รหัสโครงการ SUT3-302-51-36-03

รายงานการวิจัย

โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง

Soybean Improvement for Early Maturity and High Protein Project

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2551-2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2554

รหัสโครงการ SUT3-302-51-36-03

รายงานการวิจัย

โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง

Soybean Improvement for Early Maturity and High Protein Project

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.ฐิติพร มะชิโกวา

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2551-2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2554

บทคัดย่อ

การพัฒนาพันธุ์ถั่วเหลืองให้โปรตีนสูงหรือมีอายุสั้น โดยที่ยังให้ผลผลิตสูง ทำได้ยากเนื่องจากลักษณะโปรตีนสูง และอายุสั้น มีความสัมพันธ์ในทางลบกับลักษณะผลผลิต อย่างไรก็ตามมีเทคนิคปรับปรุงพันธุ์บางวิธีที่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนและผลผลิต และลดอายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองได้ ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) ทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นที่มีอายุออกดอกยาวในหลายสถานที่ 2) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีองค์ประกอบผลผลิตและให้ผลผลิตสูง และ 3) เพื่อพัฒนาพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนในเมล็ดสูง จึงได้ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์โดยดำเนินการ 3 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 นำสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 11 สายพันธุ์ กับพันธุ์อายุสั้น 3 พันธุ์ (ชม 2, ศร 1, นว 1) และพันธุ์อายุยาว 1 พันธุ์ (สจ 5) ทดสอบใน 2 สถานที่ คือ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ และฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี 2551 ซึ่งพบว่าสายพันธุ์ถั่วเหลืองมีผลผลิตสูง และอายุเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น อย่างไรก็ตามมี 2 สายพันธุ์ ที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาว มีลักษณะต้นเลื้อย และองค์ประกอบผลผลิตต่ำ จึงได้คัดทิ้ง จากนั้นนำ 9 สายพันธุ์ไปปลูกทดสอบต่อใน 5 สถานที่ ได้แก่ อุบลราชธานี นครราชสีมา เลย ขอนแก่น และสุรินทร์ ซึ่งพบว่าสายพันธุ์ทั้งหมดให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์อายุยาว การทดลองที่ 2 ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสูง โดยใช้ 2 วิธีการ คือ วิธีที่ 1 ผสมพันธุ์ระหว่างถั่วเหลืองอายุสั้นและอายุยาว จากนั้นทำการคัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น 4 ชั่ว แล้วนำสายพันธุ์ที่คัดเลือกในชั่ว F_4 ที่มีองค์ประกอบผลผลิตสูงผสมกลับไปยังถั่วเหลืองอายุสั้น 2 รอบ ซึ่งคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีอายุสั้นใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น แต่มีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์อายุยาว ส่วนวิธีที่ 2 ผสมข้ามระหว่างพันธุ์อายุสั้นและอายุยาว แล้วผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาวจำนวน 2 รอบ จากการทดลองสามารถคัดเลือกได้หลายสายพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และมีผลผลิตสูงใกล้เคียงพันธุ์อายุยาว การทดลองที่ 3 ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ซึ่งประกอบด้วย 2 วิธีการ คือ วิธีที่ 1 ผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์โปรตีนสูง “Prolina” และพันธุ์ไทยซึ่งมีโปรตีนต่ำแต่มีผลผลิตสูง จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์โปรตีนสูง 2 รอบ สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูงใกล้เคียงพันธุ์โปรตีนสูง แต่เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ วิธีที่ 2 ผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์โปรตีนสูง “Prolina” และพันธุ์ไทยที่มีโปรตีนต่ำ แล้วผสมกลับไปยังพันธุ์ไทยที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกให้โปรตีนสูง และให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับถั่วเหลืองพันธุ์ไทย จากการทดลองพบว่าลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้นและโปรตีนสูงของถั่วเหลือง สามารถปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับ โดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ ซึ่งจะทำให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงด้วย

คำสำคัญ *Glycine max* L. การผสมกลับ การคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น การคัดเลือกทางอ้อม

Abstract

The development of high protein content and early maturing soybean lines with high seed yield is difficult because of seed protein and early maturity gave reverse relationship with seed yield. Several selection strategies have been used to increase seed protein, seed yield and decreased days to maturity of soybean. The objectives of this research were to i) evaluate promising lines of early maturing soybean with long days to flowering at many locations, ii) improve early varieties for high seed yield and yield components, iii) develop soybean varieties for high seed protein. This research was divided into three parts. The first experiment was carried out to evaluate 11 early maturing lines, developed by Soybean Breeding Project, with 3 early maturing varieties (CM2, SR1, NS1) and a late variety (SJ5) at Suranaree University of Technology experimental farm and National Corn and Sorghum Research Center, 2008. The results showed that all the lines gave high seed yield but were similar in days to maturity to early maturing varieties. However, two lines were discarded because of late maturity, determinate growth, and low yield components. Nine lines were evaluated further for yield and days to maturity at 5 locations (Ubon Ratchathani, Nakhon Ratchasima, Loi, Khon Kaen and Surin). The results revealed that all lines gave higher seed yield than early varieties, while matured earlier than late variety. The second experiment was conducted to improve early maturing soybean for high yield components and seed yield. This experiment was divided into two methods. Method I, early maturing varieties were crossed with late maturing variety and F_2 through F_4 generations were advanced by a single seed descent. F_4–derived early maturing lines with high yield components were selected and backcrossed to early maturing parents for 2 generations. The results revealed that selected lines similar in days to maturity to the early maturing varieties but had lower yield and yield components than late maturity parent. Method II, the F_1 crosses from early and late maturing varieties were backcrossed to late maturing parents for 2 generations. The selected lines from BC_2 populations were early maturing with high yield similar to late varieties. The third experiment was conducted to develop high protein content in Thai soybean varieties using 2 methods. Methods I, the high seed protein parent “Prolina” was backcrossed to Thai soybean varieties for 2 generations. The selected lines gave high protein content, but gave a lower yield than Thai varities. Method II, Thai soybean varieties with low protein content were crossed with high protein content variety “Prolina”. The F_1 was backcrossed to Thai varieties for 2 generations. The results revealed that selected lines gave higher

seed protein than Thai varieties and similar in seed yield to these varieties. The data demonstrate that early maturity and high seed protein soybean can be improved by backcrossing method. The high seed yield varieties should be used as recurrent parent to obtain the high seed yield variety.

คำสำคัญ *Glycine max* L., backcrossing, single seed descent, indirect selection

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง สำเร็จลงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากบุคคล และหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดังต่อไปนี้

ศ.ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ ที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ปัญหาในการทำการวิจัย จนสำเร็จลงด้วยดี

ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้พื้นที่ในการปลูกถั่วเหลืองเพื่อผสมพันธุ์ การทดสอบสายพันธุ์ และการทดลองทั้งหมด และขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างถั่วเหลือง

ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ จ. สุรินทร์ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยพืชไร่เลย จ. เลย ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จ. ขอนแก่น และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการปลูกทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่จัดสรรงบประมาณในการทำวิจัยปีงบประมาณ 2550-2552

ผศ.ดร.ฐิติพร มะชิโกวา

หัวหน้าโครงการการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นและโปรตีนสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	**3**
2.1 ความสำคัญของถั่วเหลือง	3
2.2 การจำแนกชนิดของถั่วเหลือง	4
2.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น	5
2.4 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	**11**
3.1 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น	11
3.1.1 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นใน 2 สถานที่	11
3.1.2 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นหลายท้องที่	12
3.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสูง	13
3.2.1 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นโดยวิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นและวิธีการผสมกลับ	13
3.2.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุยาวให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นโดยวิธีการผสมกลับ	15
3.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง	17
3.3.1 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ	17
3.3.2 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**21**
4.1 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น	21
4.1.1 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นใน 2 สถานที่	21
4.1.2 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นหลายท้องที่	29

4.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสูง 34
4.2.1 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นโดยวิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นและวิธีการผสมกลับ 34
4.2.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุยาวให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นโดยวิธีการผสมกลับ 37
4.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง 38
4.3.1 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ 38
4.3.2 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ 40
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง **43**
เอกสารอ้างอิง **46**
ภาคผนวก **51**
ประวัติผู้วิจัย **53**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ 25

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ 27

ตารางที่ 4.3 ลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี 32

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี 34

ตารางที่ 4.5 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละชั่วอายุของถั่วเหลือง 2 คู่ผสม 35

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดจาก 2 คู่ผสม 36

ตารางที่ 4.7 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกให้อายุเก็บเกี่ยวสั้นในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม 37

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดของคู่ผสม สจ 5 × ชม 2 38

ตารางที่ 4.9 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกให้โปรตีนสูงในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม 39

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และโปรตีน ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่โปรตีนสูง 40

ตารางที่ 4.11 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม 41

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และโปรตีน ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง 42

ตารางที่ ภ.1 วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเหลือง 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ 51

ตารางที่ ภ.2 วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเหลือง 11 พันธุ์/ สายพันธุ์ ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี 52

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 แผนการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นให้มีทรงพุ่มใหญ่ และมีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงขึ้น 14

รูปที่ 3.2 แผนการปรับปรุงพันธุ์อายุยาวมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น แต่มีลักษณะทางการเกษตรเหมือนพันธุ์อายุยาว 16

รูปที่ 3.3 แผนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีโปรตีนสูงขึ้นโดยมีพันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ 18

รูปที่ 3.4 แผนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีโปรตีนสูงขึ้นโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ 20

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการปลูกกันแพร่หลายในเขตร้อนและเขตอบอุ่น อย่างไรก็ดีมักให้ผลผลิตสูงในเขตอบอุ่น ถั่วเหลืองมีประโยชน์หลายประการคือ เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ทั้งการบริโภคโดยตรงหรือใช้แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น ใช้ทำเต้าหู้ เต้าเจี้ยว นมถั่วเหลือง น้ำมัน แป้งถั่วเหลือง และใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันใช้ทำเนยเทียม น้ำสลัด อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อาหารกระป๋อง สบู่ เครื่องสำอาง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ด้วย เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีโปรตีนและน้ำมันในเมล็ดสูง โดยมีโปรตีน 30-36 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 15-25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังจัดเป็นพืชบำรุงดินอีกด้วย เนื่องจากบริเวณรากมีไรโซเบียมที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้ และเมื่อเก็บถั่วเหลืองแล้วไนโตรเจนในต้นที่ทิ้งไว้ในแปลงจะกลายเป็นปุ๋ยของพืชต่อไป

การปลูกถั่วเหลืองของไทยมีการปลูกมาเป็นเวลานาน โดยเฉลี่ยในแต่ละปีมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 3,000,000 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่าการผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง และส่วนใหญ่กระทำโดยใช้ระบบการปลูกหมุนเวียนกับพืชอื่น ๆ มากขึ้น เช่น ปลูกถั่วเหลืองภายหลังการปลูกข้าว หรือหลังจากปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น เนื่องจากช่วงเวลาหลังการปลูกพืชหลักถั่วเหลืองจะได้รับน้ำและความชื้นในเวลาสั้น ๆ ดังนั้นพันธุ์ที่ปลูกในช่วงเวลาดังกล่าวมาแล้วจึงควรมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น (พันธุ์เบา) นอกจากนี้การปลูกถั่วเหลืองในบางท้องที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูแล้งที่มีการปลูกในเขตชลประทาน มักประสบปัญหาผลผลิตเสียหายในระยะเก็บเกี่ยวเพราะเป็นช่วงต้นฤดูฝน ดังนั้นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในช่วงนี้ควรเป็นพันธุ์เบา นอกจากพื้นที่ดังกล่าวมาแล้วการปลูกถั่วเหลืองในเขตภาคกลาง เช่น จังหวัดลพบุรี และสระบุรี กำลังเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งเป็นการปลูกหมุนเวียนกับข้าวโพด โดยส่วนใหญ่เป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งมีระยะเวลาในการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวไม่นาน ดังนั้นพันธุ์อายุสั้นจึงเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในท้องที่ดังกล่าว (ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2550)

พันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในพื้นที่ชลประทาน และพื้นที่ปลูกในช่วงกลางฤดูฝนส่วนใหญ่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-120 วัน ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ไม่เหมาะสมกับสภาพการปลูกที่มีระยะเวลาสั้น และน้ำในดินมีน้อย ซึ่งไม่เพียงพอกับการปลูกที่ใช้เวลานานเกิน 3 เดือน อย่างไรก็ตาม พันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นที่มีอยู่ในปัจจุบันมักให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ที่มีอายุปานกลาง-ยาว (Machikowa et al., 2007) ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น การมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าพันธุ์อายุยาว โดยถั่วเหลืองอายุสั้นจะมีการสะสมน้ำหนักแห้ง, Leaf area index,

Crop growth rate, Net assimilation rate และดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำ ส่งผลให้มีต้นขนาดเล็ก ต้นเตี้ย ใบน้อย จำนวนกิ่งต่อต้น ฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้นน้อยกว่าพันธุ์อายุยาว นอกจากนี้ยังมีอายุจากวันปลูกถึงวันออกดอกสั้นกว่าพันธุ์อายุยาวประมาณ 5-7 วัน ทำให้ถั่วเหลืองอายุสั้นมีผลผลิตต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นให้มีลำต้นใหญ่ มีกิ่งมาก และมีอายุดอกยาว (แต่ไม่เพิ่มอายุเก็บเกี่ยว) โดยการปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นให้มีขนาดต้นและทรงพุ่มใกล้เคียงพวกอายุปานกลาง จะส่งผลให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิต และให้ต้านทานโรคต่าง ๆ โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุสั้น โดยผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์อายุยาวและพันธุ์อายุสั้น จากนั้นคัดเลือกโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ คัดเลือกต้นที่มีอายุออกดอกยาวใกล้เคียงกับพันธุ์อายุยาว แต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นเท่ากับพันธุ์อายุสั้น เมื่อคัดเลือกจำนวน 6 ชั่วอายุแล้ว นำสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาปลูกทดสอบและคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตสูง ได้จำนวน 11 สายพันธุ์ ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นแต่มีอายุออกดอกยาว และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง (ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2550) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ควรได้รับการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีลักษณะตามต้องการ ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปลูกทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น ในหลายสถานที่เพื่อทดสอบความสามารถในการปรับตัวในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

ถั่วเหลืองนอกจากสามารถนำมาสกัดเป็นน้ำมันแล้ว ยังเป็นแหล่งของโปรตีน และจัดเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณภาพสูง มีการนำถั่วเหลืองไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งของโปรตีน เช่น ใช้ทำโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ เต้าหู้ เต้าเจี้ยว นมถั่วเหลือง และเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญสำหรับผู้ที่รับประทานมังสวิรัติ การปลูกถั่วเหลืองให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ ใช้พันธุ์ที่มีโปรตีนสูง สภาพการปลูกที่มีผลต่อการให้โปรตีนสูง ปัจจุบันพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศเป็นพันธุ์ที่มีน้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีน 34-36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังถือว่าแต่พันธุ์จากต่างประเทศบางพันธุ์ให้โปรตีนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิตหรือลักษณะอื่น ๆ มากกว่าการเพิ่มปริมาณโปรตีน การปรับปรุงพันธุ์ให้มีโปรตีนสูงโดยกรมวิชาการเกษตร โดยใช้วิธีการกลายพันธุ์ สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง แต่มีผลผลิต และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ (เบญจมาศ คำสืบ และคณะ, 2550; สิทธิ แดงประดับ และคณะ, 2552) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ

1. เพื่อทดสอบศักยภาพของสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นที่มีอายุออกดอกยาว ในสภาพแปลงปลูกในหลายสถานที่ เพื่อทดสอบความสามารถในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง
2. เพื่อปรับปรุงพันธุ์ส่งเสริมที่มีอายุสั้นโดยวิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นร่วมกับวิธีการผสมกลับ เพื่อเพิ่มขนาดของลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนฝัก และจำนวนเมล็ดต่อต้นของพันธุ์อายุสั้น
3. เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ปลูกโดยวิธีการผสมกลับ ให้มีโปรตีนสูงและมีผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ปลูก

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญของถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (Soybean) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของโลก นิยมปลูกทั่วไปเพราะเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนและปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูง สามารถนำมาสกัดน้ำมัน และนำไปแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ และกากเมล็ดถั่วเหลืองยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ด้วย เมล็ดถั่วเหลืองมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีโปรตีนประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 35 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าถั่วชนิดอื่นประมาณ 3 เท่า มีการใช้น้ำมันถั่วเหลืองถึง 1 ใน 3 ของน้ำมันบริโภคจากพืชที่ซื้อขายในตลาดโลก และในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ โดยกากถั่วเหลืองถูกนำมาใช้มากที่สุด ประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังเป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมราก จึงนิยมใช้ปลูกในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน

เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ให้ทั้งโปรตีนและน้ำมัน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง จึงนิยมปลูกในหลายแหล่งทั่วโลก มีรายงานว่าพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองของทั้งโลกเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี โดยในปี 2547 ถึงปี 2549 มีพื้นที่ปลูกทั่วโลกเพิ่มขึ้น 580.8 ล้านไร่ และผลผลิตถั่วเหลืองได้ปีละกว่า 200 ล้านตัน โดยสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกและผลิตถั่วเหลืองได้มากที่สุดคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตถั่วเหลืองทั้งโลก รองลงมาคือ บราซิล อาร์เจนตินา และจีน ประเทศไทยได้มีการปลูกถั่วเหลืองอย่างกว้างขวางมาก่อนปี 2526 และมีการขยายการเพาะปลูกเป็น 6 ล้านไร่ ในปี 2532 อย่างไรก็ตามในปี 2533 มีการเปลี่ยนแปลงระบบการนำเข้ากากถั่วเหลืองเป็นระบบนำเข้าเสรี ส่งผลให้ระดับราคาถั่วเหลืองอ่อนตัวลง เนื่องจากราคาถั่วเหลืองนำเข้ามีราคาถูกกว่าถั่วเหลืองที่ผลิตภายในประเทศ ต่อมาในปี 2539 รัฐบาลมีนโยบายให้นำเข้าถั่วเหลืองรวมทั้งกากถั่วเหลืองได้โดยเสรี ไม่จำกัดปริมาณ จึงมีการนำเข้าจากต่างประเทศมากขึ้น ส่งผลให้การผลผลิตถั่วเหลืองภายในประเทศลดลงเรื่อย ๆ โดยในปีเพาะปลูก 2550/51 มีพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองเพียง 815,940 ไร่ และลดลงเหลือ 752,668 และ 758,041 ไร่ในปีเพาะปลูก 2551/52 และ 2552/53 ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตก็ลดลงเช่นเดียวกัน จาก 201,291 ตันในปีเพาะปลูก 2550/51 ก็ลดเหลือ 186,598 และ 190,480 ตัน ในปีเพาะปลูก 2551/52 และ 2552/53 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ในขณะที่ความต้องการใช้ถั่วเหลืองเพื่อการบริโภค การสกัดน้ำมันตลอดจนกากถั่วเหลือง มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ต้องมีการนำเข้าเมล็ดถั่วเหลือง ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง รวมถึงกากถั่วเหลือง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการกระตุ้นให้มีการปลูกถั่วเหลืองเพื่อใช้ภายในประเทศให้เพียงพอ ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

2.2 การจำแนกชนิดของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองในสกุล *Glycine* มีหลายชนิด สำหรับถั่วเหลืองพันธุ์ปลูกอยู่ในสกุลย่อย *Glycine* และมีจำนวนโครโมโซม 2n = 40 โดยถั่วเหลืองเหล่านี้สามารถจำแนกออกตามลักษณะการเจริญเติบโต และการออกดอกได้เป็น 2 แบบ คือ

1) แบบไม่ทอดยอด (determinate type) คือ พวกที่การเจริญเติบโตทางลำต้นสิ้นสุดลงเมื่อเริ่มออกดอก แต่ระยะระหว่างข้ออาจยืดตัวต่อไปได้โดยไม่เพิ่มจำนวนข้อ ช่อดอกของถั่วเหลืองจะเกิดจากตาที่มุมใบด้านข้าง และตายอด ช่วงระยะเวลาการออกดอกสั้น ขนาดของใบส่วนยอดเล็กกว่าส่วนโคนเล็กน้อย และแตกกิ่งก้านมาก พวกนี้จะมีลำต้นเตี้ย ฝักเป็นกระจุกตรงปลายยอด

