

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในถั่วฝักยาว 3 สายพันธุ์

THE INHERITANCE OF SOME CHARACTERS IN THREE YARD LONG BEAN CULTIVARS.



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KIITL-2009-A9-11-021-032

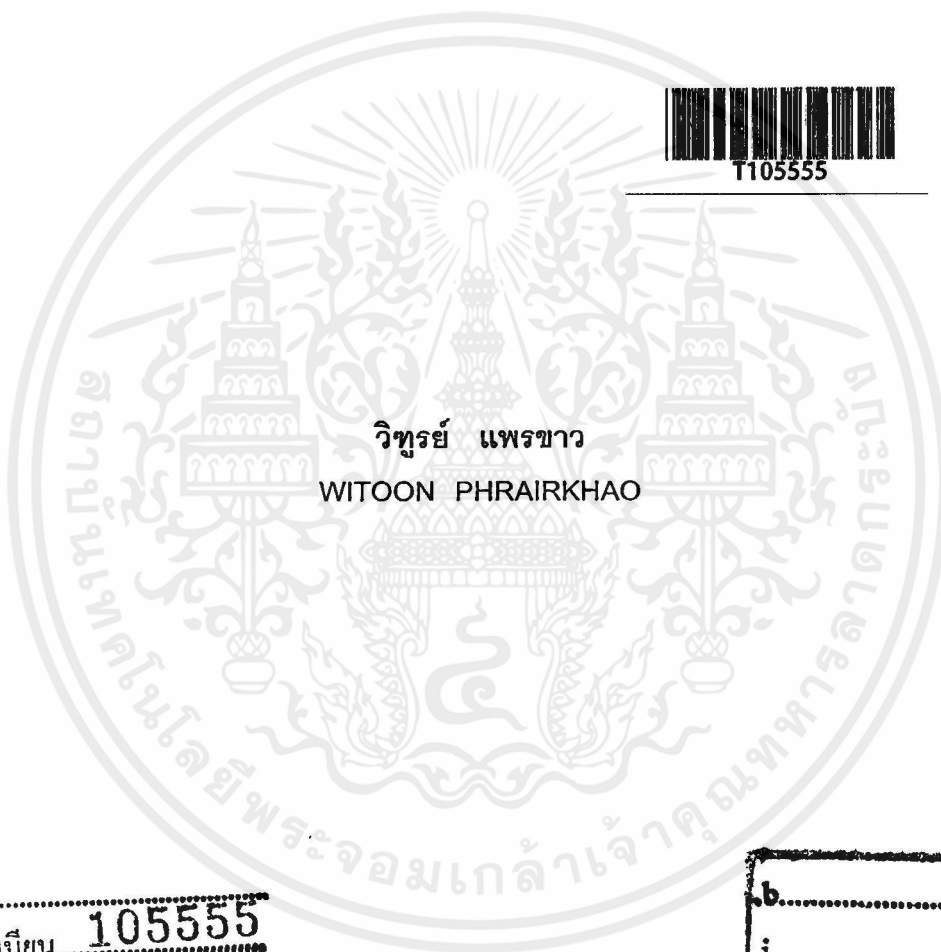
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในถั่วฝักยาว 3 สายพันธุ์

THE INHERITANCE OF SOME CHARACTERS IN THREE YARD LONG BEAN CULTIVARS.



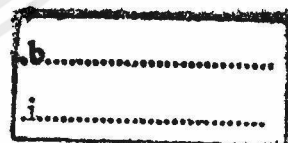
T105555



วิฑูรย์ แพรชาว

WITOON PHRAIRKHAO

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**105555**
วันเดือนปี.....**26 พ.ย. 2552**



**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ.....
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดลอกส่งมอบให้และห้องวิจัยของเขาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ทำการนำไปใช้

พ.ศ.2552

KMITL-2009-AG-M-021-032

THE INHERITANCE OF SOME CHARACTERS IN THREE YARD LONG BEAN
CULTIVARS.



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา 2009
อย่างไรก็ตามขอสงวนสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้

KMITL-2009-AG-M-021-032



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์ในเนื้อหาใช้สงวนลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะใน
ถั่วฝักยาว 3 สายพันธุ์

นักศึกษา

ว่าที่ร้อยตรีวิฑูรย์ แพรขาว

รหัสประจำตัว

50065306

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา

พืชสวน

พ.ศ.

2552

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.สมภาพ ฐิตะวสันต์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ได้แก่ วันออกดอก ความยาวฝักสด น้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม ได้แก่ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วแม่ (P_1) พ่อ (P_2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับแม่ (BC_1) และลูกผสมกลับพ่อ (BC_2) เพื่อศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ปรากฏผลว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวก มีบทบาทมากต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว และแสดงผลชัดเจนในทุกคู่ผสม ในลักษณะวันออกดอก ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และน้ำหนักฝักสด ยกเว้น ผลผลิตสดต่อต้นที่พบเพียง 3 คู่ผสมจากถั่วฝักยาวที่ใช้ศึกษา 5 คู่ผสม ขณะที่อิทธิพลของยีนแบบข่ม มีบทบาทน้อยกว่าอิทธิพลของยีนแบบผลบวก โดยลักษณะที่มีอิทธิพลของยีนแบบข่มปรากฏในทุกคู่ผสม คือ จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความสำคัญที่สุด และปรากฏในถั่วฝักยาวเกือบทุกคู่ผสมในลักษณะจำนวนฝักสดต่อต้นและน้ำหนักฝักสด ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญรองลงมา

การศึกษากาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น พบว่า จำนวนฝักสดต่อต้นมีการกระจายตัวมากที่สุด รองลงมา คือ น้ำหนักฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น ตามลำดับ ลักษณะที่แสดงค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง ได้แก่ จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น สำหรับลักษณะความยาวฝักสดและน้ำหนักฝักสด มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ

Thesis Title	The Inheritance of Some Characters in Three Yard Long Bean Cultivars.
Student	Acting Sub Lt. Witoon Phrairkhao
Student ID.	50065306
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sompop Thitavasanta
Thesis Co Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wirat Phuwiwat

ABSTRACT

The inheritances of some agronomic characters such as flowering, pod length, pod weight, pod number per plant and yield per plant in 5 hybrid crosses of yard long bean that were Red White KU. × Red KU., Red KU. × Red White KU., Red KU. × Nilmunkgon # 1, Red White KU. × Nilmunkgon # 1 and Nilmunkgon # 1 × Red White KU. Gene actions of each character were evaluated by generation mean analysis consisted of P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , Bc_1 and Bc_2 . Results showed that the additive gene action was important in all characters such as flowering, pod length, pod weight and pod number per plant except of yield per plant found that three crosses from five crosses. The dominant gene action was less important than additive gene. It was found that all crosses i.e. pod number per plant, pod weight and yield per plant. Whereas the epistatic gene action, additive × additive effect was found to be most important almost of crosses in pod number per plant and pod weight character. In the part of additive × dominance effect and dominance × dominance effect were less important than additive × additive effect respectively.

The genetic variation of yield characteristics such as pod weight, yield per plant and pod number per plant in three generations, the result showed that of pod number per plant were more variation than pod weight and yield per plant respectively. Pod number per plant and yield per plant were highly heritable while the pod length and pod weight were lowly heritable.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขปัญหาในด้านต่างๆ แก่ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชสวนทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาต่างๆ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ตลอดการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้ใช้สถานที่ทดลอง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมศักดิ์ แพรขาว และคุณแม่สุนีย์ แพรขาว และญาติพี่น้องที่รักและเคารพทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจให้ตลอดการศึกษา

วิฑูรย์ แพรขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	3
2.2 การปลูกและการปฏิบัติบำรุงรักษา.....	4
2.3 การผสมพันธุ์ตัวฝักยาว.....	7
2.4 การถ่ายทอดลักษณะต่อการแสดงออกของพืช.....	9
2.5 อัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ.....	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	15
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	15
3.2 สถานที่ทำการทดลอง.....	15
3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง.....	16
3.4 วิธีดำเนินการทดลอง.....	16
3.5 การบันทึกข้อมูล.....	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	20
4.1 ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสด ต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น.....	20
4.2 ศึกษาการทำงานของยีน ชั่ว P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2	22
4.3 ศึกษาอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม.....	33
บทที่ 5 วิจัยณ์ผลการทดลอง.....	37
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	40
บรรณานุกรม.....	42
ภาคผนวก.....	47
ภาคผนวก ก.....	48
ภาคผนวก ข.....	51
ประวัติผู้เขียน.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
4.1	แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น.....	20
4.2	แสดงความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น.....	21
4.3	แสดงปฏิริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมวันออกดอก ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	28
4.4	แสดงปฏิริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมความยาวฝักสด ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	29
4.5	แสดงปฏิริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมน้ำหนักฝักสด ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	30
4.6	แสดงปฏิริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมจำนวนฝักสดต่อต้น ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	31
4.7	แสดงปฏิริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมผลผลิตสดต่อต้น ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	32
4.8	แสดงอัตราการทำนายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากค่า analysis of variance....	36
ก 1	แสดงค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ ในลักษณะของวันออกดอก (วัน) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	48
ก 2	แสดงค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ ในลักษณะของความยาวฝักสด (เซนติเมตร) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	48
ก 3	แสดงค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ ในลักษณะของน้ำหนักฝักสด (กรัม) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	49
ก 4	แสดงค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ ในลักษณะของจำนวนฝักสดต่อต้น (ฝัก) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	49
ก 5	แสดงค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ ในลักษณะของผลผลิตสดต่อต้น (กิโลกรัม) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ข 1	เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 ระหว่าง เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1.....	52
ข 2	เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 ระหว่าง เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.....	53
ข 3	เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 ระหว่าง เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.....	54
ข 4	เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 ระหว่าง เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1.....	55
ข 5	เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 ระหว่าง นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย เป็นผักชนิดหนึ่งที่ชาวเอเชียนิยมบริโภคมากโดยเฉพาะชาวฮ่องกงและสิงคโปร์ นอกจากตลาดเอเชียแล้วตลาดต่างประเทศทางยุโรปซึ่งมีคนเอเชียอพยพเข้าไปอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก เช่น ฝรั่งเศส อังกฤษ และเยอรมัน ตลอดจนประเทศทางแถบตะวันออกกลางก็นับว่าเป็นตลาดที่ค่อนข้างจะมีความต้องการสูง ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคโดยปรุงอาหาร หรือบริโภคสดและมีการแปรรูปบรรจุกระป๋องและแช่แข็งส่งออกขายต่างประเทศ (กรมวิชาการเกษตร.2545) ถั่วฝักยาวจัดเป็นพืชผสมตัวเอง แต่จะมีการผสมข้ามได้บ้าง (เสถียร บุญฤทธิ์. 2530) ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง จากน้ำหนักผัก 100 กรัม มีโปรตีน 2.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.9 กรัม เส้นใย 1.9 กรัม แคลเซียม 43 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 50 มิลลิกรัม และวิตามินซี 12 มิลลิกรัม (กองโภชนาการ. 2550) จากสถิติกรมส่งเสริมการเกษตร (2547) พบว่าพื้นที่ผลิตถั่วฝักยาวทั้งประเทศมีพื้นที่ 114,840 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 162,556 ตัน ซึ่งในท้องตลาดพบว่ามีถั่วฝักยาวอยู่ 2 ลักษณะคือ ถั่วฝักยาวเล็ยและถั่วฝักยาวพุ่ม สำหรับในประเทศไทยนอกจากจะผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้วยังผลิตเพื่อการส่งออกทั้งในรูปแบบผลิตสดและแปรรูปบรรจุกระป๋องหรือแช่แข็ง ทำให้ความต้องการผลผลิตและเมล็ดพันธุ์มีเพิ่มมากขึ้น แต่ปัจจุบันการผลิตถั่วฝักยาวยังมีปัญหาอยู่หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาเรื่องโรคแมลง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการส่งออกของประเทศไทย อีกทั้งปัญหาด้านแรงงานและต้นทุนในการผลิต

จากสภาพปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวให้มีปริมาณและคุณภาพที่เพิ่มมากขึ้น โดยการนำวิธีการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว โดยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ (intervarietal hybridization) จะได้ลูกผสมชั่วแรกที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่ทุกกรณี เช่น ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น ผลผลิตสูงขึ้น ด้านทานโรคและแมลงได้ดี ให้ผลผลิตสูงและเร็วขึ้น ซึ่งการสร้างสายพันธุ์แท้ (inbred lines) ที่มีลักษณะดีตามต้องการมาผสมพันธุ์ เพื่อต้องการความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้เกิดขึ้นในประชากรและเปิดโอกาสให้มีการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ที่ต้องการ ตามวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ผสมตัวเองต่อไป ดังนั้นการศึกษากายภาพถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมขององค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะจึงเป็นสิ่งจำเป็น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะของยีนที่ควบคุมลักษณะทางคุณภาพ และลักษณะทางปริมาณบางลักษณะ

1.2.2 เพื่อเป็นข้อมูลทางพันธุกรรมพื้นฐาน ซึ่งนำไปสู่แนวทางในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วฝักยาวลูกผสมที่ดียิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของพันธุ์ถั่วฝักยาว 3 พันธุ์ 5 คู่ผสม 5 ชั่วรุ่น โดยศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้นรวมถึงการศึกษากายภาพของยีน อัตราการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ วันออกดอก น้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น ความยาวฝักสด และผลผลิตสดต่อต้น

