางผนวก 8) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 1.60 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 7)

ลูกผสมกลับไปหาแม่ เป็นการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นลูกชั่วแรก (F_1) ลักษณะหนามดำ กับสายพันธุ์พ่อ gy.0650461 ลักษณะหนามขาว ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามในตารางผนวก 22 ผลการทดลองพบค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะหนามดำ 150 ต้น และหนามขาว 149 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 299 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามมีสมมุติฐานพบอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว (ตารางผนวก 9) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.004 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 1 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 3.84 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และ ลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	หนามดำ	หนามขาว			
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P_1)	-	86	86	หนามขาว	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	117	-	117	หนามดำ	-
ลูกชั่วแรก (F_1)	111	-	111	หนามดำ	-
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	223	62	285	3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว	1.60 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	150	149	299	1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว	0.004 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	287	-	287	หนามดำ	-

ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลองการกระจายตัวของลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่าให้ผลสอดคล้องกับ Hutchins (1940); Wehner (2006) และ Li et al. (2013) ที่กล่าวว่า ลักษณะสีหนามของแดงกว่าถูกควบคุมด้วยยีนตำแหน่งเดียว ซึ่งยีน *B* ซ่อมยีนด้อย *bb* (homozygous recessive) ที่ควบคุมลักษณะหนามขาว โดยพบการกระจายตัวในลูกชั่วที่ 2 ของลักษณะหนามดำข้ามหนามขาว อัตราส่วน 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว แต่ผลการทดลองแตกต่างจาก Shanmugasundaram et al. (1971a) ที่รายงานว่า ลักษณะสีหนามเกิดจากการข้ามข้ามคู่ของยีน 2 ตำแหน่ง พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ 15 : 1 และ Cagirici (2004) ที่พบอัตราส่วนฟีโนไทป์หนามดำ : หนามสีน้ำตาล : หนามขาว เท่ากับ 9 : 3 : 4 โดยได้อธิบายว่ายีนที่ควบคุมสีหนามมี 2 ตำแหน่ง โดยกลุ่มยีนด้อย (*mdmdbrbr*) แสดงลักษณะหนามขาว ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราส่วนหนามน้ำตาลรวมกับหนามดำจะได้อัตราส่วน เท่ากับ 3 : 1

3. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่า

การปลูกทดสอบลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า ในลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ ทำการปลูกทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ 2 ฤดู คือ

ฤดูที่ 1 ปลูกทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ของกลุ่มผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในเดือน พฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2555

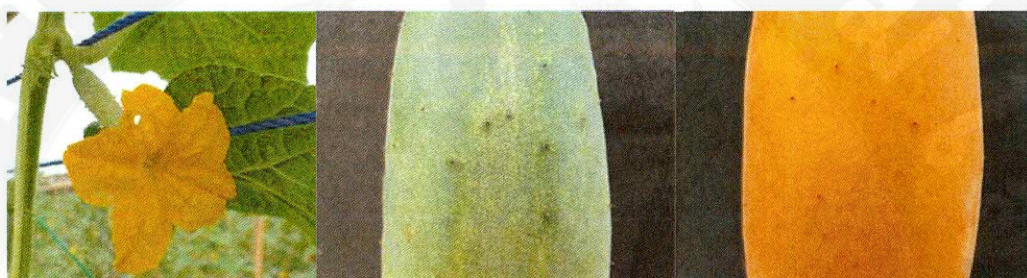
ฤดูที่ 2 ปลูกทดสอบลักษณะฟีโนไทป์ของกลุ่มผสม gy.0650461 x herma.84 ในเดือน กันยายน ถึง เดือนธันวาคม 2555

ทำการเก็บข้อมูลจากการสังเกตลักษณะฟีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก โดยนับทุกต้น แต่ละต้น นับการแสดงเพศดอกตั้งแต่ดอกข้อที่ 1-20 ของลูกแต่ละประชากร และเก็บข้อมูลลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่าจากการสังเกตสีหนามบนผลแดงกว่าในช่วงอายุ ประมาณ 7-15 วัน หลังผสมเกสร หรือ เก็บข้อมูลลักษณะสีหนามแดงกว่าช่วงอายุ 20 วันหลังผสมเกสร ซึ่งจะสังเกตเห็นลักษณะสีหนามได้ชัดเจนกว่าในช่วงแรก ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 ทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า ของกลุ่มผสม gy.0650103-1 x herma.84

การทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า ของกลุ่มผสม gy.0650103-1 x herma.84 ทดสอบฟีโนไทป์ในลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบลักษณะฟีโนไทป์กับสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 ที่แสดงลักษณะเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว (ยีนฟีโนไทป์ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb) กับสายพันธุ์พ่อ herma.84

มีลักษณะเพศดอกเป็นดอกกระเทย (herma.) หนามดำ (ยีนไทป์ mmFFAABB หรือ mmFFaaBB) เก็บข้อมูลลักษณะฟีโนไทป์ในลูกชั่วต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ลูกชั่วแรกไม่มีการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา โดยพบเพียงลักษณะเดียว คือ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ ทั้งหมด 308 ต้น (ภาพที่ 6) ส่วนลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เกิดการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน (ตารางผนวก 10) และเป็นไปตามการแสดงยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 23-26



ภาพที่ 6 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย และมีหนามดำ ในลูกชั่วแรก ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากรลูกชั่วที่ 2 เมื่อสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา พบว่า เกิดการกระจายตัวของทั้ง 2 ลักษณะ (ภาพที่ 7) ดังแสดงยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาต หมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 23-26 โดยในลูกชั่วที่ 2 จากค่าสังเกตฟีโนไทป์พบลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ 181 ต้น ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 59 ต้น ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 64 ต้น และดอกกระเทย (herma.) หนามขาว 19 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 323 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวามีสมมติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว (ตารางผนวก 11) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.31 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 3 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่าค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานนั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว จริงตามสมมติฐาน (ตารางที่ 8)



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกชั่วที่ 2 ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และหนามขาว

(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ และหนามขาว

ลูกผสมกลับไปหาแม่ ทำการผสมข้ามระหว่างแม่เป็นลูกผสมชั่วแรก (F_1) ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ กับพ่อเป็นสายพันธุ์ gy.0650103-1 ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว โดยเกิดการกระจายตัวของลักษณะสีหนามทั้งหนามดำ และหนามขาวบนผลแตงกวา แต่ลักษณะการแสดงเพศดอก พบเพียงลักษณะดอกเพศเมียนั้น แสดงลักษณะผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และลักษณะผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว ดังภาพที่ 8 ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 23-26 ผลการทดลองพบค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ โดยพบลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ 95 ต้น และดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 94 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 189 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวามีสมมุติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : $1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว (ตารางผนวก 12) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.01 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 3 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า

อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 8)



ภาพที่ 8 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว ในลูกผสมกลับไปหาแม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ ทำการผสมข้ามระหว่างแม่ลูกผสมชั่วแรก (F_1) ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ กับพ่อ herma.84 ลักษณะดอกกระเทย (herma.) หนามดำ ผลการทดลองพบการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอกทั้งดอกเพศเมีย (gy.) และดอกกระเทย (herma.) ส่วนลักษณะสีหนามพบเพียงลักษณะหนามดำ โดยแสดงลักษณะผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และลักษณะผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ ดังภาพที่ 9 ซึ่งเป็นไปตามการแสดงยีนโไทป์ และฟีโนไทป์คําหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาในตารางผนวก 23-26 จากค่าสังเกตฟีโนไทป์พบลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ 191 ต้น และดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 157 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 348 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวามีสมมุติฐานของอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ (ตารางผนวก 13) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 3.32 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า $df = 3$ ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 8)



ภาพที่ 9 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกผสม
กลับไปหาพ่อ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

ตารางที่ 8 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลเตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์				จำนวน ต้น ทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย			
	(gy.)	(gy.)	(herma.)	(herma.)			
	หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว			
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P ₁)	-	149	-	-	149	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P ₂)	-	-	147	-	147	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	-
ลูกชั่วแรก (F ₁)	308	-	-	-	308	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	-
ลูกชั่วที่ 2 (F ₂)	181	59	64	19	323	9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	0.31 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC ₁ P ₁)	95	94	-	-	189	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	0.01 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC ₁ P ₂)	191	-	157	-	348	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	3.32 ^{ns}

ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.2 ทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

การทดสอบฟีโนไทป์ของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 ทดสอบฟีโนไทป์ในลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบลักษณะฟีโนไทป์กับสายพันธุ์แม่ gy.0650461 ที่แสดงลักษณะเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว (อีโนไทป์ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb) กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 มีลักษณะเพศดอกเป็นดอกกระเทย (herma.) หนามดำ (อีโนไทป์ mmFFAABB หรือ mmFFaaBB) เก็บข้อมูลลักษณะฟีโนไทป์ในลูกชั่วต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ลูกชั่วแรกไม่มีการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ซึ่งเป็นไปตามการแสดงอีโนไทป์ และฟีโนไทป์ คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 23-26 โดยพบเพียงลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ ทั้งหมด 111 ต้น (ภาพที่ 10) ส่วนลูกชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับไปหาพ่อแม่เกิดการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในอัตราส่วน ฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน (ตารางผนวก 14)



ภาพที่ 10 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) และมีหนามดำ ในลูกชั่วแรก ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากรลูกชั่วที่ 2 เมื่อสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา พบว่า เกิดการกระจายตัวของทั้ง 2 ลักษณะ (ภาพที่ 11) ดังแสดงอีโนไทป์ และฟีโนไทป์คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนาม ในตารางผนวก 23-26 โดยลูกชั่วที่ 2 จากค่าสังเกต ฟีโนไทป์พบลักษณะดอกเพศเมีย หนามดำ 169 ต้น ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 48 ต้น ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 53 ต้น และดอกกระเทย (herma.) หนามขาว 15 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 285 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวามีสมมุติฐานของอัตราส่วน ฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.)