2) แบบทอดยอด (indeterminate type) คือ พวกที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่สิ้นสุดลงในขณะที่ออกดอก ความสูงต้นยังคงมีการเจริญเติบโตต่อไปอีกระยะหนึ่ง โดยที่ตายอดจะไม่มีช่อดอกหรือฝักเกิดขึ้น ช่วงระยะเวลาการออกดอกยาว ส่วนปลายของลำต้นมีลักษณะเรียวยาว ใบส่วนยอดมีขนาดเล็กกว่าส่วนโคนมาก และมีการแตกกิ่งก้านน้อย

สำหรับถั่วเหลืองที่ปลูกในประเทศไทย มีทั้งพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอดและแบบไม่ทอดยอด และหากจำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว จะสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ พันธุ์อายุสั้น พันธุ์อายุปานกลาง และอายุยาว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) พันธุ์อายุสั้น เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 70-80 วัน ลำต้นไม่ทอดยอด มีความสูงต้น 30-50 เซนติเมตร เหมาะที่จะปลูกในระบบปลูกพืชทั้งในฤดูแล้ง ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน และในพื้นที่ ที่มีน้ำจำกัด หรือมีฝนตกน้อยกว่าปกติ

2) พันธุ์อายุปานกลาง เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 86-112 วัน ส่วนใหญ่ลำต้นไม่ทอดยอด ความสูงต้น 60-80 เซนติเมตร เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด

3) พันธุ์อายุยาว เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างยาว เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 115-125 วัน

เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไวต่อช่วงแสง ดังนั้นการจำแนกพันธุ์ถั่วเหลืองตามแบบสากลมีการจัดแบ่งตามอายุการสุกแก่ (maturity group) โดยการแบ่งพันธุ์ต่าง ๆ เหล่านี้ จะพิจารณาถึงการตอบสนองของแต่ละพันธุ์ต่อช่วงแสง ซึ่งมีการจำแนกถั่วเหลืองออกเป็นกลุ่ม ได้ 13 กลุ่ม คือ กลุ่ม 000, 00, 0, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XI และ X โดยกลุ่ม 000 จะมีอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวยาวเมื่อปลูกในบริเวณละติจูดสูง ส่วนกลุ่มหลัง ๆ จะปรับตัวเข้ากับเขตใกล้ศูนย์สูตร หากนำไปปลูกในที่ที่มีช่วงวันยาวจะออกดอกช้า

2.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าปัจจุบันมีการนำเข้าเมล็ดถั่วเหลือง น้ำมัน และกากถั่วเหลือง จากต่างประเทศในแต่ละปีมีมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท ในขณะที่การผลิตถั่วเหลืองในประเทศมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากราคารับซื้อถั่วเหลืองมีราคาต่ำ เกษตรผู้ปลูกถั่วเหลืองจึงสนใจปลูกพืชไร่ชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนมากกว่า เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา เป็นต้น อย่างไรก็ตามในพื้นที่นาที่ไม่มีระบบชลประทาน หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาปีพื้นที่มักถูกปล่อยว่างเปล่าไม่ใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงเป็นพื้นที่ที่ควรปลูกพืชไร่ที่ต้องการน้ำน้อย และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น ซึ่งการปลูกพืชตระกูลถั่วนอกจากจะเป็นการเพิ่มรายได้หลังเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ยังเป็นการบำรุงดินด้วย ดังนั้นการหาพืชตระกูลถั่วที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง จะเป็นการสร้างแรงจูงใจให้แก่เกษตรกรได้หันมาปลูกถั่วเหลืองมากขึ้น เป็นการลดการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ

ถั่วเหลืองเป็นพืชหนึ่งที่เหมาะกับระบบการปลูกพืชหมุนเวียน โดยอาจเป็นการปลูกก่อนปลูกพืชหลัก หรือปลูกหลังจากปลูกพืชหลักแล้ว ซึ่งถั่วเหลืองที่ใช้ในระบบการปลูกพืชแบบนี้ควรเป็นพันธุ์ที่มีอายุสั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของผลผลิตที่เนื่องจากสภาพแห้งแล้ง อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองพันธุ์อายุสั้นที่มีปลูกในปัจจุบัน ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นระหว่าง 70-80 วัน มักให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากมีข้อจำกัดคือต้นเตี้ย (ความสูงต้นประมาณ 30-50 เซนติเมตร) มีจำนวนกิ่งน้อย จำนวนใบน้อย และช่วงเวลาจากวันปลูกถึงวันออกดอกสั้น ซึ่งถั่วเหลืองอายุสั้นของไทยส่วนมากมีอายุออกดอกประมาณ 27-30 วัน ในขณะที่พันธุ์อายุยาวออกดอก 34-40 วัน หากเปรียบเทียบกันแล้วพันธุ์อายุสั้นจะมีเวลาสำหรับการผลิตอาหารสังเคราะห์ (phytosyntate) น้อย ไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนการสร้างผลผลิตเมล็ดมาก ๆ ดังการทดลองของ Machikowa et al. (2007) ที่ทำการเปรียบเทียบศักยภาพในการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองอายุสั้น และอายุยาว พบว่าในสภาพที่มีการให้ปัจจัยการผลิตเต็มที่ถั่วเหลืองอายุยาวให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น โดย Hartwig (1970) รายงานว่าโดยทั่วไปถั่วเหลืองควรมีเวลาจากวันปลูกถึงออกดอกที่ยาวพอ จึงจะสามารถให้ผลผลิตสูง เช่น ในสหรัฐอเมริกา ควรมีอายุออกดอกประมาณ 45 วัน เป็นอย่างน้อย นอกจากนี้ Dunphy et al. (1979) พบว่าการทำให้ถั่วเหลืองออกดอกช้าลง มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

2.3.1 ลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองอายุเก็บเกี่ยวสั้น

ลักษณะอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองเป็นลักษณะปริมาณ ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ และการแสดงออกของลักษณะเป็นแบบบวก (Burton, 1987) มีการกระจายตัวของลักษณะเป็นแบบต่อเนื่อง การแสดงออกของลักษณะอายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยว ในสภาพการปลูกแบบวันยาวเป็นแบบ partial dominance มียีนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการแสดงออกของลักษณะอย่างน้อย 5 คู่ ได้แก่ E_1/e_1, E_2/e_2 (Bernard, 1971), E_3/e_3 (Buzzell, 1971), E_4/e_4 (Buzzel and Voldeng, 1980), E_5/e_5 (McBlain and Bernard, 1987) อย่างไรก็ตามในสภาพวันสั้นการแสดงออกของลักษณะอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยว

จะแตกต่างจากสภาพวันยาว ซึ่งในสภาพวันสั้น Bonato and Vello (1999) รายงานว่าอายุออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวสั้นถูกควบคุมโดยยีนเด่น 1 คู่ (E_6/e_6) การแสดงออกของลักษณะอายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยวของถั่วเหลือง นอกจากมีอิทธิพลทางพันธุกรรมแล้ว ยังพบว่ามีอิทธิพลของสภาพแวดล้อม โดยถั่วเหลืองยังเป็นพืชวันสั้นที่ไวต่อช่วงแสง หากปลูกพันธุ์เดียวกันในสภาพที่มีช่วงแสงต่างกันจะมีผลทำให้การออกดอกและอายุเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน เช่น ในพื้นที่ที่มีช่วงแสงสั้นถั่วเหลืองจะออกดอกเร็วและมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ในขณะที่หากปลูกในที่มีช่วงแสงยาวจะออกดอกและเก็บเกี่ยวช้ากว่า (Harwig and Kiihl, 1979) และพบว่าอายุออกดอกมีอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างสูง 0.80 และอายุเก็บเกี่ยวพบเช่นเดียวกันว่ามีอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างสูง 0.70-0.94 (Niessl et al., 1995; Oliveira et al., 1999)

2.3.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้นเป็นลักษณะปริมาณ มียีนควบคุมหลายคู่ และมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะช่วงแสง ดังได้กล่าวไปแล้วในข้อ 2.2.1 อย่างไรก็ตามลักษณะนี้พบว่ามีอัตราพันธุกรรมสูง และพบว่ามีสหสัมพันธ์กับลักษณะทางการเกษตรบางลักษณะ ดังงานทดลองของ Machikowa (2007) ได้ทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์อายุยาว และพันธุ์อายุสั้น จากนั้นทำการคัดเลือกโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีอายุสั้นลง ปรากฏว่าสามารถคัดเลือกสายพันธุ์อายุสั้นได้หลายสายพันธุ์ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้มีองค์ประกอบผลผลิตไม่สูง เนื่องจากทำการคัดเลือกอายุสั้นเป็นหลัก ทำให้ถึงแม้สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ที่มีอายุสั้น แต่ควรมีผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่านี้

วิธีการที่จะเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองอายุสั้นให้เทียบเท่าหรือใกล้เคียงพวกอายุปานกลาง หรืออายุยาวสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่ การจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต เช่น การเพิ่มความหนาแน่นของประชากรคือโดยการลดระยะระหว่างต้นภายในแถว หรือลดระยะระหว่างแถว หรือทั้งสองวิธี (Machikowa, 2004) อย่างไรก็ดี วิธีการนี้เป็นการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการปลูกสูงเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร ให้เหมาะสมกับการให้ผลผลิตสูงของถั่วเหลือง ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นเป็นการจัดการอิทธิพลของสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองอายุสั้นต้องมีพันธุกรรมที่ดี มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง จึงจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้กับถั่วเหลืองอายุสั้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตโดยตรงทำได้ยาก เนื่องจากผลผลิตเป็นลักษณะปริมาณ และสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลสูงต่อการแสดงออกของลักษณะ ทำให้การคัดเลือกโดยตรงทำได้ยาก ดังนั้นการคัดเลือกถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงอาจสามารถทำได้โดยการคัดเลือกผ่านลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น Leaf area index (LAI), Crop growth rate (CGR), Net assimilation rate (NAR), Specific leaf weight (SLW) หรือดัชนีเก็บเกี่ยว เนื่องจากลักษณะเหล่านี้มีสหสัมพันธ์สูงกับอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงมีผลต่อผลผลิต (Dornhoff and

Shibles, 1970; Buttery et al., 1981; Wiebold et al., 1981; Secor et al., 1982; Majid and Simpson, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะ CGR และ Pod growth rate (PGR) มีผลต่อผลผลิต โดย Jogloy et al. (2011) ได้ทดลองในถั่วลิสงอายุ พบว่าลักษณะ PGR มีอัตราพันธุกรรมสูง (0.04-0.72) และมีสหสัมพันธ์สูงกับผลผลิต ในปี 1995 Thompson et al. ได้คัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มี SLW สูง ซึ่งพบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง มีน้ำหนักแห้ง และให้ผลผลิตสูง นอกจากคัดเลือกโดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยายังสามารถคัดเลือกทาง อ้อมผ่านลักษณะองค์ประกอบผลผลิต เช่น ขนาดเมล็ด จำนวนฝักต่อต้น และเมล็ดต่อต้น โดยองค์ประกอบผลผลิตหลายลักษณะมีผลทำให้ผลผลิตสูงเป็นที่น่าสนใจในการปรับปรุงพันธุ์พืช เนื่องจากการให้ผลผลิตสูงเกี่ยวข้องกับการมีจำนวนฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น รวมถึงกิ่งต่อต้นสูง (Anand and Torrie, 1963; Malhotra et al., 1972; Board, 1987; Machikowa et al., 2005) และลักษณะเหล่านี้ยังพบว่ามีอัตราพันธุกรรมสูง อยู่ในช่วง 0.22-0.83 (Johnson et al., 1955; Alam and Muresan, 1985) การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มอายุออกดอก เพิ่มขนาดของลำต้น เพิ่มจำนวนกิ่ง จำนวนใบ และองค์ประกอบผลผลิต โดยที่ให้อายุเก็บเกี่ยวคงที่หรือเพิ่มขึ้นให้น้อยที่สุด จะมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไปด้วย Empig และ Fehr (1971) ได้คัดเลือกพันธุ์อายุสั้น โดยวิธีการคัดเลือกหนึ่งเมล็ดต่อต้น วิธี cross bulk, restricted cross และ bulk maturity group bulk พบว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากแต่ละวิธีให้ผลผลิต ไม่แตกต่างกัน แต่วิธีคัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น ใช้เวลา และแรงงาน ในการคัดเลือกน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ Byron และ Orf (1991) ได้ทำการคัดเลือกโดยเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกหนึ่งเมล็ดต่อต้น และวิธีการคัดเลือกหนึ่งเมล็ดต่อต้นในชั่วต้น ๆ พบว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากทั้งสองวิธีการให้ผลผลิตไม่แตก ต่างกัน การวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นของไทย โดย Kaewmeechai et al. (1997) ได้ทำการผสมพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น และถั่วเหลืองอายุยาว และทำการคัดเลือกและได้สายพันธุ์อายุสั้น ที่มีผลผลิตสูงจำนวน 25 สายพันธุ์ Oliveira et al. (1999) ได้คัดเลือกถั่วเหลืองในชั่วที่ 2 (F_2) ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์อายุสั้นและพันธุ์ที่มีอายุออกดอกยาว (long juvenile) ซึ่งเมื่อคัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นแต่มีอายุออกดอกยาวแล้ว สามารถคัดเลือกได้ต้นที่มีต้นที่มีอายุออกดอกยาว อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตสูงขึ้นได้ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ Machikowa et al. (2007) โดยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์อายุสั้นและพันธุ์อายุยาวแล้วทำการคัดเลือก ซึ่งมีเกณฑ์คือ คัดเลือกต้นที่มีอายุออกดอกยาวใกล้เคียงกับพันธุ์อายุยาว แต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นเท่ากับพันธุ์อายุสั้น เมื่อคัดเลือกจำนวน 6 ชั่วอายุแล้ว นำสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาปลูกทดสอบและคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตสูง พบว่ามีจำนวน 11 สายพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น แต่มีอายุออกดอกยาว และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง โดยสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มีการปลูกโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามต้องนำสายพันธุ์เหล่านี้มาทดสอบเพิ่มเติมเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ให้มีลักษณะตามต้องการ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปลูกทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นในหลายสถานที่ เพื่อทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิต และการปรับตัวในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

หน่วยงานที่ปรับปรุงถั่วเหลืองอายุสั้นได้แก่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ได้ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้อายุสั้นคือ พันธุ์เชียงใหม่ 2 จากนั้นระหว่างปี 2546–2548 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ได้นำสายพันธุ์กลาย DT84 จากเวียดนาม เมื่อนำมาปลูกทดสอบที่เชียงใหม่ พบว่ามีอายุเก็บเกี่ยวสั้น 83 วัน โดยสั้นกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ถึง 18 วัน และมีผลผลิต 278 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ 60 นอกจากนี้ยังได้นำสายพันธุ์กลาย Bangsakong ที่นำเข้าจากเกาหลีมาปลูกทดสอบที่สุโขทัย สายพันธุ์นี้ให้ผลผลิต 332 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าพันธุ์สุโขทัย 2 ประมาณ 10% และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น 82 วัน สั้นกว่าพันธุ์สุโขทัย 2 ถึง 12 วัน อย่างไรก็ตามทั้งสองสายพันธุ์ที่กล่าวถึงนี้ยังอยู่ในระหว่างการปลูกทดสอบ และประเมินผลผลิตในไร่เกษตรกร (สิทธิ์ แดงประดับ และคณะ, 2551) นอกจากนี้ได้มีการปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นเพิ่มเติมอีก 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (อลงกรณ์ กรทอง และคณะ, 2550) อย่างไรก็ตามพันธุ์ดังกล่าวเหมาะกับการปลูกในภาคกลางมากกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.4 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง

ถั่วเหลืองพันธุ์ที่เป็นพันธุ์แนะนำที่ผ่านการรับรองโดยกรมวิชาการเกษตรในปัจจุบันมี 18 พันธุ์ ที่สามารถปลูกเป็นการค้า (สิทธิ์ แดงประดับ, 2551) อย่างไรก็ตามพันธุ์ส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนประมาณ 30-37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำหากเทียบกับพันธุ์ของต่างประเทศ จึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงทำได้ยาก เนื่องจากเป็นลักษณะปริมาณ ควบคุมโดยยีนหลายคู่ และมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อม

2.4.1 ลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองเป็นลักษณะปริมาณ ที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ (Burton, 1987) และมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ดังนั้นในการปลูกถั่วเหลืองให้มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงนอกจากใช้พันธุ์ดีที่มีโปรตีนสูงแล้ว ยังมีผลของการจัดการสภาพแวดล้อมด้วย จากหลายรายงานพบว่าลักษณะโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองมีอัตราพันธุกรรมระหว่าง 0.40–0.77 (Burton, 1987; Cober and Voldeng, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโปรตีนมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับลักษณะผลผลิต โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง -0.23 ถึง -0.86 และยังพบว่าลักษณะโปรตีนยังมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันด้วย โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง -0.12 ถึง -0.74 (Wehrmann et al., 1987; Wilcox and Guodong, 1997; Cober and Voldeng, 2000; Li and Burton, 2002; Ray et al., 2006) สำหรับผลของสภาพแวดล้อมต่อปริมาณโปรตีนมีรายงานว่าการจัดการดินและธาตุอาหารที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนให้สูงขึ้นได้ (วัลลีย์ อมรพล และคณะ, 2550; จิติมา ยถาภูธานนท์ และคณะ, 2552) เช่น หากจัดการระดับไนโตรเจนให้เพียงพอและเหมาะสมกับความต้องการของถั่วเหลืองจะสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดได้ (Sexton et al., 1998a; Sexton et al., 1998b; Wilcox and Shibles, 2001) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะโปรตีนเป็นลักษณะที่มีผลทั้งจากพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม

2.4.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง

การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีผสมกลับเหมาะสำหรับการปรับปรุงลักษณะง่าย ๆ ที่ควบคุมโดยยีน 1 คู่ หรือน้อยคู่ (Briggs and Knowles, 1967) ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ (2540) ได้ใช้วิธีนี้ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1, กำแพงแสน 2 และพันธุ์ มอ 1 ให้ต้านทานต่อโรคใบจุด ซึ่งลักษณะต้านทานต่อโรคใบจุดในถั่วเขียวควบคุมโดยยีนน้อยคู่ และลักษณะแสดงออกให้เห็นได้อย่างชัดเจน การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนสามารถทำได้ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม การคัดเลือกโดยตรงมีหลายการทดลองที่ใช้วิธีการผสมกลับ ซึ่งการปรับปรุงลักษณะปริมาณโดยวิธีผสมกลับสามารถกระทำได้ เนื่องจากมีอัตราพันธุกรรมสูงระหว่าง 0.40–0.77 (Burton, 1987; Cober and Voldeng, 2000; Panthee et al., 2005) มีหลายงานทดลองที่สามารถคัดเลือกโดยใช้วิธีการผสมกลับเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองได้ เช่น Hartwig and Hinson (1972) ใช้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูง(Bragg) ซึ่งให้เป็นพันธุ์รับผสมกับพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์รับจำนวน 2 รอบ จากการคัดเลือกนี้ได้สายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงเท่ากับพันธุ์ Bragg และมีโปรตีนสูงขึ้น ต่อมา Wilcox และ Cavin (1995) ทำการปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนของถั่วเหลือง โดยได้ผสมพันธุ์ระหว่างถั่วเหลืองพันธุ์โปรตีนสูง (Pando) กับพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงแต่มีโปรตีนต่ำ (Cutler 74) และให้เป็นพันธุ์รับ แล้วผสมกลับไปยังพันธุ์รับจำนวน 2 รอบ จากนั้นใช้วิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น พบว่าสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนในถั่วเหลืองให้กับพันธุ์โปรตีนต่ำ โดยผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ยังพบว่า Cober และ Voldeng (2000) สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองโดยใช้วิธีการผสมกลับ โดยใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและนิยมปลูกเป็นพันธุ์รับผสมกับพันธุ์ให้ที่มีโปรตีนสูง แต่มีผลผลิตต่ำ ซึ่งในการทดลองนี้สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนให้สูงขึ้นแต่ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์รับ Sebolt et al. (2000) ก็ใช้วิธีการผสมกลับในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนเช่นกัน ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มโปรตีนให้กับถั่วเหลืองสามารถทำได้โดยการผสมกลับและการคัดเลือกแบบคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น สำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนนอกจากทำโดยการคัดเลือกโดยตรงแล้ว ยังสามารถใช้การคัดเลือกทางอ้อมโดยการคัดเลือกจากลักษณะอื่น ๆ เช่น การคัดเลือกทางอ้อมโดยใช้ลักษณะ seed density เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน พบว่าสามารถคัดเลือกเพื่อเพิ่มโปรตีนได้แต่ไม่มีประสิทธิภาพ (Alt et al., 2002; Li and Burton, 2002)

การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองในประเทศไทยของกรมวิชาการเกษตร โดยเบญจมาศ คำสืบ และคณะ (2550) ได้ใช้วิธีการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมากับถั่วเหลือง 3 พันธุ์ และคัดเลือกโดยวิธีบันทึกประวัติ แล้วเลือกสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ด และผลผลิตสูง และคัดเลือกจำนวนหลายชั่ว พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนให้สูงขึ้นได้ (จิติมา ยถาภูธานนท์ และคณะ, 2550) ในปี 2552 สิทธิ แดงประดับ และคณะ ได้รายงานการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มโปรตีน โดย

ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ที่มีโปรตีนต่ำและสูง และทำการคัดเลือกโดยวิธี modified single seed descent ในชั่วลูกจำนวน 5 ชั่ว แล้วทำการปลูกทดสอบและคัดเลือก ได้สายพันธุ์ดี 3 สายพันธุ์ ซึ่งทั้งหมดให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนและผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (เชียงใหม่ 60) ซึ่งมีโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตประมาณ 225 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ รัชนี โสภา และคณะ (2552) ได้ทำการผสมพันธุ์ระหว่างถั่วเหลืองและสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้โปรตีนสูง 4 สายพันธุ์ เมื่อปลูกทดสอบพบว่ามีผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในถั่วเหลืองของสหรัฐอเมริกา ได้พันธุ์ Prolina ที่ให้โปรตีนถึง 46 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำมันถึง 19 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น

3.1.1 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น ใน 2 สถานที่

การทดลองนี้เป็นการทดลองต่อเนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีอายุออกดอกยาว จากการปลูกทดสอบ 24 สายพันธุ์ในหลายท้องที่ แล้วพบว่ามี 11 สายพันธุ์ที่มีลักษณะอายุออกดอกยาว และมีอายุเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับถั่วเหลืองอายุสั้นที่ปลูกในปัจจุบัน (ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2550) โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. นำสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นที่ผ่านการปลูกทดสอบจำนวน 11 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, M-2209, C-3105, C-3108, C-3110, C-3117, M-3202, M-3213, M-3215 และ M-3217 ปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อายุสั้น 3 พันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่ 2 (ชม 2), นครสวรรค์ 1 (นว 1) และศรีสำโรง 1 และพันธุ์อายุปานกลางที่นิยมปลูก คือ พันธุ์ สจ 5 ปลูกเปรียบเทียบในเดือนกันยายน 2551 โดยปลูกทดสอบ 2 สถานที่ คือฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอก (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ

2. วิธีการปลูก นำเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 11 สายพันธุ์ คลุกเชื้อไรโซเบียมที่ใช้สำหรับถั่วเหลือง จากนั้นปลูกแปลงละ 5 แถว แถวยาว 5 เมตร มีระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น 50 × 20 ซม. ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ แล้วให้น้ำทันทีหลังจากปลูก จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม พร้อมทั้งกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 สูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ ในระยะออกดอกมีการระบาดของหนอนม้วนใบ ทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง

3. การบันทึกลักษณะ ทำการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1) อายุออกดอก บันทึกโดยนับจากวันปลูกถึงวันออกดอกแรกของถั่วเหลือง 10 ต้น ภายในแต่ละแปลงย่อยของแต่ละสายพันธุ์แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2) อายุเก็บเกี่ยว บันทึกอายุตั้งแต่วันปลูกถึงวันฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล 95% ของแต่ละแปลงย่อย

3) ความสูง ในระยะเก็บเกี่ยววัดความสูงต้นถั่วเหลืองโดยสุ่มวัดจาก 10 ต้น ทำการวัดจากระดับพื้นดินจนถึงยอดของลำต้นหลักเป็นเซนติเมตร จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

4) จำนวนกิ่งต่อต้น สุ่มวัดถั่วเหลือง 10 ต้น จากแต่ละซ้ำของแต่ละสายพันธุ์ นับจำนวนกิ่งบนลำต้นหลัก จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งต่อต้น

5) จำนวนฝักต่อต้น สุ่มถั่วเหลือง 10 ต้น จากแต่ละแปลงย่อยของแต่ละสายพันธุ์ นับจำนวนฝักต่อต้น จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยของจำนวนฝักต่อต้น

6) ขนาดเมล็ด หรือน้ำหนัก 100 เมล็ด หลังจากนวดเมล็ดและลดความชื้นจนเหลือ 12% สุ่มเมล็ดจากแต่ละซ้ำ โดยสุ่ม 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด นำไปชั่งแล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละซ้ำ

7) ผลผลิต ในระยะสุกแก่ทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเฉพาะต้นใน 3 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ต้นที่เก็บเกี่ยวมาแล้วนำมาตากแดดให้แห้งสนิท แล้วนวดเมล็ดแล้วนำมาอบลดความชื้นให้เหลือ 12% จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักเป็นกรัมต่อพื้นที่แล้วคำนวณเป็นกิโลกรัมต่อไร่

8) น้ำหนักแห้ง (กรัม/แปลงย่อย) ในระยะเก็บเกี่ยวทำการสุ่มตัดต้นถั่วเหลือง 10 ต้น นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งรวมของแต่ละแปลงย่อย

9) ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index; HI) นำตัวอย่างจากข้อ 10 มานวดแล้ว แยกชั่งระหว่างน้ำหนักเมล็ด และน้ำหนักต้นแห้ง (น้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะเก็บเกี่ยว ไม่ได้รวมใบที่ร่วงในระยะเจริญเติบโต) โดยใช้สมการ

$$\text{Harvest Index (HI)} = (\text{Seed Yield} / \text{Biological Yield}) \times 100$$

นำข้อมูลที่ทำการบันทึกจากทั้ง 2 สภาพแวดล้อม มาวิเคราะห์วาเรียนซ์ โดยวิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมทั้งสองสถานที่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของ 11 สายพันธุ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS V. 13 (Levesque and SPSS Inc, 2006) แล้วคัดเลือกพันธุ์อายุสั้นที่ตรงตามลักษณะที่ต้องการไว้ 9 สายพันธุ์เพื่อทำการทดสอบใน regional yield trial ต่อไป

3.1.2 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นหลายท้องที่

จากการปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ พบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงจำนวน 9 สายพันธุ์ จากนั้นนำมาปลูกทดสอบในหลายท้องที่ (regional yield trial) เพื่อทดสอบศักยภาพของสายพันธุ์ในพื้นที่หลังเก็บเกี่ยวข้าว 5 สถานที่ ได้แก่ ขอนแก่น สุรินทร์ เลย อุบล และนครราชสีมา โดยในการปลูกแต่ละท้องที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มีวิธีการปลูกคือ ปลูกแปลงละ 6 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น 50 × 20 ซม. ก่อนปลูกนำเมล็ดมาคลุกเชื้อไรโซเบียม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมปลูก เมื่อปลูกแล้วให้น้ำทันที จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อหลุม พร้อมกับให้ปุ๋ยสูตร 12–24–12 อีกครั้ง อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงในช่วงก่อนออกดอก เนื่องจากมีการระบาดของหนอนม้วนใบ

การบันทึกลักษณะต่าง ๆ ทำการบันทึก 3 ลักษณะ ได้แก่ อายุออกดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต ซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลแสดงในการทดลองที่ 3.1.1

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำลักษณะต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วม 5 สถานที่ เพื่อวิเคราะห์วาเรียนซ์ วิเคราะห์วาเรียนซ์ร่วมทั้ง 5 สถานที่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอายุออกดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS V. 13 (Levesque and SPSS Inc., 2006) เพื่อทดสอบการปรับตัว ลักษณะทางการเกษตร และศักยภาพในการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์อายุสั้น หากสายพันธุ์ใดมีลักษณะอายุสั้น ลักษณะทางพืชไร่ดี และให้ผลผลิตสูงในทุกสถานที่ คัดเลือกเพื่อทดสอบเพิ่มเติม และขยายพันธุ์ต่อไป

3.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสูง

นำพันธุ์หรือสายพันธุ์อายุสั้น อายุปานกลาง และอายุยาว มาปรับปรุงให้อายุสั้นโดยวิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นร่วมกับวิธีการผสมกลับ ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.2.1 การปรับปรุงถั่วเหลืองอายุสั้นโดยวิธีการคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นและวิธีการผสมกลับ

1. พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พันธุ์อายุสั้น : เชียงใหม่ 2 (ชม 2), นครสวรรค์ 1 (นว 1) พันธุ์อายุปานกลาง : สจ 5 และพันธุ์อายุยาว : LJ 4 นำทั้ง 4 พันธุ์มาทำการผสมข้ามพันธุ์จำนวน 2 คู่ผสมคือ คู่ผสม ชม 2 × สจ 5 และ นว 1 × LJ4

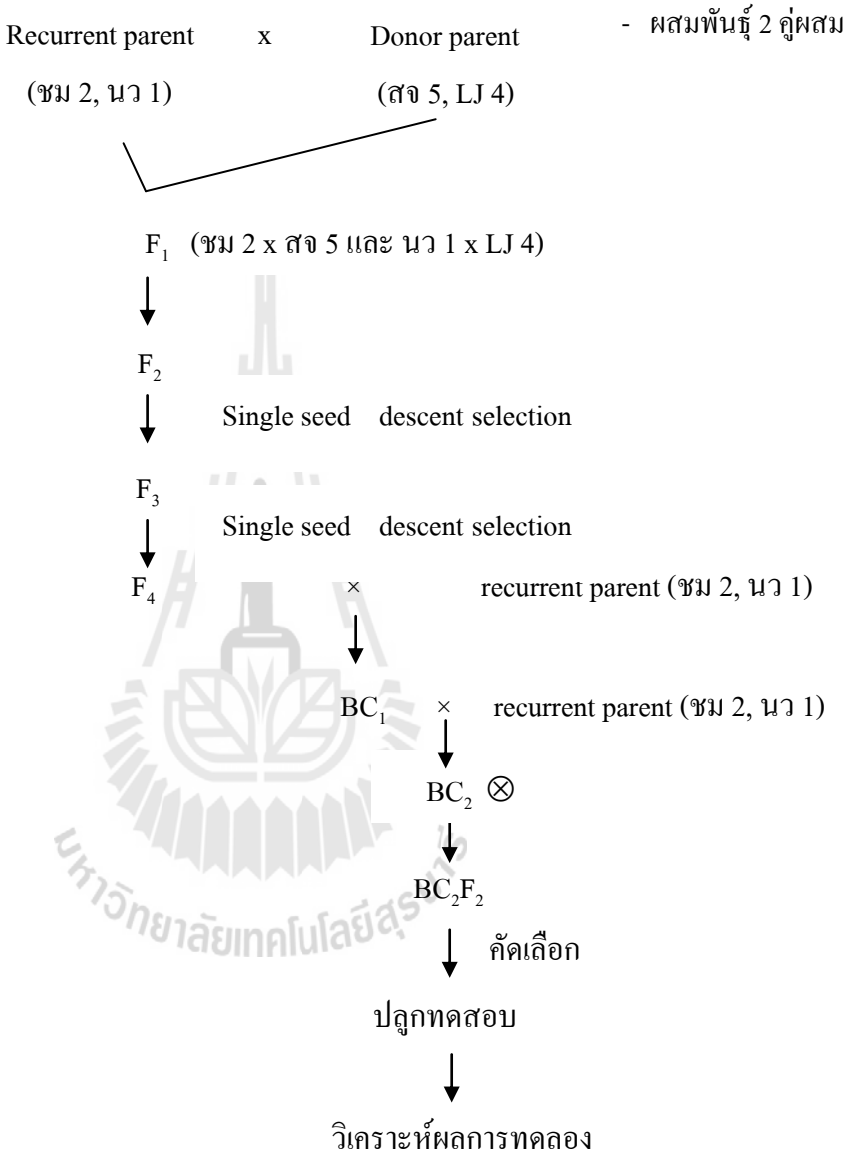
2. เมื่อได้เมล็ดชั่วที่ 1 (F_1) ปลูกให้ผสมตัวเองได้เมล็ดในชั่วที่ 2 (F_2) จากนั้นนำเมล็ด F_2 ของทั้งสองคู่ผสมมาปลูกในแปลงปลูก โดยคู่ผสมที่ 1 มีจำนวน 1,190 ต้น คู่ผสมที่ 2 จำนวน 1,325 ต้น เพื่อคัดเลือกโดยวิธีการ single seed descent โดยมีพันธุ์อายุสั้นเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกคือ คัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีทรงพุ่มใหญ่กว่าพันธุ์อายุสั้นที่เป็นพ่อ-แม่พันธุ์ (ชม 2 และ นว 1) และมีจำนวนกิ่งต่อต้นสูง ทำการคัดเลือกเช่นนี้จำนวน 2 ชั่วอายุ ซึ่งเมล็ดที่ได้จากการคัดเลือกจะเป็นเมล็ดในชั่วที่ 4 (F_4) แสดงดังรูปที่ 1

3. นำเมล็ดในชั่วที่ 4 ที่ผ่านการคัดเลือกปลูกในแปลง แล้วคัดเลือกถั่วเหลืองต้นที่มีทรงพุ่มใหญ่และมีกิ่งต่อต้นสูง แล้วทำการผสมกลับไปยังพันธุ์อายุสั้น 2 รอบ โดยให้พันธุ์อายุสั้น (ชม 2, นว 1) เป็นพันธุ์รับ ในการคัดเลือกแต่ละรอบจะใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเช่นเดียวกับการคัดเลือกที่ผ่านมาคือ คัดเลือกต้นที่มีทรงพุ่มใหญ่ จำนวนกิ่งต่อต้นสูง และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น จนได้เมล็ด BC_2

4. นำเมล็ด BC_2 มาปลูกแล้วคัดเลือกต้นที่ตรงตามความต้องการ ปล่อยให้ผสมตัวเอง จะได้เมล็ด BC_2F_2 ซึ่งจะมีจำนวนเมล็ดมากพอที่จะนำไปทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 1

5. นำเมล็ดที่ได้จากข้อ 4. ปลูกทดสอบในสภาพแปลงโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูก 3 แถว แถวละ 5 เมตร ก่อนปลูกนำเมล็ดมาคลุกเชื้อไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมปลูก เมื่อปลูกแล้วให้น้ำทันที จากนั้นฉีด

พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้น ต่อหลุม พร้อมกับให้ปุ๋ยสูตร 12–24–12 อีกครั้ง อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช



รูปที่ 3.1 แผนการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นให้มีทรงพุ่มใหญ่ และมีจำนวนกิ่งต่อต้นสูงขึ้น

6. การบันทึกลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตต่อไร่ (คำนวณจากพื้นที่ 7.5 ตรม.) โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลของลักษณะต่าง ๆ ดังการทดลองที่ 3.1.1

7. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำลักษณะต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้

โปรแกรม SPSS V.13 (Levesque and SPSS Inc., 2006) พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ระหว่างสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกกับพันธุ์เปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT หากสายพันธุ์ใดให้ลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีทรงพุ่มใหญ่ มีจำนวนกิ่ง และให้ผลผลิตสูง เก็บไว้เพื่อทดสอบสายพันธุ์ต่อไป

3.2.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุยาวให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นโดยวิธีการผสมกลับ

การปรับปรุงพันธุ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ถั่วเหลืองที่มีลักษณะ ใกล้เคียงพันธุ์อายุยาว แต่มีอายุเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น โดยใช้ สจ 5 × ชม 2, มข 35 × ชม 2 แล้วผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาวทุกรอบของการผสมกลับ ทำการคัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ทรงต้นใหญ่ มีกิ่ง และผลผลิตสูงไว้ ดังรายละเอียดดังนี้

1. พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พันธุ์อายุสั้น : เชียงใหม่ 2 (ชม 2) และพันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ดีอยู่แล้วคือ มีต้นสูงใหญ่ จำนวนกิ่งต่อต้น และผลผลิตสูง แต่มีอายุค่อนข้างยาว ได้แก่ พันธุ์อายุปานกลาง (สจ 5) และพันธุ์อายุยาว (มข 35) นำ 3 พันธุ์มาผสมข้ามพันธุ์ได้ 2 คู่ผสมคือ ชม 2 × สจ 5 และ ชม 2 × มข 35

2. เมื่อได้เมล็ดชั่วที่ 1 (F_1) นำมาปลูกแล้วในระยะออกดอกทำการผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาว (สจ 5 และ มข 35) จำนวน 2 รอบ โดยให้พันธุ์อายุยาวทั้งสองพันธุ์นี้เป็นพันธุ์รับ และในการคัดเลือกแต่ละรอบจะใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคือ คัดเลือกต้นที่มีต้นโต จำนวนกิ่งต่อต้นสูง ใกล้เคียงกับพันธุ์รับ และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ทำการผสมกลับจำนวน 2 รอบ จะได้เมล็ด BC_2

3. นำเมล็ด BC_2 มาปลูกแล้วคัดเลือก 2 ขั้นตอน คือในขั้นแรกระยะออกดอกคัดเลือกต้นสูงใหญ่ มีกิ่งจำนวนมาก แล้วปล่อยให้ผสมตัวเอง ในขั้นที่สองต้นที่ได้รับการคัดเลือกหากต้นใดมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นทำการคัดเลือกไว้จะได้เมล็ด BC_2F_2

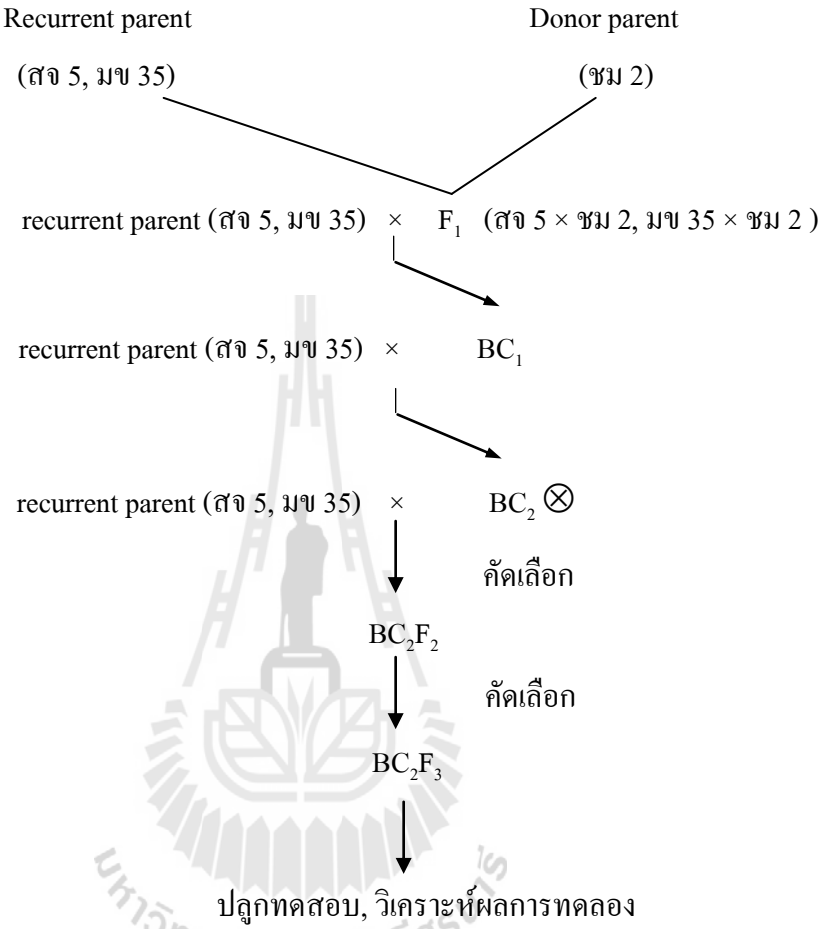
4. นำเมล็ด BC_2F_2 จากข้อ 3 มาปลูกขยายพันธุ์เพื่อให้ได้เมล็ดจำนวนมากสำหรับนำไปปลูกทดสอบ ซึ่งเมล็ดที่ได้คือ BC_2F_3

5. นำเมล็ดที่ได้จากข้อ 4. ปลูกทดสอบในสภาพแปลงโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูก 3 แถว แถวละ 5 เมตร ก่อนปลูกนำเมล็ดมาคลุกเชื้อไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมปลูก เมื่อปลูกแล้วให้น้ำทันที จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อหลุม พร้อมกับให้ปุ๋ยสูตร 12–24–12 อีกครั้ง อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง

6. การบันทึกลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตต่อไร่ (7.5 ตรม.) โดยมีวิธีการเก็บข้อมูลของลักษณะดังการทดลองที่ 3.1.1

7. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำลักษณะต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์วาเรียนซ์ หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS V.13 (Levesque and SPSS Inc., 2006) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี

DMRT หากสายพันธุ์ใดให้ลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีทรงพุ่มใหญ่ มีกิ่งจำนวนมาก และให้ผลผลิตสูง เก็บไว้เพื่อทดสอบสายพันธุ์ต่อไป



รูปที่ 3.2 แผนการปรับปรุงพันธุ์อายุยาวมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น แต่มีลักษณะทางการเกษตรเหมือนพันธุ์อายุยาว

3.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง

3.3.1 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ

การทดลองนี้ใช้พันธุ์ที่มีโปรตีนสูง (high protein, HP) ซึ่งนำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งจากรายงานการปลูกในสหรัฐอเมริกาให้โปรตีน 48–50 เปอร์เซ็นต์ เป็นพันธุ์รับ ใช้พันธุ์ปลูกที่ปรับตัวได้ดี ต้นสูง ผลผลิตสูง ฯลฯ เป็นพันธุ์ให้ (donor parent) ได้แก่ สายพันธุ์ LJ4 และพันธุ์ มข 35 ทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ แล้วผสมกลับไปยัง Prolina เพื่อรักษาลักษณะของพันธุ์ให้ ผสมตัวเองเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางพืชไร่ดีแล้ววิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์รับ 2 ครั้ง หลังจากนั้นผสมตัวเอง พร้อมทั้งคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณโปรตีน และให้ผลผลิตสูง แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง (Prolina) และพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี ปรับตัวได้ดี มีผลผลิตสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ (LJ 4 และ มข 35) นำ 3 พันธุ์มาผสมข้ามพันธุ์ได้ 2 คู่ผสมคือ LJ 4 × Prolina และ มข 35 × Prolina

2. เมื่อได้เมล็ดชั่วที่ 1 (F_1) นำมาปลูกแล้วในระยะออกดอกทำการผสมกลับไปยังพันธุ์รับคือ Prolina ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง จะได้เมล็ด BC_1

3. นำเมล็ด BC_1 ปลูกในแปลง ปล่อยให้ผสมตัวเอง ในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จะได้เมล็ด BC_1F_2จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น โดยใช้วิธี Kjeldahl (AOAC, 1970) คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง

4. นำเมล็ด BC_1F_2ที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูก ในระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดีแล้วผสมกลับไปยัง Prolina ซึ่งเป็นพันธุ์รับอีกรอบ เมล็ดที่ได้จะเป็น BC_2

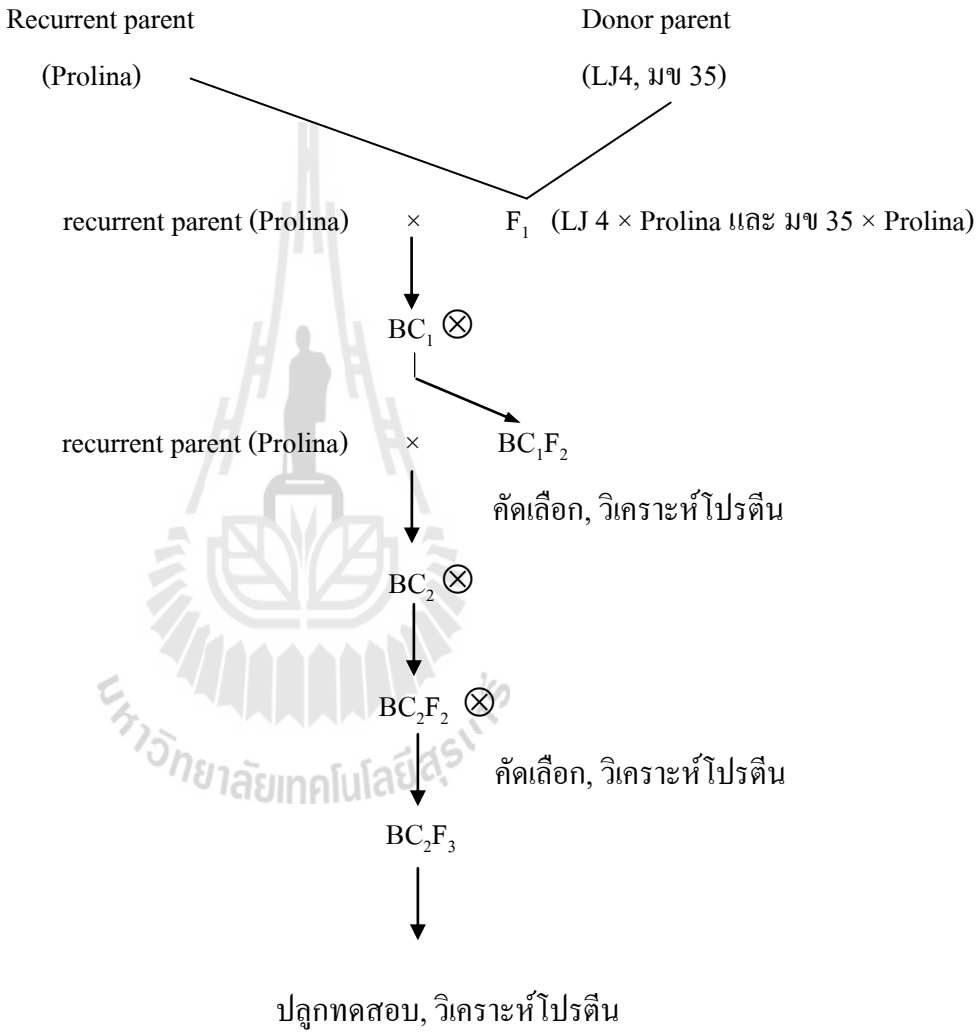
5. นำเมล็ด BC_2 ปลูกในแปลง ปล่อยให้ผสมตัวเองจะได้เมล็ด BC_2F_2 ในระยะสุกแก่ทำการคัดเลือกและเก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง

6. นำเมล็ด BC_2F_2 มาปลูกแล้วปล่อยให้ผสมตัวเอง เพื่อเพิ่มปริมาณเมล็ด ซึ่งเมล็ดที่ได้คือ BC_2F_3 สำหรับนำไปปลูกทดสอบ

7. นำเมล็ดที่ได้จากข้อ 6. ปลูกทดสอบในสภาพแปลงโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูก 3 แถว แถวละ 5 เมตร ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง ก่อนปลูกนำเมล็ดมาคลุกเชื้อไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมปลูก เมื่อปลูกแล้วให้น้ำทันที จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อหลุม พร้อมกับให้ปุ๋ยสูตร 12–24–12 อีกครั้ง อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช

8. จากนั้นทำการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ (คำนวณจากพื้นที่ 7.5 ตรม.) และวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีน

9. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำลักษณะต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS V.13 (Levesque and SPSS Inc., 2006) วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT หากสายพันธุ์ใดให้ลักษณะทรงพุ่มใหญ่ และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ปลูก และให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง เก็บไว้เพื่อทดสอบสายพันธุ์ต่อไป



รูปที่ 3.3 แผนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีโปรตีนสูงขึ้นโดยมีพันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ

3.3.2 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ

วิธีนี้ให้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูง ปรับตัวได้ดี (ชม 60, สจ 5) เป็นพันธุ์รับ ส่วนพันธุ์ Prolina ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์ให้ โดยทำการผสมถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 × Prolina, สจ. 5 × Prolina จากนั้นนำลูก F_1 ผสมกลับไปยังพันธุ์รับ ชม 60 และ สจ 5 จำนวน 2 ครั้ง วิธีนี้ก่อนผสมกลับแต่ละครั้งต้องสุ่มวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีน เมื่อผสมกลับแล้วปลูกเพื่อให้ผสมตัวเอง วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนแล้วทำการคัดเลือก ดังแสดงในรูปที่ 4 และมีรายละเอียดดังนี้

1. พันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง (Prolina) และพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี ปรับตัวได้ดี ให้ผลผลิตสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ (ชม 60, สจ 5) นำ 3 พันธุ์มาผสมข้ามพันธุ์ได้ 2 คู่ผสมคือ ชม. 60 × Prolina และ สจ. 5 × Prolina

2. เมื่อได้เมล็ดชั่วที่ 1 (F_1) นำมาปลูกแล้วในระยะออกดอกทำการผสมกลับไปยังพันธุ์รับคือ ชม 60 และ สจ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดีจะได้เมล็ด BC_1

3. นำเมล็ด BC_1 ปลูกในแปลง ปล่อยให้ผสมตัวเองจะได้เมล็ด BC_1F_2 ในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น โดยใช้วิธี Kjeldahl (AOAC, 1970) คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง

4. นำเมล็ด BC_1F_2ที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูก ในระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดีแล้วผสมกลับไปยัง ชม 60 และ สจ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์รับอีกรอบ เมล็ดที่ได้จะเป็น BC_2

5. นำเมล็ด BC_2 ปลูกในแปลง ปล่อยให้ผสมตัวเองพร้อมทั้งบันทึกลักษณะทางการเกษตร และในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จะได้เมล็ด BC_2F_2 จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกต้นที่มีโปรตีนสูง

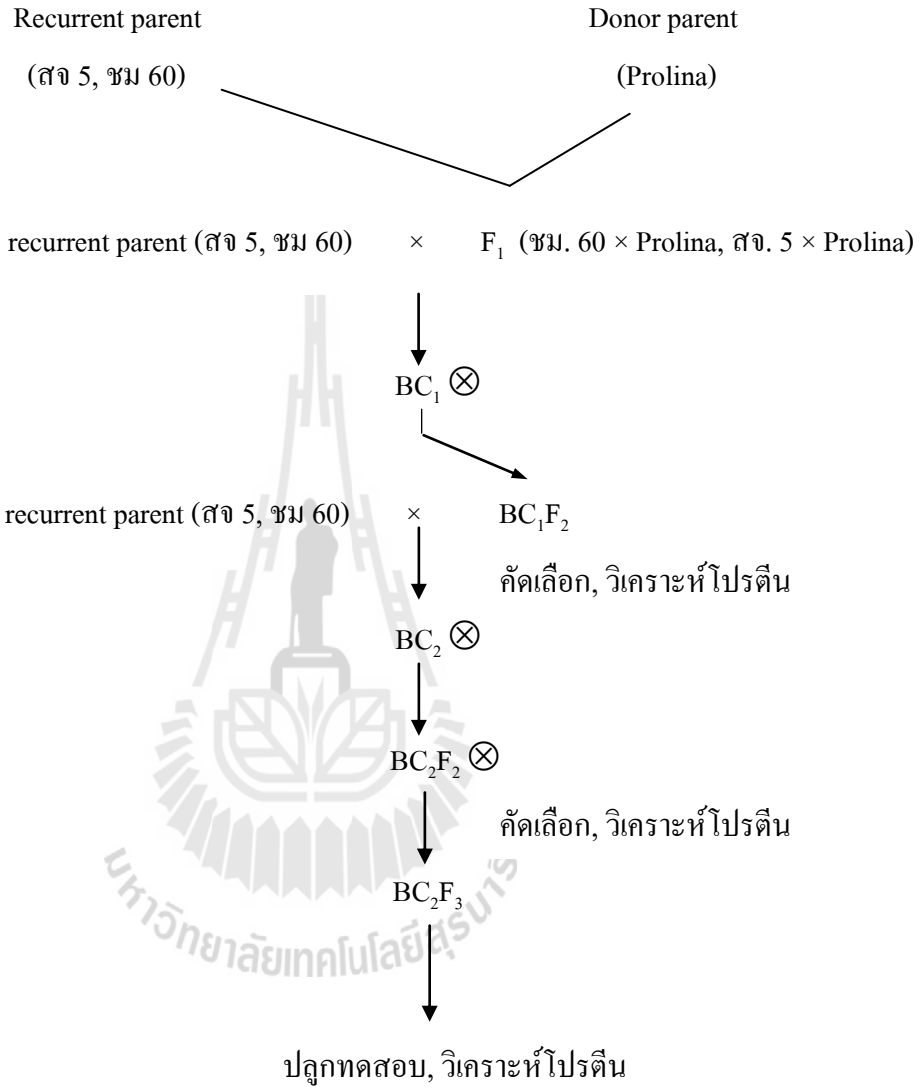
6. นำเมล็ด BC_2F_2 ที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูกแล้วปล่อยให้ผสมตัวเอง เพื่อเพิ่มปริมาณเมล็ด ซึ่งเมล็ดที่ได้คือ BC_2F_3สำหรับนำไปปลูกทดสอบ

7. นำเมล็ดที่ได้จากข้อ 6. ปลูกทดสอบในสภาพแปลงโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบลอค (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูก 3 แถว แถวละ 5 เมตร ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง ก่อนปลูกนำเมล็ดมาคลุกเชื้อไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12–24–12 อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมปลูก เมื่อปลูกแล้วให้น้ำทันที จากนั้นฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก เมื่อต้นถั่วเหลืองมีอายุ 15 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือจำนวน 2 ต้นต่อหลุม พร้อมกับให้ปุ๋ยสูตร 12–24–12 อีกครั้ง อัตรา 15 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืช

8. การบันทึกลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ (จาก 7.5 ตรม.) และเปอร์เซ็นต์โปรตีน จากนั้น คัดเลือกไว้เฉพาะสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี

9. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำลักษณะต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS V.13 (Levesque and SPSS Inc., 2006) วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีน พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT หากสายพันธุ์ใดให้ลักษณะ

ใกล้เคียงพันธุ์รับ ได้แก่ ต้นใหญ่ กิ่งต่อต้นสูง และผลผลิตให้โปรตีนสูง เก็บไว้เพื่อทดสอบสายพันธุ์ต่อไป พร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกกับวิธีในข้อ 3.3.1



รูปที่ 3.4 แผนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีโปรตีนสูงขึ้นโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น

4.1.1 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น ใน 2 สถานที่

จากการปลูกทดสอบถั่วเหลือง 11 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, M-2209, C-3105, C-3108, C-3110, C-3117, M-3202, M-3213, M-3215 และ M-3217 ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 2 (ชม 2), นครสวรรค์ 1 (นว 1), ศรีสำโรง 1 (ศร 1) และพันธุ์ สจ 5 ปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ คือฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล 11 ลักษณะ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงค่าวาเรียนซ์และค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรทั้ง 11 ลักษณะ พบว่าถั่วเหลืองทั้ง 15 พันธุ์/สายพันธุ์ เมื่อปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกลักษณะ โดยมีผลการทดลองดังนี้

อายุออกดอก สายพันธุ์ที่ปลูกทดสอบได้รับการปรับปรุงเพื่อให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น แต่ให้มีอายุออกดอกยาวใกล้เคียงพันธุ์อายุปานกลาง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบอายุออกดอกระหว่างถั่วเหลือง 11 สายพันธุ์ กับพันธุ์ปลูกที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและพันธุ์อายุปานกลาง ณ แปลงทดสอบของฟาร์มมหาวิทยาลัย พบว่าพันธุ์อายุสั้นทั้ง 3 พันธุ์ มีอายุออกดอก 34 วัน และสายพันธุ์ที่ทดสอบมีเพียง 2 สายพันธุ์ คือ M-2209 และ M-3202 ที่มีอายุออกดอก 34 วัน เท่ากับพันธุ์อายุสั้น ส่วนอีก 9 สายพันธุ์มีอายุออกดอกช้ากว่า โดยมีอายุออกดอกตั้งแต่ 35–37 วันหลังปลูก อย่างไรก็ตามพบว่าสายพันธุ์มีอายุออกดอกสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์อายุปานกลาง (40 วัน) สำหรับการทดสอบสายพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ มีอายุออกดอกเร็วกว่าการปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย และมี 5 สายพันธุ์ ที่มีอายุออกดอก 33–34 เท่ากับพันธุ์อายุสั้น ส่วนอีก 6 สายพันธุ์มีอายุออกดอก 35–37 วันหลังจากปลูก ซึ่งอายุยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น และใกล้เคียงกับพันธุ์ สจ 5 ซึ่งมีอายุออกดอก 39 วัน

อายุเก็บเกี่ยว สายพันธุ์ที่ทดสอบในครั้งนี้ได้รับการปรับปรุงเพื่อให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นใกล้เคียงกับพันธุ์ ชม 2 และ นว 1 ซึ่งจากการปลูกทดสอบในทั้ง 2 สถานที่ พบว่าที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย พันธุ์อายุสั้น ชม 2 มีอายุเก็บเกี่ยว 94 วัน ส่วนพันธุ์ นว 1 และ ศร 1 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 91 วัน สำหรับสายพันธุ์ที่ทดสอบมีอายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 93-100 วันหลังปลูก โดยมีสายพันธุ์ M-3202 และ C-3108 มีอายุไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ มีอายุเก็บเกี่ยว 95–100 วัน ในขณะที่สายพันธุ์ C-3110, C-3117 และ M-2209 มีอายุเก็บเกี่ยว 99-100 วัน ใกล้เคียงกับกับพันธุ์ สจ 5 (102 วัน) สำหรับการปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวที่มีแนวโน้มเหมือนกับที่ฟาร์ม

มหาวิทยาลัย โดยสายพันธุ์ C-2109, C-3105, C-3108 และ M-3202 ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 92–93 วัน ไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้นซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยว 90 และ 93 วัน ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น แต่อายุสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 (101 วัน) ยกเว้น สายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยว 99 วัน

ความสูง การทดสอบความสูงของสายพันธุ์ใน 2 สถานที่ มีความแตกต่างกัน โดยเมื่อทดสอบที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย สายพันธุ์มีความสูงต้น 43–82 เซนติเมตร ยกเว้นสายพันธุ์ M-2209 ที่มีความสูงน้อยที่สุด 43 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้นที่มีความสูง 40–43 เซนติเมตร และพบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่ต้นสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (59 เซนติเมตร) อย่างไรก็ตามความสูงของลำต้นของทุกสายพันธุ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยพบว่ามี 7 สายพันธุ์ที่ต้นสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น ได้แก่ C-2109, C-3108, C-3110, C-3117, C-3213, C-3215 และ C-3217 (39–45 เซนติเมตร) และยังพบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีความสูงไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 ซึ่งสูง 40 เซนติเมตร และบางสายพันธุ์มีลำต้นสูงกว่า

จำนวนกิ่งต่อต้น ในการทดสอบลักษณะนี้พบว่าการตอบสนองของสายพันธุ์ในแต่ละท้องที่แตกต่างกัน โดยเมื่อปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยจะให้จำนวนกิ่งต่อต้นมากกว่าที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์กับพันธุ์อายุสั้น พบว่าสายพันธุ์มีจำนวนกิ่งต่อต้นจำนวนระหว่าง 3.0–3.8 กิ่งต่อต้น มากกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มี 2.1–2.5 กิ่งต่อต้น อย่างไรก็ตามมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-3110 และ C-3117 ที่มีจำนวน 2.5–2.8 กิ่งต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าหรือไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น และผลการทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่ามีจำนวนกิ่งต่อต้นเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ สายพันธุ์มีจำนวน 2.0–2.9 กิ่งต่อต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มี 1.9 กิ่งต่อต้น ยกเว้นสายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 ที่มีจำนวน 1.4 และ 1.7 กิ่งต่อต้น

จำนวนข้อต่อต้น พบว่าการตอบสนองให้ผลสอดคล้องกับลักษณะอื่น ๆ โดยเมื่อปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยจะให้จำนวนข้อต่อต้นมากกว่าที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์กับพันธุ์อายุสั้นเมื่อปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย พบว่าสายพันธุ์มีจำนวนข้อต่อต้นระหว่าง 10.6–14.3 ข้อต่อต้น มากกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มี 9.4–10.0 ข้อต่อต้น และสายพันธุ์เหล่านี้มีจำนวนข้อต่อต้นไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ. 5 ที่มี 12 ข้อต่อต้น เช่นเดียวกันเมื่อทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่พบว่าสายพันธุ์มีจำนวนข้อต่อต้น (10.0-12.7 ข้อต่อต้น) มากกว่าพันธุ์อายุสั้น (9.2-9.5 ข้อต่อต้น) และไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 (11.8 ข้อต่อต้น)