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะที่สำคัญของถั่วฝักยาวจากพ่อแม่สู่ชั่วลูกหลาน

1.4.2 เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมพื้นฐาน ซึ่งนำไปสู่แนวทางในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วฝักยาวสายพันธุ์ใหม่ที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วฝักยาวเป็นพืชในวงศ์ Leguminosae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna unguiculata* var. *sesquipedalis* มีชื่อสามัญว่า yard long bean, asparagus bean, string bean มีจำนวนโครโมโซม $2n = 22$ (วไลลักษณ์ เลิศอนันต์ตระกูล. 2522 ; Barnard. 1969) ถั่วฝักยาวมีถิ่นกำเนิดแถบอัฟริกา ตะวันตกมีการปลูกนานมาแล้วกว่า 4,000 ปี ต่อมาได้กระจายไปยังอียิปต์ อาหรับ อินเดีย ปัจจุบันพบว่ากระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (Purseglove. 1977) ถั่วฝักยาวเป็นพืชฤดูเดียว (annual plant) สามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด ตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวที่ระบายน้ำได้ดี รากเป็นระบบรากแก้ว แต่รากแก้วสั้น ส่วนรากแขนงแผ่ไปตามผิวดินตื้นๆ กว้างประมาณ 12 นิ้ว รากฝอยอยู่ตื้นมาก รากมีปมเป็นที่อาศัยของแบคทีเรีย ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ทนต่อสภาพดินที่เป็นกรดอ่อนๆ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ 5.5-6.0 ถั่วฝักยาวมีลำต้นเป็นเถาเลื้อยพันตามค้างที่ปักตรงขึ้นไป ยาว 2-4 เมตร การพันค้างจะพันทวนเข็มนาฬิกา ฝักยาว 30-60 เซนติเมตร เมื่อฝักแก่จะพองและเหี่ยวย่น เมล็ดรูปไตอยู่ห่างกัน ใบถั่วฝักยาวเป็นแบบ trifoliolate compound leaf ประกอบด้วย 3 ใบย่อยแต่ใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) รูปใบเป็นแบบ ovate ถึง lanceolate ขอบใบโดยทั่วไปเรียบ บางครั้งก็เป็น lobe ปลายเป็นใบแหลม โคนก้านมีหูใบอยู่ 1 คู่ ใช้ในการจำแนกพืชตระกูลถั่วได้(อริยา คูโณทัย. 2523; ทศพร แจ่มจรัส. 2531) ดอกเป็นช่อแบบ raceme เกิดตามมุมใบใน 1 ช่อ มี 2 - 6 ดอก ก้านดอกย่อยสั้นมากทำให้ดอกซ้อนกันแน่นบริเวณปลายดอก (อริยา คูโณทัย. 2523) ดอกย่อยแต่ละดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศชนิดที่เรียกว่า papilionaceous type ดอกมีขนาด 2 - 2.5 เซนติเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบ มีหลายสีเช่น เหลือง ม่วง ม่วงอมเหลือง ขาวอมเหลือง ขาวอมม่วง กลีบดอกขนาดใหญ่มี 2 กลีบอยู่ชั้นนอก เรียกว่า standards กลีบดอกชั้นในเรียกว่า wings มีอยู่ 2 กลีบเช่นกัน แต่มีขนาดเล็กกว่า กลีบดอกชั้นในสุดหุ้มรอบเกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้เหมือนกรวยหรือหลอดเรียกว่า keel เกสรตัวผู้มี 10 อัน เป็นแบบ diadelphous เกสรตัวเมียมี 1 อัน ไข่เป็นแบบ superior ovary ภายในประกอบด้วย ovule จำนวนมาก เรียงตามความยาวของรังไข่แบบ parietal placentation (กมล เลิศรัตน์. 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การปลูกและการปฏิบัติบำรุงรักษา

การปลูกถั่วฝักยาว

การปลูกโดยการหยอดเมล็ด เมื่อเตรียมแปลงเรียบร้อยแล้วขุดหลุมลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 60-80 เซนติเมตร ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม /ไร่ หรือสูตร 13-13-21 อัตรา 20 กิโลกรัม /ไร่ ใส่รองก้นหลุม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน หยอดเมล็ดหลุมละ 3-4 เมล็ด แล้วกลบดินรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นประมาณ 7 วัน เมล็ดเริ่มงอกมีใบจริง 4 ใบ ถอนแยกเหลือไว้แต่ต้นที่สมบูรณ์ประมาณหลุมละ 2 ต้น

การปฏิบัติบำรุงรักษา

1. การให้น้ำ

ระยะเวลา 1-7 วัน ควรให้น้ำวันละ 1 ครั้ง เพื่อให้เมล็ดมีความชื้น ง่ายต่อการงอก

ระยะการเจริญเติบโต หลังจากการถอนแยกควรให้น้ำ 3 วัน / ครั้ง ระบบการให้น้ำ ควรใช้วิธีปล่อยน้ำเข้าห้องร่อง หรืออาจใช้การรดน้ำโดยตรง เช่น ใช้แครง เรือฉีดพ่นน้ำ

2. การใส่ปุ๋ยถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารในการสร้างดอก ปุ๋ยเคมีที่ใช้สูตร 15-15-15 ใช้กับดินเหนียว หรือสูตร 13-13-21 ใช้กับดินทราย การให้ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ

ระยะแรก ให้ปุ๋ยช่วงการเตรียมดินปลูก

ระยะที่ 2 อายุ 15 วัน ให้พร้อมกับการพรวนดิน โรยปุ๋ยรอบ ๆ ห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร ในอัตรา 30 กรัม /หลุม กลบดิน รดน้ำถ้าหากผู้ปลูกใส่ปุ๋ยคอกลงไปด้วยจะทำให้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ระยะที่ 3 อายุ 55 วัน หลังการเก็บผลผลิตครั้งแรก ให้ปุ๋ยรอบโคนต้นประมาณ 60 กรัม / หลุม ต่อจากนั้นก็ให้ปุ๋ยทุก ๆ 10 วัน

3. การกำจัดวัชพืช ควรกระทำหลังจากเมล็ดงอกแล้วประมาณ 10-15 วัน หรือก่อนที่จะปักไม้ค้ำ และในระยะที่ถั่วฝักยาวเริ่มออกดอก การกำจัดวัชพืชอาจกระทบกระเทือนส่งผลต่อการร่วงของดอกได้ ฉะนั้นผู้ปลูกควรระวังในการกำจัดวัชพืช

4. การทำค้ำ ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีลำต้นเลื้อยต้องอาศัยค้ำเกาะพยุงลำต้นให้เจริญเติบโต การทำค้ำนิยมใช้ไม้ลวกหรือไม้ไผ่ให้มีความยาว 2.5-3 เมตร หลุมละ 1 ค้ำ ให้ไม้ค้ำเฉียงเข้าหากกลางร่องเป็นคู่ ๆ และมัดปลายไว้ด้วยกัน แล้วใช้ไม้ไผ่พาดยึดคานด้านบนแต่ละคู่เพื่อให้แข็งแรง หลังจากถั่วฝักยาวมีอายุได้ 15-20 วัน ให้จับถั่วฝักยาวพันเลื้อยขึ้นค้ำในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา (วิเศษฐ คำสุวรรณ. 2551)

โรคสำคัญที่สร้างความเสียหายแก่ถั่วฝักยาว

โรคใบด่างหรือใบด่างเหลือง (mosaic or yellow mosaic)

เป็นโรคที่พบในบางแปลงบางพื้นที่ ซึ่งปรากฏอาการของโรคให้เห็น เมื่อปลูกถั่วฝักยาวไปได้สักระยะหนึ่ง เนื่องจากเป็นโรคที่สามารถถ่ายทอดทางเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นถ้านำเมล็ดพันธุ์ที่มีเชื้อติดอยู่ ไปปลูกในพื้นที่ใด ก็จะเป็นการนำโรคสู่พื้นที่นั้น ๆ ได้

ลักษณะอาการ จะปรากฏชัดในระยะที่ถั่วฝักยาวโตเกือบเต็มที่แล้ว โดยใบจะด่างเป็นสีเขียวอ่อนสลับเขียวเข้มหรือเขียวสลับเหลืองกระจายทั่วทั้งใบ บางครั้งอาจพบอาการต่างลายตามเส้นใบ ต้นถั่วฝักยาวที่เป็นโรคมักไม่ให้ผลผลิต

สาเหตุเกิดจาก เชื้อไวรัส cowpea aphid – borne mosaic virus (CAMV)

การแพร่ระบาด โดยมีเชื้อไวรัสติดมากับเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำไปปลูกในที่ต่าง ๆ ทำให้โรคระบาดไปในท้องถิ่นที่ไม่เคยพบโรคมาก่อนได้ เมื่อมีต้นเป็นโรคอยู่ในแปลงเพียง 1 – 2 ต้น โรคจะแพร่ระบาดไปทั่วแปลงอย่างรวดเร็วโดยการสัมผัสต้นเป็นโรค และโดยเพลี้ยอ่อนที่อยู่ในแปลงเป็นพาหะ

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค ถ้าในแปลงมีเพลี้ยอ่อน ซึ่งเป็นพาหะของโรคอยู่มาก โรคจะแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว และเสียหายมาก

โรคใบจุด (leaf spot)

เป็นโรคที่มักพบในแปลงถั่วฝักยาวที่มีความชื้นสูง ปลูกแน่นเกินไป หรือขาดการดูแลที่ดี

ลักษณะอาการ อาการของโรคจะปรากฏที่ใบตอนล่าง ๆ ที่อยู่ใกล้ผิวดินก่อน แล้วค่อย ลุกลามสู่

ส่วนบน โดยจะเกิดจุดสีน้ำตาลปนแดงเล็ก ๆ ที่ใบเป็นจำนวนมาก ต่อมาแผลจะขยายออกเป็นปื้นสีน้ำตาลแดง เมื่ออากาศชื้นจัดจะพบเชื้อราสาเหตุโรค เจริญปกคลุมอยู่ในบริเวณแผลทางด้านท้องใบ

ลักษณะเป็นปุยสีน้ำตาลเข้ม ใบที่เป็นโรคจะแห้งกรอบและร่วงในที่สุด ถ้า สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อโรคจะแพร่ระบาดอย่างรวดเร็ว ต้นถั่วฝักยาวที่เป็นโรคจะทรุดโทรมและผลผลิตต่ำ

สาเหตุเกิดจาก เชื้อรา *Cercospora cruenta*

การแพร่ระบาด โดยลม น้ำฝนหรือน้ำที่ใช้รดต้นพืช เชื้อติดไปกับปีกและขาของแมลง และสิ่งที่มาสัมผัส

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค ความชื้นในแปลงสูง เนื่องจากฝนตกชุก ให้น้ำมากเกินไป ให้น้ำตอนเย็นใกล้ค่ำ หรือปลูกถั่วฝักยาวแน่นเกินไป ทำให้แปลงทึบ การถ่ายเทอากาศไม่ดี ความชื้นในพุ่มใบสูง เป็นสภาพเหมาะต่อการเข้าทำลายพืช และการเกิดโรค

โรคราสนิม (rust)

เป็นโรคที่พบประปรายในแปลงปลูกถั่วฝักยาวทั่วไป แต่อาจเกิดการระบาดและสร้างความเสียหายอย่างมากได้ ถ้าพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ปลูกอยู่เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคและสภาพแวดล้อมในช่วงนั้นเหมาะต่อการเกิดโรค

ลักษณะอาการ เกิดตุ่มนูนเล็ก ๆ สีสนิมบนใบ ก้านใบ และฝัก ภายในตุ่มนูนจะเต็มไปด้วยสปอร์ของเชื้อราเมื่อเจริญเต็มที่จะดันให้ผิวพืชปริออก เห็นกลุ่มสปอร์สีน้ำตาลแดง เมื่อเกิดตุ่มแผลที่ก้านใบมาก ๆ จะทำให้ใบร่วง ต้นทรุดโทรม ถ้าโรคระบาดรุนแรงในระยะที่ถั่วฝักยาวกำลังออก ฝักและเกิดตุ่มแผลที่ฝักเป็นจำนวนมาก จะทำให้ฝักไหม้ ฝักและเมล็ดในฝักจะเสียหายมาก

สาเหตุเกิดจาก เชื้อรา *Uromyces phaseoli* var. *vignae*

การแพร่ระบาด สปอร์ของเชื้อราแพร่กระจายไปทั่วแปลง โดยลม หยดน้ำฝนที่ตกกระทบ หรืออาจติดไปกับปีกและขาของแมลงเมื่อตกลงบนพืชที่อ่อนแอต่อโรค ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดการติดเชื้อและเกิดตุ่มแผลใหม่ได้เป็นจำนวนมาก

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค อุณหภูมิและความชื้นในแปลงสูง เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การสร้างสปอร์ และการเข้าทำลายพืช การเว้นระยะปลูกไม่เหมาะสม ปลูกถี่เกินไปหรือปล่อยให้วัชพืชขึ้นรก จะทำให้ความชื้นในแปลงสูง เกิดโรคได้ดีเช่นกัน ดังนั้นจึงพบโรคระบาดมากในช่วงฤดูฝน ระยะที่ฝนตกชุก (ศศิธร วุฒิวณิชย์, 2549)