หนามขาว (ตารางผนวก 15) จากการคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 1.47 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 3 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั้นแสดงว่าอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกชั่วที่ 2 เท่ากับ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 9)



ภาพที่ 11 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกชั่วที่ 2 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และหนามขาว

(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ และหนามขาว

ลูกผสมกลับไปหาแม่ ทำการผสมข้ามระหว่างแม่เป็นลูกผสมชั่วแรก (F_1) แสดงลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ กับพ่อเป็นสายพันธุ์ gy.0650461 ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว ได้แสดงยีนโอบี และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในตารางผนวก 23-26 โดยเกิดการกระจายตัวของลักษณะสีหนามทั้งหนามดำ และหนามขาวบนผลแตงกวา แต่ลักษณะการแสดงเพศดอกพบเพียงลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) เท่านั้น (ภาพที่ 12) ผลการ

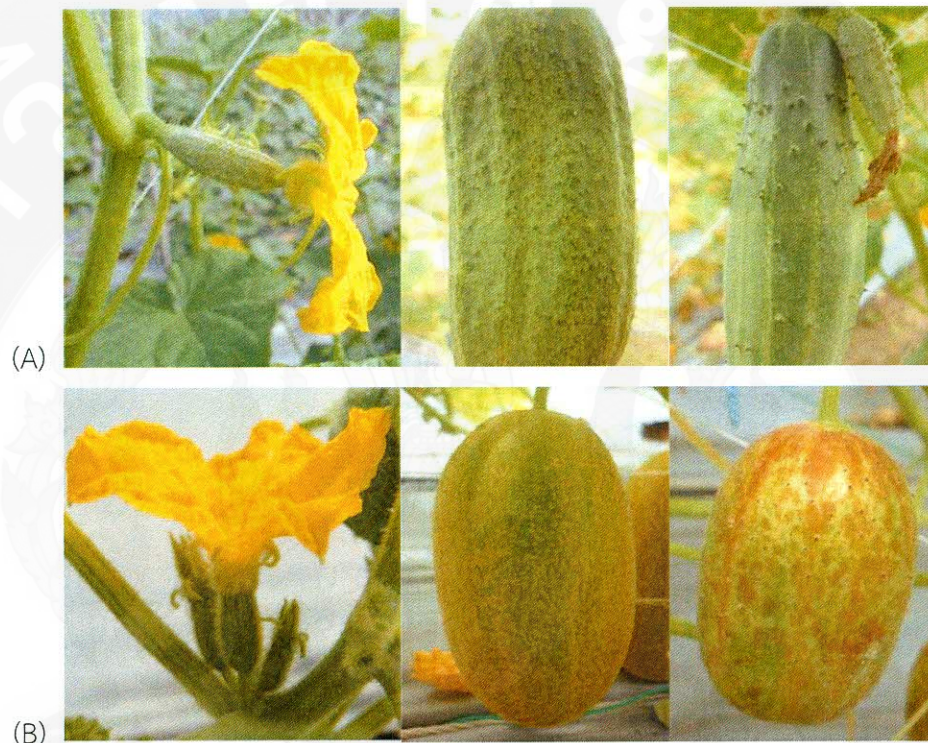
ทดลองพบค่าสังเกต ฟีนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ โดยพบลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ 150 ต้น และดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว 149 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 299 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า มีสมมติฐานของอัตราส่วนฟีนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว (ตารางผนวก 16) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 0.004 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 3 ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมติฐาน นั้นแสดงว่า อัตราส่วนฟีนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาแม่ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว จริงตามสมมติฐาน (ตารางที่ 9)



ภาพที่ 12 ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ และผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว ในลูกผสมกลับไปหาแม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ ทำการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แม่เป็นลูกผสมชั่วแรก (F_1) ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 ลักษณะดอกกระเทย (herma.) หนามดำ ผลการทดลอง พบการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอกทั้งดอกเพศเมีย (gy.) และดอกกระเทย (herma.) ส่วนลักษณะสีหนามพบเพียงลักษณะหนามดำ (ภาพที่ 13) แสดงยีนไทป์ และฟีนไทป์ คาดหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า ในตารางผนวก 23-26 จากค่าสังเกตฟีนไทป์พบลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ 155 ต้น และดอกกระเทย (herma.) หนามดำ 132 ต้น จากจำนวนต้นทั้งหมด 287 ต้น ซึ่งการทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า มีสมมติฐานของอัตราส่วนฟีนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ (ตารางผนวก 17) การคำนวณค่า χ^2 ที่ได้จากการทดลอง เท่ากับ 1.84 เมื่อเทียบกับค่า Chi-Square ในตาราง ที่ระดับค่า df = 3 ระดับ

นัยสำคัญ 0.05 มีค่า 7.82 พบว่า ค่า Chi-Square ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่าที่ได้จากตาราง แสดงว่าการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน นั่นแสดงว่า อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกผสมกลับไปหาพ่อ เท่ากับ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ จริงตามสมมุติฐาน (ตารางที่ 9)



ภาพที่ 13 การกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ในลูกผสม กลับไปหาพ่อ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

(A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

(B) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

จากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ผลการทดลอง ทั้ง 2 คู่ผสม ให้ผลการทดสอบฟีโนไทป์สอดคล้องกัน นั่นคือ ลูกผสมชั่วแรกพบลักษณะการแสดงเพศ ดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำทั้งหมด ลูกชั่วที่ 2 เกิดการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศ ดอก คือ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว ลูกผสมกลับไปหาแม่ พบอัตราส่วนฟีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบอัตรา

ส่วนพีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ ซึ่งการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า ของลูกข้าวต่างๆ ตรงกับอัตราส่วนพีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามยีนไทม์ และพีโนไทป์คาตหมาย (ตารางผนวก 23-26) จึงสามารถสรุปได้ว่าสายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 และ gy.0650461 ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว มียีนไทม์ควบคุม คือ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb และสายพันธุ์พ่อ herma.84 ลักษณะดอกกระเทย (herma.) หนามดำ มียีนไทม์ คือ mmFFAABB หรือ mmFFaaBB

เมื่อทดสอบพีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกว่า แยกศึกษาแต่ละลักษณะ คือ ทดสอบพีโนไทป์ของการแสดงเพศดอก ทดสอบพีโนไทป์ของสีหนามบนผลแดงกว่า และทดสอบพีโนไทป์ทั้ง 2 ลักษณะร่วมกัน ผลการทดลองทำให้ทราบว่ายีนที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกว่าไม่มีความเกี่ยวเนื่องกัน และเป็นอิสระต่อกัน (Ying-jun et al., 2010)

ตารางที่ 9 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ และอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2 ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์				จำนวน ต้น ทั้งหมด	อัตราส่วนฟีโนไทป์	χ^2
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย			
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว			
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P ₁)	-	86	-	-	86	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	-
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P ₂)	-	-	117	-	117	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	-
ลูกชั่วแรก (F ₁)	111	-	-	-	111	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	-
ลูกชั่วที่ 2 (F ₂)	169	48	53	15	285	9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1.47 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC ₁ P ₁)	150	149	-	-	299	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	0.004 ^{ns}
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC ₁ P ₂)	155	-	132	-	287	1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	1.84 ^{ns}

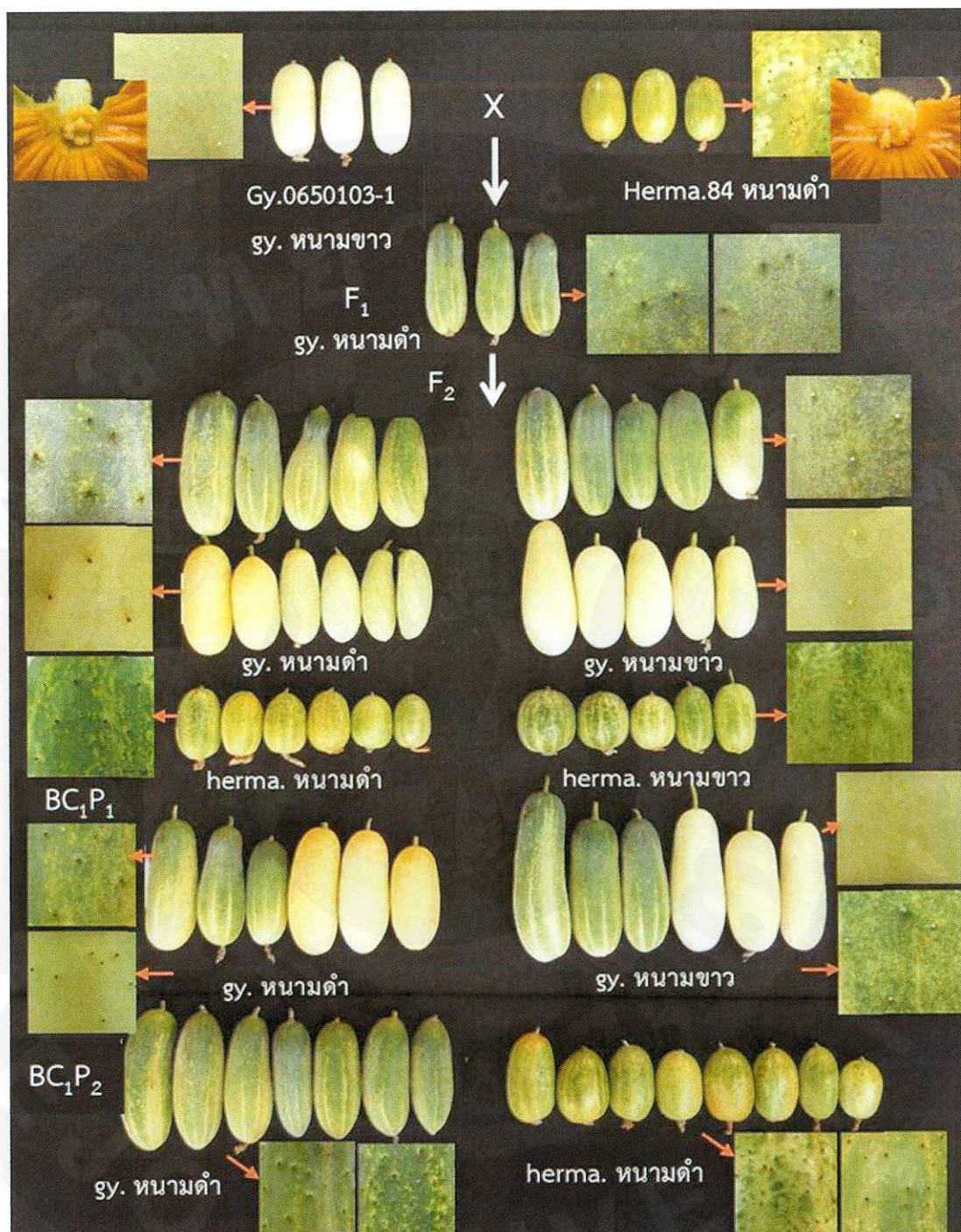
ns คือ ยอมรับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบด้วยค่าไค-สแควร์ (χ^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา ทำการศึกษาโดยใช้แตงกวาสายพันธุ์แท้พ่อแม่ที่มีความแตกต่างกันในลักษณะของการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนาม โดยใช้สายพันธุ์แม่ 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ gy.0650103-1 ลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) ลักษณะหนามขาว และสายพันธุ์ gy.0650461 ลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกเพศเมีย (gy.) ลักษณะหนามขาว กับสายพันธุ์พ่อ herma.84 ลักษณะการแสดงเพศดอกเป็นดอกกระเทย (herma.) และลักษณะหนามดำ ทำการสร้างคู่ผสมได้จำนวน 2 คู่ผสม คือ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 สรุปผลการทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาได้ดังนี้

1. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการแสดงเพศดอก พบว่า ลูกผสมชั่วแรก มีการแสดงเพศดอกแบบเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด ลูกชั่วที่ 2 เกิดการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก อัตราส่วนพีโนไทป์ 3/4 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/4 ดอกกระเทย (herma.) สำหรับลูกผสมกลับไปหาแม่ พบว่า มีการแสดงเพศดอกเฉพาะดอกเพศเมีย (gy.) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบลักษณะการแสดงเพศดอกทั้งสองลักษณะ อัตราส่วนพีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) : 1/2 ดอกกระเทย (herma.)
2. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของสีหนามบนผลแตงกวา สรุปผลการทดลองคือ ในลูกชั่วแรก พบเฉพาะลักษณะหนามดำเข้มหนามขาว ลูกชั่วที่ 2 พบว่า เกิดการกระจายตัวของลักษณะสีหนาม อัตราส่วนพีโนไทป์ 3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว ลูกผสมกลับไปหาแม่ พบอัตราส่วนพีโนไทป์ 1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบเฉพาะลักษณะหนามดำ
3. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาร่วมกัน พบว่า ลูกชั่วแรก มีการแสดงเพศดอกแบบดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำทั้งหมด ลูกชั่วที่ 2 เกิดการกระจายตัวของทั้งสองลักษณะร่วมกัน โดยพบอัตราส่วนพีโนไทป์ 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว : 3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว ในลูกผสมกลับไปหาแม่ พบอัตราส่วนพีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว และลูกผสมกลับไปหาพ่อ พบอัตราส่วนพีโนไทป์ 1/2 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 1/2 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะผลที่เกิดการกระจายตัวจากลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผล แตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในลูกชั่วแรก (F_1) ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่

จากการทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา พบว่ายอมรับสมมติฐานทั้งสองคู่ผสม (คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84) และ เป็นไปตามค้ายีนไทป์ และพีโนไทป์คาตหมาย (ตารางผนวก 27-29) สามารถสรุปพีโนไทป์ของสายพันธุ์พ่อแม่ได้ โดยสายพันธุ์แม่ 2 สายพันธุ์ คือ gy.0650103-1 และ gy.0650461 แสดงพีโนไทป์ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว มียีนไทป์ควบคุมลักษณะได้ 2 แบบ คือ MMFFAAbb หรือ MMFFaabb และสายพันธุ์พ่อ herma.84 แสดงพีโนไทป์ลักษณะดอกกระเทย (herma.) หนามดำ มียีนไทป์ควบคุมลักษณะได้ 2 แบบ คือ mmFFAABB หรือ mmFFaaBB โดยการถ่ายทอดลักษณะการแสดงเพศดอกแบบดอกเพศเมีย (gy.) ข้มลักษณะดอกกระเทย (herma.) และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา หนามดำ เป็นลักษณะเด่นข้ามหนามขาว ซึ่งยีนที่ควบคุมลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาเป็นอิสระต่อกัน

จากผลการทดลองดังกล่าว ทำให้ทราบยีนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวาของแตงกวาสายพันธุ์ที่พ่อแม่ที่นำมาใช้ในการศึกษา ซึ่งเป็นคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ stable gynoeious x hermaphrodite ซึ่งมีความน่าสนใจในการถ่ายทอดลักษณะในชั่วลูกที่แสดงลักษณะดอกเพศเมียข้ามดอกกระเทย ทำให้มีโอกาสเกิดดอกเพศเมียสูง ซึ่งเมื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีดอกเพศเมียสูง จะส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงตามด้วย และในสายพันธุ์ดังกล่าว จะให้ผลผลิตสูงทุกฤดูกาล เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพศดอก ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวา โดยการคัดเลือกแตงกวาสายพันธุ์ stable gynoeious ได้นอกจากนี้ยังนำองค์ความรู้จากการที่ทราบยีนไทป์ในสายพันธุ์พ่อแม่ดังกล่าว นำไปใช้ผสมข้าม และประเมินลักษณะ เพื่อตรวจสอบยีนไทป์ของสายพันธุ์ที่ต้องการได้ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการวางแผนงานปรับปรุงพันธุ์เพื่อคัดเลือกลักษณะเพศดอกที่สนใจ สำหรับลักษณะสีหนามทำให้ทราบว่ายีนไทป์ที่ควบคุมสีหนามเป็นยีนเดี่ยว ลักษณะหนามดำข้ามหนามขาว และแตงกวาที่มีหนามดำสัมพันธ์กับลักษณะสีผล ทำให้ผลเหลืองเร็ว ซึ่งลักษณะหนามดำเป็นลักษณะคุณภาพและไม่ใช่ที่ต้องการในเชิงการค้า จึงสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาใช้วางแผนงานปรับปรุงพันธุ์ และการคัดเลือกลักษณะคุณภาพผลผลิตที่มีลักษณะดีได้ โดยสามารถคัดเลือกลักษณะสีหนามควบคู่กับการคัดเลือกลักษณะการแสดงเพศดอก หรือแยกคัดเลือกแต่ละลักษณะได้ เนื่องจากทั้งสองลักษณะไม่ได้สัมพันธ์กัน ซึ่งจะช่วยให้การวางแผนงานปรับปรุงพันธุ์แตงกวา และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกลักษณะดังกล่าวสูง และจากภาพที่ 14 นอกจากเกิดการกระจายตัวของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวาแล้ว ยังเกิดการกระจายตัวของลักษณะคุณภาพผลของแตงกวาลักษณะอื่นๆ ได้แก่ ลักษณะรูปร่างผล สีผล และขนาดรูปร่างหนามบนผลแตงกวา เป็นต้น ซึ่งเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวาได้

บรรณานุกรม

- จานุลักษณ์ ขนบดี. 2528. สมรรถนะการผสมของแตงกวา 5 พันธุ์ สำหรับทำแตงกวาดอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฉันทนา วิชรรัตน์, จานุลักษณ์ ขนบดี และวราภรณ์ แสงทอง. 2552. รายงานการวิจัย พัฒนาและ วิศวกรรม ฉบับสมบูรณ์ “การศึกษาการแสดงเพศดอกของแตงกวา. [เอกสารอัดสำเนา]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2545. แตงกวา. เอกสารประกอบการบรรยายวิชาเทคโนโลยีการผลิตผัก. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2558. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า ปี 2557. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/ValueExportSeed47-52.html> (21 ตุลาคม 2558)
- Cagirici, N. 2004. Studies on the Inheritance of Powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) Resistances and Some fruit quality Characteristics in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). Master's Thesis. Hannover University.
- Cowen, N. M. and D. B. Heisel. 1983. Inheritance of two genes for spine color and linkages in a cucumber cross. *J. Heredity* 74(4): 308-309.
- Hutchins, A. E. 1940. Inheritance in the cucumber. *J. Agr. Res* 60(2): 117-128.
- Li, Z., J. Pan, Y. Guan, Q. Tao, H. He, L. Si and R. Cai. 2008. Development and fine mapping of three co-dominant SCAR marker linked to the *M/m* gene in the cucumber plant (*cucumis sativus* L.). *Theor Appl Genet* 117: 1253-1260.
- Li, Y., Wen, C. and Y. Weng. 2013. Fine mapping of the pleiotropic locus *B* for black spine and orange mature fruit color in cucumber identifies a 50 kb region containing a R2R3-MYB transcription factor. *Theor Appl Genet* 126: 2187-2196. doi: 10.1007/s00122-013-2128-3
- Kater, M. M., J. Franken, K. J. Carney, L. Colombo and G. C. Angenent. 2001. Sex determination in the monoecious species cucumber is confined to specific floral whorls. *Plant Cell* 13: 481-493.
- Knopf, R. R. and T. Trebitsh. 2006. The female-specific *Cs-ACS1G* gene of cucumber. A case of gene duplication and recombination between the non-sex-specific

- 1-aminopropane-1-carboxylate synthase gene and a branched-chain amino acid transaminase gene. *Plant Cell Physiol* 47: 1217-1228.
- Perl-Treves, R. 1999. Male to female conversion along the cucumber shoot: approaches to studying sex genes and floral development in *Cucumis sativus*. In Ainsworth CC, ed. **Sex determination in plants**. Oxford: BIOS Scientific Publishers Ltd, 189–215.
- Pierce, K. L. and T. C. Wehner. 1990. Review of Genes and Linkage Groups in Cucumber. *Hort Science* 25(6): 605-615.
- Qi, Z., A. C. Gabert and J. R. Baggett. 1992. Parent and mating systems affect the transfer of gynoeious flowering to Chinese momoeious cucumber. *J. Amer. Soc. Hort.* 117(3): 515-517.
- Saito, S., N. Fujii, Y. Miyazawa, S. Yamasaki, S. Matsuura, H. Mizusawa, Y. Fujita and H. Takahashi. 2007. Correlation between development of female flower buds and expression of the *CS-ACS2* gene in cucumber plants. *J. Ext. Bot.* 58(11): 2897-2907.
- Shanmugasundaram, S., P. H. Williams and C. E. Peterson. 1971. Inheritance of fruit spine color in cucumber. *Hort Science* 6: 213-214.
- Tova, T., J. E. Staub and S. D. O'Neill. 1997. Identification of a 1-aminocyclopropane -1-carboxylic acid synthase gene linked to the *female* (*F*) locus that enhances female sex expression in cucumber. *Plant Physiology*. 113: 987-995. Available http://www.jstor.org/stable/4277615?seq=1#page_scan_tab_contents
- USDA. 2011. **Vegetable 2011 Summary (January 2012)**. [Online] Available: <http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/VegeSumm/VegeSumm-01-26-2012.pdf> (21 June 2014)
- Yamasaki, S., N. Fujii and H. Takahashi. 2005. Hormonal regulation of sex expression in plants. *Vitamins and Hormones* 72: 79–110. Available <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16492469>
- Ying-jun, Y., S. I. Long-ting and Z. Guan-ying. 2010. Inheritance of the Spine Color and Sex Expression in Cucumber. *J. Shenyang Agricultural University* 41(2). [Online] Available http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SYNY201002007.htm (1 October 2012).

- Walters, S. A., N. V. Shetty and T. C. Wehner. 2001. Segregation and linkage of several gene in cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(4): 442-450. Available <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wehner/articles/art099.pdf>
- Wehner, T. C. 2006. **Gene List 2005 for Cucumber**. Cucurbit Genetics Cooperative Report 28-29: 105-141 (article 26) 2005-2006. [Online]. Available: <http://cuke.hort.ncsu.edu/cgc/cgcgenes/gene05cuke.html> (5 July 2013).





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และการทดสอบไคสแควร์ตามสมมติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์
ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา ลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา และลักษณะการ
แสดงเพศดอกแตงกวาร่วมกับลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ในประชากรลูกชั่วแรก (F_1)
ลูกชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1) และลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2) ของ
คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 และคู่ผสม gy.0650461 x herma.84

1. แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และการทดสอบไคสแควร์ตามสมมุติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์ของ
ลักษณะการแสดงเพศดอก

ตารางผนวก 1 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x
herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย (herma.)	
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P_1)	86	-	86
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	-	117	117
ลูกชั่วแรก (F_1)	111	-	111
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	223	62	285
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	299	-	299
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	155	132	287

ตารางผนวก 2 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650461 x
herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ ดอกเพศเมีย (gy.) :
 $1/4$ ดอกกระเทย (herma.)

Classes	Observed (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.)	223	213.75	9.25	85.56	0.40
ดอกกระเทย (herma.)	62	71.25	-9.25	85.56	1.20
รวม	285	285			1.60

ตารางผนวก 3 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.)