จำนวนฝักต่อต้น พันธุ์/สายพันธุ์ที่ปลูกทดสอบที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย มีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่าเมื่อปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยเมื่อปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยสายพันธุ์ที่ทดสอบมี 33–57 ฝักต่อต้น และในจำนวนนี้มี 9 สายพันธุ์ที่มีฝักต่อต้นมากกว่าพันธุ์อายุสั้น (32–41 ฝักต่อต้น) แต่ไม่มีสายพันธุ์ใดมีจำนวนฝักเท่ากับพันธุ์ สจ 5 ที่มี 65 ฝักต่อต้นสำหรับการทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพด

และข้าวฟ่างแห่งชาติ สายพันธุ์ให้ฝักต่อต้นตั้งแต่ 30–44 ฝักต่อต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น (27–29 ฝักต่อต้น) ยกเว้นสายพันธุ์ M-3202 ที่มีฝักต่อต้น (20 ฝักต่อต้น) น้อยกว่าพันธุ์อายุสั้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีสายพันธุ์ C-3105 และ M-3213 มีจำนวน 43 และ 44 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์ สจ 5 ที่มี 40 ฝักต่อต้น

จำนวนเมล็ดต่อต้น จากการทดสอบที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยพบว่ามีสายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดต่อต้นระหว่าง 84–127 เมล็ดต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มีจำนวน 62–77 เมล็ดต่อต้น ยกเว้นสายพันธุ์ C-3110 ที่มีเมล็ดน้อยที่สุด (75 เมล็ดต่อต้น) และน้อยกว่าพันธุ์อายุสั้น ส่วนการปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าสายพันธุ์มีจำนวนเมล็ดระหว่าง 40–87 เมล็ดต่อต้น โดยสายพันธุ์ที่มีเมล็ดต่อต้นมากที่สุด ได้แก่ M-3213 และ M-3215 โดยมี 86 และ 87 เมล็ดต่อต้น และมีมากกว่าพันธุ์ สจ 5 (77 เมล็ดต่อต้น) นอกจากนี้ในทั้งสองสถานที่พบว่าสายพันธุ์ C-3105, C-3108, C-3110, C-3117, M-3213 และ M-3215 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากกว่าทั้งพันธุ์อายุสั้นและพันธุ์ สจ 5 ในการปลูกทดสอบในทั้งสองสถานที่

ขนาดเมล็ด หรือน้ำหนัก 100 เมล็ด ขนาดเมล็ดของถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์ใน 2 สถานที่ มีความแตกต่างกัน โดยเมื่อปลูกทดสอบที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยสายพันธุ์จะมีขนาดเมล็ดโตกว่าเมื่อปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยเมื่อปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยสายพันธุ์มีขนาดเมล็ด 15.28–20.71 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ปลูกแล้ว มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ นว 1 ที่มีขนาด 22.69 กรัม/ 100 เมล็ด แต่สายพันธุ์เหล่านี้มีขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์ สจ 5 (16.03 กรัม/ 100 เมล็ด) เมื่อทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าสายพันธุ์มีขนาด 14.00–16.47 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งพบเช่นเดียวกันว่าสายพันธุ์มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ นว 1 (19.61 กรัม/ 100 เมล็ด) แต่มีขนาดโตกว่าพันธุ์ สจ 5 ที่มีน้ำหนัก 13.75 กรัม/ 100 เมล็ด อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ C-3202 มีขนาดเมล็ดเล็กที่สุด คือ 14.0 กรัม/ 100 เมล็ด

น้ำหนักแห้ง (กรัม/พื้นที่ปลูก) ลักษณะนี้ให้ผลการตอบสนองเช่นเดียวกับลักษณะอื่น ๆ คือ การปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยจะให้น้ำหนักแห้งมากกว่าเมื่อปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ เนื่องจากที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย มีความสูง จำนวนข้อต่อต้น ฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น และมีขนาดเมล็ดมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของสายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์มีน้ำหนักแห้ง 1,719–2,128 กรัม/3 ตรม. ยกเว้นสายพันธุ์ C-2101 ที่มีน้ำหนักแห้งเพียง 1.684 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น ศร 1 ที่มีน้ำหนักแห้ง 1,662 กรัม อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าสายพันธุ์ M-3202 มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด (806 กรัม) ในขณะที่สายพันธุ์อื่นมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าน้ำหนักแห้งสายพันธุ์เหล่านี้ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบอายุสั้น และพันธุ์ สจ. 5

ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest Index; HI) ลักษณะนี้ให้ผลการตอบสนองเช่นเดียวกับลักษณะอื่น ๆ โดยพบว่าเมื่อทดสอบที่ฟาร์มมหาวิทยาลัย สายพันธุ์มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมากกว่าที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ที่ปลูกในฟาร์มมหาวิทยาลัย พบว่าทุกสายพันธุ์มีค่า

ดัชนีการเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างจากพันธุ์เชียงใหม่ 2 และ สจ 5 แต่ทุกสายพันธุ์มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์อายุสั้นนครสวรรค์ 1 ยกเว้นสายพันธุ์ M-3215 ที่ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.67 ซึ่งมากกว่า สจ 5 (0.63) เมื่อพิจารณาสายพันธุ์ที่ทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าทุกสายพันธุ์มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ยกเว้นสายพันธุ์ C-3117, C-2101 และ M-3213 ที่มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (0.35-0.39) ซึ่งต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ และต่ำกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (0.40–0.43)

ผลผลิต เมื่อปลูกทดสอบ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัย ผลผลิตของทุกสายพันธุ์มากกว่าเมื่อปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยพบว่าทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อายุสั้น และไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 ที่มีอายุยาวกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ามี 7 สายพันธุ์ คือ M-2209, C-3105, C-3108, C-3110, M-3213, M-3215 และ M-3217 ที่มีผลผลิต 381–439 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (358 กิโลกรัม/ไร่) ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่ามีสายพันธุ์ให้ผลผลิต 203–294 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีหลายสายพันธุ์ได้แก่ C-2109, C-3105, C-3108, C-3110, M-3215 และ M-3217 ให้ผลผลิตระหว่าง 272–294 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมากกว่าพันธุ์อายุสั้น (230-255 กิโลกรัม/ไร่) แต่ไม่มีสายพันธุ์ใดมีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (311 กิโลกรัม/ไร่)

ผลการวิเคราะห์ร่วมใน 2 สถานที่ จากผลการวิเคราะห์ร่วมของถั่วเหลือง 11 สายพันธุ์ ใน 2 สถานที่ (ตารางที่ 4.2) พบว่าทุกสายพันธุ์มีอายุออกดอกยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น ยกเว้นสายพันธุ์ M-2209 และ M-3202 มีอายุเก็บเกี่ยวเท่ากับพันธุ์อายุสั้น ในขณะที่สายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 มีอายุเก็บเกี่ยวยาวไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุปานกลาง ในขณะที่สายพันธุ์ที่เหลือมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่า สำหรับความสูงของสายพันธุ์ต่าง ๆ มากกว่าพันธุ์อายุสั้นน และไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุปานกลาง ยกเว้นสายพันธุ์ M-3202 ที่มีอายุสั้นเพียง 39 ซม. นอกจากนี้สายพันธุ์ที่ทดสอบยังมีจำนวนกิ่งต่อต้น ข้อต่อต้น ฝักต่อต้น และเมล็ดต่อต้น มากกว่าพันธุ์อายุสั้น และไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุปานกลาง น้ำหนักแห้งของสายพันธุ์ส่วนใหญ่มากกว่าพันธุ์อายุสั้น และพันธุ์ปานกลาง ยกเว้นสายพันธุ์ M-3202 ที่มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด ดัชนีเก็บเกี่ยวของทุกสายพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น และอายุปานกลาง ยกเว้นสายพันธุ์ C-3117 มีค่าน้อยที่สุด (0.47) เมื่อวิเคราะห์ทุกลักษณะแล้ว มีสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบ 9 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, C-3105, C-3108, M-2209, M-3202, M-3213, M-3215, M-3217 เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีองค์ประกอบผลผลิต และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ส่วนอีก 2 สายพันธุ์ (C-3110 และ C-3117) ไม่ได้รับการคัดเลือกเนื่องจากมีลักษณะทอดยอด เมื่อปลูกปลายฤดูฝนต้นจะมีลักษณะเลื้อย นอกจากนี้ยังมีลักษณะองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตต่ำ

ตารางที่ 4.1 ลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

พันธุ์/ สายพันธุ์	อายุออกดอก [1] (วัน)		อายุเก็บเกี่ยว (วัน)		ความสูง (ซม.)		จำนวนกิ่งต่อต้น		จำนวนข้อต่อต้น		จำนวนฝักต่อต้น	
	มทส.[2]	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	มทส.	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ
ชม 2	34 e	34 e	94 cd	93 e	42 g	34 d	2.8 cde	1.9 cde	10.0 c	9.5 ef	41 cd	29 d
นว 1	34 e	33 f	91 e	90 f	43 g	32 d	2.1 e	1.9 cde	9.4 c	9.5 ef	32 d	28 d
ศร 1	34 e	34 e	91 e	90 f	40 g	24 e	2.5 de	1.9 cde	9.5 c	9.2 f	40 cd	27 de
สจ 5	40 a	39 a	102 a	101 a	59 cde	40 bc	4.1 a	3.5 a	12.0 abc	11.8 abc	65 a	40 ab
C-2101	37 b	37 b	98 abc	97 c	59 cde	34 d	2.8 cde	2.4 bcd	12.0 abc	11.2 bcd	49 bc	31 cd
C-2109	36 c	36 c	98 abc	92 e	59 cde	40 bc	3.2 bcd	2.2 b-e	11.0 bc	11.0 cd	54 abc	35 bcd
M-2209	34 e	33 f	99 ab	95 d	43 g	32 d	3.1 bcd	2.1 b-e	11.1 bc	10.0 e	46 bcd	31 d
C-3105	35 d	34 e	97 bc	93 e	52 ef	34 d	3.8 ab	2.8 abc	10.6 bc	10.5 de	55 abc	43 ab
C-3108	35 e	34 e	94 cd	93 e	65 bc	41 abc	3.3 a-d	2.0 b-e	13.4 ab	11.9 abc	57 ab	40 ab
C-3110	36 c	34 e	100 ab	99 b	60 b	39 bc	2.7 cde	1.4 ef	12.6 ab	12.4 a	33 d	30 cd
C-3117	35 d	35 d	99 ab	99 b	65 bc	41 abc	2.5 de	1.7 def	12.5 ab	11.1 bcd	49 bc	39 ab
M-3202	34 d	34 f	93 d	92 e	51 f	26 de	3.0 bcd	2.7 abc	13.0 ab	10.4 de	41 cd	20 e
M-3213	37 b	36 c	97 bc	96 cd	82 a	42 abc	3.3 a-d	2.3 bcd	14.3 a	12.2 ab	53 abc	44 a
M-3215	37 b	35 d	95 bcd	95 d	70 b	44 ab	3.7 ab	2.9 ab	14.2 a	12.5 a	57 ab	42 ab
M-3217	36 c	35 d	95 bcd	95 d	66 bc	45 a	3.4 abc	2.2 b-e	13.2 ab	12.7 a	49 bc	36 abc
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, [1] อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.1 ลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ต่อ)

พันธุ์/ สายพันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อต้น[1]		น้ำหนัก100 เมล็ด (ก.)		น้ำหนักแห้ง (ก.)		ดัชนีเก็บเกี่ยว		ผลผลิต (กก./ไร่)	
	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ
ชม 2	77 ef	67 c	19.15 cd	15.53 cde	1,825 ab	1,222 ab	0.61 ab	0.42 b-e	323 b	255 b-e
นว 1	62 f	49 de	22.69 a	19.61 a	1,751 ab	1,292 ab	0.58 b	0.43 a-d	328 b	250 bcd
ศร 1	75 ef	47 de	19.01 cd	17.47 b	1,662 b	1,112 bc	0.61 ab	0.40 cde	327 b	230 b-e
สจ 5	122 ab	77 abc	16.03 fg	13.75 h	1,753 ab	1,321 ab	0.63 ab	0.52 a	358 ab	311 a
C-2101	84 def	64 cd	20.71 b	16.19 cd	1,684 b	1,337 ab	0.62 ab	0.38 de	342 ab	254 b-e
C-2109	99 b-e	67 c	20.35 bc	16.47 c	1,826 ab	1,338 ab	0.60 ab	0.48 a-d	353 ab	294 ab
M-2209	97 b-e	73 abc	18.51 de	15.65 cde	2,128 a	1,025 bc	0.61 ab	0.45 a-d	407 ab	209 de
C-3105	99 b-e	77 abc	18.51 de	14.24 fgh	2,125 a	1,418 a	0.63 ab	0.44 a-d	439 a	289 abc
C-3108	118 ab	76 abc	16.33 fg	14.09 fgh	2,104 ab	1,221 ab	0.60 ab	0.46 a-d	412 ab	272 a-d
C-3110	75 ef	63 cd	17.34 ef	15.03 ef	1,974 ab	1,314 ab	0.60 ab	0.44 a-d	385 ab	273 a-d
C-3117	86 c-f	50 de	16.63 fg	15.20 def	1,839 ab	1,238 ab	0.59 ab	0.35 e	352 ab	204 e
M-3202	90 cde	40 e	15.90 fg	14.00 gh	1,719 ab	806 c	0.63 ab	0.51 ab	355 ab	203 e
M-3213	110 abc	86 ab	17.36 ef	14.25 fgh	1,895 ab	1,230 ab	0.60 ab	0.39 de	381 ab	227 cde
M-3215	127 a	87 a	15.28 g	14.77 efg	1,991 ab	1,296 ab	0.67 a	0.46 a-d	429 a	284 abc
M-3217	101 bcd	70 bc	17.38 ef	15.20 def	1,955 ab	1,264 ab	0.65 ab	0.49 abc	413 ab	290 abc
F-test	**	**	**	**	*	**	*	**	*	**

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ, [1] อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

พันธุ์/ สายพันธุ์	อายุออกดอก [1] (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความสูง (ซม.)	จำนวนกิ่งต่อต้น	จำนวนข้อต่อต้น	จำนวนฝักต่อต้น
ชม 2	34 d	94 cd	38 cd	2 b	10 bc	35 bc
นว 1	34 d	91 e	38 cd	2 b	9 c	30 c
ศร 1	34 d	91 e	32 d	2 b	9 c	34 bc
สจ 5	40 a	102 a	50 bc	4 a	12 ab	53 a
C-2101	37 bc	98 bc	47 bcd	3 ab	12 ab	40 bc
C-2109	36 c	95 cd	50 bc	3 ab	11 b	45 ab
M-2209	34 d	97 bc	38 cd	3 ab	11 b	39 bc
C-3105	35 cd	95 cd	43 bcd	3 ab	11 b	49 ab
C-3108	35 cd	94 cd	53 abc	3 ab	13 a	49 ab
C-3110	35 cd	100 ab	50 bc	2 b	13 a	32 bc
C-3117	35 cd	99 abc	53 abc	2 b	12 ab	44 abc
M-3202	34 d	93 de	39 cd	3 ab	12 ab	31 c
M-3213	37 bc	97 bc	62 a	3 ab	13 a	49 ab
M-3215	36 c	95 cd	57 ab	3 ab	13 a	50 ab
M-3217	36 c	95 cd	56 ab	3 ab	13 a	43 abc
F-test	**	**	**	*	**	**

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ, [1] อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ต่อ)

พันธุ์/ สายพันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อต้น [1]	น้ำหนัก100 เมล็ด (ก)	น้ำหนักแห้ง (ก)	ดัชนีเก็บเกี่ยว	ผลผลิต (กก./ไร่)
ชม 2	72 cd	17.34 cd	1,524 bcd	0.52 ab	289 ab
นว 1	56 d	21.15 a	1,522 bcd	0.51 ab	289 ab
ศร 1	61 cd	18.24 bc	1,387 de	0.51 ab	279 ab
สจ 5	100 ab	14.89 f	1,537 bc	0.58 a	335 ab
C-2101	74 cd	18.45 bc	1,511 cd	0.50 ab	298 ab
C-2109	83 bc	18.41 bc	1,582 bc	0.54 ab	324 ab
M-2209	85 bc	17.08 cde	1,577 bc	0.53 ab	308 ab
C-3105	88 bc	16.38 de	1,772 a	0.54 ab	364 a
C-3108	97 bc	15.21 ef	1,663 ab	0.53 ab	342 ab
C-3110	69 cd	16.19 de	1,644 abc	0.52 ab	329 ab
C-3117	68 cd	15.92 ef	1,539 bc	0.47 b	278 b
M-3202	65 cd	14.95 f	1,263 e	0.57 ab	279 b
M-3213	98 b	15.81 ef	1,563 bc	0.50 ab	304 ab
M-3215	107 a	15.03 ef	1,644 abc	0.57 ab	357 ab
M-3217	72 cd	16.29 de	1,610 bc	0.57 ab	352 ab
F-test	**	**	**	*	*

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ, [1] อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของ 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ต่อ)

พันธุ์/ สายพันธุ์	จำนวนเมล็ดต่อต้น [1]	น้ำหนัก100 เมล็ด (ก)	น้ำหนักแห้ง (ก)	ดัชนีเก็บเกี่ยว	ผลผลิต (กก./ไร่)
ชม 2	72 cd	17.34 cd	1,524 bcd	0.52 ab	289 ab
นว 1	56 d	21.15 a	1,522 bcd	0.51 ab	289 ab
ศร 1	61 cd	18.24 bc	1,387 de	0.51 ab	279 ab
สจ 5	100 ab	14.89 f	1,537 bc	0.58 a	335 ab
C-2101	74 cd	18.45 bc	1,511 cd	0.50 ab	298 ab
C-2109	83 bc	18.41 bc	1,582 bc	0.54 ab	324 ab
M-2209	85 bc	17.08 cde	1,577 bc	0.53 ab	308 ab
C-3105	88 bc	16.38 de	1,772 a	0.54 ab	364 a
C-3108	97 bc	15.21 ef	1,663 ab	0.53 ab	342 ab
C-3110	69 cd	16.19 de	1,644 abc	0.52 ab	329 ab
C-3117	68 cd	15.92 ef	1,539 bc	0.47 b	278 b
M-3202	65 cd	14.95 f	1,263 e	0.57 ab	279 b
M-3213	98 b	15.81 ef	1,563 bc	0.50 ab	304 ab
M-3215	107 a	15.03 ef	1,644 abc	0.57 ab	357 ab
M-3217	72 cd	16.29 de	1,610 bc	0.57 ab	352 ab
F-test	**	**	**	*	*

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ, [1] อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 การทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นหลายท้องที่

เมื่อนำสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบจำนวน 9 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, C-3105, C-3108, M-2209, M-3202, M-3213, M-3215 และ M-3217 มาปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือ ชม 2 และ สจ 5 โดยทำการปลูกทดสอบใน 5 สถานที่ ได้แก่ นครราชสีมา เลย อุบลราชธานี สุรินทร์ และขอนแก่น ซึ่งลักษณะต่าง ๆ ของ 9 สายพันธุ์ ในแต่ละสถานที่มีผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขอนแก่น

เมื่อปลูกทดสอบสายพันธุ์ต่าง ๆ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบที่จังหวัดขอนแก่น พบสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คือ C-3108 และ M-3217 โดยให้ผลผลิต 344 และ 312 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 2 (245 กิโลกรัม/ไร่) และไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 ซึ่งให้ผลผลิต 318 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าหลายสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นไม่แตกต่างกับพันธุ์ ชม 2 (83 วัน) ได้แก่ สายพันธุ์ M-3202, C-2109, C-3105, C-3108 และ M-2209 โดยมีอายุเก็บเกี่ยว 83–84 วัน แต่บางสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์ ชม 2 ได้แก่ C-2101, M-3213, M-3215 และ M-3217 โดยมีอายุเก็บเกี่ยว 85–87 วัน อย่างไรก็ตาม ทุกสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 ตั้งแต่ 10-18 วัน สำหรับขนาดเมล็ดของสายพันธุ์มีน้ำหนักตั้งแต่ 14.41–18.42 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งมากกว่าพันธุ์ สจ 5 (16.33 กรัม/ 100 เมล็ด) ยกเว้นสายพันธุ์ M-3213 และ M-3215 ที่มีขนาดเมล็ด 14.41 และ 15.60 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ สจ 5