โรคโคนเน่าและรากเน่า (root rot)

อาการ โคนต้นระดับดินและรากเน่าเป็นสีน้ำตาล เหง้าเหี่ยววาย รอบโคนต้นมีเส้นใยราสีขาวคล้ายเส้นด้าย และมีเม็ดราเป็นก้อนสีขาว สีน้ำตาลอ่อน และสีน้ำตาลแก่ขึ้นปะปนแทรกอยู่ในดิน

เอกสารนี้เป็นสาเหตุเกิดจาก เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด โรคภัยอดหนัก ห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ ยอดเหลืองต่าง และแตกยอดอ่อนเป็นกระจุก ต้นตั้งชะงักการเจริญเติบโตไม่ผลิดอก ออกผลต่อไป

สาเหตุเกิดจาก เชื้อไวรัสชนิดหนึ่ง

โรคใบหยักเป็นคลื่น

อาการ ใบอ่อนที่ยอดโค้งงอ และเนื้อใบเป็นคลื่น ทำให้ยอดหงิกชะงักการเจริญเติบโต ใบแข็ง กรอบกว่าปกติ ยอดแห้งและดอกร่วง

สาเหตุเกิดจาก ศัตรูจำพวกไรขาว และเพลี้ยไฟ

แมลงศัตรูพืชที่สำคัญ

เพลี้ยอ่อน

อาการ ใบ ดอก และลำต้น มีตัวอ่อนของเพลี้ยอ่อนเกาะติดอยู่เป็นกลุ่มสีเทาดำ ทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต

สาเหตุเกิดจาก เพลี้ยอ่อนศัตรูจำพวกปากดูดชนิดหนึ่ง ซึ่งมีมดเป็นตัวนำพามา หนอนเจาะต้นและฝักอ่อน

อาการ ตามเถาถั่วมีแผลบวมพอง และปริแตกออกเป็นสีน้ำตาล ทำให้ใบ กิ่ง เหนียงตายและเถา ถั่วไม่เจริญเติบโต ฝักถั่วมีรูเจาะทำให้ฝักงอและบิดเบี้ยว ถ้าฉีกเนื้อเยื่อบริเวณแผลจะพบหนอน

สาเหตุเกิดจาก ศัตรูจำพวกหนอน (อนงค์ จันทศรีกุล, 2546)

2.3 การผสมพันธุ์ถั่วฝักยาว

ถั่วฝักยาวจัดอยู่ในกลุ่มพืชผสมตัวเอง จะผสมเสร็จก่อนที่ดอกจะบาน แต่ก็มีโอกาสที่จะเกิดการผสมข้ามได้ 6 เปอร์เซ็นต์ (ปราโมทย์ พรสุริยา, 2537) ส่วนมากสาเหตุเกิดจากแมลงเป็นส่วนใหญ่

การปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมพันธุ์ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและประหยัด โดยมีขั้นตอนดังนี้ (รัตนา สันทัตพานิช, 2530)

1. การกำจัดเกสรตัวผู้ (emasculatation)

เมื่อต้นถั่วฝักยาวออกดอกจะทำการผสมข้ามพันธุ์ โดยจะทำการกำจัดเกสรตัวผู้ในช่วงเวลา 15.00 – 19.00 น. โดยเลือกดอกขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร ซึ่งจะเป็นดอกตูมที่แก่เต็มที่พร้อมที่จะบานในวันรุ่งขึ้น ใช้ปากคีบปลายแหลมซึ่งฆ่าเชื้อแล้วด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 % แล้วค่อยๆกรีดกลีบ

ดอกตรงส่วนที่เรียกว่า standard ออก แยกส่วน standard และ wing ออกทั้งสองด้าน แต่ต้องไม่ทำลายทั้ง standard และ wing จะเห็น keel จากนั้นใช้ปากคีบกรีดและแยก keel ออก จะพบเกสรตัวผู้ทั้ง 10 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน ใช้ปากคีบดึงอับละของเกสรตัวผู้ออกให้หมดแล้วจึงหุ้มส่วนกลีบดอกไว้ตามเดิม ลักษณะที่ได้จะคล้ายดอกปกติ ใน 1 ช่อ จะใช้ดอกเพียง 1-2 ดอก เท่านั้น แล้วใช้ถุงกระดาษคลุมดอกที่ทำการดึงอับละของเกสรตัวผู้ออกแล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเกสรตัวผู้อื่นๆ ที่อาจเกิดก่อนการถ่ายละของเกสรตัวผู้

2. การถ่ายละของเกสรตัวผู้ (pollination)

การถ่ายละของเกสรตัวผู้จะทำในตอนเช้าวันรุ่งขึ้นจากวันที่ทำการดึงอับละของเกสรตัวผู้ออก ในระหว่างเวลา 6.00 – 8.00 น. โดยเด็ดดอกที่บ้านแล้วจากต้นพ่อ ดึงกลีบดอกออกทุกชั้นเหลือเฉพาะเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ซึ่งมีละของเกสรตัวผู้ติดอยู่เต็ม นำมาป้ายบนส่วน stigma ของดอกที่ได้ดึงเกสรตัวผู้ออกแล้วในต้นแม่ พยายามให้ละของเกสรตัวผู้ติดให้มากที่สุด หลังการถ่ายละของเกสรแล้ว ให้ติดป้ายเขียนบอกคู่ผสมไว้แล้วใช้ถุงกระดาษคลุมดอก

การใช้เกสรตัวผู้จากดอกที่บ้านในวันที่ยผสมในต้นพ่อนั้นจะสิ้นเปลืองดอกมาก เนื่องจาก 1 ดอก จะผสมได้เพียง 2-3 ดอก เท่านั้น ในกรณีที่ดอกในต้นพ่อนั้นน้อย แต่ดอกในต้นแม่ที่ถูกกำจัดเกสรตัวผู้ออกแล้วมีมาก เกสรตัวผู้ที่จะนำมาผสมในวันรุ่งขึ้นก็จะไม่พอดังนั้นจึงใช้วิธีการเก็บเกสรตัวผู้ โดยเด็ดดอกตูมที่พร้อมจะบานในวันรุ่งขึ้นมาดึงเอาแต่อับละของเกสรตัวผู้ไว้ ทำวิธีเดียวกับการกำจัดเกสรตัวผู้ ต่างกันที่ว่าจะไม่ดึงอับละของเกสรตัวผู้ทิ้งไป แต่จะเก็บใส่ขวดเล็กๆ แล้วเอาฝาปิด พอกลางคืนจะเปิดฝาแล้วใช้สำลีปิดปากขวดแทน แล้วเอาไปอังไคโมไฟอ่อนๆ เพื่อให้อับละของเกสรตัวผู้แห้งแล้วปล่อยให้เกสรตัวผู้ออกมา ตั้งทิ้งไว้สัก 1 ชั่วโมง ก็จะได้ละของเกสรตัวผู้ฟุ้งเต็มอับละของเกสร เมื่อจะทำการผสมดอกก็จะใช้พู่กันแตะเอาเกสรในขวดเกสรตัวผู้จะติดที่ปลายพู่กันขึ้นมาในปริมาณที่มาก แล้วเอาไปป้ายบนส่วน stigma ให้ทั่ว ติดป้ายบอกคู่ผสม คลุมกระดาษ เสร็จวิธีทำ หลังการผสม 1 วัน ให้ถอดถุงกระดาษคลุมออก ถ้าผสมไม่ติดดอกจะร่วงไป แต่ถ้าผสมติดจะเห็นฝักอ่อนสีเขียวเกิดขึ้น (รัตนา สันทัดพานิช. 2530)

ฐะปะณี จันทร์เจิด (2527) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว ที่เก็บเกี่ยวที่อายุต่างๆกัน ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับ การหาช่วงวันที่เหมาะสมในการให้ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวที่สูงจากการเก็บเกี่ยวที่อายุ 12, 14, 16, 18 หลังดอกบานในการนำไปใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ต่อไป สรุปได้ว่า ที่อายุการเก็บเกี่ยว 16 วัน หลังดอกบานให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่สูงกว่าที่อายุต่างๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะฝักสดของถั่วฝักยาวเพื่อเป็นการค้า นั้น จะทำการเก็บเมื่อเมล็ดในฝักมีการพัฒนาไปแล้วบางส่วน แต่ยังไม่พอง ฝักอวบ เรียวเป็นเส้นตรง และยาวพอสมควร ฝักมีสีสม่ำเสมอ ตลอดฝัก ผิวเรียบไม่ขรุขระหรือย่น ปลายฝักไม่ลีบและฝักไม่ถูกหนอนเจาะ (รัชนี ธรรมมงคล. 2524) คุณภาพที่ดีนั้นควรเก็บเมื่ออายุ 6 – 8 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะมีขนาดและน้ำหนักดี ปริมาณโปรตีน วิตามินซี และน้ำตาลอยู่ในระดับที่สูง ปริมาณเส้นใยรวมน้อย เนื้อแน่น (อรนุช เพิ่มสัจย์. 2521)

2.4 การถ่ายทอดลักษณะต่อการแสดงออกของพืช

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์ (2519) ได้แบ่งการถ่ายทอดลักษณะแต่ละลักษณะ จากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การถ่ายทอดลักษณะทางคุณภาพ (qualitative inheritance) คือ ลักษณะที่ควบคุมด้วยหน่วยควบคุมหรือยีนเพียง 1 คู่ (single gene) หรือยีนน้อยคู่ ยีนแต่ละคู่มีความสามารถที่จะแสดงลักษณะที่ควบคุมอยู่ออกมาได้อย่างเด่นชัด (major gene) ลักษณะการกระจายตัวของรุ่นลูกสามารถที่จะแยกออกได้เป็นกลุ่มชัดเจน คือ มีการกระจายตัวอย่างเป็นกลุ่มหรือไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variation) สภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ได้น้อย

2. การถ่ายทอดลักษณะทางปริมาณ (quantitative inheritance) คือลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ แต่ละคู่มีผลต่อการแสดงออกต่อลักษณะนั้นได้น้อย (minor gene) ลักษณะการกระจายตัวของรุ่นลูกเป็นแบบต่อเนื่อง (continuous variation) ไม่สามารถจะแบ่งกลุ่มได้อย่างชัดเจนและสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้มาก

การทำงานหรือการแสดงออกของยีน แบ่งเป็น

1. การทำงานร่วมกันของยีนในตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งมีปฏิกิริยาของยีนดังนี้ คือ

1.1 แบบผลบวก (additive gene action) คือ ลักษณะที่แสดงออกจะขึ้นอยู่กับจำนวนยีนที่ช่วยเสริมลักษณะนั้นๆ และยีนเด่นแต่ละตัวจะเพิ่มหรือลดค่าได้เท่าๆกัน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปเฮเทอโรไซโกต (heterozygote) หรือโฮโมไซโกต (homozygote)

1.2 แบบข่ม (dominant gene action) คือ ยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่ง อาจเป็นการข่มสมบูรณ์ ไม่สมบูรณ์ หรือข่มเกินก็ได้โดยที่

1.2.1 การข่มสมบูรณ์ (complete dominance) หมายถึง ปฏิกิริยาของยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากท่านนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 การข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) หมายถึง ปฏิกริยาของยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างไม่สมบูรณ์

1.2.3 การข่มเกิน (over dominance) เป็นปฏิกริยาการทำงานร่วมกันของยีนภายในตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ลักษณะของเฮเทอโรไซโกต แสดงออกได้มากกว่าโฮโมไซโกต

2. การทำงานร่วมกันของยีนต่างตำแหน่ง ซึ่งมีปฏิกริยาการทำงานของยีน ดังนี้

2.1 แบบผลบวก เป็นผลบวกระหว่างยีนคนละตำแหน่งที่ควบคุมลักษณะเดียวกันยีนหลาย ๆ คู่ที่ควบคุมลักษณะเดียวกัน ในแบบผลบวก เรียกว่า multiple factors ยีนแต่ละคู่จะทำงานเป็นอิสระ การแสดงออกของยีนตัวหนึ่งไม่ขึ้นอยู่กับว่ามียีนตัวอื่นๆอยู่หรือไม่

2.2 แบบข่ม เกิดขึ้นกับลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ พืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปฏิกริยาในระหว่างกลุ่มของยีนที่แสดงลักษณะนั้นๆ และสภาพแวดล้อมกลุ่มของยีนย่อยที่ควบคุมลักษณะเหล่านี้คือ poly gene สภาพแวดล้อมมีผลอย่างมากต่อการแสดงออกของยีน นอกจากนี้ยีนบางพวกที่แสดงลักษณะข่มการแสดงออกของยีนบนตำแหน่งอื่นๆ ซึ่งการแสดงออกของยีนอื่นๆ ทั้งในทางที่ดีหรือเลวลง จะเรียกว่า ยีนประยุกต์ (modifying gene) มักเป็นกลุ่มของยีนย่อย

ข้อสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืช คือ นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า ยีนแต่ละตัวเมื่อไปอยู่ในพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน อาจแสดงออกมาได้ไม่เหมือนกัน การถ่ายทอดลักษณะใดลักษณะหนึ่งไปหาสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอาจมีความจำเป็น เพื่อหวังผลที่ดีที่สุดที่ควรจะได้รับ (กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546)

สิริกุล วะสี (2524) ได้ทำการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะของมะละกอ ซึ่งจากการศึกษามะละกอ พันธุ์ Line solo และพันธุ์โกโก้ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อพบ ว่า น้ำหนักผล รูปร่างผล ความหนาเนื้อ และปริมาณของแข็งทั้งหมดมีลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนที่ทำงานแบบผลบวกเป็นส่วนใหญ่