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.)	155	143.50	11.50	132.25	0.92
ดอกกระเทย (herma.)	132	143.50	-11.50	132.25	0.92
รวม	287	287			1.84

2. แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และการทดสอบไคสแควร์ตามสมมติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

ตารางผนวก 4 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด
	หนามดำ	หนามขาว	
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P_1)	-	149	149
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	147	-	147
ลูกชั่วแรก (F_1)	308	-	308
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	245	78	323
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	95	94	189
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	348	-	348

ตารางผนวก 5 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ หนามดำ : 1/4 หนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
หนามดำ	245	242.25	2.75	7.56	0.03
หนามขาว	78	80.75	-2.75	7.56	0.09
รวม	323	323			0.12

ตารางผนวก 6 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ หนามดำ : 1/2 หนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
หนามดำ	95	94.5	0.5	0.25	0.003
หนามขาว	94	94.5	-0.5	0.25	0.003
รวม	189	189			0.006

ตารางผนวก 7 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา คู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์		จำนวนต้นทั้งหมด
	หนามดำ	หนามขาว	
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P_1)	-	86	86
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P_2)	117	-	117
ลูกชั่วแรก (F_1)	111	-	111
ลูกชั่วที่ 2 (F_2)	223	62	285
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC_1P_1)	150	149	299
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC_1P_2)	287	-	287

ตารางผนวก 8 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $F_2 = 3/4$ หนามดำ : $1/4$ หนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
หนามดำ	223	213.75	9.25	85.56	0.40
หนามขาว	62	71.25	-9.25	85.56	1.20
รวม	285	285			1.60

ตารางผนวก 9 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก $BC_1P_1 = 1/2$ หนามดำ : $1/2$ หนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
หนามดำ	150	149.50	0.5	0.25	0.002
หนามขาว	149	149.50	-0.5	0.25	0.002
รวม	299	299			0.004

3. แสดงค่าสังเกตฟีโนไทป์ และการทดสอบไคสแควร์ตามสมมุติฐานอัตราส่วนฟีโนไทป์ของ
ลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแดงกวาร่วมกัน

ตารางผนวก 10 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอกแดงกวา และสีหนามบนผลแดงกวา
ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์				จำนวน ต้น ทั้งหมด
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศ	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	
	(gy.)	เมีย (gy.)	(herma.)	(herma.)	
	หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว	
สายพันธุ์แม่ gy.0650103-1 (P ₁)	-	149	-	-	149
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P ₂)	-	-	147	-	147
ลูกชั่วแรก (F ₁)	308	-	-	-	308
ลูกชั่วที่ 2 (F ₂)	181	59	64	19	323
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC ₁ P ₁)	95	94	-	-	189
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC ₁ P ₂)	191	-	157	-	348

ตารางผนวก 11 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกวา
ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
F₂ = 9/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว :
3/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : 1/16 ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว

Classes	Observed (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	(O - E) ² E
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	181	181.68	-0.68	0.46	0.003
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	59	60.56	-1.56	2.43	0.040
ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	64	60.56	3.44	11.83	0.195
ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	19	20.19	-1.19	1.42	0.070
รวม	323	323			0.308

ตารางผนวก 12 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
 ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
 $BC_1P_1 = 1/2$ ดอกเพศเมียหนามดำ : $1/2$ ดอกเพศเมียหนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	95	94.5	0.5	0.25	0.003
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	94	94.5	-0.5	0.25	0.003
รวม	189	189			0.006

ตารางผนวก 13 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
 ของคู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
 $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	191	174	17	289	1.66
ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	157	174	-17	289	1.66
รวม	348	348			3.32

ตารางผนวก 14 ค่าสังเกตฟีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
 คู่ผสม gy.0650461 x herma.84

ประชากร	ค่าสังเกตฟีโนไทป์				จำนวน ต้น ทั้งหมด
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศ	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	
	(gy.)	เมีย (gy.)	(herma.)	(herma.)	
	หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว	
สายพันธุ์แม่ gy.0650461 (P ₁)	-	86	-	-	86
สายพันธุ์พ่อ herma.84 (P ₂)	-	-	117	-	117
ลูกชั่วแรก (F ₁)	111	-	-	-	111
ลูกชั่วที่ 2 (F ₂)	169	48	53	15	285
ลูกผสมกลับไปหาแม่ (BC ₁ P ₁)	150	149	-	-	299
ลูกผสมกลับไปหาพ่อ (BC ₁ P ₂)	155	-	132	-	287

ตารางผนวก 15 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
 $F_2 = 9/16$ ดอกเพศเมียหนามดำ : $3/16$ ดอกเพศเมียหนามขาว : $3/16$ ดอกกระเทย
 หนามดำ : $1/16$ ดอกกระเทยหนามขาว

Classes	Observed (O)	Expected (E)	O - E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	169	160.31	8.69	75.46	0.47
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	48	53.44	-5.44	29.57	0.55
ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	53	53.44	-0.44	0.192	0.01
ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	15	17.81	-2.81	7.91	0.44
รวม	285	285			1.47

ตารางผนวก 16 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกาว
 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
 $BC_1P_1 = 1/2$ ดอกเพศเมียหนามดำ : $1/2$ ดอกเพศเมียหนามขาว

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	150	149.50	0.5	0.25	0.002
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	149	149.50	-0.5	0.25	0.002
รวม	299	299			0.004

ตารางผนวก 17 การทดสอบไคสแควร์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแดงกาว
 ของคู่ผสม gy.0650461 x herma.84 สมมุติฐาน อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูก
 $BC_1P_2 = 1/2$ ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : $1/2$ ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

Classes	Observerd (O)	Expected (E)	O - E	$(O - E)^2$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	155	143.50	11.5	132.25	0.92
ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	132	143.50	-11.5	132.25	0.92
รวม	287	287			1.84

ภาคผนวก ข

แสดงยีนไทม์ และพีไทม์คำอธิบายจากการผสมระหว่างยีนไทม์ที่ควบคุมลักษณะ
การแสดงเพศดอก และยีนไทม์ที่ควบคุมลักษณะสีหนามของแตงกวาสายพันธุ์

Stable gynoeceious x Hermaphrodite

อีโนไทป์และพีโนไทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา

แตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 และ gy.0650461 มีการแสดงเพศดอกแบบดอกเพศเมีย (gy.) มีอีโนไทป์เพศดอก 2 แบบ (Tova et al., 1997) คือ

1. MMFFAA
2. MMFFaa

แตงกวาสายพันธุ์แท้ herma.84 มีการแสดงเพศดอกแบบดอกกระเทย และมีอีโนไทป์เพศดอก 2 แบบ (Qi et al., 1992) คือ

1. mmFFAA
2. mmFFaa

การผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 มีคู่ผสมระหว่างอีโนไทป์ของการแสดงเพศดอกได้ 4 คู่ผสม คือ

- คู่ผสมที่ 1 MMFFAA x mmFFAA
- คู่ผสมที่ 2 MMFFAA x mmFFaa
- คู่ผสมที่ 3 MMFFaa x mmFFAA
- คู่ผสมที่ 4 MMFFaa x mmFFaa

แสดงอีโนไทป์ และพีโนไทป์คาตหมายของแต่ละชั่วรุ่น ตารางผนวก 18-21

ตารางผนวก 18 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกแตงกวา

คู่ผสมที่ 1 MMFFAA x mmFFAA

พ่อแม่	Gy.0650103-1, Gy.0650461	x	Herma.84
ยีนไทป์	MMFFAA		mmFFAA
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์สืบพันธุ์	(MFA)		(mFA)
F ₁	ยีนไทป์	MmFFAA	
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)	
	เซลล์สืบพันธุ์	1/2 (MFA), 1/2 (mFA)	
F ₂	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้		
	เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	1/2 (MFA)	1/2 (mFA)
	1/2 (MFA)	1/4 MMFFAA ดอกเพศเมีย (gy.)	1/4 MmFFAA ดอกเพศเมีย (gy.)
	1/2 (mFA)	1/4 MmFFAA ดอกเพศเมีย (gy.)	1/4 mmFFAA ดอกกระเทย (herma.)
ยีนไทป์ F ₂	อัตราส่วนยีนไทป์ F ₂	ฟีโนไทป์ F ₂	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F ₂
MMFFAA	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.)	3/4
MmFFAA	2/4		
mmFFAA	1/4	ดอกกระเทย (herma.)	1/4

ตารางผนวก 18 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

อีโนไทป์

MmFFAA

MMFFAA

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.)

ดอกเพศเมีย (gy.)

เซลล์สืบพันธุ์

1/2 (MFA), 1/2 (mFA)

(MFA)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(MFA)

1/2 (MFA)

1/2 MMFFAA

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/2 (mFA)

1/2 MmFFAA

ดอกเพศเมีย (gy.)

อีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนอีโนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

MMFFAA

1/2

ดอกเพศเมีย (gy.)

1

MmFFAA

1/2

ตารางผนวก 18 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFAA		mmFFAA
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์สืบพันธุ์	1/2 (MFA), 1/2 (mFA)		(mFA)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	(mFA)
1/2 (MFA)	1/2 MmFFAA ดอกเพศเมีย (gy.)
1/2 (mFA)	1/2 mmFFAA ดอกกระเทย (herma.)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFAA	1/2	ดอกเพศเมีย (gy.)	1/2
mmFFAA	1/2	ดอกกระเทย (herma.)	1/2

ตารางผนวก 19 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกแตงกวา

คู่ผสมที่ 2 MMFFAA x mmFFaa

พ่อแม่	Gy.0650103-1,		x	Herma.84
	Gy.0650461			
	ยีนไทป์	MMFFAA		mmFFaa
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
	เซลล์สืบพันธุ์	(MFA)		(mFa)
F ₁	ยีนไทป์	MmFFAa		
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		
	เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFA), 1/4 (MFa), 1/4 (mFA), 1/4 (mFa)		
F ₂				
เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้			
เพศเมีย	1/4 (MFA)	1/4 (MFa)	1/4 (mFA)	1/4 (mFa)
1/4 (MFA)	1/16 MMFFAA	1/16 MMFFAa	1/16 MmFFAA	1/16 MmFFAa
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.)	(gy.)	(gy.)	(gy.)
1/4 (MFa)	1/16 MMFFAa	1/16 MMFFaa	1/16 MmFFAa	1/16 MmFFaa
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.)	(gy.)	(gy.)	(gy.)
1/4 (mFA)	1/16 MmFFAA	1/16 MmFFAa	1/16 mmFFAA	1/16 mmFFAa
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.)	(gy.)	(herma.)	(herma.)
1/4 (mFa)	1/16 MmFFAa	1/16 MmFFaa	1/16 mmFFAa	1/16 mmFFaa
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.)	(gy.)	(herma.)	(herma.)