นครราชสีมา

จากการปลูกทดสอบ 9 สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา พบว่าสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตระหว่าง 285–376 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งทุกสายพันธุ์สูงกว่าพันธุ์ ชม 2 (264 กิโลกรัม/ไร่) และพบว่าสายพันธุ์ M-3217 ให้ผลผลิตสูงถึง 376 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 ที่ให้ผลผลิต 368 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับลักษณะอายุเก็บเกี่ยวให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกับที่ขอนแก่น โดยมีสายพันธุ์ที่อายุเก็บเกี่ยวสั้นไม่แตกต่างกับพันธุ์ ชม 2 ได้แก่ M-3202, C-2109, C-3105 และ C-3108 (อายุเก็บเกี่ยว 81–83 วัน) และหลายสายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2209, C-3213, C-3215 และ C-3217 มีอายุเก็บเกี่ยว 84–86 ซึ่งยาวกว่าพันธุ์ ชม 2 ประมาณ 2-4 วัน อย่างไรก็ตาม ทุกสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 (98 วัน) ประมาณ 12-17 วัน สำหรับน้ำหนักเมล็ดของสายพันธุ์อยู่ระหว่าง 12.04–14.33 กรัม/ 100 เมล็ด โดยสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดโต ได้แก่ C-2101 และ C-2109 ซึ่งมีน้ำหนัก 14.33 และ 14.07 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งมากกว่าพันธุ์ ชม 2 (13.80 กรัม/ 100 เมล็ด) และ สจ 5 (12.69 กรัม/ 100 เมล็ด)

เลย

เมื่อปลูกทดสอบ 9 สายพันร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เลย จังหวัดเลย พบว่าสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าสถานที่อื่น และสายพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวน้อยกว่า ชม 2 คือ M-3202 โดยมีอายุ 80 วัน ส่วนสายพันธุ์อื่นมีอายุเก็บเกี่ยว 82–83 ใกล้เคียงกับพันธุ์ ชม 2 อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ C-2109, M-3213, M-3215 และ M-3217 มีอายุเก็บเกี่ยว 84–86 วัน ซึ่งยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น (81 วัน) สำหรับลักษณะผลผลิตมีเพียง 3 สายพันธุ์ที่มีผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น คือให้ผลผลิต 281–288 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นให้ผลผลิต 305–386 กิโลกรัม/ ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 ที่ให้ผลผลิต 383 กิโลกรัม/ไร่ และพบว่าสายพันธุ์ M-3202 และ M-3213 ให้ผลผลิต 385 และ 386 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับขนาดเมล็ดของสายพันธุ์ต่าง ๆ อยู่ระหว่าง 12.43–15.96 กรัม/ 100 เมล็ด โดยสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดมากที่สุด คือ สายพันธุ์ C-2109 (15.96 กรัม/ 100 เมล็ด) รองลงมาคือ สายพันธุ์ C-2101 ซึ่งมีขนาดเมล็ด 14.53 กรัม/ 100 เมล็ด ส่วนสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดเล็กที่สุด (12.43 กรัม/ 100 เมล็ด) คือ M-3215

สุรินทร์

เมื่อปลูกทดสอบสายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบที่จังหวัดสุรินทร์ พบว่าสายพันธุ์ให้ผลผลิต 226–387 กิโลกรัม/ ไร่ โดยสูงกว่าพันธุ์ ชม 2 ซึ่งให้ผลผลิต 219 กิโลกรัม/ไร่ ยกเว้นสายพันธุ์ M-2209 ให้ผลผลิตเพียง 206 กิโลกรัม/ ไร่ และมี 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (257 กิโลกรัม/ไร่) ได้แก่ M-3215 และ C-2101 ซึ่งให้ผลผลิต 387 และ 344 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับอายุเก็บเกี่ยวพบว่าสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยว 81–87 วัน และสายพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์ ชม 2 คือ M-3202 โดยมีอายุ 81 วัน ส่วนสายพันธุ์อื่นมีอายุเก็บเกี่ยว (83–84 วัน) เท่ากับพันธุ์เชียงใหม่ 2 อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ M-3213, M-3215 และ M-3217 ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยว 86–87 วัน ให้ผลการทดสอบเหมือนสถานที่อื่น คือมีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น 4–5 วัน สำหรับขนาดเมล็ดของสายพันธุ์ต่าง ๆ อยู่ระหว่าง 11.92–14.59 กรัม/ 100 เมล็ด โดยสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กสุด 11.92 กรัม/ 100 เมล็ด คือ M-3213 ส่วนสายพันธุ์ C-2109 และ M-2209 มีขนาดเมล็ดมากที่สุด คือ 14.59 และ 14.52 กรัม/ 100 เมล็ด ตามลำดับ

อุบลราชธานี

เมื่อปลูกทดสอบสายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์ ชม 2 และ สจ 5 ณ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าสายพันธุ์ให้ผลผลิตระหว่าง 230–327 กิโลกรัม/ ไร่ โดยสายพันธุ์ C-3108, M-3215, C-3105 และ C-3213 ให้ผลผลิต 327, 321, 314 และ 302 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (252 กิโลกรัม/ไร่) ในขณะที่พันธุ์ ชม 2 ให้ผลผลิตเพียง 244 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตแล้วพบว่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ให้ผลผลิตต่ำกว่าสถานที่อื่น สำหรับอายุเก็บเกี่ยวของสายพันธุ์พบว่าส่วนใหญ่มีอายุยาวกว่าการปลูกทดสอบสถานที่อื่น อย่างไรก็ตามยังให้ผลในทำนองเดียวกัน คือสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยว

ระหว่าง 82–88 วัน และอายุสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 ประมาณ 11–17 วัน และยังพบว่าสายพันธุ์ C-3202 มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สุด ส่วนสายพันธุ์ M-3213, M-3215 และ M-3217 มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์ ชม 2 (83 วัน) ประมาณ 3–5 วัน นอกจากนี้ขนาดเมล็ดของสายพันธุ์ต่าง ๆ อยู่ระหว่าง 11.59–14.14 กรัม/ 100 เมล็ด โดยสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดมากที่สุด คือ สายพันธุ์ M-3217 (14.14 กรัม/ 100 เมล็ด) ส่วนสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กสุด 11.59 กรัม/ 100 เมล็ด คือ สายพันธุ์ M-3202

ผลการวิเคราะห์ร่วมใน 5 สถานที่

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอายุเก็บเกี่ยว ผลผลิต และขนาดเมล็ด ของ 9 สายพันธุ์ ที่ทดสอบใน 5 สถานที่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

อายุเก็บเกี่ยว การทดลองนี้สายพันธุ์ที่คัดเลือกมาทดสอบ เพื่อให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ร่วมกันทั้ง 5 สถานที่ พบว่าสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวโดยเฉลี่ย 81–87 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ ชม 2 ที่มีอายุ 82 วัน แล้วพบว่าสายพันธุ์ M-3202 มีอายุ 81 วัน ซึ่งสั้นกว่าพันธุ์อายุสั้น 1 วัน และสายพันธุ์ C-3105 และ C-3108 มีอายุเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกับพันธุ์ ชม 2 นอกจากนี้ยังพบว่าสายพันธุ์ M-3213, M-3215 และ M-3217 มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น 4–5 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์กับพันธุ์ สจ 5 ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยว 97 วัน พบว่าสายพันธุ์มีอายุสั้นกว่าตั้งแต่ 10–16 วัน ดังนั้นยังจัดว่าสายพันธุ์ที่ทดสอบมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น

ผลผลิต จากการปลูกทดสอบผลผลิตซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุด พบว่าสายพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 243–335 กิโลกรัม/ไร่ ในจำนวน 9 สายพันธุ์มี 2 สายพันธุ์ (M-2209 และ C-2109) ที่มีผลผลิต 243 และ 259 กิโลกรัม/ ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์ ชม 2 (251 กิโลกรัม/ ไร่) ส่วนอีก 7 สายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่า โดยในจำนวนนี้มี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ C-3108 และ M-3215 ที่มีผลผลิต 333 และ 335 กิโลกรัม/ ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ สจ. 5 (316 กิโลกรัม/ ไร่)

ขนาดเมล็ด จากการปลูกทดสอบสายพันธุ์ใน 5 สถานที่ พบว่าสายพันธุ์มีขนาดเมล็ดโดยเฉลี่ย 12.81–15.00 กรัม/ 100 เมล็ด และมีหลายสายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, C-3108, M-2209 และ M-3217 ที่มีขนาดเมล็ด 14.07–15.00 กรัม/ 100 เมล็ด ซึ่งใหญ่กว่า สจ 5 และ ชม 2 ซึ่งมีขนาดเมล็ดเฉลี่ย 13.39 และ 13.03 กรัม/ 100 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ M-3213 เป็นสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กที่สุดเพียง 12.81 กรัม/ 100 เมล็ด และเล็กกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสองพันธุ์

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี

พันธุ์/ สายพันธุ์	ขอนแก่น			นครราชสีมา			เลย		
	ผลผลิต[1]	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ผลผลิต	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ผลผลิต	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด
	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด
C-2101	230 bc	85 bc	18.42 a	318 ab	84 bcd	14.33 a	323 ab	83 cd	14.53 b
C-2109	211 c	84 cd	17.82 abc	323 ab	83 cd	14.07 a	288 b	84 c	15.96 a
C-3105	270 abc	83 cd	17.07 bcd	319 ab	83 cd	12.87 b	280 b	83 cd	13.70 cd
C-3108	344 a	83 cd	17.89 ab	332 ab	83 cd	12.62 b	363 ab	82 d	13.83 bc
M-2209	202 c	84 cd	17.14 bcd	285 ab	84 bcd	12.43 b	281 b	83 cd	14.14 bc
M-3202	269 abc	83 d	16.62 cd	319 ab	81 d	12.04 b	385 a	80 e	13.56 cd
M-3213	262 abc	87 b	14.41 f	315 ab	86 b	12.18 b	386 a	86 b	12.98 de
M-3215	249 abc	86 bc	15.60 e	352 ab	85 bc	12.36 b	367 ab	85 bc	12.43 e
M-3217	312 ab	86 bc	16.60 cd	376 a	86 b	12.78 b	305 ab	85 bc	13.54 cd
ชม 2	245 ab	83 cd	16.91 cd	264 b	82 cd	13.80 ab	281 b	81 de	12.72 e
สจ 5	318 ab	97 a	16.33 de	368 ab	98 a	12.69 b	383 a	96 a	12.44 e
F-test	*	**	**	*	**	**	*	**	**

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1]อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี

พันธุ์/ สายพันธุ์	ขอนแก่น			นครราชสีมา			เลย		
	ผลผลิต[1]	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ผลผลิต	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ผลผลิต	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด
	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด
C-2101	230 bc	85 bc	18.42 a	318 ab	84 bcd	14.33 a	323 ab	83 cd	14.53 b
C-2109	211 c	84 cd	17.82 abc	323 ab	83 cd	14.07 a	288 b	84 c	15.96 a
C-3105	270 abc	83 cd	17.07 bcd	319 ab	83 cd	12.87 b	280 b	83 cd	13.70 cd
C-3108	344 a	83 cd	17.89 ab	332 ab	83 cd	12.62 b	363 ab	82 d	13.83 bc
M-2209	202 c	84 cd	17.14 bcd	285 ab	84 bcd	12.43 b	281 b	83 cd	14.14 bc
M-3202	269 abc	83 d	16.62 cd	319 ab	81 d	12.04 b	385 a	80 e	13.56 cd
M-3213	262 abc	87 b	14.41 f	315 ab	86 b	12.18 b	386 a	86 b	12.98 de
M-3215	249 abc	86 bc	15.60 e	352 ab	85 bc	12.36 b	367 ab	85 bc	12.43 e
M-3217	312 ab	86 bc	16.60 cd	376 a	86 b	12.78 b	305 ab	85 bc	13.54 cd
ชม 2	245 ab	83 cd	16.91 cd	264 b	82 cd	13.80 ab	281 b	81 de	12.72 e
สจ 5	318 ab	97 a	16.33 de	368 ab	98 a	12.69 b	383 a	96 a	12.44 e
F-test	*	**	**	*	**	**	*	**	**

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1]อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี (ต่อ)

พันธุ์/ สายพันธุ์	**สุรินทร์**			**อุบลราชธานี**		
	ผลผลิต[1]	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด	ผลผลิต	อายุเก็บเกี่ยว	ขนาดเมล็ด
	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด	กก./ไร่	วัน	ก./100 เมล็ด
C-2101	344 ab	84 cd	13.05 cd	230 b	85 cd	12.24 def
C-2109	228 def	84 cd	14.59 a	247 ab	83 de	12.65 de
C-3105	226 def	83 d	12.43 de	314 ab	84 d	12.86 cd
C-3108	298 bc	83 d	14.23 ab	327 a	84 d	13.62 ab
M-2209	206 f	85 c	14.52 a	243 ab	85 cd	13.35 bc
M-3202	270 cde	81 e	13.00 cd	230 ab	82 e	11.59 g
M-3213	294 bc	86 bc	11.92 e	302 ab	88 b	12.57 de
M-3215	387 a	86 bc	13.26 cd	321 ab	86 c	12.05 efg
M-3217	285 cd	87 b	13.27 cd	284 b	86 c	14.14 a
ชม 2	219 ef	82 de	13.65 bc	244 ab	83 de	12.59 de
สจ 5	257 cde	97 a	11.94 e	252 ab	99 a	11.77 fg
F-test	**	**	**	*	**	**

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1]อักษรที่แตกต่างกันภายในสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเก็บเกี่ยว ขนาดเมล็ด และผลผลิต ของ 9 สายพันธุ์ ทดสอบ ณ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี

พันธุ์/ สายพันธุ์	อายุเก็บเกี่ยว	ผลผลิต	ขนาดเมล็ด
	วัน	กก./ไร่	ก./100 เมล็ด
C-2101	84 cd	289 cde	14.51 b
C-2109	84 cd	259 ef	15.00 a
C-3105	83 d	282 def	13.79 c
C-3108	83 d	333 ab	14.44 b
M-2209	84 cd	243 f	14.33 b
M-3202	81 e	295 bcd	13.36 d
M-3213	87 b	312 abc	12.81 e
M-3215	86 bc	335 a	13.14 de
M-3217	86 bc	312 bcd	14.07 b
ชม 2	82 de	251 ef	13.93 c
สจ 5	97 a	316 abc	13.03 de
F-test	**	**	**

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

[1] อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น ให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสูง

4.2.1 การปรับปรุงถั่วเหลืองอายุสั้นโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นและวิธีการผสมกลับ

การคัดเลือกโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้น จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์อายุสั้นกับพันธุ์อายุปานกลางและพันธุ์อายุยาว จำนวน 2 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม ชม 2 x สจ 5 และ นว 1 x LJ 4 จากนั้นในชั่วที่ 2 (F_2) ทำการคัดเลือกโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นถึงชั่วที่ 4 โดยในชั่ว F_2 ที่ปลูกคู่ผสมที่ 1 จำนวน 1,190 เมล็ด คู่ผสมที่ 2 จำนวน 1,325 เมล็ด มีบางเมล็ดไม่งอก และเมื่อปลูกเพื่อคัดเลือกมีบางต้นที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากต้นแคระแกร็น บางต้นมีลักษณะต้นไม่ดี เช่น เลื้อยมาก ไม่มีฝัก และใบหงิก เป็นต้น ทำให้ในชั่ว F_4 ของคู่ผสมที่ 1 และ 2 มีจำนวน 1,084 และ 1,198 ต้นตามลำดับ จากนั้นในชั่วนี้ทำการคัดเลือกเป็นรายต้นโดยมีเกณฑ์คือ คัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น-ปานกลาง (ระหว่าง 79–86 วัน) โดยการเปรียบเทียบกับพันธุ์อายุสั้นและอายุปานกลาง ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าพันธุ์ ชม 2, นว 1 และ สจ 5 มีอายุเก็บเกี่ยว 82, 81 และ 95 วัน ตามลำดับ และในขณะเดียวกันต้นที่ทำการคัดเลือกเหล่านี้ต้องมี

ตารางที่ 4.5 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละชั่วอายุของถั่วเหลือง 2 คู่ผสม

ชั่วอายุ/วิธีการคัดเลือก	คู่ผสม ชม 2 × สจ 5		คู่ผสม นว 1 × LJ4	
	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว
F_1	35 เมล็ด	30 ต้น	37 เมล็ด	34 ต้น
F_2 (single seed descent)	1,190 ต้น	1,142 เมล็ด	1,325 ต้น	1,296 ต้น
F_3 (single seed descent)	1,142 ต้น	1,084 เมล็ด	1,296 ต้น	1,198 เมล็ด
F_4 (single seed descent)	1,084 ต้น	50 ต้น	1,198 ต้น	50 ต้น
BC_1 (F_1 × ชม 2, นว 1)	50 แถว	52 เมล็ด	50 แถว	54 เมล็ด
BC_2 (BC_1 × ชม 2, นว 1)	50 ต้น	38 เมล็ด	51 ต้น	43 เมล็ด
BC_2F_2	48 ต้น	15 แถว	43 ต้น	15 แถว

ลักษณะทรงพุ่มใหญ่ และมีจำนวนฝักต่อต้นสูง ซึ่งในแต่ละคู่ผสมทำการคัดเลือกที่ความเข้มข้นประมาณ 5% ได้คู่ผสมละ 50 ต้น ดังแสดงในตารางที่ 4.5

การผสมกลับเพื่อให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น หลังจากที่ทำการคัดเลือกโดยวิธีคัดหนึ่งเมล็ดต่อต้นได้คู่ผสมละ 50 ต้น นำทั้งหมดมาปลูกเป็นรายต้นต่อแถว จากนั้นทำการคัดเลือกภายในแถวเป็นรายต้นในแต่ละคู่ผสมโดยในระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทรงพุ่มใหญ่ มีกิ่งมาก นำมาผสมกลับกับพันธุ์รับ ซึ่งคู่ผสมที่ 1 ผสมกลับไปยังพันธุ์ ชม 2 ส่วนคู่ผสมที่ 2 ผสมกลับไปยังพันธุ์ นว 1 โดยในแต่ละคู่จะผสมกลับประมาณ 50 ต้น เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเมล็ดที่ได้จากการผสมกลับ โดยคู่ผสมที่ 1 และ 2 ได้ 52 และ 54 เมล็ด นำเมล็ดเหล่านี้ไปปลูกเพื่อทำการผสมกลับไปยังพันธุ์รับรอบที่สอง เมื่อปลูกแล้วทำการผสมกลับโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในรอบแรก จากผลการผสมกลับได้เมล็ดของคู่ผสมที่ 1 จำนวน 48 เมล็ด คู่ที่ 2 จำนวน 43 เมล็ด จากนั้นนำมาปลูกเป็นรายต้น เพื่อขยายพันธุ์แล้วทำการคัดเลือก โดยในการคัดเลือกมีเกณฑ์คือ เลือกต้นที่มีทรงพุ่มใหญ่ จำนวนกิ่งมาก และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ซึ่งจากการคัดเลือกได้คู่ผสมละ 15 สายพันธุ์ เพื่อใช้ในการปลูกทดสอบ

การปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก จากการทดสอบผลผลิตในชั่ว BC_2F_3 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกให้ผลผลิต 250–296 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งแตกต่างจากพันธุ์พ่อ-แม่ ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยเฉพาะ 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุด ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อายุสั้น แต่อย่างไรก็ตามทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ สจ 5 ที่ให้ผลผลิต 325 กิโลกรัม/ไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าสายพันธุ์ที่ทดสอบมีอายุออกดอกสั้น 29–31 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น (29 และ 30 วัน) แต่แตกต่างจากพันธุ์ สจ 5 ที่มีอายุออกดอก 36 วัน สำหรับอายุเก็บเกี่ยวให้ผลสอดคล้องกับอายุออกดอก คือทุกสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยว 82–84 วัน ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น (80–82 วัน) สำหรับความสูงพบว่า

ทุกสายพันธุ์มีความสูงตั้งแต่ 40–55 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีความสูงมากกว่าพันธุ์อายุสั้น (37–40 เซนติเมตร) แต่ไม่มีสายพันธุ์ใดสูงกว่าพันธุ์ สจ 5 (61 เซนติเมตร) สำหรับลักษณะจำนวนกิ่งต่อต้นของสายพันธุ์มีจำนวน 1.3–2.3 กิ่งต่อต้น ซึ่งส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะจำนวนฝักต่อต้น พบว่าทุกสายพันธุ์มีจำนวน 19–29 ฝักต่อต้น ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น (19 ฝักต่อต้น) ยกเว้นสายพันธุ์ C-2-5 ที่มีจำนวน 19 ฝักต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์อายุสั้น อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากทั้งสองวิธีการนี้ไม่พบว่ามีแตกต่างกันของลักษณะทางการเกษตร