จรัสศรี นวลศรี (2527) ได้ทำการทดลองในลักษณะเดียวกัน โดยทำการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือจาน จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อ พ่อแม่ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 ปรากฏว่า การทำงานของยีนแบบผลบวก มีความสำคัญต่อทุกลักษณะ คือ ความสูง ลักษณะผล วันออกดอก น้ำหนักผล และจำนวนผลต่อต้น ยกเว้น ผลผลิตต่อต้น มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบข่มกับแบบไม่ข่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ (2529) กล่าวถึง การปรับปรุงพันธุ์พืช คือ การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆของพืช เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าพันธุ์เดิม เช่น ให้ผลผลิตสูง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ลำต้นแข็งแรง ด้านทานโรค

กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์ (2530) ได้รายงานการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (generation mean analysis) ในฝ้าย คือ พ่อแม่ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 ในการศึกษาปฏิกิริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ปรากฏว่าการทำงานของยีนแบบผลบวก หรือปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวก \times ผลบวก มีความสำคัญในลักษณะขนาดสมอ เปอร์เซ็นต์ปุ๋ย และคุณภาพเส้นใยมากที่สุด ส่วนลักษณะผลผลิตทั้งเมล็ดต่อต้น จำนวนสมอต่อต้น และความสูง จะมีการทำงานของยีนแบบไม่เป็นผลบวก ซึ่งทั้งแบบข่มและยีนต่างตำแหน่ง

दनัย สุภาพาร (2530) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การศึกษาปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ในบางลักษณะของถั่วพุ่ม จำนวน 27 พันธุ์ ที่นำมาจากต่างประเทศ สรุปผลได้ว่า สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความแตกต่างกันมาก ปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกในทุกลักษณะที่ศึกษา ความแปรปรวนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมมีค่าสูงมากในทุกลักษณะ ยกเว้นความยาวฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ความเสถียรภาพของพันธุ์ในลักษณะต่างๆ พบว่าพันธุ์ TVX 4677-88E เป็นพันธุ์ที่เสถียรภาพดีที่สุดในลักษณะผลผลิต และจำนวนฝักต่อต้น

อนุสรา แสนสุทธิ (2544) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือเทศ พบว่า การทำงานของยีนแบบผลบวกและแบบข่มมีอิทธิพลต่อการควบคุมลักษณะขนาดผลและน้ำหนักสดต่อผล ขณะที่การทำงานของยีนแบบข่มมีอิทธิพลต่อการควบคุมลักษณะจำนวนผลต่อต้นและผลผลิตต่อต้น

วรภรณ์ ทองพันธ์ (2545) ได้ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า ลักษณะอายุการออกดอก และจำนวนฝักต่อต้น ถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ และมีลักษณะการข่มเป็นแบบ partial dominance

อรวิณิณี ชูศรี (2546) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือเทศ 5 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะน้ำหนักต่อผล มีการแสดงออกของยีนแบบผลบวก (additive gene action) ส่วนผลผลิตต่อต้นมีการแสดงออกของยีนแบบข่ม (dominance gene action) ในทุกคู่ผสม นอกจากนั้นยังพบว่าลูกผสมแต่ละคู่มีการแสดงออกของยีนแบบข่มข้ามคู่ (epistasis) แตกต่างกันในแต่ละลักษณะ

ชานนท์ ลากจิตร (2549) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วฝักยาว 6 สายพันธุ์ พบว่า มีการแสดงออกของยีนแบบ additive effects ในลักษณะความยาวฝัก ส่วนการแสดงออก

ของยีนแบบ dominance effects มีการแสดงออกของยีนที่เหมือนกันในลักษณะคือ ความยาวฝักการก้ำ
ไม่ว่ากรณีความกว้างฝักทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Krarpur and Davis (1970) ศึกษาถั่วลิสงเตา พบว่า จำนวนฝักต่อต้นเป็นการทำงานของยีนแบบผลบวก มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของเมล็ด ลูกผสมชั่วที่ 1 มีเฮตเทอโรซิสเพียง 31.92 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ ทั้งนี้เนื่องจากมีอิทธิพลของยีนต่างตำแหน่ง ลูกผสมชั่วที่ 2 มีค่าอัตราพันธุกรรม 41 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีอิทธิพลเนื่องจากต้นแม่ แต่การศึกษาของ Koranne and Singh (1974) พบว่า ในถั่วลิสงเตามีการทำงานของยีนเป็นแบบซ่ม มีเฮตเทอโรซิส ในลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าอัตราพันธุกรรม 64.59 เปอร์เซ็นต์ โดยมียีนเด่นกระจายมากกว่ายีนด้อย

Mak and Yap (1980) ได้ทำการศึกษาในถั่วฝักยาว 7 พันธุ์ ที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง 3 พันธุ์ ในประเทศมาเลเซีย ที่เหลือเป็นพันธุ์ต่างประเทศที่ทำการผสมแบบพบกันหมดพบว่า การแสดงออกของยีนแบบ additive effects มีอิทธิพลต่อการควบคุมลักษณะน้ำหนักเมล็ดและความยาวฝัก ส่วนการแสดงออกของยีนแบบ dominance effects มีอิทธิพลในการควบคุมลักษณะ ปริมาณโปรตีน จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก

Drabo *et al.* (1985) ได้ทำการศึกษาในถั่วพุ่ม พบว่า มีการแสดงออกของยีนแบบ additive effects มีอิทธิพลในการควบคุมลักษณะขนาดเมล็ด การแสดงออกของยีนแบบ additive effects และ dominance effects มีอิทธิพลในการควบคุมลักษณะจำนวนเมล็ดต่อฝัก นอกจากนี้ยังพบว่าการแสดงออกของยีนแบบ epistasis ร่วมด้วย

Khattak *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาในลูกผสมถั่วเขียว โดยทำการทดสอบ 2 ฤดูกาลพบว่า การแสดงออกของยีนแบบ additive effects และ dominance effects มีอิทธิพลควบคุมการแสดงออกของยีนในลักษณะผลผลิตเมล็ดพันธุ์ และน้ำหนัก 1000 เมล็ด ส่วนการแสดงออกของยีนแบบ epistasis มีอิทธิพลในการควบคุมการแสดงออกของยีนในลักษณะจำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก ทั้ง 2 ฤดูกาล โดยมีการแสดงออกของยีนแบบ additive \times additive effects, additive \times dominance effects และ dominance \times dominance effects

Rohman *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาในถั่วเขียว พบว่า การแสดงออกของยีนแบบ additive effects มีอิทธิพลต่อวันออกดอก

2.5 อัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ (heritability)

อัตราพันธุกรรมของความแปรปรวนซึ่งเป็นส่วนที่สืบเนื่องมาจากยีน อัตราพันธุกรรมเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าลักษณะต่างๆ เกิดจากยีนและสภาพแวดล้อมเท่าไร และยังเป็นตัวบ่งชี้ว่าลักษณะที่ปรากฏนั้นไม่ว่ากรรมพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานในอัตราส่วนเท่าใด คือ มีลูกหลานกี่เปอร์เซ็นต์ที่มีลักษณะเหมือนพ่อ

แม้ ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำ ก็แสดงว่ายีนมีอิทธิพลต่อลักษณะนั้นน้อยมาก และความแปรปรวนที่สังเกตได้จะเนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2525)

วิทยา บัวเจริญ (2527) ได้กล่าวว่า การคัดเลือกพืชจะได้ผลดีถ้าหากความแตกต่างของพืชส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม และส่วนน้อยเนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากความแตกต่างของพืชในกลุ่มส่วนใหญ่มีผลเนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และส่วนน้อยเนื่องมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม การคัดเลือกจะไม่ได้ผล

heritability หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง genotypic variance (Q_G^2) กับ phenotypic variance (Q_P^2)

$$H = \frac{Q_G^2}{Q_P^2}$$

ค่า Q_G^2 เป็นค่า variance ซึ่งเกิดจาก gene action ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ additive กับ non-additive

ค่า Q_P^2 เป็นค่า variance ที่ประกอบด้วยค่า variance เนื่องจาก genotype (Q_G^2) และค่า variance เนื่องจาก environment (Q_E^2)

การประมาณค่า heritability โดยวิธี analysis of variance

การวิเคราะห์ analysis of variance สามารถทำได้หลายวิธีโดยแต่ละวิธีจะมีการวิเคราะห์ต่าง ๆ กัน การเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับลักษณะของ gene action และสภาพแวดล้อมในขณะทำการทดลอง

1. การประมาณค่า heritability (H) จากค่า variance ของพ่อ (V_{P_1}) แม่ (V_{P_2}) ลูกผสมชั่วที่ 1 (V_{F_1}) และ 2 (V_{F_2}) ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมปริมาณ เป็นที่ทราบกันแล้วว่าความแตกต่างในระหว่างหมู่ของต้นพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมระหว่าง homozygous parents จะมีผลเนื่องมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม สำหรับความแตกต่างในระหว่างหมู่ของลูกผสมชั่วที่ 2 จะมีผลเนื่องมาจากความแตกต่างในด้านพันธุกรรมและอิทธิพลของสภาพแวดล้อม

2. การประมาณค่า H โดยวิธีของ Mahmud and Kramer (1951) ได้ประมาณค่า H ของผลผลิต ความสูง และอายุเก็บเกี่ยวของถั่วเหลือง โดยใช้ค่า variance จากพ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 2 การวางแผนจะใช้แผนการทดลองแบบไหนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของลักษณะต่าง ๆ ที่จะมีผลเข้ามาเกี่ยวข้องกับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

3. การประมาณค่า H โดยวิธีของ Warner Method (1952) ได้ประมาณค่า H ของพืชจากค่า variance ของ ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2), ลูกผสมกลับแม่ (Bc_1) และลูกผสมกลับพ่อ (Bc_2) สำหรับแผนการทดลองตลอดจนวิธีการต่าง ๆ เหมือนกันกับวิธีของ Mahmud and Kramer สำหรับการประมาณค่า H โดยวิธีนี้สามารถแยก effects ของ additive กับ dominance ออกจากกันได้ (วิทยา บัวเจริญ, 2527)

สมจินตนา นิลพันธุ์ (2529) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆของถั่วเหลือง พบว่า ความสูงตอนเก็บเกี่ยว อายุการออกดอก และน้ำหนัก 200 เมล็ด มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนกิ่ง อายุการเก็บเกี่ยว มีอัตราพันธุกรรมปานกลาง และผลผลิตต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก มีอัตราพันธุกรรมต่ำ

รัตนา สันทัดพานิช (2530) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในถั่วฝักยาว พบว่าอัตราพันธุกรรมมีค่าค่อนข้างสูงในลักษณะน้ำหนักฝักสดและความยาวฝักสด สำหรับวันออกดอก จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น ค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว 5 ชั่วรุ่น ได้แก่

- พันธุ์ชั่วพ่อแม่ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และ พันธุ์เมล็ดแดง มก.

- สายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 จากการผสมของพันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก.

- สายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมตัวเองของสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ของทั้ง 5 คู่ผสม คือ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก.

- สายพันธุ์ลูกผสมกลับแม่ จากการนำลูกผสมชั่วที่ 1 ผสมกับพันธุ์แม่ ของทั้ง 5 คู่ผสม

- สายพันธุ์ลูกผสมกลับพ่อ จากการนำลูกผสมชั่วที่ 1 ผสมกับพันธุ์พ่อ ของทั้ง 5 คู่ผสม

2. สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

3. ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

4. เครื่องมือสำหรับปลูกและดูแลรักษาถั่วฝักยาว ได้แก่ จอบ บัวรดน้ำ เครื่องพ่นยา ไม้หลัก เชือกฟาง มีด ตลับเมตร กิโลชั่งน้ำหนัก

5. อุปกรณ์สำหรับผสมเกสร ได้แก่ forcep ป้ายบอกคู่ผสม สำลี

6. อุปกรณ์สำหรับจับบันทึก ได้แก่ สมุด ปากกา ดินสอ ยางลบ ไม้บรรทัด

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็น ปลูกถั่วฝักยาวที่แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน สังกัดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือน มิถุนายน 2550 – กุมภาพันธ์ 2552

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 ทำการทดลองในแปลงของภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้ง 3 ฤดูปลูก โดยฤดูปลูกที่ 1 นำเมล็ดพันธุ์พ่อแม่และแม่ 3 สายพันธุ์ ปลูกพันธุ์ละ 10 ต้น ให้พันธุ์ที่ผสมกันอยู่ในแถวติดกัน

3.4.2 การเตรียมแปลงปลูก โดยทำการไถพรวนดิน ยกร่อง โดยให้แต่ละร่องห่างกัน 1 เมตร ใส่ปุ๋ยคอกในอัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 16-16-16 ในอัตราส่วน 50 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมคลุกเคล้าเข้ากับดินขณะเตรียมแปลง