ตารางผนวก 19 (ต่อ)

ยีนไทป์ F_2	อัตราส่วนยีนไทป์ F_2	ฟีโนไทป์ F_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F_2
MMFFAA	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.)	3/4
MMFFAa	2/16		
MMFFaa	1/16		
MmFFAA	2/16		
MmFFAa	4/16		
MmFFaa	2/16	ดอกกระเทย (herma.)	1/4
mmFFAA	1/16		
mmFFAa	2/16		
mmFFaa	1/16		

ตารางผนวก 19 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

อีโนไทป์

MmFFAa

MMFFAA

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.)

ดอกเพศเมีย (gy.)

เซลล์สืบพันธุ์

1/4 (MFA), 1/4 (MFa),

(MFA)

1/4 (mFA), 1/4 (mFa)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(MFA)

1/4 (MFA)

1/4 MMFFAA

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (MFa)

1/4 MMFFAa

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (mFA)

1/4 MmFFAA

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (mFa)

1/4 MmFFAa

ดอกเพศเมีย (gy.)

อีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนอีโนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

MMFFAA

1/4

ดอกเพศเมีย (gy.)

1

MMFFAa

1/4

MmFFAA

1/4

MmFFAa

1/4

ตารางผนวก 19 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFAa		mmFFaa
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFA), 1/4 (MFa), 1/4 (mFA), 1/4 (mFa)		(mFa)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
	(mFa)
1/4 (MFA)	1/4 MmFFAa ดอกเพศเมีย (gy.)
1/4 (MFa)	1/4 MmFFaa ดอกเพศเมีย (gy.)
1/4 (mFA)	1/4 mmFFAa ดอกกระเทย (herma.)
1/4 (mFa)	1/4 mmFFaa ดอกกระเทย (herma.)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFAa	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.)	1/2
MmFFaa	1/4		
mmFFAa	1/4	ดอกกระเทย (herma.)	1/2
mmFFaa	1/4		

ตารางผนวก 20 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอกแดงขาว

คู่ผสมที่ 3 MMFFaa x mmFFAA

พ่อแม่		Gy.0650103-1,	x	Herma.84	
		Gy.0650461			
	ยีนไทป์	MMFFaa		mmFFAA	
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)	
	เซลล์สืบพันธุ์	(MFa)		(mFA)	
F ₁	ยีนไทป์	MmFFAa			
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)			
	เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFA), 1/4 (MFa), 1/4 (mFA), 1/4 (mFa)			
F ₂					
		เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้			
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	1/4 (MFA)	1/4 (MFa)	1/4 (mFA)	1/4 (mFa)	
1/4 (MFA)	1/16 MMFFAA	1/16 MMFFAa	1/16 MmFFAA	1/16 MmFFAa	
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	
	(gy.)	(gy.)	(gy.)	(gy.)	
1/4 (MFa)	1/16 MMFFAa	1/16 MMFFaa	1/16 MmFFAa	1/16 MmFFaa	
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	
	(gy.)	(gy.)	(gy.)	(gy.)	
1/4 (mFA)	1/16 MmFFAA	1/16 MmFFAa	1/16 mmFFAA	1/16 mmFFAa	
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	
	(gy.)	(gy.)	(herma.)	(herma.)	
1/4 (mFa)	1/16 MmFFAa	1/16 MmFFaa	1/16 mmFFAa	1/16 mmFFaa	
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	
	(gy.)	(gy.)	(herma.)	(herma.)	

ตารางผนวก 20 (ต่อ)

<u>ยีนไทป์ F₂</u>	<u>อัตราส่วนยีนไทป์ F₂</u>	<u>ฟีโนไทป์ F₂</u>	<u>อัตราส่วนฟีโนไทป์ F₂</u>
MMFFAA	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.)	3/4
MMFFAa	2/16		
MMFFaa	1/16		
MmFFAA	2/16		
MmFFAa	4/16		
MmFFaa	2/16		
mmFFAA	1/16	ดอกกระเทย (herma.)	1/4
mmFFAa	2/16		
mmFFaa	1/16		

ตารางผนวก 20 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

ยีนไทป์

MmFFAa

MMFFaa

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.)

ดอกเพศเมีย (gy.)

เซลล์สืบพันธุ์

1/4 (MFA), 1/4 (MFa),
1/4 (mFA), 1/4 (mFa)

(MFa)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(MFa)

1/4 (MFA)

1/4 MMFFAa

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (MFa)

1/4 MMFFaa

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (mFA)

1/4 MmFFAa

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/4 (mFa)

1/4 MmFFaa

ดอกเพศเมีย (gy.)

ยีนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

MMFFAa

1/4

ดอกเพศเมีย (gy.)

1

MMFFaa

1/4

MmFFAa

1/4

MmFFaa

1/4

ตารางผนวก 20 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFAa		mmFFAA
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์	1/4 (MFA), 1/4 (MFa),		(mFA)
สืบพันธุ์	1/4 (mFA), 1/4 (mFa)		

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	(mFA)
1/4 (MFA)	1/4 MmFFAA ดอกเพศเมีย (gy.)
1/4 (MFa)	1/4 MmFFAa ดอกเพศเมีย (gy.)
1/4 (mFA)	1/4 mmFFAA ดอกกระเทย (herma.)
1/4 (mFa)	1/4 mmFFAa ดอกกระเทย (herma.)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFAA	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.)	1/2
MmFFAa	1/4		
mmFFAA	1/4	ดอกกระเทย (herma.)	1/2
mmFFAa	1/4		

ตารางผนวก 21 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาถหมายของลักษณะเพศดอกแตงกวา

คู่ผสมที่ 4 MMFFaa x mmFFaa

พ่อแม่	Gy.0650103-1, Gy.0650461	x	Herma.84
ยีนไทป์	MMFFaa		mmFFaa
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์สืบพันธุ์	(MFa)		(mFa)
F ₁	ยีนไทป์	MmFFaa	
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)	
	เซลล์สืบพันธุ์	1/2 (MFa), 1/2 (mFa)	
F ₂	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้		
	เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	1/2 (MFa)	1/2 (mFa)
	1/2 (MFa)	1/4 MMFFaa ดอกเพศเมีย (gy.)	1/4 MmFFaa ดอกเพศเมีย (gy.)
	1/2 (mFa)	1/4 MmFFaa ดอกเพศเมีย (gy.)	1/4 mmFFaa ดอกกระเทย (herma.)
ยีนไทป์ F ₂	อัตราส่วนยีนไทป์ F ₂	ฟีโนไทป์ F ₂	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F ₂
MMFFaa	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.)	3/4
MmFFaa	2/4		
mmFFaa	1/4	ดอกกระเทย (herma.)	1/4

ตารางผนวก 21 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

ยีนไทป์

MmFFaa

MMFFaa

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.)

ดอกเพศเมีย (gy.)

เซลล์สืบพันธุ์

1/2 (MFa), 1/2 (mFa)

(MFa)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(MFa)

1/2 (MFa)

1/2 MMFFaa

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/2 (mFa)

1/2 MmFFaa

ดอกเพศเมีย (gy.)

ยีนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

MMFFaa

1/2

ดอกเพศเมีย (gy.)

1

MmFFaa

1/2

ตารางผนวก 21 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFaa		mmFFaa
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.)		ดอกกระเทย (herma.)
เซลล์สืบพันธุ์	1/2 (MFa), 1/2 (mFa)		(mFa)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	(mFa)
1/2 (MFa)	1/2 MmFFaa
	ดอกเพศเมีย (gy.)
1/2 (mFa)	1/2 mmFFaa
	ดอกกระเทย (herma.)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFaa	1/2	ดอกเพศเมีย (gy.)	1/2
mmFFaa	1/2	ดอกกระเทย (herma.)	1/2

ยีนโตนี และฟีโนไทป์คาคหมายของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

แตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 และ gy.0650461 มีลักษณะหนามขาว ยีนโตนีสีหนามขาว คือ bb

แตงกวาสายพันธุ์แท้ herma.84 มีลักษณะหนามดำ ยีนโตนีสีหนามดำ คือ BB

การผสมระหว่างแตงกวาสายพันธุ์แท้ 2 คู่ผสม คือ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 มียีนโตนีระหว่างคู่ผสมของลักษณะสีหนาม คือ bb x BB

แสดงยีนโตนี และฟีโนไทป์คาคหมายของแต่ละชั่วรุ่น ตารางผนวก 22

ตารางผนวก 22 ยีนโตนี และฟีโนไทป์คาคหมายของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

พ่อแม่		Gy.0650103-1, Gy.0650461	x	Herma.84
F ₁	ยีนโตนี	bb		BB
	ฟีโนไทป์	หนามขาว		หนามดำ
	เซลล์สืบพันธุ์	(b)		(B)
	ยีนโตนี		Bb	
	ฟีโนไทป์		หนามดำ	
	เซลล์สืบพันธุ์		1/2 (B), 1/2 (b)	
F ₂		เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้		
		เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	1/2 (B)	1/2 (b)
		1/2 (B)	1/4 BB	1/4 Bb
			หนามดำ	หนามดำ
		1/2 (b)	1/4 Bb	1/4 bb
			หนามดำ	หนามขาว

ยีนโตนี F ₂	อัตราส่วนยีนโตนี F ₂	ฟีโนไทป์ F ₂	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F ₂
BB	1/4	หนามดำ	3/4
Bb	2/4		
bb	1/4	หนามขาว	1/4

ตารางผนวก 22 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

ยีนไทป์

Bb

bb

ฟีโนไทป์

หนามดำ

หนามขาว

เซลล์สืบพันธุ์

 $1/2 (B), 1/2 (b)$

(b)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(b)

 $1/2 (B)$ $1/2 Bb$

หนามดำ

 $1/2 (b)$ $1/2 bb$

หนามขาว

ยีนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

Bb

 $1/2$

หนามดำ

 $1/2$

bb

 $1/2$

หนามขาว

 $1/2$

ตารางผนวก 22 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	Bb		BB
ฟีโนไทป์	หนามดำ		หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	$1/2 (B), 1/2 (b)$		(B)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย		เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
		(B)
$1/2 (B)$		$1/2 BB$ หนามดำ
$1/2 (b)$		$1/2 Bb$ หนามดำ

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
BB	$1/2$	หนามดำ	1
Bb	$1/2$		

ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา

แตงกวาสายพันธุ์แท้ gy.0650103-1 และ gy.0650461 มีเพศดอกแบบดอกเพศเมีย (gy.) และมีหนามขาว ยีนไทป์ของการแสดงเพศดอก และสีหนาม เป็นได้ 2 แบบ คือ

1. MMFFAAbb
2. MMFFaabb

แตงกวาสายพันธุ์แท้ herma.84 มีการแสดงเพศดอกแบบดอกกระเทย (herma.) และมีหนามดำ ยีนไทป์ของการแสดงเพศดอก และสีหนาม เป็นได้ 2 แบบ คือ

1. mmFFAABB
2. mmFFaaBB

การผสมระหว่างแตงกวาสายพันธุ์ gy.0650103-1 x herma.84 และ gy.0650461 x herma.84 สามารถสร้างคู่ผสมระหว่างยีนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามได้ 4 คู่ผสม คือ