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดจาก 2 คู่ผสม

สายพันธุ์ [1]	ผลผลิต [2]	อายุออกดอก	อายุเก็บเกี่ยว	ความสูง	กิ่ง/ต้น	ฝัก/ต้น
	กก./ไร่	-------- วัน --------		ซม.		
C-1-1	296 b	31 b	84 b	54 bc	2.3 a	29 a
C-1-2	268 ab	30 bc	83 bc	52 bc	1.4 c	25 ab
C-1-3	261 ab	30 bc	83 bc	50 bc	1.6 bc	25 ab
C-1-4	253 ab	30 bc	82 c	53 bc	1.6 bc	29 a
C-1-5	268 ab	31 b	83 bc	55 b	2.2 a	29 a
C-2-1	253 ab	30 bc	83 bc	50 bc	1.8 abc	24 ab
C-2-2	250 ab	29 c	82 c	46 cd	1.6 bc	23 ab
C-2-3	266 ab	30 bc	83 bc	53 bc	1.3 c	25 ab
C-2-4	274 ab	30 bc	82 c	40 cde	2.0 ab	25 ab
C-2-5	258 ab	29 c	82 c	48 cd	1.7 bc	19 b
ชม 2	246 b	30 bc	82 c	40 cde	1.4 c	19 b
นว 1	241 b	29 c	80 d	37 e	1.6 bc	18 b
สจ 5	325 a	36 a	98 a	61 a	2.1 ab	28 a
F-test	*	*	**	**	**	*

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1] C-1 = สายพันธุ์จากคู่ผสม ชม 2 × สจ 5; C-2 = สายพันธุ์จากคู่ผสม นว 1 × LJ4

[2] อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า การคัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกหนึ่งเมล็ดต่อต้นร่วมกับการผสมกลับไปยังพันธุ์อายุสั้น มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกอายุเก็บเกี่ยว เนื่องจากสามารถรักษาต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นไว้ได้มาก อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่ได้จากวิธีนี้มักให้ผลผลิตไม่สูง ซึ่งอาจเป็นเพราะการผสมกลับไปยังพันธุ์อายุสั้น ทำให้มีลักษณะต่าง ๆ ใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น

4.2.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุยาวให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นโดยวิธีการผสมกลับ

เริ่มดำเนินการผสมพันธุ์ในปี 2551 ใช้ถั่วเหลืองอายุสั้นผสมพันธุ์กับพันธุ์อายุปานกลางและพันธุ์อายุยาว จำนวน 2 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม สจ 5 × ชม 2 และ มข 35 × ชม 2 ได้เมล็ด F_1 ของคู่ผสมที่ 1 จำนวน 22 เมล็ด และคู่ผสมที่ 2 ผสมติดค่อนข้างยากจึงได้ 9 เมล็ด (แสดงในตารางที่ 4.7) จากนั้นนำเมล็ดไปปลูกเพื่อผสมกลับไปยังพันธุ์อายุปานกลาง (สจ 5) และพันธุ์อายุยาว (มข 35) เพื่อให้ได้ต้นที่เหมือนพันธุ์อายุเหล่านี้ แต่ให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ซึ่งจากการผสมกลับคู่ผสมที่ 1 ได้จำนวน 34 เมล็ด และคู่ผสมที่ 2 ผสมพันธุ์ติดน้อยจึงได้เพียง 5 เมล็ด และเมื่อนำเมล็ดไปปลูกเพื่อผสมกลับอีกรอบปรากฏว่าเมล็ดไม่งอกทั้งหมด คู่ผสมนี้จึงไม่ได้ทำการผสมกลับต่อ สำหรับเมล็ด F_1 ของคู่ผสม สจ 5 x ชม 2 ทำการผสมกลับจำนวน 2 รอบ โดยในแต่ละรอบของการผสมกลับระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทรงพุ่มใหญ่ มีกิ่งมาก ผสมกลับกับพันธุ์ สจ 5 เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวทำการเก็บเมล็ดที่ได้จากการผสมกลับได้เมล็ด BC_1 และ BC_2 จำนวน 40 และ 39 เมล็ด ตามลำดับ จากนั้นนำเมล็ด BC_2 มาปลูกซึ่งปรากฏว่างอก 36 เมล็ด ปล่อยให้ผสมตัวเองได้เมล็ด BC_2F_2 จากนั้นนำเมล็ดมาปลูกเป็นรายต้นต่อแถว เพื่อขยายพันธุ์พร้อมกับทำการคัดเลือก โดยในการคัดเลือกทำเป็นรายแถวซึ่งมีเกณฑ์คือ เลือกแถวที่ต้นมีทรงพุ่มใหญ่ จำนวนกิ่งมาก และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น จากการคัดเลือกได้ 16 สายพันธุ์ เพื่อใช้ในการปลูกทดสอบ

ตารางที่ 4.7 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกให้อายุเก็บเกี่ยวสั้นในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม

ชั่วอายุ/วิธีการคัดเลือก	คู่ผสม สจ 5 × ชม 2		คู่ผสม มข 35 × ชม 2	
	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว
F_1	22 เมล็ด	34 เมล็ด	9 เมล็ด	5 เมล็ด
BC_1 (F_1 × สจ 5)	32 ต้น	40 เมล็ด	-	-
BC_2 (BC_1 × สจ 5)	38 ต้น	39 เมล็ด	-	-
BC_2F_2	36 ต้น	36 ต้น	-	-
BC_2F_3	36 แถว	16 แถว	-	-

การปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก จากการทดสอบผลผลิตในชั่ว BC_2F_3 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกให้ผลผลิตแตกต่างกันและแตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ โดยเฉพาะ 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุด ให้ผลผลิต 321–359 กิโลกรัม/ ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์ สจ 5 (340 กิโลกรัม/ ไร่) ซึ่งเป็นพันธุ์รับ และให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์อายุสั้น (236 กิโลกรัม/ไร่) อย่างไรก็ตามทั้ง 5 สายพันธุ์เหล่านี้มีอายุออกดอกระหว่าง 33–34 วัน ซึ่งมากกว่าพันธุ์อายุสั้น (30 วัน) และมีอายุใกล้เคียงกับพันธุ์ สจ 5 (36 วัน) สำหรับอายุเก็บเกี่ยวของสายพันธุ์ระหว่าง 84–86 วัน ซึ่งมากกว่าพันธุ์

อายุสั้นที่มีอายุเก็บเกี่ยว (81 วัน) แต่อายุสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 (98 วัน) นอกจากนี้ยังพบว่าสายพันธุ์มีความสูงต้น 55–63 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าพันธุ์ ชม 2 ที่มีความสูงเพียง 42 เซนติเมตร และยังพบอีกว่าสายพันธุ์มีจำนวนกิ่งต่อต้น 1.7–2.3 กิ่งต่อต้น และฝักต่อต้น 28–32 ฝักต่อต้น ซึ่งมากกว่าพันธุ์อายุสั้นที่มี 1.5 ฝักต่อต้น และ 20 เมล็ดต่อต้น) และลักษณะเหล่านี้ของสายพันธุ์ไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 (2.2 ฝักต่อต้น และ 30 เมล็ดต่อต้น) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์มีลักษณะส่วนใหญ่โดยรวมใกล้เคียงพันธุ์ สจ 5

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดของคู่ผสม สจ 5 × ชม 2

สายพันธุ์ [1]	ผลผลิต [2]	อายุออกดอก	อายุเก็บเกี่ยว	ความสูง	กิ่ง/ต้น	ฝัก/ต้น
	กก./ไร่	----------วัน ----------		ซม.		
C-3-1	356 a	34 b	84 c	58 ab	2.0 ab	32 ab
C-3-2	332 ab	34 b	86 b	57 ab	1.8 ab	30 ab
C-3-3	321 ab	33 c	84 c	55 abc	2.0 ab	28 ab
C-3-4	347 a	33 c	85 bc	60 ab	1.7 ab	29 ab
C-3-5	359 a	33 c	84 c	63 ab	2.3 a	28 ab
ชม 2	236 b	30 d	81 d	42 c	1.5 b	20 b
สจ 5	340 a	36 a	98 a	65 a	2.2 a	30 a
F-test	*	**	**	**	*	*

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

[1] C-3 = สายพันธุ์จากคู่ผสม สจ 5 × ชม 2

[2] อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง

4.3.1 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์รับ

การทดลองนี้เป็นการนำพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง (Prolina) ผสมกับพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี ปรับตัวได้ดี มีผลผลิตสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ (LJ 4 และ มข 35) จำนวน 2 คู่ผสมคือ LJ 4 × Prolina และ มข 35 × Prolina ได้เมล็ด F_1 (23 และ 25 เมล็ด ตามลำดับ) นำเมล็ดมาปลูกจนถึงระยะออกดอกผสมกลับไปยังพันธุ์รับคือ Prolina ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง จะได้เมล็ด BC_1 จากนั้นนำเมล็ดมาปลูกแล้วปล่อยให้ผสมตัวเอง ในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จะได้เมล็ด BC_1F_2 จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง (เกณฑ์ในการคัดเลือกคือต้องมีโปรตีนในเมล็ดสูงกว่า 39 เปอร์เซ็นต์) โดยในคู่ผสมที่ 1 และ 2 สามารถคัดเลือกได้ 29 และ 21

ต้น ตามลำดับ นำเมล็ดBC_1F_2ที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูก และในระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดี แล้วผสมกลับไปยัง Prolina ซึ่งเป็นพันธุ์รับอีกรอบ เมล็ดที่ได้จะเป็น BC_2 จากนั้นนำเมล็ดปลูกแล้วปล่อยให้ผสมตัวเองจะได้เมล็ด BC_2F_2 ในระยะสุกแก่ทำการคัดเลือกและเก็บเกี่ยวเป็นรายต้น เช่นเดียวกับการคัดเลือกในรอบแรก จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.9) จากนั้นทำการขยายพันธุ์พร้อมกับทำการคัดเลือกโดยนำเมล็ด BC_2F_2 มาปลูกเป็นต้นต่อแถวแล้วปล่อยให้ผสมตัวเองโดยในการคัดเลือกทำเป็นรายแถวซึ่งมีเกณฑ์คือ เลือกแถวที่ต้นมีทรงพุ่มใหญ่ จำนวนกิ่งมาก ซึ่งจากการคัดเลือกคู่ผสม LJ 4 × Prolina ได้ 18 สายพันธุ์ และคู่ผสม มข 35 × Prolina คัดเลือกได้ 14 สายพันธุ์ ซึ่งเมล็ดที่ได้คือ BC_2F_3สำหรับนำไปปลูกทดสอบ

ตารางที่ 4.9 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกให้โปรตีนสูงในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม

ชั่วอายุ/วิธีการคัดเลือก	LJ 4 × Prolina		มข 35 × Prolina	
	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว
F_1	23 เมล็ด	20 ต้น	25 เมล็ด	22 ต้น
F_2	386	38	372	31
BC_1 (F_1 × Prolina)	38	27	31	22
BC_1F_2	27	29	22	21
BC_2 (BC_1 × Prolina)	29	27	21	19
BC_2F_2	27	18	19	14
BC_2F_3	18 แถว		14 แถว	

การปลูกทดสอบสายพันธุ์โปรตีนที่ได้จากการคัดเลือก จากการทดสอบผลผลิตในชั่ว BC_2F_3 ในการทดสอบมีทั้งหมด 32 สายพันธุ์ (18 สายพันธุ์ + 14 สายพันธุ์) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน และผลผลิตแตกต่างกันและแตกต่างจากพันธุ์พ่อ-แม่ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ในตารางได้นำเสนอ 5 สายพันธุ์ของแต่ละคู่ผสมที่ให้โปรตีนสูง พบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนระหว่าง 39.64–43.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ปลูก (พันธุ์ปลูกมีโปรตีน 36.22–36.98 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ให้โปรตีนต่ำกว่าพันธุ์ Prolina ซึ่งมีโปรตีน 44 เปอร์เซ็นต์ และหากเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ปลูก ซึ่งได้แก่ พันธุ์ สจ 5 และ มข 35 พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกให้ผลผลิตโดยเฉลี่ย 238–276 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์ปลูก 2 พันธุ์ ได้แก่ สจ 5 (340 กิโลกรัม/ไร่) และ มข 35 (356 กิโลกรัม/ไร่) แต่มากกว่าพันธุ์ Prolina (189 กก./ไร่) และเมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีนพบว่ามีสหสัมพันธ์สูง แต่เป็นไปในทางลบ โดยมีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.788** นั่นคือสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงขึ้น จะมีผลผลิตลดลง และสายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงมักมีโปรตีนต่ำ

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และโปรตีน ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่โปรตีนสูง

สายพันธุ์[1]	โปรตีน[2]	ผลผลิต
	%	กก./ไร่
HP-1-1	43.13 b	238 bc
HP-1-2	41.82 c	245 bc
HP-1-3	39.84 d	276 abc
HP-1-4	40.08 d	240 bc
HP-1-5	39.64 d	263 bc
HP-2-1	40.08 d	242 bc
HP-2-2	39.84 d	265 abc
HP-2-3	39.65 d	260 bc
HP-2-4	41.15 c	253 bc
HP-2-5	40.08 d	238 bc
Prolina	44.00 a	189 c
LJ 4	36.22 e	361 a
มข 35	36.98 e	356 a
สจ 5	36.43 e	340 a
F-test	**	**

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

[1] HP-1 = คู่ผสมที่ 1, LJ 4 × Prolina; HP-2 = คู่ผสมที่ 2, มข 35 × Prolina

[2] อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.3.2 การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยให้พันธุ์ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ

วิธีนี้ให้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูง ปรับตัวได้ดี แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดต่ำ (ชม 60 และ สจ 5) เป็นพันธุ์รับ ส่วนพันธุ์ Prolina ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงเป็นพันธุ์ให้ ทำการผสมข้ามโดยนำ 3 พันธุ์มาผสมข้ามได้ 2 คู่ผสมคือ ชม. 60 × Prolina, สจ. 5 × Prolina จากนั้นนำลูก F_1 ผสมกลับไปยังพันธุ์รับ ชม 60, สจ 5 จำนวน 2 ครั้ง ในการผสมพันธุ์ได้เมล็ด F_1 (28 และ 27 เมล็ด ตามลำดับ) นำเมล็ดมาปลูกจนถึงระยะออกดอกผสมกลับไปยังพันธุ์รับคือ ชม 60, สจ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้ดี ผลผลิตสูง จะได้

เมล็ด BC_1 ปล่อยให้ผสมตัวเอง ในระยะสุกแก่เก็บเกี่ยวเป็นรายต้น จะได้เมล็ด BC_1F_2จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง (เกณฑ์ในการคัดเลือกคือต้องมีโปรตีนในเมล็ดสูงกว่า 39 เปอร์เซ็นต์) โดยในคู่ผสมที่ 1 และ 2 สามารถคัดเลือกได้ 22 และ 24 ต้น ตามลำดับ จากนั้นนำเมล็ด BC_1F_2 ที่ผ่านการคัดเลือกมาปลูกและในระยะออกดอกเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรดี แล้วผสมกลับไปยัง ชม 60 และ สจ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์รับอีกรอบ เมล็ดที่ได้จะเป็น BC_2 จากนั้นนำเมล็ดปลูกแล้วในระยะสุกแก่ทำการคัดเลือกและเก็บเกี่ยวเป็นรายต้นจะได้เมล็ด BC_2F_2 จากนั้นนำเมล็ดไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนเป็นรายต้น คัดเลือกเฉพาะต้นที่มีโปรตีนสูง (ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.11) จากนั้นทำการขยายพันธุ์พร้อมกับทำการคัดเลือก โดยนำเมล็ด BC_2F_2 มาปลูกเป็นต้นต่อแถวแล้วปล่อยให้ผสมตัวเองโดยในการคัดเลือกทำเป็นรายแถวซึ่งมีเกณฑ์คือ เลือกแถวที่ต้นมีทรงพุ่มใหญ่ จำนวนกิ่งมาก ซึ่งการคัดเลือกจากคู่ผสมที่ 1 และ 2 ได้จำนวน 17 และ 15 สายพันธุ์ ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดที่ได้คือ BC_2F_3สำหรับนำไปปลูกทดสอบ

ตารางที่ 4.11 จำนวนต้นที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละชั่วอายุของ 2 คู่ผสม

ชั่วอายุ/วิธีการคัดเลือก	ชม. 60 × Prolina		สจ 5 × Prolina	
	ปลูก	เก็บเกี่ยว	ปลูก	เก็บเกี่ยว
F_1	28	27	27	25
BC_1 (F_2 × สจ 5, ชม 60)	24	22	28	24
BC_1F_2	22	26	24	23
BC_2 (BC_2 × สจ 5, ชม 60)	26	22	23	20
BC_2F_2	22	17	20	15
BC_2F_3	17 แถว		15 แถว	

การปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก จากการทดสอบผลผลิตในชั่ว BC_2F_3 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน และผลผลิตแตกต่างกันและแตกต่างจากพันธุ์พ่อ-แม่ ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ในตารางได้นำเสนอ 5 สายพันธุ์ของแต่ละคู่ผสมที่ให้โปรตีนสูง พบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนระหว่าง 39.02–42.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ปลูก (พันธุ์ปลูกมีโปรตีน 36.21 และ 37.13 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์เหล่านี้ให้โปรตีนต่ำกว่าพันธุ์ Prolina ซึ่งมีโปรตีน 43.56 เปอร์เซ็นต์ และหากเปรียบเทียบผลผลิตกับพันธุ์ปลูกแล้ว สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ปลูก แต่มากกว่าพันธุ์ Prolina (192 กก./ไร่) เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีนพบว่ามีสหสัมพันธ์สูง แต่เป็นไปในทางลบ โดยมีค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.765** เนื่องจากสายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูงมักให้ผลผลิตต่ำ และสายพันธุ์ที่มีโปรตีนต่ำจะมีผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์โปรตีนสูง

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยผลผลิต และโปรตีน ของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง

สายพันธุ์[1]	โปรตีน[2]	ผลผลิต
	%	กก./ไร่
HP-3-1	41.18 bc	248 bc
HP-3-2	40.75 bc	253 abc
HP-3-3	40.95 bc	250 bc
HP-3-4	41.82 abc	249 bc
HP-3-5	42.69 ab	274 ab
HP-4-1	39.45 cd	291 ab
HP-4-2	39.64 cd	267 ab
HP-4-3	39.75 bcd	285 ab
HP-4-4	39.02 de	262 ab
HP-4-5	39.41 cd	258 abc
Prolina	43.56 a	192 c
ชม 60	37.13 ef	331 a
สจ 5	36.21 f	346 a
F-test	**	**

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

[1] HP-3 = คู่ผสมที่ 1, ชม 60 × Prolina; HP-4 = คู่ผสมที่ 2, สจ 5 × Prolina

[2] อักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น

จากการปลูกทดสอบสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น แต่มีอายุออกดอกยาว จำนวน 11 สายพันธุ์ ได้แก่ C-2101, C-2109, C-3105, C-3108, C-3110, C-3117, M-2209, M-3213, M-3215 และ M-3217 โดยมีพันธุ์อายุสั้น (ชม 2, นว 1 และ ศร 1) และพันธุ์อายุปานกลาง (สจ 5) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกทดสอบสายพันธุ์ใน 2 สถานที่ คือ ฟาร์มมหาวิทยาลัย และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ พบว่าทุกสายพันธุ์มีอายุออกดอกยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น แต่ไม่มีสายพันธุ์ใดมีอายุออกดอกยาวเท่ากับ สจ 5 ในขณะที่อายุเก็บเกี่ยวของสายพันธุ์เท่ากับและใกล้เคียงพันธุ์อายุสั้น ยกเว้นสายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 ที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาวกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ามีหลายสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์ สจ 5 และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น ยกเว้นสายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 และทั้งสองสายพันธุ์ยังมีลักษณะต้นเลื้อยและมีจำนวนฝักต่อต้น กิ่งต่อต้น และเมล็ดต่อต้น น้อยกว่าพันธุ์อายุสั้นและสายพันธุ์อื่น ๆ จึงทำการคัดทิ้ง 2 สายพันธุ์นี้ และนำ 9 สายพันธุ์ ไปทดสอบในหลายท้องที่