3.4.3 การปลูกและการปฏิบัติบำรุงดูแลรักษา ทำการหยอดเมล็ดลงในแปลงปลูก หลุมละ 3-5 เมล็ด โดยให้แต่ละหลุมห่างกันประมาณ 1 เมตร ระยะระหว่างแถวห่างกัน 1 เมตร กลบเมล็ด และรดน้ำให้ชุ่ม เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 7 วัน ทำการถอนแยกเอาต้นกล้าที่อ่อนแอออกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) หลุมละประมาณ 5 กรัม สำหรับต้นถั่วฝักยาวเริ่มทำค้างเมื่ออายุประมาณ 15-20 วัน โดยทำค้างแบบปักตั้งฉาก 90 องศา กับพื้นดินให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ กำจัดวัชพืชและศัตรูพืชตามความเหมาะสม

3.4.4 การคัดเลือก คัดเลือกฝักที่สมบูรณ์ไว้ เมื่อฝักแห้งแล้วให้ทำการเก็บเมล็ดจะได้ลูกผสมชั่วที่ 1

3.4.5 ฤดูปลูกที่ 2 นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกพร้อมกับพันธุ์พ่อแม่ โดยปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 เป็นแถวแทรกระหว่างพันธุ์พ่อแม่ของตัวเอง เพื่อสะดวกในการทำงานด้านการผสม และเมื่อต้นถั่วฝักยาวออกดอกจะทำการผสมตัวเองในต้นลูกผสมชั่วที่ 1 โดยใช้ถุงกระดาษช่วยคลุมจะได้ลูกผสมชั่วที่ 2 และพร้อมกับทำการผสมกลับไปยังต้นแม่และต้นพ่อ โดยใช้ละอองเกสรจากลูกผสมชั่วที่ 1 และจะได้ลูกผสมกลับแม่และลูกผสมกลับพ่อ

3.4.6 ฤดูปลูกที่ 3 นำเมล็ดพันธุ์ P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 ของทุกคู่ผสม ไปแยกปลูกแบ่งออกได้เป็น 6 คู่ผสม แต่ละคู่ผสมประกอบด้วยประชากร ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 พันธุ์แม่ (P_1) ปลูก 20 ต้น
 พันธุ์พ่อ (P_2) ปลูก 20 ต้น
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)	ปลูก 40 ต้น
ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2)	ปลูก 80 ต้น
ลูกผสมกลับแม่ (Bc_1)	ปลูก 60 ต้น
ลูกผสมกลับพ่อ (Bc_2)	ปลูก 60 ต้น

ดังนั้นการทดลองจะได้จำนวนต้นที่เก็บข้อมูลทั้งสิ้น 280 ต้น โดยทำการปลูกแบบสุ่มตลอด และใช้ระยะปลูก 75×75 ตารางเซนติเมตร บั๊กค้างเดียว เก็บข้อมูลแยกต้น

3.5 การบันทึกข้อมูล

3.5.1 การเก็บข้อมูลในแปลง

1. วันออกดอก นับตั้งแต่วันงอกถึงวันดอกแรกบาน (วัน)
2. น้ำหนักฝักสด (กรัม) เก็บฝักสดขนาดกำลังทาน หลังดอกบาน 8–10 วัน
3. จำนวนฝักสดต่อต้น เก็บภายในระยะเวลา 30 วันหลังจากเก็บฝักแรกของต้น
4. ความยาวฝักสด (เซนติเมตร) สุ่มวัด 20 ฝักต่อต้น
5. ผลผลิตสดต่อต้น (กิโลกรัม) เก็บฝักสดซึ่งทุกวันภายในระยะเวลา 30 วัน หลังจากเก็บฝักแรกของต้น

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.2.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้
การหาค่าเฉลี่ย (mean: \bar{X}) คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)}{N}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ศึกษา

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ คือ ค่าของข้อมูลที่ศึกษาแต่ละค่า

N คือ จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแปรปรวน (variance: V) คือ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้นยกกำลังสอง เป็นค่าที่บ่งบอกถึงค่าของข้อมูลนั้นมีการกระจายตัวออกจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงไร คำนวณจากสูตร

$$V = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

เมื่อ V คือ ความแปรปรวนหรือการกระจายตัวของข้อมูลนั้นๆ

X_i คือ ค่าของข้อมูลที่ศึกษาแต่ละค่า ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) คือ รากที่สองของความแปรปรวน เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูล 2 กลุ่มที่มีความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งวัดโดยลักษณะปริมาณเดียวกัน คำนวณจากสูตร

$$\begin{aligned} SD &= \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 / N}{N - 1}} \\ &= \sqrt{V} \end{aligned}$$

3.5.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการทำงานของยีน ข้าว P_1, P_2, F_1, F_2, Bc_1 และ Bc_2 โดยทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้าว (generation mean analysis) เพื่อหาอิทธิพลแบบต่างๆของยีนตามวิธีของ Hayman (1958) ดังนี้

$$m = 1/2P_1 + 1/2P_2 + 4F_2 - 2Bc_1 - 2Bc_2$$

$$d = 1/2P_1 - 1/2P_2$$

$$h = -3/2P_1 - 3/2P_2 - F_1 - 8F_2 + 6Bc_1 + 6Bc_2$$

$$i = -4F_2 + 2Bc_1 + 2Bc_2$$

$$j = -P_1 + P_2 + 2Bc_1 - 2Bc_2$$

$$l = P_1 + P_2 + 2F_1 + 4F_2 - 4Bc_1 - 4Bc_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ เมื่อ m คือ ค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominant ไม่ว่าจะ dominance อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d คือ อิทธิพลของยีนแบบผลบวก (additive gene effects)

h คือ อิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominance gene effects)

i คือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก (additive × additive gene effects)

j คือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม (additive × dominance gene effects)

l คือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม (dominance × dominance gene effects)

P_1 P_2 F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2 คือ ค่าเฉลี่ยของชั่วแม่ พ่อ ลูกผสมชั่วที่ 1 2 และลูกผสมกลับไปยังแม่และพ่อ

การทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลของยีนที่ได้ ใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของค่าประเมินนั้นๆว่าแตกต่างจากค่าศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยการตรวจสอบค่า t คือ

$$t = \frac{X}{S_x}$$

เมื่อ x คือ ปฏิกริยาของยีนแบบต่างๆ

S_x คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประเมินของปฏิกริยา

3.5.2.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (heritability: H) จากค่า analysis of variance โดยใช้ค่า variance ของ P_1 P_2 และ F_2 ตามวิธีของ Mahmud and Kramer (1951)

$$H = \frac{V_{F_2} - \sqrt{(V_{P_1})(V_{P_2})}}{V_{F_2}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักรุ่นฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตในถั่วฝักยาว 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และพันธุ์เมล็ดแดง มก. โดยทำการผสมเดี่ยวแบบพบกันหมดได้ 5 คู่ผสม คือ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ใน 3 ชั่วรุ่น พบว่า รุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 ในทุกลักษณะ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ารุ่นพ่อแม่ – แม่ในทุกคู่ผสม ส่วนรุ่นลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า ในลักษณะของ น้ำหนักรุ่นฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น ในคู่ผสมของ เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1 และคู่ผสมของ เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก. มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ารุ่นพ่อแม่ – แม่ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น

ชั่วรุ่น	พันธุ์ - สายพันธุ์	ค่าเฉลี่ย		
		น้ำหนักรุ่นฝักสด (กรัม)	จำนวนฝักสดต่อต้น (ฝัก)	ผลผลิตสดต่อต้น (กิโลกรัม)
P	เมล็ดแดง มก.	13.55	41.20	0.544
	นิลมังกร เบอร์ 1	16.28	51.40	0.813
	เมล็ดแดงต่างขาว มก.	17.25	45.40	0.775
F ₁	เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	16.18	51.65	0.818
	เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	17.10	51.25	0.872
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	18.46	49.00	0.901
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	17.84	51.55	0.915
	นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	17.40	51.73	0.888
F ₂	เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	17.63	39.70	0.698
	เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	15.09	40.46	0.605
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	18.05	39.85	0.717
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	15.79	40.75	0.631
	นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	15.45	40.35	0.619

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับบุคลากรในหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก๊อปปี้ไปใช้

จากการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตในถั่วฝักยาว 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และพันธุ์เมล็ดแดง มก. โดยทำการผสมเดี่ยวแบบพบกันหมดได้ 5 คู่ผสม คือ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ใน 3 ชั่วรุ่น พบว่า รุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 ในลักษณะของจำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น มีการกระจายตัวน้อยกว่ารุ่นพ่อ – แม่ ในทุกคู่ผสม ส่วนลักษณะของน้ำหนักฝักสดในรุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ใน 4 คู่ผสมมีการกระจายตัวน้อยกว่ารุ่นพ่อ – แม่ คือ ในคู่ผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. และเมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1 (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 แสดงความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น

ชั่วรุ่น	พันธุ์ - สายพันธุ์	ความแปรปรวน		
		น้ำหนักฝักสด	จำนวนฝักสดต่อต้น	ผลผลิตสดต่อต้น
P	เมล็ดแดง มก.	4.57 ± 2.14 ^{sd/}	17.20 ± 4.14 ^{sd/}	0.021 ± 0.14 ^{sd/}
	นิลมังกร เบอร์ 1	4.07 ± 2.01	20.90 ± 4.57	0.024 ± 0.15
	เมล็ดแดงต่างขาว มก.	4.27 ± 2.06	18.16 ± 4.26	0.023 ± 0.15
F ₁	เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	3.52 ± 1.87	12.66 ± 3.56	0.010 ± 0.10
	เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	3.80 ± 1.94	10.96 ± 3.31	0.011 ± 0.10
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	3.75 ± 1.93	9.28 ± 3.04	0.008 ± 0.08
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	3.90 ± 1.97	12.25 ± 3.50	0.013 ± 0.11
	นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	4.21 ± 2.05	15.25 ± 3.90	0.009 ± 0.09
F ₂	เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	6.80 ± 2.60	61.85 ± 7.86	0.064 ± 0.25
	เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	6.35 ± 2.51	63.59 ± 7.97	0.045 ± 0.21
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	5.84 ± 2.41	52.40 ± 7.24	0.068 ± 0.26
	เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	9.32 ± 3.05	51.92 ± 7.21	0.054 ± 0.23
	นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	7.94 ± 2.81	49.53 ± 7.04	0.035 ± 0.19

^{sd/} ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรุ่นลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า มีการกระจายตัวมากกว่ารุ่นพ่อ – แม่และรุ่นลูกผสมชั่วที่ 1 ในทุกคู่ผสม ในลักษณะผลผลิต พบว่า จำนวนฝักสดต่อต้น มีค่าความแปรปรวนมากที่สุด คือ อยู่ในช่วง 49.53 – 63.59 (52.40, 63.59, 61.85, 51.92 และ 49.53 ตามลำดับ) รองลงมา คือ น้ำหนักฝักสด มีค่าความแปรปรวนอยู่ในช่วง 5.84 – 9.32 (5.84, 6.35, 6.80, 9.32 และ 7.94 ตามลำดับ) ส่วนผลผลิตสดต่อต้น พบว่า มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด คือ อยู่ในช่วง 0.035 – 0.068 (0.068, 0.045, 0.064, 0.054 และ 0.035 ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.2)

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการทำงานของยีน ชั่ว $P_1 P_2 F_1 F_2 Bc_1$ และ Bc_2

จากการศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนของวันออกดอก ความยาวฝักสด น้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 5 ชั่วรุ่น ทั้ง 5 คู่ผสม ปรากฏผลดังนี้

วันออกดอก

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ปฏิกิริยาการทำงานของยีนแบบค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่และปฏิกิริยาการทำงานของยีนแบบผลบวก มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในการควบคุมวันออกดอกทั้ง 5 คู่ผสม และยังพบว่าปฏิกิริยาการทำงานของยีนแบบข่มนั้นแสดงอิทธิพลอย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างยีนต่างตำแหน่ง (epistasis) นั้น มีปรากฏบ้างในบางคู่ผสม คือ ปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในคู่ผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. สำหรับปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญใน 2 คู่ผสม คือ คู่ผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่าค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของคู่ผสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อิทธิพลของยีนแบบผลบวกของทุกคู่ผสม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของยีนแบบข่มของคู่ผสม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และปฏิกิริยาสัมพันธระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความแตกต่างกันทางสถิติของคู่ผสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์

สถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่ม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4)

น้ำหนักฝักสด

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ปฏิริยาการทำงานของยีนแบบค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่ มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในการควบคุมน้ำหนักฝักสดใน 3 กลุ่ม ยกเว้นกลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และพันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ส่วนปฏิริยาการทำงานของยีนแบบผลบวกและปฏิริยาการทำงานของยีนแบบข่ม พบว่า มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่ม สำหรับปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกและปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มนั้น พบว่า มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่ม ส่วนปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในกลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่าค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และพันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อิทธิพลของยีนแบบผลบวกของทุกกลุ่ม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของยีนแบบข่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกรและพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกรและพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ของกลุ่มสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่าง
 ชาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดง
 ต่างชาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์
 1 และพันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วน
 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบซ่มกับแบบซ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มสม โดย พันธุ์เมล็ด
 แดงต่างชาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. ไม่มี
 ความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.5)