- คู่ผสมที่ 1 MMFFAAbb x mmFFAABB
- คู่ผสมที่ 2 MMFFAAbb x mmFFaaBB
- คู่ผสมที่ 3 MMFFaabb x mmFFAABB
- คู่ผสมที่ 4 MMFFaabb x mmFFaaBB

แสดงยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของแต่ละชั่วรุ่น ตารางผนวก 23-26

ตารางผนวก 23 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
คู่ผสมที่ 1 MMFFAAbb x mmFFAABB

พ่อแม่	Gy.0650103-1, x Herma.84			
	Gy.0650461			
ยีนไทป์	MMFFAAbb	mmFFAABB		
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ		
เซลล์สืบพันธุ์	(MFAb)	(mFAB)		
F ₁	MmFFAABb			
ยีนไทป์				
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ			
เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFAB), 1/4 (MFAb), 1/4 (mFAB), 1/4 (mFAB)			
F ₂				
เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้			
เพศเมีย	1/4 (MFAB)	1/4 (MFAb)	1/4 (mFAB)	1/4 (mFAB)
1/4 (MFAB)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MMFFAABB	MMFFAABb	MmFFAABB	MmFFAABb
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)
	หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ
1/4 (MFAb)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MMFFAABb	MMFFAAbb	MmFFAABb	MmFFAABb
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)
	หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว
1/4 (mFAB)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MmFFAABB	MmFFAABb	mmFFAABB	mmFFAABb
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	หนามดำ	หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ
1/4 (mFAB)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MmFFAABb	MmFFAAbb	mmFFAABb	mmFFAABb
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	หนามดำ	หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว

ตารางผนวก 23 (ต่อ)

ยีนไทป์ F_2	อัตราส่วนยีนไทป์ F_2	ฟีโนไทป์ F_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F_2
MMFFAABB	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	9/16
MMFFAABb	2/16		
MmFFAABB	2/16		
MmFFAABb	4/16		
MMFFAAbb	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	3/16
MmFFAAbb	2/16		
mmFFAABB	1/16	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	3/16
mmFFAABb	2/16		
mmFFAAbb	1/16	ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1/16

ตารางผนวก 23 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

อีโนไทป์

MmFFAABb

MMFFAAbb

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

เซลล์สืบพันธุ์

1/4 (MFAB), 1/4 (MFAb),
1/4 (mFAB), 1/4 (mFAb)

(MFAb)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

(MFAb)

1/4 (MFAB)

1/4 MMFFAABb

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

1/4 (MFAb)

1/4 MMFFAAbb

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

1/4 (mFAB)

1/4 MmFFAABb

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

1/4 (mFAb)

1/4 MmFFAAbb

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

อีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนอีโนไทป์ BC_1P_1 ฟีโนไทป์ BC_1P_1 อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1

MMFFAABb

1/4

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/2

หนามดำ

MmFFAABb

1/4

ดอกเพศเมีย (gy.)

1/2

หนามขาว

MMFFAAbb

1/4

MmFFAAbb

1/4

ตารางผนวก 23 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F ₁	x	Herma.84
ยีนไทป์ ฟีโนไทป์	MmFFAABb ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ		mmFFAABB ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFAB), 1/4 (MFAb), 1/4 (mFAB), 1/4 (mFAb)		(mFAB)
BC ₁ P ₂	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้		
	เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย		(mFAB)
	1/4 (MFAB)	1/4 MmFFAABB	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
	1/4 (MFAb)	1/4 MmFFAABb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
	1/4 (mFAB)	1/4 mmFFAABB	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
	1/4 (mFAb)	1/4 mmFFAABb	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
ยีนไทป์ BC ₁ P ₂	อัตราส่วนยีนไทป์ BC ₁ P ₂	ฟีโนไทป์ BC ₁ P ₂	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC ₁ P ₂
MmFFAABB	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MmFFAABb	1/4		
mmFFAABB	1/4	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	1/2
mmFFAABb	1/4		

ตารางผนวก 24 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
คู่ผสมที่ 2 MMFFAAbb x mmFFaaBB

พ่อแม่	Gy.0650103-1,	x	Herma.84
	Gy.0650461		
ยีนไทป์	MMFFAAbb		mmFFaaBB
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว		ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	(MFAb)		(mFaB)
F ₁	ยีนไทป์	MmFFAaBb	
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
	เซลล์สืบพันธุ์	1/8 (MFAB), 1/8 (MFAb), 1/8 (MFaB), 1/8 (MFab), 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAb), 1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)	

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์ เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
	1/8 (MFAB)	1/8 (MFAb)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFAb)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (MFAB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAABB	MMFFAABb	MMFFAaBB	MMFFAaBb	MmFFAABB	MmFFAABb	MmFFAaBB	MmFFAaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ
1/8 (MFAb)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAABb	MMFFAAbb	MMFFAaBb	MMFFAabb	MmFFAABb	MmFFAAbb	MmFFAaBb	MmFFAabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว
1/8 (MFaB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAaBB	MMFFAaBb	MMFFaaBB	MMFFaaBb	MmFFAaBB	MmFFAaBb	MmFFaaBB	MmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
เพศเมีย	1/8 (MFAB)	1/8 (MFAb)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFab)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAb)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (MFab)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAaBb	MMFFAabb	MMFFaABb	MMFFaabb	MmFFAaBb	MmFFAabb	MmFFaABb	MmFFaabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว
1/8 (mFAB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAABB	MmFFAABb	MmFFAaBB	MmFFAaBb	mmFFAABB	mmFFAABb	mmFFAaBB	mmFFAaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(herma.)	(herma.)	(herma.)	(herma.)
					หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ
1/8 (mFAb)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAABb	MmFFAabb	MmFFAaBb	MmFFAabb	mmFFAABb	mmFFAabb	mmFFAaBb	mmFFAabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.)	(herma.)	(herma.)	(herma.)
					หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์ เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
	1/8 (MFAB)	1/8 (MFAb)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFab)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAb)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (mFaB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAaBB	MmFFAaBb	MmFFaaBB	MmFFaaBb	mmFFAaBB	mmFFAaBb	mmFFaaBB	mmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(herma.)	(herma.)	(herma.)	(herma.)
					หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ	หนามดำ
1/8 (mFab)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAaBb	MmFFAabb	MmFFaaBb	MmFFaabb	mmFFAaBb	mmFFAabb	mmFFaaBb	mmFFaabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.)	(herma.)	(herma.)	(herma.)
					หนามดำ	หนามขาว	หนามดำ	หนามขาว

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

ยีนไทป์ F_2	อัตราส่วนยีนไทป์ F_2	ฟีโนไทป์ F_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F_2
MMFFAABB	1/64	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	9/16
MMFFAABb	2/64		
MMFFAaBB	2/64		
MMFFAaBb	4/64		
MMFFaaBB	1/64		
MMFFaaBb	2/64		
MmFFAABB	2/64		
MmFFAABb	4/64		
MmFFAaBB	4/64		
MmFFAaBb	8/64		
MmFFaaBB	2/64		
MmFFaaBb	4/64		
MMFFAAbb	1/64	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	3/16
MMFFAabb	2/64		
MMFFaabb	1/64		
MmFFAAbb	2/64		
MmFFAabb	4/64		
MmFFaabb	2/64	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	3/16
mmFFAABB	1/64		
mmFFAABb	2/64		
mmFFAaBB	2/64		
mmFFAaBb	4/64		
mmFFaaBB	1/64		
mmFFaaBb	2/64		
mmFFAAbb	1/64	ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1/16
mmFFAabb	2/64		
mmFFaabb	1/64		

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

อีโนไทป์

MmFFAaBb

MMFFAAbb

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

เซลล์สืบพันธุ์

1/8 (MFAB), 1/8 (MFAb),
 1/8 (MFaB), 1/8 (Mfab),
 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAB),
 1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)

(MFAb)

BC₁P₁

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	ฟีโนไทป์
	(MFAb)	
1/8 (MFAB)	1/8 MMFFAABb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (MFAb)	1/8 MMFFAAbb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (MFaB)	1/8 MMFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (Mfab)	1/8 MMFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (mFAB)	1/8 MmFFAABb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFAB)	1/8 MmFFAAbb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (mFaB)	1/8 MmFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFab)	1/8 MmFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

ยีนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_1	ฟีโนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1
MMFFAABb	1/8	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MMFFAaBb	1/8		
MmFFAABb	1/8		
MmFFAaBb	1/8		
MMFFAAbb	1/8	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	1/2
MMFFAabb	1/8		
MmFFAAbb	1/8		
MmFFAabb	1/8		

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่

 F_1

x

Herma.84

ยีนไทป์

MmFFAaBb

mmFFaaBB

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

ดอกกระเทย (herma.)

หนามดำ

เซลล์สืบพันธุ์

1/8 (MFAB), 1/8 (MFAb), 1/8 (mFaB),
1/8 (Mfab), 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAB),
1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)

(mFaB)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	ฟีโนไทป์
	(mFaB)	
1/8 (MFAB)	1/8 MmFFAaBB	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (MFAb)	1/8 MmFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFaB)	1/8 MmFFaaBB	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (Mfab)	1/8 MmFFaaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFAB)	1/8 mmFFAaBB	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
1/8 (mFAB)	1/8 mmFFAaBb	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
1/8 (mFaB)	1/8 mmFFaaBB	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
1/8 (mFab)	1/8 mmFFaaBb	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

ตารางผนวก 24 (ต่อ)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFAaBB	1/8	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MmFFAaBb	1/8		
MmFFaaBB	1/8		
MmFFaaBb	1/8		
mmFFAaBB	1/8	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	1/2
mmFFAaBb	1/8		
mmFFaaBB	1/8		
mmFFaaBb	1/8		

ตารางผนวก 25 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คาตหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
คู่ผสมที่ 3 MMFFaabb x mmFFAABB

พ่อแม่	Gy.0650103-1, Gy.0650461	x	Herma.84
ยีนไทป์	MMFFaabb		mmFFAABB
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว		ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	(MFab)		(mFAB)
F_1	ยีนไทป์	MmFFAaBb	
	ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
	เซลล์สืบพันธุ์	1/8 (MFAB), 1/8 (MFAb), 1/8 (MFaB), 1/8 (MFab), 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAb), 1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)	

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
เพศเมีย	1/8 (MFAB)	1/8 (MFAb)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFab)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAb)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (MFAB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAABB	MMFFAABb	MMFFAaBB	MMFFAaBb	MmFFAABB	MmFFAABb	MmFFAaBB	MmFFAaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ
1/8 (MFab)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAABb	MMFFAAbb	MMFFAaBb	MMFFAabb	MmFFAABb	MmFFAAbb	MmFFAaBb	MmFFAabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว
1/8 (MFaB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAaBB	MMFFAaBb	MMFFaaBB	MMFFaaBb	MmFFAaBB	MmFFAaBb	MmFFaaBB	MmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
	1/8 (MFAB)	1/8 (MFab)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFab)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (MFab)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MMFFAaBb	MMFFAabb	MMFFaaBb	MMFFaabb	MmFFAaBb	MmFFAabb	MmFFaaBb	MmFFaabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว
1/8 (mFAB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAABB	MmFFAABb	MmFFAaBB	MmFFAaBb	mmFFAABB	mmFFAABb	mmFFAaBB	mmFFAaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ
1/8 (mFAB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAABb	MmFFAabb	MmFFAaBb	MmFFAabb	mmFFAABb	mmFFAabb	mmFFAaBb	mmFFAabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

F₂

เซลล์สืบพันธุ์ เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้							
	1/8 (MFAB)	1/8 (MFAb)	1/8 (MFaB)	1/8 (MFab)	1/8 (mFAB)	1/8 (mFAb)	1/8 (mFaB)	1/8 (mFab)
1/8 (mFaB)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAaBB	MmFFAaBb	MmFFaaBB	MmFFaaBb	mmFFAaBB	mmFFAaBb	mmFFaaBB	mmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ
1/8 (mFab)	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64	1/64
	MmFFAaBb	MmFFAabb	MmFFaaBb	MmFFaabb	mmFFAaBb	mmFFAabb	mmFFaaBb	mmFFaabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

ยีนไทป์ F_2	อัตราส่วนยีนไทป์ F_2	ฟีโนไทป์ F_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F_2
MMFFAABB	1/64	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	9/16
MMFFAABb	2/64		
MMFFAaBB	2/64		
MMFFAaBb	4/64		
MMFFaaBB	1/64		
MMFFaaBb	2/64		
MmFFAABB	2/64		
MmFFAABb	4/64		
MmFFAaBB	4/64		
MmFFAaBb	8/64		
MmFFaaBB	2/64		
MmFFaaBb	4/64		
MMFFAAbb	1/64	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	3/16
MMFFAabb	2/64		
MMFFaabb	1/64		
MmFFAAbb	2/64		
MmFFAabb	4/64	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	3/16
MmFFaabb	2/64		
mmFFAABB	1/64		
mmFFAABb	2/64		
mmFFAaBB	2/64		
mmFFAaBb	4/64	ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1/16
mmFFaaBB	1/64		
mmFFaaBb	2/64		
mmFFAAbb	1/64	ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1/16
mmFFAabb	2/64		
mmFFaabb	1/64		

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่

 F_1

x

Gy.0650103-1,

Gy.0650461

อีโนไทป์

MmFFAaBb

MMFFaabb

ฟีโนไทป์

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

เซลล์สืบพันธุ์

1/8 (MFAB), 1/8 (MFab),
 1/8 (MFaB), 1/8 (MFab),
 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAB),
 1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)

(MFab)

 BC_1P_1

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	ฟีโนไทป์
	(MFab)	
1/8 (MFAB)	1/8 MMFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (MFab)	1/8 MMFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (MFaB)	1/8 MMFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (MFab)	1/8 MMFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (mFAB)	1/8 MmFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFAB)	1/8 MmFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/8 (mFaB)	1/8 MmFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/8 (mFab)	1/8 MmFFAabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

ยีนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_1	ฟีโนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1
MMFFAaBb	1/8	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MMFFaABb	1/8		
MmFFAaBb	1/8		
MmFFaABb	1/8		
MMFFAabb	1/8	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	1/2
MMFFaabb	1/8		
MmFFAabb	1/8		
MmFFaabb	1/8		

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F ₁	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFAaBb		mmFFAABB
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ		ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	1/8 (MFAB), 1/8 (MFAb), 1/8 (MFAb), 1/8 (MFAb), 1/8 (mFAB), 1/8 (mFAB), 1/8 (mFaB), 1/8 (mFab)		(mFAB)
BC ₁ P ₂			
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (mFAB)	ฟีโนไทป์	
1/8 (MFAB)	1/8 MmFFAABB	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
1/8 (MFAb)	1/8 MmFFAABb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
1/8 (MFAb)	1/8 MmFFAaBB	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
1/8 (MFAb)	1/8 MmFFAaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
1/8 (mFAB)	1/8 mmFFAABB	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	
1/8 (mFAB)	1/8 mmFFAABb	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	
1/8 (mFaB)	1/8 mmFFAaBB	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	
1/8 (mFab)	1/8 mmFFAaBb	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	

ตารางผนวก 25 (ต่อ)

ยีนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนยีนไทป์ BC_1P_2	ฟีโนไทป์ BC_1P_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_2
MmFFAABB	1/8	ดอกเทศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MmFFAABb	1/8		
MmFFAaBB	1/8		
MmFFAaBb	1/8		
mmFFAABB	1/8	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	1/2
mmFFAABb	1/8		
mmFFAaBB	1/8		
mmFFAaBb	1/8		

ตารางผนวก 26 ยีนไทป์ และฟีโนไทป์คำหมายของลักษณะเพศดอก และสีหนามบนผลแตงกวา
 คู่ผสมที่ 4 MMFFaabb x mmFFaBB

พ่อแม่	Gy.0650103-1,		x	Herma.84
	Gy.0650461			
ยีนไทป์	MMFFaabb			mmFFaaBB
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว			ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	(MFab)			(mFaB)
F ₁	ยีนไทป์		MmFFaaBb	
	ฟีโนไทป์		ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	
	เซลล์สืบพันธุ์		1/4 (MFaB), 1/4 (MFab), 1/4 (mFaB), 1/4 (mFab)	
F ₂				
เซลล์สืบพันธุ์	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้			
เพศเมีย	1/4 (MFaB)	1/4 (MFab)	1/4 (mFaB)	1/4 (mFab)
1/4 (MFaB)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MMFFaaBB	MMFFaaBb	MmFFaaBB	MmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ
1/4 (MFab)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MMFFaaBb	MMFFaabb	MmFFaaBb	MmFFaabb
	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย (gy.)	ดอกเพศเมีย
	หนามดำ	(gy.) หนามขาว	หนามดำ	(gy.) หนามขาว
1/4 (mFaB)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MmFFaaBB	MmFFaaBb	mmFFaaBB	mmFFaaBb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามดำ
1/4 (mFab)	1/16	1/16	1/16	1/16
	MmFFaaBb	MmFFaabb	mmFFaaBb	mmFFaabb
	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกกระเทย
	(gy.) หนามดำ	(gy.) หนามขาว	(herma.) หนามดำ	(herma.) หนามขาว

ตารางผนวก 26 (ต่อ)

ยีนไทป์ F_2	อัตราส่วนยีนไทป์ F_2	ฟีโนไทป์ F_2	อัตราส่วนฟีโนไทป์ F_2
MMFFaaBB	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	9/16
MMFFaaBb	2/16		
MmFFaaBB	2/16		
MmFFaaBb	4/16		
MMFFaabb	1/16	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	3/16
MmFFaabb	2/16		
mmFFaaBB	1/16	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ	3/16
mmFFaaBb	2/16		
mmFFaabb	1/16	ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว	1/16

ตารางผนวก 26 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาแม่

พ่อแม่	F_1	x	Gy.0650103-1, Gy.0650461
อีโนไทป์	MmFFaaBb		MMFFaabb
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ		ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFaB), 1/4 (MFab), 1/4 (mFaB), 1/4 (mFab)		(MFab)

BC_1P_1	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้	
เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	(MFab)	
1/4 (MFaB)	1/4 MMFFaaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/4 (MFab)	1/4 MMFFaabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว
1/4 (mFaB)	1/4 MmFFaaBb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/4 (mFab)	1/4 MmFFaabb	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว

อีโนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนอีโนไทป์ BC_1P_1	ฟีโนไทป์ BC_1P_1	อัตราส่วนฟีโนไทป์ BC_1P_1
MMFFaaBb	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ	1/2
MmFFaaBb	1/4		
MMFFaabb	1/4	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว	1/2
MmFFaabb	1/4		

ตารางผนวก 26 (ต่อ)

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ

พ่อแม่	F_1	x	Herma.84
ยีนไทป์	MmFFaaBb		mmFFaaBB
ฟีโนไทป์	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ		ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
เซลล์สืบพันธุ์	1/4 (MFaB), 1/4 (MFab), 1/4 (mFaB), 1/4 (mFab)		(mFaB)

 BC_1P_2

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย	เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
	(mFaB)
1/4 (MFaB)	1/4 MmFFaaBB ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/4 (MFab)	1/4 MmFFaaBb ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
1/4 (mFaB)	1/4 mmFFaaBB ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
1/4 (mFab)	1/4 mmFFaaBb ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ

ยีนไทป์ BC_1P_2

อัตราส่วนยีนไทป์

ฟีโนไทป์ BC_1P_2

อัตราส่วนฟีโนไทป์

	BC_1P_2		BC_1P_2
MmFFaaBB	1/4	—	ดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ
MmFFaaBb	1/4	—	
mmFFaaBB	1/4	—	ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ
mmFFaaBb	1/4	—	
			1/2
			1/2

สรุปยีนโทป์ และฟีโนโทป์คาตหมายของการผสมระหว่างเตงกวาสายพันธุ์แท้ Stable gynocious กับ Hermaphrodite

1. ยีนโทป์ และฟีโนโทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอกเตงกวา จากตารางผนวก 18-21 สรุปผลได้ดังนี้

ลูกชั่วแรก ลักษณะดอกเพศเมีย

ลูกชั่วที่ 2 ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) : ดอกกระเทย (herma.) อัตราส่วน $3/4 : 1/4$

ลูกผสมกลับไปหาแม่ ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) ทั้งหมด

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) : ดอกกระเทย (herma.)

อัตราส่วน $1/2 : 1/2$

2. ยีนโทป์ และฟีโนโทป์คาตหมายของลักษณะสีหนามบนผลเตงกวา จากตารางผนวก 22 สรุปผลได้ดังนี้

ลูกชั่วแรก ลักษณะหนามดำ

ลูกชั่วที่ 2 ลักษณะหนามดำ : หนามขาว อัตราส่วน $3/4 : 1/4$

ลูกผสมกลับไปหาแม่ ลักษณะหนามดำ : หนามสีขาว อัตราส่วน $1/2 : 1/2$

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ ลักษณะหนามดำทั้งหมด

3. ยีนโทป์ และฟีโนโทป์คาตหมายของลักษณะการแสดงเพศดอก และสีหนามบนผลเตงกวา จากตารางผนวก 23-26 สรุปผลได้ดังนี้

ลูกชั่วแรก ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ

ลูกชั่วที่ 2 ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ : ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว :

ดอกกระเทย (herma.) หนามดำ : ดอกกระเทย (herma.) หนามขาว :

อัตราส่วน $9/16 : 3/16 : 3/16 : 1/16$

ลูกผสมกลับไปหาแม่ ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :

ดอกเพศเมีย (gy.) หนามขาว อัตราส่วน $1/2 : 1/2$

ลูกผสมกลับไปหาพ่อ ลักษณะดอกเพศเมีย (gy.) หนามดำ :