จำนวนฝักสดต่อต้น

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่
 ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบผลบวกและการทำงานของยีนแบบซ่ม มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญใน
 การควบคุมจำนวนฝักสดต่อต้นในทุกกลุ่มสม ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบ
 ผลบวกนั้น มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มสม สำหรับปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับ
 แบบซ่ม มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์
 เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบซ่มกับแบบซ่ม มี
 อิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. การวิเคราะห์
 ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่าค่ากึ่งกลางระหว่างลักษณะพ่อแม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของ
 กลุ่มสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง
 มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดง
 ต่างชาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อิทธิพลของยีนแบบผลบวกของทุกกลุ่มสม มีความ
 แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของยีนแบบซ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มสม โดย พันธุ์
 เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ด
 แดงต่างชาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. ไม่มี
 ความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก มีความ
 แตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. ×
 พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์นิลมังกร เบอร์
 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. ×
 พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทาง
 สถิติ ขณะที่ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบซ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของ

แดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มผสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ยีนแบบผลบวกกับแบบข่มของทุกกลุ่มผสม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง ยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มผสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มผสม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมวันออกดอกของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Gene effects						
	m ^{1/}	d ^{1/}	h ^{1/}	i ^{1/}	j ^{1/}	l ^{1/}	
เมล็ดแดง มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	41.285 ^{b2/} ± 2.868**	-1.850 ^{d2/} ± 1.621	4.929 ^{a2/} ± 6.168	3.181 ^{a2/} ± 2.735	8.000 ^{a2/} ± 1.080**	-4.315 ^{b2/} ± 3.897	
เมล็ดแดง มก. x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	47.751 ^o ± 1.220**	-3.667 ^o ± 0.408**	-5.502 ^{ob} ± 3.588	-4.284 ^{bc} ± 1.551	2.000 ^b ± 1.564**	-1.618 ^{ab} ± 2.938	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x เมล็ดแดง มก.	51.351 ^o ± 5.899**	3.667 ^a ± 0.408**	-14.169 ^b ± 13.432	-7.884 ^c ± 5.479	1.600 ^b ± 1.011	5.884 ^a ± 7.528	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	48.950 ^o ± 3.789**	-1.000 ^c ± 0.500*	-2.233 ^a ± 10.201	-0.817 ^{ab} ± 3.920	0.933 ^b ± 1.832	1.217 ^{ab} ± 6.564	
นิลมังกร เบอร์ 1 x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	47.750 ^o ± 1.020**	1.000 ^b ± 0.500*	2.634 ^a ± 2.722	0.384 ^a ± 0.874	-1.067 ^c ± 0.494*	-1.850 ^b ± 1.621	

หมายเหตุ : ^{1/} m = mean, d = additive effect, h = dominance effect, i = additive x additive effect, j = additive x dominance effect และ l = dominance x dominance effect

^{2/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

S.E ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

ตารางที่ 4.4 ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมความยาวปีกสดของตัวผู้กยว 5 คู่ผสม

Cross	Gene effects						
	m ^{1/}	d ^{1/}	h ^{1/}	i ^{1/}	j ^{1/}	l ^{1/}	
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	45.083 ^{a2/} ± 2.021 ^{**}	-10.549 ^{a2/} ± 0.297 ^{**}	-3.006 ^{c2/} ± 5.187	-0.478 ^{c2/} ± 1.743	-12.642 ^{d2/} ± 2.081 ^{**}	1.096 ^{a2/} ± 3.331	
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	29.485 [°] ± 1.483 ^{**}	-7.276 [°] ± 0.554 ^{**}	39.433 [°] ± 4.612 ^{**}	13.413 [°] ± 1.386 ^{**}	5.316 [°] ± 2.540 [*]	-26.553 ^d ± 3.849 ^{**}	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	39.527 ^b ± 2.004 ^{**}	8.842 [°] ± 0.554 ^{**}	22.704 ^b ± 4.218 ^{**}	3.371 ^b ± 2.053	0.064 ^b ± 0.659	-14.683 ^b ± 2.258 ^{**}	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	40.226 ^b ± 1.806 ^{**}	-1.707 [°] ± 0.608 ^{**}	39.492 [°] ± 4.167 ^{**}	13.221 [°] ± 1.593 ^{**}	-2.150 [°] ± 0.938 ^{**}	-21.831 ^c ± 2.179 ^{**}	
นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	39.426 ^b ± 1.848 ^{**}	1.707 [°] ± 0.608 ^{**}	39.561 [°] ± 4.655 ^{**}	14.021 [°] ± 1.895 ^{**}	-2.202 ^c ± 1.023 [*]	-23.731 ^{cd} ± 2.654 ^{**}	

หมายเหตุ: ^{1/} m = mean, d = additive effect, h = dominance effect, i = additive × additive effect, j = additive × dominance effect และ l = dominance × dominance effect

^{2/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

S.E ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

ตารางที่ 4.5 ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมน้ำหนักปีกสดของกิ้งก่ายาว 5 คู่ผสม

Cross	Gene effects						
	m ^{1/}	d ^{1/}	h ^{1/}	i ^{1/}	j ^{1/}	l ^{1/}	
เมล็ดแดง มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	9.285 ^{a2/} ± 1.487**	-1.360 ^{d2/} ± 0.198**	26.488 ^{d2/} ± 3.300**	5.634 ^{d2/} ± 1.613**	0.640 ^{ab2/} ± 0.270*	-19.594 ^{a2/} ± 2.029**	
เมล็ดแดง มก. x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	-0.347 ^c ± 1.232	-1.840 ^b ± 0.074**	44.176 ^b ± 3.126**	15.747 ^b ± 1.371**	1.960 ^a ± 1.499	-26.867 ^b ± 2.054**	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x เมล็ดแดง มก.	5.364 ^b ± 1.267**	1.840 ^a ± 0.074**	37.653 ^c ± 2.541**	10.036 ^c ± 1.432**	1.200 ^b ± 2.044	-24.556 ^b ± 1.745**	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	-3.510 ^d ± 2.772	0.480 ^b ± 0.228*	55.461 ^a ± 6.818**	20.271 ^a ± 2.897**	-1.280 ^b ± 1.331	-34.110 ^c ± 3.735**	
นิลมังกร เบอร์ 1 x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	-4.511 ^d ± 2.202*	-0.480 ^c ± 0.228*	57.942 ^a ± 4.260**	21.271 ^a ± 2.436**	1.480 ^a ± 1.637	-36.031 ^c ± 2.241**	

หมายเหตุ : ^{1/} m = mean, d = additive effect, h = dominance effect, i = additive x additive effect, j = additive x dominance effect และ l = dominance x dominance effect

^{2/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

S.E ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

ตารางที่ 4.6 ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมจำนวนเม็ดเลือดแดงในตัวผู้กายาว 5 คู่ผสม

Cross	Gene effects						
	m ^{1/}	d ^{1/}	h ^{1/}	i ^{1/}	j ^{1/}	l ^{1/}	
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	29.164 ^{a2/} ± 3.134**	-5.100 ^{a2/} ± 0.573**	19.726 ^{b2} ± 7.605**	17.135 ^{ab2/} ± 3.168**	6.733 ^{a2/} ± 1.299**	2.753 ^{a2/} ± 4.661	
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	23.275 ^b ± 2.345**	-2.100 ^c ± 0.302**	40.893 ^a ± 5.667**	20.024 ^a ± 2.237**	2.733 ^b ± 1.182**	-12.891 ^b ± 3.807**	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	29.098 ^a ± 2.594**	2.100 ^b ± 0.302**	23.104 ^b ± 6.412**	14.202 ^b ± 2.420**	0.866 ^b ± 0.960	-3.202 ^a ± 3.690	
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	28.775 ^a ± 3.039**	-3.000 ^d ± 0.527**	25.160 ^b ± 6.429**	19.624 ^a ± 3.260**	1.467 ^b ± 1.406	-2.380 ^a ± 3.605	
นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	29.709 ^a ± 4.518**	3.000 ^a ± 0.527**	20.581 ^b ± 10.623*	18.690 ^a ± 4.497**	-3.200 ^c ± 2.305	1.442 ^a ± 6.352	

หมายเหตุ : ^{1/} m = mean, d = additive effect, h = dominance effect, i = additive × additive effect, j = additive × dominance effect และ l = dominance × dominance effect

^{2/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

S.E ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

ตารางที่ 4.7 ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมผลผลิตต่อต้นของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Gene effects					
	m^1	d^1	h^1	i^1	j^1	l^1
เมล็ดแดง มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	$0.125^{a2} \pm 0.293$	$-0.135^{d2} \pm 0.009^{**}$	$1.600^{b2} \pm 0.686^{**}$	$0.554^{b2} \pm 0.285^*$	$0.111^{a2} \pm 0.094$	$-0.907^{b2} \pm 0.377^{**}$
เมล็ดแดง มก. x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	$-0.367^b \pm 0.645$	$-0.115^d \pm 0.023^{**}$	$2.646^{ab} \pm 1.368^*$	$1.026^{ab} \pm 0.642$	$0.129^b \pm 0.153$	$-1.409^{ab} \pm 0.736^*$
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x เมล็ดแดง มก.	$-0.030^{ab} \pm 0.199$	$0.115^a \pm 0.023^{**}$	$2.057^{ab} \pm 0.581^{**}$	$0.690^b \pm 0.200^{**}$	$0.087^a \pm 0.149$	$-1.126^{ab} \pm 0.380^{**}$
เมล็ดแดงต่างขาว มก. x นิลมังกร เบอร์ 1	$-0.464^b \pm 0.192^{**}$	$-0.019^c \pm 0.018$	$3.003^a \pm 0.415^{**}$	$1.258^b \pm 0.191^{**}$	$-0.068^a \pm 0.134$	$-1.628^b \pm 0.286^{**}$
นिलมังกร เบอร์ 1 x เมล็ดแดงต่างขาว มก.	$-0.462^b \pm 0.202^{**}$	$0.019^b \pm 0.018$	$2.973^a \pm 0.394^{**}$	$1.256^b \pm 0.199^{**}$	$0.046^a \pm 0.140$	$-1.624^b \pm 0.197^{**}$

หมายเหตุ : ^{1/} m = mean, d = additive effect, h = dominance effect, i = additive x additive effect, j = additive x dominance effect และ l = dominance x dominance effect

^{2/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

S.E ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม (heritability: H)

จากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว คือ วันออกดอก ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสด และผลผลิตสดต่อต้น โดยศึกษาอัตราพันธุกรรมจากค่า analysis of variance ของพันธุ์แม่ (P_1) พันธุ์พ่อ (P_2) และลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ปรากฏผลดังนี้

วันออกดอก

จากการศึกษาวันออกดอก พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ อยู่ในช่วง 0.45 – 0.62 มีเพียงคู่ผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ คือ 0.45 (ตารางที่ 4.8) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่า อัตราพันธุกรรมของวันออกดอก มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและคู่ผสม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และพันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)

ความยาวฝักสด

จากการศึกษาความยาวฝักสด พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ คือ อยู่ในช่วง 0.23 – 0.42 โดยคู่ผสมที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุด คือ คู่ผสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 (ตารางที่ 4.8) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่า อัตราพันธุกรรมของความยาวฝักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและคู่ผสม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างชาวมก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)

จำนวนฝึกสดต่อต้น

จากการศึกษาจำนวนฝึกสดต่อต้น พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง โดยสายพันธุ์ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงที่สุด รองลงมาเป็นสายพันธุ์ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. มีค่าอัตราพันธุกรรม 0.72 0.69 0.66 0.62 และ 0.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่า อัตราพันธุกรรมของจำนวนฝึกสดต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่ม พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)

น้ำหนักฝึกสด

จากการศึกษาน้ำหนักฝึกสด พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ คือ อยู่ในช่วง 0.24 – 0.55 โดยกลุ่มที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงสุด คือ กลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และกลุ่มที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำสุด คือ กลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. (ตารางที่ 4.8) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่า อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักฝึกสด มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่ม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และกลุ่ม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)

ผลผลิตสดต่อต้น

จากการศึกษาผลผลิตสดต่อต้น พบว่า มีเพียง 2 กลุ่มที่มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง คือ ในกลุ่มของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 และ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ด

แดง มก. โดยมีค่าอัตราพันธุกรรม 0.66 และ 0.68 ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มสมของ พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. และ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ 0.51 และ 0.56 ตามลำดับ สำหรับในกลุ่มสมของ พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ คือ 0.31 (ตารางที่ 4.8) การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ ปรากฏว่า อัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติของกลุ่มสม โดย พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1, พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและกลุ่มสม พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงอัตราการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากค่า analysis of variance

คู่ผสม	heritability				
	วันออกดอก	ความยาวฝักสด	จำนวนฝักสดต่อต้น	น้ำหนักฝักสด	ผลผลิตสดต่อต้น
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	0.45 ^{c 1/}	0.42 ^{a 1/}	0.69 ^{a 1/}	0.36 ^{c 1/}	0.66 ^{a 1/}
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	0.60 ^{ab}	0.23 ^c	0.72 ^a	0.30 ^{cd}	0.51 ^b
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	0.62 ^{ab}	0.23 ^c	0.66 ^{ab}	0.24 ^d	0.68 ^a
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	0.59 ^{ab}	0.25 ^{bc}	0.62 ^b	0.55 ^a	0.56 ^b
นिलมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	0.56 ^b	0.29 ^b	0.61 ^b	0.47 ^b	0.31 ^c

หมายเหตุ: ^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวคอลัมน์ แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสด ต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น

จากการศึกษาการกระจายตัวในลักษณะผลผลิตของพ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 2 ในถั่วฝักยาวทั้ง 5 คู่ผสม พบว่า มีการกระจายตัวของลักษณะน้ำหนักฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และผลผลิตสดต่อต้น มากกว่าพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ ซึ่งสอดคล้องกับไพศาล เหล่าสุวรรณ (2527) ที่กล่าวว่า ใน F_2 มีการกระจายตัวมากกว่าพันธุ์พ่อ แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ทั้งนี้เพราะพืช F_2 มีหลาย genotype นั้นเอง ผลของ genotype มาก ย่อมทำให้การกระจายตัวของพืชในชั่วนี้มาก

4.2 ศึกษาการทำงานของยีน ชั่ว P_1 P_2 F_1 F_2 Bc_1 และ Bc_2

เมื่อพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว คือ วันออกดอก ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสด และผลผลิตสดต่อต้น พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีบทบาทต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว และแสดงผลชัดเจนในทุกคู่ผสม ในลักษณะวันออกดอก ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และน้ำหนักฝักสด ยกเว้น ผลผลิตสดต่อต้นที่พบเพียง 3 คู่ผสม คือ พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก. × พันธุ์เมล็ดแดง มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์เมล็ดแดงต่างขาว มก., พันธุ์เมล็ดแดง มก. × พันธุ์นิลมังกร เบอร์ 1 จากถั่วฝักยาวที่ใช้ศึกษา 5 คู่ผสม แสดงว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญและเป็นอิทธิพลหลักต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ชานนท์ ลากจิตร (2549) พบว่า มีการแสดงออกของยีนแบบผลบวก (additive gene action) ในลักษณะความยาวฝัก และKordus (1991) รายงานว่า บทบาทของยีนแบบผลบวก มีความสำคัญกว่าไม่เป็นผลบวก (non - additive) ในลักษณะอายุการออกดอก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลของยีนแบบผลบวกในแต่ละลักษณะในทุกคู่ผสม พบว่า ในลักษณะที่อิทธิพลของยีนไม่มีนัยสำคัญนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากค่าเฉลี่ยของพันธุ์แม่กับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อในลักษณะนั้นมีความแตกต่างไม่มากนัก และอิทธิพลของยีนแบบผลบวกของแต่ละคู่ผสมก็มีระดับแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างระหว่างพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อ ดังนั้น อิทธิพลของยีนแบบผลบวก จึงเป็นค่าเฉพาะของแต่ละคู่ผสม (Mather and Jinks, 1977)

สำหรับอิทธิพลของยีนแบบข่มนั้น พบว่า มีบทบาทต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวทั้ง 5 คู่ผสม น้อยกว่าอิทธิพลแบบผลบวก โดยลักษณะที่มีอิทธิพลของยีนแบบข่มปรากฏในทุกคู่ผสม คือ จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น สอดคล้องกับการทดลองของ Koranne and Singh (1974) พบว่า มีการทำงานของยีนแบบข่มในลักษณะจำนวนฝักสดต่อต้นของถั่วลันเตา อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าอิทธิพลของยีนแบบข่มที่ปรากฏในบางลักษณะในบางคู่ผสม มีทั้งเครื่องหมายบวกและลบ ซึ่ง Gamble (1962) ได้ให้ความเห็นว่า ค่าของอิทธิพลของยีนแบบข่มที่มีเครื่องหมายเป็นลบ จะมีผลไปในทางลดการแสดงออกลักษณะ ฉะนั้นจึงควรมุ่งใช้ประโยชน์จากลักษณะและคู่ผสมที่แสดงอิทธิพลของยีนแบบข่มเป็นบวก ซึ่งลักษณะที่สำคัญที่แสดงอิทธิพลของยีนแบบข่มเป็นบวก ในคู่ผสมส่วนใหญ่ ได้แก่ ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากจุดประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว มุ่งเน้นเพื่อให้ได้สายพันธุ์แท้แล้ว ประโยชน์ของอิทธิพลของยีนแบบข่มจะมีน้อย และอาจก่อให้เกิดปัญหาในการคัดเลือกให้ยุ่งยากขึ้น เนื่องจากมีการกระจายตัวของลักษณะต่าง ๆ ในช่วงต้น ๆ และต้องรอไปชั่วหลัง ๆ ของการกระจายตัว การคัดเลือกจึงจะได้ผล (Edward *et al.* 1976)

นอกจากอิทธิพลของยีนแบบผลบวก และแบบข่มที่แสดงบทบาทสำคัญต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวแล้ว ยังพบอิทธิพลของยีนที่มีปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบต่าง ๆ ซึ่งเรียกรวม ๆ กันว่า epistatic effects สามารถประเมินออกมาได้ 3 ประเภท คือ ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก ($i ; additive \times additive$) ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม ($j ; additive \times dominance$) และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม ($l ; dominance \times dominance$) พบว่า ลูกผสมทั้ง 5 คู่ผสม มีการแสดงออกของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวก ในลักษณะจำนวนฝักสดต่อต้นและน้ำหนักฝักสด ในขณะที่การแสดงออกของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม มีบทบาทสำคัญเกือบทุกคู่ผสม ในลักษณะความยาวฝักสด ส่วนการแสดงออกของปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม ในลักษณะน้ำหนักฝักสดและผลผลิตสดต่อต้นของทุกคู่ผสม และในลักษณะจำนวนฝักสดต่อต้น ในคู่ผสมของ พันธุ์เมสตีแดง มก. \times พันธุ์เมสตีแดงต่างขาว มก. ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kattak *et al.* (2001) ที่พบการแสดงออกของยีนแบบ dominance \times dominance effects ในลักษณะจำนวนฝักต่อต้นในถั่ว mungbean

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งนี้ แม้ไม่ใช่อิทธิพลหลักทางพันธุกรรม แต่ก็มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) ที่เบี่ยงเบนไปจากการแสดงออกของยีนแบบปกติได้ เช่น ส่งผลให้พืชแสดงลักษณะออกมาเหมือนกัน ทั้งที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (กฤษฎาสัมพันธ์าร์ภ. 2528) ซึ่งอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการคัดเลือกลดลง เมื่อพิจารณาเครื่องหมายบวกและลบ ที่ปรากฏในปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่ง โดยเฉพาะปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบซ่มกับแบบซ่ม ซึ่ง Gamble (1962) ได้ให้ความเห็นว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบซ่มกับแบบซ่มที่มีเครื่องหมายลบ เป็นปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งที่ไม่ต้องการ เนื่องจากแสดงผลไปในทางลดลักษณะ

ฉะนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว อาจทำได้ทั้งการผลิตสายพันธุ์บริสุทธิ์และการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 เพราะปฏิกริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะที่สำคัญ ส่วนใหญ่เป็นแบบผลบวก ซึ่งเหมาะในการทำสายพันธุ์บริสุทธิ์ แต่ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบซ่ม และแบบซ่มกับแบบซ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะผลผลิตสดต่อต้น ดังนั้นในการเพิ่มผลผลิตจึงควรผลิตพันธุ์ลูกผสม

4.3 ศึกษาอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (heritability: H)

จากการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละคู่ผสม พบว่า ลักษณะที่แสดงค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง ได้แก่ จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น สำหรับลักษณะความยาวฝักสดและน้ำหนักฝักสด มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำนั้น สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสม เช่น ถ้าค่าอัตราพันธุกรรมสูง สามารถใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่าย ๆ แต่ถ้าอัตราพันธุกรรมต่ำจะคัดเลือกได้ยาก เพราะสภาพแวดล้อมมีผลมาก อาจต้องใช้วิธีการทดสอบลูก (progeny test) และถ้ามีอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นผลบวกมีความสำคัญ ควรทำการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงสมรรถนะเฉพาะ หรือใช้วิธีการคัดเลือกหลาย ๆ แบบ และทำการทดลองภายใต้หลาย ๆ สภาพแวดล้อม (พีระศักดิ์ ศรีวิเวศน์. 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1

การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตของน้ำหนักรากฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น ในถั่วฝักยาว 3 ชั่วรุ่น พบว่า ลักษณะผลผลิตที่ศึกษา เป็นลักษณะทางปริมาณเนื่องจากมีการกระจายตัวอย่างต่อเนื่องในรุ่นลูกชั่วที่ 2 ของทั้ง 5 คู่ผสม โดยในลักษณะผลผลิต พบว่า จำนวนฝักสดต่อต้นมีการกระจายตัวมากที่สุด รองลงมา คือ น้ำหนักรากฝักสดและผลผลิตต่อต้น ตามลำดับ

การทดลองที่ 2

การศึกษาปฏิกิริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาวชั่ว P_1, P_2, F_1, F_2, Bc_1 และ Bc_2 พบว่า

อิทธิพลของยีนแบบผลบวก มีบทบาทมากต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วฝักยาว และแสดงผลชัดเจนในทุกคู่ผสม ในลักษณะวันออกดอก ความยาวฝักสด จำนวนฝักสดต่อต้น และน้ำหนักรากฝักสด ยกเว้น ผลผลิตสดต่อต้นที่พบเพียง 3 คู่ผสมจากถั่วฝักยาวที่ใช้ศึกษา 5 คู่ผสม

อิทธิพลของยีนแบบข่ม มีบทบาทน้อยกว่าอิทธิพลของยีนแบบผลบวก โดยลักษณะที่มีอิทธิพลของยีนแบบข่มปรากฏในทุกคู่ผสม คือ จำนวนฝักสดต่อต้น น้ำหนักรากฝักสดและผลผลิตสดต่อต้น

อิทธิพลของยีนต่างตำแหน่ง พบว่า ปฏิกิริยาของยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความสำคัญที่สุด และปรากฏในถั่วฝักยาวเกือบทุกคู่ผสมในลักษณะจำนวนฝักสดต่อต้นและน้ำหนักรากฝักสด ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญรองลงมา

การทดลองที่ 3

การศึกษาอัตราพันธุกรรมหรือความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(heritability: H) พบว่า ลักษณะที่แสดงค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง ได้แก่ จำนวนฝักสดต่อต้นและผลผลิตสดต่อต้น สำหรับลักษณะความยาวฝักสดและน้ำหนักรากฝักสด มีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว อาจทำได้ทั้งการผลิตสายพันธุ์บริสุทธิ์ และการผลิตลูกผสม โดยดูจากค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และลักษณะการแสดงออกของยีน ซึ่งถ้าลักษณะใดมีการแสดงออกของยีนแบบผลบวก แสดงว่าลักษณะนั้นสามารถที่จะทำการคัดเลือกได้ในชั่วต้น ๆ ส่วนลักษณะใดที่มีการแสดงออกของยีนแบบข่ม ถ้าจะทำการคัดเลือกลักษณะนั้น สามารถทำได้ในชั่วรุ่นหลัง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์. 2530. "การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะบางประการของฝ้าย."

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

กมล เลิศรัตน์. 2532. เทคนิคการผสมพันธุ์ฝัก. ขอนแก่น : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2519. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2528. การปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. "เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วฝักยาว", เอกสารวิชาการลำดับที่ 5 ฉบับ
เดือนมีนาคม, ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. สถิติการปลูกพืชผัก จำแนกตามชนิดพืชปีเพาะปลูก.

[Online]. Available : http://service.nso.go.th/nso/g_data23/stat_23/toc_10/10.1.5-1.xls

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2550. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของ
อาหารไทย.

[Online]. Available : <http://nutrition.anamai.moph.go.th/FoodTable/Html/frame.html>

จรัสศรี นวลศรี. 2527. "การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางประการของมะเขือจาน."

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

ชานนท์ ลากจิตร. 2549. "การศึกษาสมรรถนะการรวมตัว และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วฝักยาว 6 สายพันธุ์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฐะปะณี จันทร์เจิด. 2527. ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์. วิทยาศาสตร์

(วิทย). 18 : 123-127.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

दन्य सुभाहार. 2530. "การศึกษาปฏิกริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในบางลักษณะของถั่ว." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชลิตา ชินพันธ์และศิริพร ชื่นสำโรง. 2546. "ลักษณะการกระจายตัวของมะเขือเทศลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมระหว่างพันธุ์ CLN 2123A x KMITL 1." บัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทศพร แจ่มจรัส. 2531. ถั่วฝักยาว ฝักฤดูร้อน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราโมทย์ สฤษดิ์นิรันทร, อัญมณี อารุชานนท์, กฤษฏา จาตุรัส, และทศพล เปรมแดง. 2547. "อัตราพันธุกรรมและการกระจายตัวของลักษณะผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่สำคัญในถั่วฝักยาวชั่วที่ 2." วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35 (5-6) : 255-258.