ดอกกระเทย (herma.) หนามสีดำ อัตราส่วน $1/2 : 1/2$

ตารางผนวก 27 สรุปีโนไทป์ และฟีโนไทป์คาถหมายของลักษณะการแสดงเพศดอกแตงกวา

อีโนไทป์คู่ผสม	ฟีโนไทป์พ่อแม่		ฟีโนไทป์ลูก				
	แม่	พ่อ	F ₁	F ₂	BC ₁ P ₁	BC ₁ P ₂	
1. MMFFAA x mmFFAA	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	3/4 ดอกเพศเมีย : 1/4 ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	1/2 ดอกเพศเมีย : 1/2 ดอกกระเทย	
	MMFFAA	mmFFAA	MmFFAA	3/4 M_FF_AA : 1/4 mmFFAA	M_FF_AA	1/2 MmFFAA : 1/2 mmFFAA	
2. MMFFAA x mmFFaa	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	3/4 ดอกเพศเมีย : 1/4 ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	1/2 ดอกเพศเมีย : 1/2 ดอกกระเทย	
	MMFFAA	mmFFaa	MmFFAa	3/4 M_FF__ : 1/4 mmFF__	M_FF_A_	1/2 MmFF_a : 1/2 mmFF_a	
3. MMFFaa x mmFFAA	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	3/4 ดอกเพศเมีย : 1/4 ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	1/2 ดอกเพศเมีย : 1/2 ดอกกระเทย	
	MMFFaa	mmFFAA	MmFFAa	3/4 M_FF__ : 1/4 mmFF__	M_FF_a	1/2 MmFFA_ : 1/2 mmFFA_	
4. MMFFaa x mmFFaa	ดอกเพศเมีย	ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	3/4 ดอกเพศเมีย : 1/4 ดอกกระเทย	ดอกเพศเมีย	1/2 ดอกเพศเมีย : 1/2 ดอกกระเทย	
	MMFFaa	mmFFaa	MmFFaa	3/4 M_FFaa : 1/4 mmFFaa	M_FFaa	1/2 MmFFaa : 1/2 mmFFaa	

ตารางผนวก 28 สรุปีโนไทป์ และฟีโนไทป์คำอธิบายของลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

ยีนไทป์คู่ผสม	ฟีโนไทป์พ่อแม่		ฟีโนไทป์ลูก			
	แม่	พ่อ	F ₁	F ₂	BC ₁ P ₁	BC ₁ P ₂
bb x BB	หนามขาว	หนามดำ	หนามดำ	3/4 หนามดำ : 1/4 หนามขาว	1/2 หนามดำ : 1/2 หนามขาว	หนามดำ
	bb	BB	Bb	3/4 B ₋ : 1/4 bb	1/2 Bb : 1/2 bb	B ₋

ตารางผนวก 29 สรุปีโนไทป์ และฟีโนไทป์คำอธิบายของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผลแตงกวา

ยีนไทป์คู่ผสม	ฟีโนไทป์พ่อแม่		ฟีโนไทป์ลูก			
	แม่	พ่อ	F ₁	F ₂	BC ₁ P ₁	BC ₁ P ₂
1. MMFFAAbb x mmFFAABB	ดอกเพศเมีย หนามขาว	ดอกกระเทย หนามดำ	ดอกเพศเมีย หนามดำ	9/16 ดอกเพศเมียหนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมียหนามขาว : 3/16 ดอกกระเทยหนามดำ : 1/16 ดอกกระเทยหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมียหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกกระเทยหนามดำ
	MMFFAAbb	mmFFAABB	MmFFAABb	9/16 M ₋ FFAAB ₋ : 3/16 M ₋ FFAAbb : 3/16 mmFFAAB ₋ : 1/16 mmFFAAbb	1/2 M ₋ FFAABb : 1/2 M ₋ FFAAbb	1/2 M ₋ FFAAB ₋ : 1/2 mmFFAAB ₋

ตารางผนวก 29 (ต่อ)

ยีนไทป์คู่ผสม	ฟีโนไทป์พ่อแม่			ฟีโนไทป์ลูก		
	แม่	พ่อ	F ₁	F ₂	BC ₁ P ₁	BC ₁ P ₂
2. MMFFAabb x mmFFaaBB	ดอกเพศเมีย หนามขาว	ดอกกระเทย หนามดำ	ดอกเพศเมีย หนามดำ	9/16 ดอกเพศเมียหนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมียหนามขาว : 3/16 ดอกกระเทยหนามดำ : 1/16 ดอกกระเทยหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมียหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ: 1/2 ดอกกระเทยหนามดำ
	MMFFAabb	mmFFaaBB	MmFFAaBb	9/16 M_FF__B_ : 3/16 M_FF__bb : 3/16 mmFF__B_ : 1/16 mmFF__bb	1/2 M_FFA_Bb : 1/2 M_FFA_bb	1/2 MmFF_aB_ : 1/2 mmFF_aB_
3. MMFFaabb x mmFFAABB	ดอกเพศเมีย หนามขาว	ดอกกระเทย หนามดำ	ดอกเพศเมีย หนามดำ	9/16 ดอกเพศเมียหนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมียหนามขาว : 3/16 ดอกกระเทยหนามดำ : 1/16 ดอกกระเทยหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมียหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ: 1/2 ดอกกระเทยหนามดำ
	MMFFaabb	mmFFAABB	MmFFAaBb	9/16 M_FF__B_ : 3/16 M_FF__bb : 3/16 mmFF__B_ : 1/16 mmFF__bb	1/2 M_FF_aBb : 1/2 M_FF_abb	1/2 MmFFA_B_ : 1/2 mmFFA_B_

ตารางผนวก 29 (ต่อ)

ยีนไทป์คู่ผสม	ฟีโนไทป์พ่อแม่		ฟีโนไทป์ลูก			
	แม่	พ่อ	F ₁	F ₂	BC ₁ P ₁	BC ₁ P ₂
4. MMFFaabb x mmFFaaBB	ดอกเพศเมีย หนามขาว	ดอกกระเทย หนามดำ	ดอกเพศเมีย หนามดำ	9/16 ดอกเพศเมียหนามดำ : 3/16 ดอกเพศเมียหนามขาว : 3/16 ดอกกระเทยหนามดำ : 1/16 ดอกกระเทยหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกเพศเมียหนามขาว	1/2 ดอกเพศเมียหนามดำ : 1/2 ดอกกระเทยหนามดำ
	MMFFaabb	mmFFaaBB	MmFFaaBb	9/16 M_FFaaB_ : 3/16 M_FFaaabb : 3/16 mmFF_aaB_ : 1/16 mmFFaabb	1/2 M_FFaaBb : 1/2 M_FFaaabb	1/2 MmFFaaB_ : 1/2 mmFFaaB_



ภาคผนวก ค

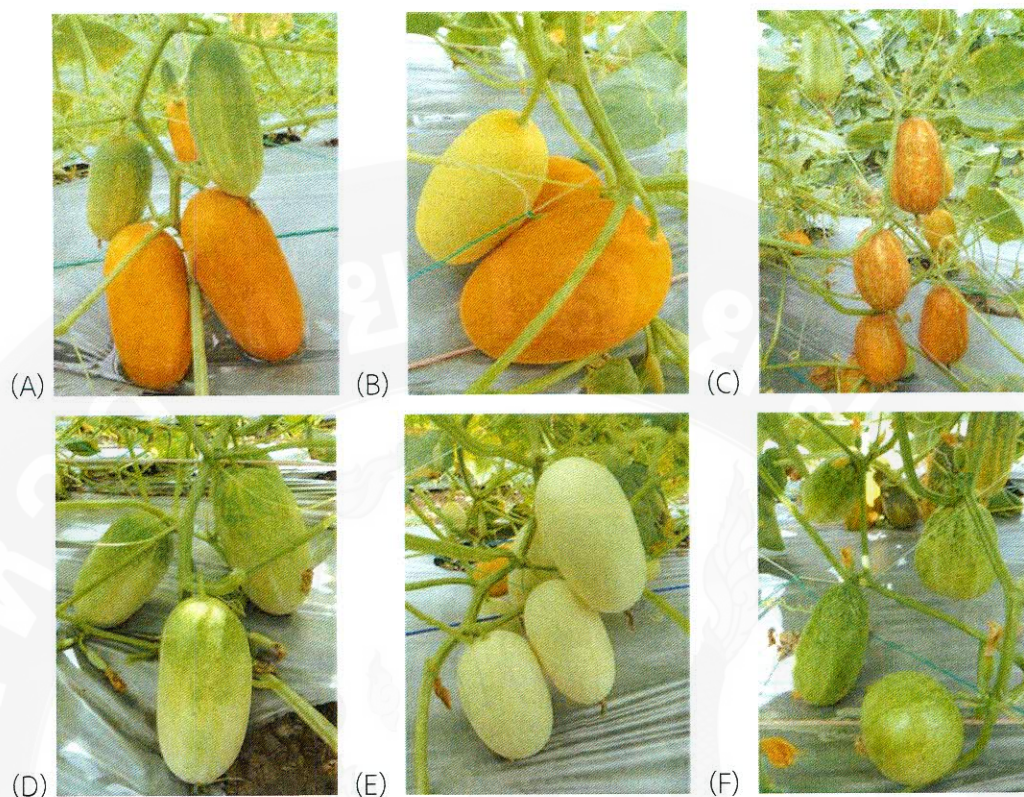
ภาพการทดลอง



ภาคผนวกที่ 1 แปลงทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผล
แตงกวา คู่ผสม gy.0650103-1 x herma.84 ในประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2
ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่
ทดสอบระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2555



ภาคผนวกที่ 2 แปลงทดสอบพีโนไทป์ของลักษณะการแสดงเพศดอก และลักษณะสีหนามบนผล
แตงกวา คู่ผสม gy.0650461 x herma.84 ในประชากรลูกชั่วแรก ลูกชั่วที่ 2
ลูกผสมกลับไปหาแม่ และลูกผสมกลับไปหาพ่อ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่
ทดสอบระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม 2555



ภาคผนวกที่ 3 ลักษณะผลแตงกวาเมื่อมีหนามดำสีผลจะเหลืองเร็ว เมื่อเทียบกับผลแตงกวาที่มีหนามสีขาว

- (A) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามดำ ผลเขียว เหลืองเร็ว
- (B) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามดำ ผลขาว เหลืองเร็ว
- (C) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย หนามดำ ผลเขียว เหลืองเร็ว
- (D) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามขาว ผลเขียว
- (E) ผลที่เกิดจากดอกเพศเมีย หนามขาว ผลขาว
- (F) ผลที่เกิดจากดอกกระเทย หนามขาว ผลเขียว



ภาคผนวก ง

ประวัติผู้วิจัย

ประวัตินักศึกษา

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวดุขฎี เหล่าสิทธิ์
เกิดเมื่อ	27 มีนาคม 2525
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 เรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2544 เรียนปริญญาตรี พืชศาสตร์ (พืชผัก) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2552-2553 ทำงานที่บริษัท ฮอทเทนเนติกส์ รีเสิร์ช (เอช.อี เอเซีย) จำกัด ตำแหน่ง Breeding Technician ฝ้ายปรับปรุงพันธุ์ พ.ศ. 2554-2556 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการการพัฒนาสายพันธุ์แตงกวา ลูกผสมให้มีลักษณะดอกเพศเมียคงที่โดยใช้สายพันธุ์ดอก กระเทย พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก เพื่อศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ
อีเมล	duddee33@yahoo.com