ปราโมทย์ พรสุริยา. 2537. "การเปรียบเทียบและการถ่ายทอดลักษณะของคุณภาพฝักในการผสมระหว่างถั่วฝักยาวกับถั่วพุ่ม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และเจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2529. กรุงเทพฯ. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

รัตนา สันทัดพานิช. 2530. "การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในถั่วฝักยาว." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราภรณ์ ทองพันธ์. 2545. "ลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมและการกระจายตัวของลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมข้ามระหว่างถั่วเหลืองน้ำมันกับถั่วเหลืองฝักสด." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่นำเข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วไลลักษณ์ เลิศอนันต์ตระกูล. 2522. "การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิเชษฐ คำสุวรรณ. 2551. การปลูกพืชผักทั่วไป. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คลื่นอักษร.
- วิทยา บัวเจริญ. 2527. หลักการผสมและปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : เกษตรไทย.
- ศศิธร วุฒินิษฐ์. 2549. โรคของผักและการควบคุมโรค. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- สมจินตนา นิลพันธุ์. 2529. "การศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง 40 พันธุ์."
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- สิริกุล วะสี. 2524. "การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะบางประการของมะละกอสองสายพันธุ์."
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- เสถียร บุญฤทธิ์. 2530. หลักการทั่วไปในการจัดทำแปลงขยายพันธุ์พืชผักบางชนิด. เอกสาร
ประกอบบรรยายเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร. โครงการนำร่องส่งเสริมการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก
ศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 7, เชียงใหม่.
- อนงค์ จันทศรีกุล. 2546. โรคและศัตรูบางชนิดของผักและการป้องกัน. พิมพ์ครั้งที่ 11.
กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- อริยา คุณไธย. 2523. "การถ่ายทอดลักษณะสีเปลือกหุ้มเมล็ดในถั่วฝักยาว." วิทยานิพนธ์วิทยา-
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรนุช เพิ่มสัจย์. 2521. "การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาว." ปัญหาพิเศษปริญญาโท.
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรวิณิณี ชูศรี. 2546. "สมรรถนะการรวมตัวและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือเทศ 5
สายพันธุ์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Barnard, C. 1969. "Heredity plant species." Cited by P.J. Skerman, D.B. Cameron and F.
Riveros. Tropical Forage Legumes. Rome : Food and Agriculture Organization of
United Nation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Drabo, I., T. A. O. Ladeinde, R. Redden and J. B. Smithson. 1985. "Inheritance of seed size and number per pod in cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp.)." *Field Crops Research*. 11: 335-344.
- Edwards, L.H., H.Ketata and E.L., Smith. 1976. "Gene action of heading date plant height and other characters in two winter wheat crosses." *Crop Sciences*. 16 :275-277.
- Gamble, E.E. 1962. "Gene effects in corn (*Zea mays* L.) I. Separation and relative importance of gene effects for yield." *Canadian Journal of Plant Sciences*. 42 : 339-348.
- Hayman, B.I. 1958. "The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation mean." *Heredity*. 12: 371-390.
- Khattak, G. S. S., Haq, M. A., Ashraf, M. and McNeilly. 2001. "Genetic basis of variation of yield components in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilezek)." *Heredity*. 134: 211-217.
- Krarup, A. and Davis, D.W. 1970. "Inheritance of seed yield and its components in six parent diallele cross in Peas." *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 95(6): 795 – 797.
- Koranne, K.D. and H.B. Singh. 1974. "Genetic analysis of yield and yield contributory characters in pea." *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 44(5): 294-298.
- Kordus, R. 1991. "Heterosis in F₁ hybrids of hot pepper (*Capsicum annuum* L.)." *Capsicum Newsletter*. No. 10 : 51-52.
- Mahmud, K. and Kramer, H. 1951. "H-segregation for yield, height and maturity following a soybean cross." *Agronomy Journal*. 43: 605-609.
- Mak, C. and T.C. Yap. 1980. Heterosis and combining ability of seed protein, yield and yield components in long bean. *Crop Science*. 17: 334-341.
- Mather, K. and J.L. Jink. 1977. *Introduction to Biometrical Genetic*. London : Chapman and Hall.
- Purseglove, J.W. 1977. *Tropical Crops : Dicotyledon*. London: Longman Group Limited.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rachie, K. O., K. Rawa and J. D. Franckowiak. 1975. "A rapid method of hand crossing cowpeas." *Plant Breeding Abstract*. 45 : 1868.

Rohman, M.M., Iqbal Hussain, A.S.M, Arifin, M.D.S., Akhter, Z. and Hasanuzzaman, M. 2003. "Genetic variability, correlation and path analysis in mungbean. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 1209-1211.

Warner, J.N. 1952. "A method for estimating heritability." *Agronomy Journal*. 44: 427-430.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก 1 ค่าเฉลี่ยของข้าวต่าง ๆ ในลักษณะของวันออกดอก (วัน) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Generations					
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	Bc ₁	Bc ₂
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	39.86	49.31	42.22	42.60	43.09	45.14
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	39.86	46.73	44.45	45.92	45.25	48.80
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	46.73	39.86	42.88	44.94	47.40	42.36
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	46.73	49.31	48.80	48.23	48.30	48.63
นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	49.31	46.73	47.86	48.13	48.71	47.90

ตารางที่ ก 2 ค่าเฉลี่ยของข้าวต่าง ๆ ในลักษณะของความยาวฝักสด (เซนติเมตร) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Generations					
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	Bc ₁	Bc ₂
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	34.06	55.15	43.17	43.85	35.30	52.17
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	34.06	51.74	42.36	42.56	42.82	49.01
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	51.74	34.06	47.55	47.21	52.49	43.61
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	51.74	55.15	57.89	54.51	56.43	59.21
นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	55.15	51.74	55.26	53.27	57.08	56.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 3 ค่าเฉลี่ยของข้าวต่าง ๆ ในลักษณะของน้ำหนักฝักสด (กรัม) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Generations					
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	Bc ₁	Bc ₂
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	13.55	16.28	16.18	17.63	18.52	19.56
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	13.55	17.24	17.10	15.09	18.60	19.46
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	17.24	13.55	18.46	18.05	21.78	19.34
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	17.24	16.28	17.84	15.69	20.68	20.84
นिलมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	16.28	17.24	17.40	15.45	20.90	20.64

ตารางที่ ก 4 ค่าเฉลี่ยของข้าวต่าง ๆ ในลักษณะของจำนวนฝักสดต่อต้น (ฝัก) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Generations					
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	Bc ₁	Bc ₂
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	41.20	51.40	51.65	39.70	43.13	44.87
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	41.20	45.40	51.25	40.46	45.13	45.87
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	45.40	41.27	49.00	39.85	44.67	42.13
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	45.40	51.40	51.55	40.75	44.53	46.80
นิลมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	51.40	45.40	51.73	40.35	45.73	44.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 5 ค่าเฉลี่ยของข้าวต่าง ๆ ในลักษณะของผลผลิตสดต่อต้น (กิโลกรัม) ของถั่วฝักยาว 5 คู่ผสม

Cross	Generations					
	P ₁	P ₂	F ₁	F ₂	Bc ₁	Bc ₂
เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	0.544	0.813	0.818	0.698	0.797	0.876
เมล็ดแดง มก. × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	0.544	0.775	0.872	0.605	0.836	0.887
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × เมล็ดแดง มก.	0.775	0.544	0.901	0.717	0.969	0.810
เมล็ดแดงต่างขาว มก. × นิลมังกร เบอร์ 1	0.775	0.813	0.915	0.631	0.919	0.972
นिलมังกร เบอร์ 1 × เมล็ดแดงต่างขาว มก.	0.813	0.775	0.888	0.619	0.954	0.912



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

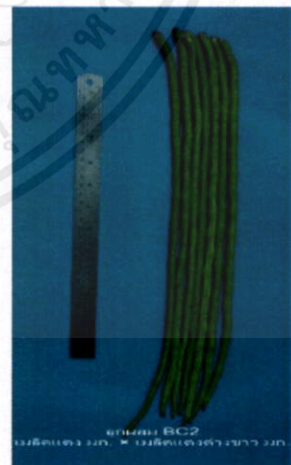
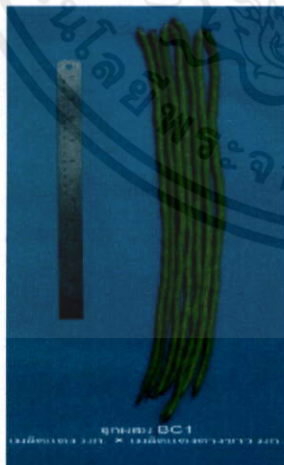
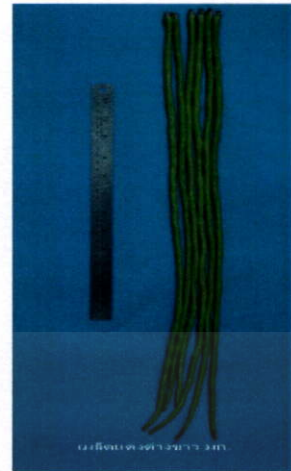


ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



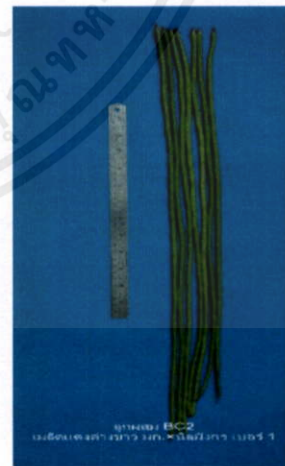
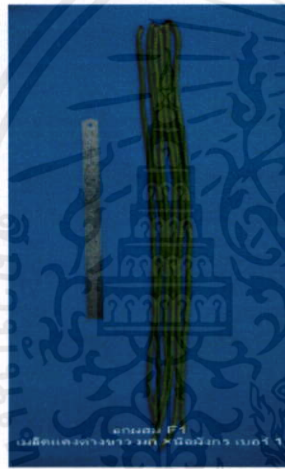
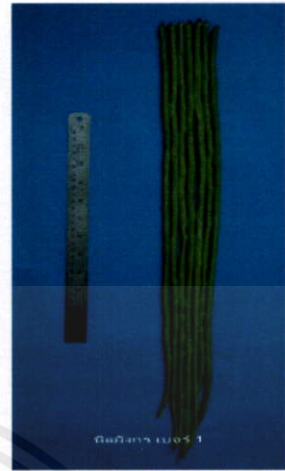
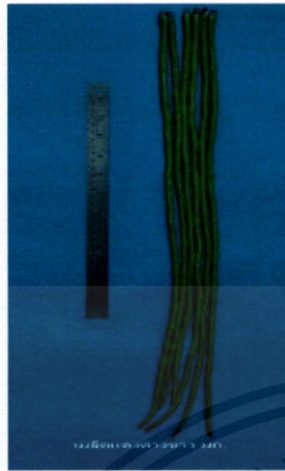
ภาพที่ ข 1 เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F₁, F₂, Bc₁ และ Bc₂ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการค้าเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้าระหว่าง เมล็ดแดง มก. × นิลมังกร เบอร์ 1 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



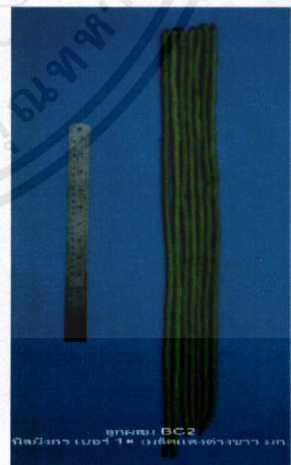
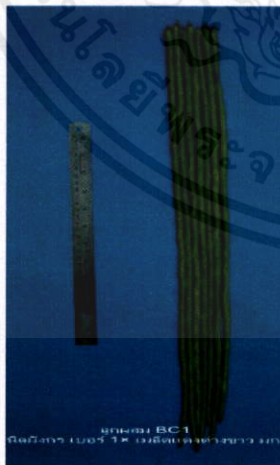
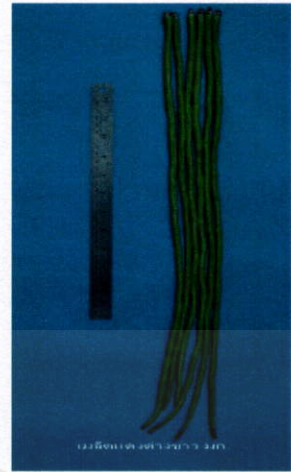
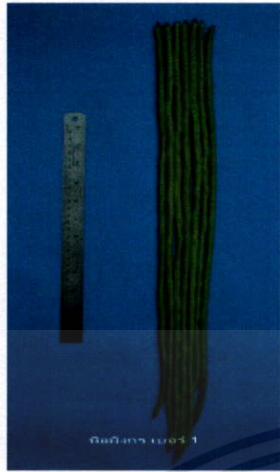
เอกสารนี้เป็นเอก **ภาพที่ ข 2** เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งที่ ระหว่าง เมล็ดแดง มก. x เมล็ดแดงต่างขาว มก. เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกภาพที่ 3 เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าระหว่าง เมล็ดแดงต่างขาว มก. x เมล็ดแดง มก. เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกภาพที่ ข 4 เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F_1 , F_2 , Bc_1 และ Bc_2 การศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าระหว่าง เมล็ดแตงต่างชาว มก.×นิคมังกร เบอร์ 1เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ **ภาพที่ 5** เปรียบเทียบลักษณะฝักของถั่วฝักยาวพันธุ์แม่ พ่อ ลูกผสม F₁, F₂, Bc₁ และ Bc₂ การค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งที่ **ระหว่าง นิลมังกร เบอร์ 1x เมล็ดแดงต่างขาว มก.** เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ว่าที่ร้อยตรีวิฑูรย์ แพรขาว
วัน เดือน ปีเกิด	24 ตุลาคม 2527 ที่จังหวัดพิจิตร
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 3 หมู่ 5 ตำบลบางลาย อำเภอเมืองนาราย จังหวัดพิจิตร 66130
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2543 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร พ.ศ.2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร พ.ศ.2550 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้