เมื่อนำ 9 สายพันธุ์ (C-2101, C-2109, C-3105, C-3108, M-2209, M-3213, M-3215 และ M-3217) ไปทดสอบในหลายท้องที่ ได้แก่ ขอนแก่น นครราชสีมา เลย สุรินทร์ และอุบลราชธานี ซึ่งเป็นพื้นที่หลังปลูกข้าวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าในแต่ละสถานที่แต่ละสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวและให้ผลผลิตแตกต่างกัน โดยที่ จ. อุบลราชธานี สายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวยาวที่สุด ในขณะที่ จ. เลย ทุกสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สุด โดยสายพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สุดในทุกพื้นที่ คือ M-3202 (อายุเก็บเกี่ยว 81–83 วัน) อย่างไรก็ตามทุกสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ สจ 5 ประมาณ 10–16 วัน นอกจากนี้ จากรายงานของ Machikowa and Laosuwan (2009) และ Machikowa and Laosuwan (2011) พบว่าอายุเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองอายุสั้นไม่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิต แต่อายุออกดอกมีสหสัมพันธ์สูงต่อผลผลิต ดังนั้นการคัดเลือกถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงควรเลือกต้นที่มีอายุออกดอกยาว อย่างไรก็ตามควรพิจารณาเลือกสายพันธุ์ที่ให้องค์ประกอบผลผลิตสูงด้วย เนื่องจากบางสายพันธุ์ที่มีอายุออกดอกยาวให้ผลผลิตต่ำ เช่น สายพันธุ์ C-3110 และ C-3117 สำหรับสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้นและใกล้เคียงกับพันธุ์ สจ 5 ในทุกสถานที่ ได้แก่ C-3105, C-3108, M-3215 และ M-3217 ดังนั้นสายพันธุ์อายุสั้นเหล่านี้ มีองค์ประกอบผลผลิต และให้ผลผลิตสูง และควรได้รับการทดสอบต่อไป

5.2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น ให้มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตสูง

การให้ผลผลิตของถั่วเหลืองอายุสั้นเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย ได้แก่ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะอื่น ๆ การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีผลผลิตสูง จำเป็นต้องหาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ 2 การทดลอง ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์ให้มีอายุออกดอกยาวขึ้น เนื่องจากการที่ถั่วเหลืองจะให้ผลผลิตสูงได้นั้น ต้องมีระยะเวลาการเจริญเติบโตก่อนออกดอกที่เพียงพอ (Hartwig, 1970) โดยในถั่วเหลืองอายุสั้น ผลผลิตไม่มีสหสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว แต่มีสหสัมพันธ์สูงกับอายุออกดอก (Machikowa and Laosuwan, 2009; Machikowa and Laosuwan, 2011) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงควรเลือกให้มีอายุก่อนการออกดอกยาว ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงได้ในระดับปานกลาง (ผลการทดลองที่ 4.1) สำหรับการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงโดยการคัดเลือกทางอ้อมโดยผ่านลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ซึ่งได้แก่ จำนวนกิ่งต่อต้น ฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น และขนาดเมล็ด เนื่องจากลักษณะเหล่านี้มีสหสัมพันธ์สูงกับผลผลิต (Machikowa, 2005; Machikowa, 2007) และโดยเฉพาะจำนวนฝักต่อต้น และกิ่งต่อต้น พบว่ามีอิทธิพลทางตรงสูงต่อผลผลิต (Machikowa and Laosuwan, 2011) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงคัดเลือกเพื่อเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตโดยดำเนินการ 2 แบบ คือ 1) การปรับปรุงพันธุ์ให้มีองค์ประกอบผลผลิตสูง โดยผสมกลับไปยังพันธุ์อายุสั้น โดยทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์อายุสั้นและอายุยาว คัดเลือกแบบหนึ่งเมล็ดต่อต้น จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์อายุสั้น ซึ่งในแต่ละรอบทำการคัดเลือกต้นที่มีองค์ประกอบผลผลิตสูง เมื่อนำสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกไปปลูกทดสอบพบว่าสายพันธุ์มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น (80-82 วัน) แต่ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนกิ่งต่อต้น ฝักต่อต้น และเมล็ดต่อต้น) และผลผลิตต่ำใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น แสดงว่าการคัดเลือกแบบนี้มีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากจำนวนฝักต่อต้น กิ่งต่อต้น มีอิทธิพลของยีนจากพันธุ์อายุสั้นจะเพิ่มมากขึ้นทำให้ลักษณะใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น

การปรับปรุงพันธุ์แบบที่ 2) การปรับปรุงพันธุ์ให้มีองค์ประกอบผลผลิตสูง โดยผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาว โดยผสมพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้นกับอายุยาว จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาว 2 รอบ ในแต่ละรอบคัดเลือกต้นที่มีจำนวนกิ่งต่อต้น ฝักต่อต้น และเมล็ดต่อต้นสูง แต่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นใกล้เคียงกับพันธุ์อายุสั้น เมื่อปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น-ปานกลาง (84–86 วัน) ซึ่งยาวกว่าพันธุ์อายุสั้น 3-5 วัน แต่พบว่ามีองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนกิ่งต่อต้น ฝักต่อต้น) และผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อายุสั้น และผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์ สจ. 5 ดังนั้นการผสมกลับไปยังพันธุ์อายุยาวจะสามารถเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตได้สูงกว่า เนื่องจากพันธุ์เหล่านี้มีองค์ประกอบผลผลิตสูงอยู่แล้ว เพียงแต่รักษาอายุเก็บเกี่ยวสั้นไว้ให้ได้ ซึ่งลักษณะนี้มีอัตราพันธุกรรมสูง (Burton, 1987) ดังนั้นการผสมกลับโดยที่ยังคงความมีอายุสั้นจะสามารถคัดเลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อเปรียบเทียบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกแบบที่ 1 และ 2 พบว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกจาก

แบบที่ 2 มีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสูงกว่าแบบที่ 1 แสดงว่าการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตโดยวิธีการผสมกลับมีประสิทธิภาพสูง แต่พันธุ์รับควรเป็นพันธุ์ที่มีองค์ประกอบผลผลิตสูง ซึ่งส่งผลให้สายพันธุ์มีผลผลิตสูง เนื่องจากการคัดเลือกอายุเก็บเกี่ยวสั้นทำได้ง่าย และสายพันธุ์จะยังคงรักษาลักษณะ อายุเก็บเกี่ยวสั้นไว้ได้ดีกว่าองค์ประกอบผลผลิต

5.3 การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีโปรตีนสูง

เนื่องจากพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในประเทศมีโปรตีนต่ำ จึงต้องเพิ่มโปรตีนแก่เมล็ดให้กับพันธุ์ปลูก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเพิ่มโปรตีนในเมล็ดโดย 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 ปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ปลูกที่มีผลผลิตสูง แต่มีโปรตีนต่ำกับพันธุ์ที่มีโปรตีนสูงจากต่างประเทศ จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์โปรตีนสูง ในแต่ละรอบของการผสมกลับจะคัดเลือกต้นที่มีโปรตีนสูง ซึ่งจากการคัดเลือกและปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง พบว่าสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกมีโปรตีนสูงกว่าพันธุ์ปลูกแต่มีผลผลิตต่ำกว่า แสดงว่าการคัดเลือกโดยการผสมกลับไปยังพันธุ์โปรตีนสูง สามารถเพิ่มโปรตีนให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากลักษณะนี้มีอัตราพันธุกรรมอย่างแคบสูง (0.63–0.79) ผลของยีนเป็นแบบบวก (Kelly and Bliss, 1975; Burton, 1987) ซึ่งจะสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อ-แม่ ไปยังรุ่นลูกได้สูง อย่างไรก็ตามเมื่อคัดเลือกเพื่อเพิ่มโปรตีนให้สูงขึ้นจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากลักษณะโปรตีนมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิต (r = -0.56) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kelly and Bliss (1975) ที่พบว่ามีผลผลิตกับโปรตีนมีสหสัมพันธ์ในทางลบ ดังนั้นจึงส่งผลให้ผลผลิตของสายพันธุ์เหล่านี้ต่ำ

การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มโปรตีนวิธีที่ 2 ได้ผสมข้ามระหว่างถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูงกับพันธุ์ปลูกที่มีผลผลิตสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ จากนั้นผสมกลับไปยังพันธุ์ปลูก 2 รอบ โดยแต่ละรอบของการผสมกลับคัดเลือกต้นที่มีโปรตีนสูง ซึ่งจากการคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงใกล้เคียงกับพันธุ์โปรตีนสูง แต่ให้ผลผลิตมากกว่า โดยให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์ปลูก นอกจากนี้สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกยังมีลักษณะ เช่น ทรงต้น การเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ใกล้เคียงกับพันธุ์ปลูก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Wilcox and Cavins (1995) ที่ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์โปรตีนสูงและพันธุ์ผลผลิตสูง และผสมกลับไปยังพันธุ์ผลผลิตสูง สายพันธุ์ที่ได้มีโปรตีนสูง และผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเนื่องจากการรักษาระดับโปรตีนสูงทำได้ง่ายกว่าผลผลิต

เมื่อเปรียบเทียบการปรับปรุงพันธุ์ทั้งสองวิธี พบว่าวิธีที่ 2 ซึ่งทำการผสมกลับไปยังพันธุ์ผลผลิตสูง สามารถคัดเลือกได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามต้องการมากกว่า โดยได้สายพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง และผลผลิตในระดับที่น่าพอใจ เนื่องจากในการผสมกลับโดยใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกจะมีโปรตีนสูง และเนื่องจากลักษณะนี้มีอัตราพันธุกรรมสูง และผลของยีนเป็นแบบบวก รวมทั้งสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะน้อยกว่าลักษณะผลผลิต ดังนั้นสายพันธุ์จะยังคงรักษาลักษณะโปรตีนสูงไว้ได้ดีกว่า (Kelly and Bliss, 1975; Burton, 1987; Wilcox and Cavins, 1995) ทำให้สายพันธุ์ที่ได้มีโปรตีนสูง และให้ผลผลิตสูงด้วย

เอกสารอ้างอิง

ไพศาล เหล่าสุวรรณ, มนตรี แหนงใหม่, ชัยยะ แสงอุ่น และศรีชาติ พลฉิม. 2540. การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเขียวลูกผสมกลับ. ว. เทคโนโลยีสุรนารี 4 : 35–44.

จิติมา ยถาภูธานนท์, เบญจมาศ คำสืบ, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และสมยศ พิชิตพร. 2550. ปริมาณโปรตีนในถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง”. ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549.

จิติมา ยถาภูธานนท์, สมชาย ผะอบเหล็ก, สุดชล วุ้นประเสริฐ, จุลศักดิ์ บุญรัตน์, อัจฉรา นันทกิจ, พรพรรณ สุทธิแย้ม และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2552. การจัดการดินและธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง. หน้า 11-14. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 2 “ถั่วสร้างคน คนสร้างชาติ”. ณ โรงแรมพัทยาปาร์ครีสอร์ท เทศบาลเมืองพัทยา จ.ชลบุรี วันที่ 27-29 สิงหาคม 2552.

ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2550. การประเมินสายพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง”. ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549.

เบญจมาศ คำสืบ, จิติมา ยถาภูธานนท์, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และสมยศ พิชิตพร. 2550. การคัดเลือกสายพันธุ์กลายเพื่อโปรตีนสูง. หน้า 14-16. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง”. ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549.

รัชนี โสภา, วีรศักดิ์ เทพจันทร์, อ้อยทิน จันทร์เมือง และพรศักดิ์ ดวงพุดตาน. 2552. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่กับการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง. หน้า 24-28. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 2 “ถั่วสร้างคน คนสร้างชาติ”. ณ โรงแรมพัทยาปาร์ครีสอร์ท เทศบาลเมืองพัทยา จ.ชลบุรี วันที่ 27-29 สิงหาคม 2552.

วัลลีย์ อมรพล, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ สุภาพร รัตนะรัต และสุวพันธ์ รัตนะรัต. 2550. การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง”. ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549.

สิทธิ์ แดงประดับ. 2551. ความก้าวหน้าการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, กรมวิชาการเกษตร. หน้า 22-57.

สิทธิ์ แดงประดับ, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, จิดาภา แดงประดับ และสุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สวน. 2551. การเปรียบเทียบถั่วเหลืองพันธุ์กลายในท้องถิ่น. ว. วิชาการเกษตร.

สิทธิ์ แดงประดับ, จิดาภา แดงประดับ และพรศักดิ์ ดวงพุดตาน. 2552. ถั่วเหลืองโปรตีนสูง. หน้า 11-14. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 2 “ถั่วสร้างคน คนสร้างชาติ”. ณ โรงแรมพัทยาปาร์คริสอร์ท เทศบาลเมืองพัทยา จ. ชลบุรี วันที่ 27-29 สิงหาคม 2552.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ถั่วเหลือง. ใน สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2552.

อลงกรณ์ กรทอง, รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2550. ถั่วเหลืองอายุสั้นสายพันธุ์ SSR9201-11-S. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง”. ณ โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549.

Alam, S. and Muresan, T. 1985. The inheritance of some quantitative characters in soybean. Thai J. Agric. Sci. 18: 101-108.

Alt, B.J., Fehr, W.R. and Welke, G.A. 2002. Selection for large seed and high protein in two- and three-parent soybean populations. Crop Sci. 42: 1,876-1,881.

Anand, S.C. and Torrie, J.H. 1963. Heritability of yield and other traits and interrelationship among traits in the F_2 and F_4 generations of three soybean crosses. Crop Sci. 3: 508-511.

AOAC. 1970. Official Methods of Analysis. 11 Edition. Benjamin Franklin Station. Washington D.C.

Bernard, R.L. 1971. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. Crop Sci. 11: 242-244.

Board, J.E. 1987. Yield components related to seed yield in determinate soybean. Crop Sci. 27: 1,296-1,297.

Bonato, E.R. and Vello, N.A. 1999. *E6*, A dominant gene conditioning early flowering and maturity in soybeans. Genet. Mol. Biol. 22(2): 229-232.

Briggs, F.N., and Knowles, P.F. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publ. Corp., New York.

Burton, J.W. 1987. Quantitative genetics: Results relevant to soybean breeding. p. 211-247. In J.R. Wilcox (ed.) Soybeans: Improvement, production, and uses. 2nd ed. Agron. Monogr. 16. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Buttery, B.R., Buzzell, R.I. and Findlay, W.I. 1981. Relationship among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field-grown cultivars of soybean. Can. J. Plant Sci. 61: 191-198.

Buzzell, R.I. 1971. Inheritance of soybean flowering response to fluorescent-daylength conditions. Can. J. Genet. Cytol. 13: 703-707.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Buzzell, R.I. and Voldeng, H.D. 1980. Inheritance of insensitivity to long daylength. Soybean Genet. Newsl. 7: 26-29.

Byron, D.F., and Orf, J.H. 1991. Comparison of three selection procedures for development of early-maturing soybean lines. Crop Sci. 31: 656-660.

Cober, E.R., and Voldeng, H.D. 2000. Developing high-protein, high-yield soybean populations and lines. Crop Sci. 40: 39-42.

Dornhoff, G.M. and Shibles, R.M. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci. 10: 42-45.

Dunphy, E.J., Hanway, J.J. and Green, D.E. 1979. Soybean yields in relation to days between specific developmental stages. Agron. J. 71: 917-931.

Empig, L.T., and Fehr, W.R. 1971. Evaluation of methods for generation advance in bulk hybrid soybean populations. Crop Sci. 11: 51-54.

Hartwig, E.E. 1970. Growth and reproductive characteristics of soybean [*Glycine max* (L) Merr.] grown under short-day conditions. Trop. Sci. 12: 47-53.

Hartwig, E.E. and Hinson, K. 1972. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. Crop Sci. 12: 829-830.

Hartwig, E.E. and Kiihl, R.A.S. 1979. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. Field Crops Res. 2: 34-51.

Jogloy, C., Jaisil, P., Akkasaeng, C., Kesmala, T. and Joyloy, S. 2011. Heritability and correlation for components of crop partitioning in advanced generations of peanut crosses. Asian J. Plant Sci. 10 (1): 60-66.

Johnson, H.W., Robinson, H.F., and Comstock, R.E. 1955. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. Agron. J. 47: 314-318.

Kaewmeechai, S., et al. 1997. Soybean improvement for tolerance to powdery mildew. In Proceedings National Soybean Research Conference VI. Bangkok: Kasetsart University Press.

Levesque, R. 2006. SPSS Programming and Data management, 3rd ed. SPSS Institute. USA.

Li, H. and Burton, J.W. 2002. Selecting increased seed density to increase indirectly soybean seed protein concentration. Crop Sci. 42: 393-398.

Machikowa, T., Burton, J.W. and Laosuwan, P. 2004. Effect of population densities on yield and other characters of different types of soybean. Thai J. Agric . Sci. 37(1): 9-16.

Machikowa, T., Waranyuwat, A. and Laosuwan, P. 2005. Relationships between yield and other characters of different maturity types of soybean grown in different environments and levels of fertilizer. ScienceAsia 31(1): 37-41.

Machikowa, T., Waranyuwat, A., Burton, J.W. and Laosuwan, P. 2007. Yield improvement of early maturing soybeans by selection for late flowering and early maturity. ScinceAsia 33: 229-234.

Machikowa, T. and Laosuwan, P. 2009. Effects of extention of days to flowering on yield and other characters of early maturing soybean. Suranaree J. Sci. Technol. 16(2):169-174.

Machikowa, T. and Laosuwan, P. 2011. Path coefficient analysis for yield of early maturing soybean. Songklanakarin J. Sci. Technol. 33(4):365-368.

Majid, A. and Simpson, G.M. 2002. Physiological effects of irrigation on mustard growth and yield. Pakistan J. Agric. Res. 17(3): 221-230.

McBlain, B. and Bernard R.L., 1987. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybean. J. Hered. 78: 160-162.

Molhotra, R.S., Singh, K.B. and Dhaliwal, H.S. 1972. Correlation and patn-coefficient analyses in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Indian J. Agric. Sci. 42: 26-29.

Niessl, H., Vollmann, J. and Ruckenbauer, P. 1995. Selection for time to maturity in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and seed protein content of early maturing genotypes. Die Bodenkultur, 46: 311-320.

Oliveira, A.C.B., Sediyama, C.S. and Cruz, C.D. 1999. Selection of later flowering in soybean (*Glycine max* L. Merrill) F_2 populations cultivated under short day conditions. Genet. Mol. Biol. 22(1): 243-247.

Panthee, D.R., Pantalone, V.R., West, D.R., Saxton, A.M. and Sams, C.E. 2005. Quantitative traits loci for seed protein and oil concentration, and seed size in soybean. Crop Sci. 45: 2,015-2,022.

Ray, J.D., Fritschi, F.B. and Heatherly, L.G. 2006. Large application of fertilizer N at planting affects seed protein and oil concentration in the early soybean production system. Field Crops Res. 99: 67-74.

Sebolt, A.M., Shoemaker, R.C. and Diers, B.W. 2000. Analysis of a quantitative trait locus allele from wild soybean that increases seed protein concentration in soybean. Crop Sci. 40: 1,438-1,444.

Secor, J., McCarty, D.R., Shibles, R. and Green, D.E. 1982. Variability and selection for leaf photosynthesis in advanced generations of soybeans. Crop Sci. 22: 255-259.

Sexton, P.J., Naeve, S.L., Paek, N.C. and Shibles, R. 1998. Sulfur availability, cotyledon nitrogen: sulfur ratio, and relative abundance of seed storage proteins of soybean. Crop Sci. 38: 983-986.

Sexton, P.J., Paek, N.C. and Shibles, R. 1998. Soybean sulfur and nitrogen balance under varying levels of available sulfur. Crop Sci. 38: 975-982.

Thompson, J.A., Nelson, R.L. and Schweitzer, L.E. 1995. Relationships among specific leaf weight, photosynthetic rate, and seed yield in soybean. Crop Sci. 35: 1,575-1,581.

Wehrmann, V.K., Fehr, W.R., Cianzio, S.R. and Cavins, J.F. 1987. Transfer of high seed protein to high yielding soybean cultivars. Crop Sci. 27: 927-931.

Wiebold, W.J., Shibles, R. and Green, D.E. 1981. Selection for apparent photosynthesis and related leaf traits in early generations of soybeans. Crop Sci. 21: 969-973.

Wilcox, J.R. and Cavins, J.F. 1995. Backcrossing high seed protein in soybean cultivar. Crop Sci. 35: 1,036–1,041.

Wilcox, J.R. and Shibles, R.M. 2001. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. 2001. Crop Sci. 41: 11-14.

Wilcox, J.R. and Guodong, Z. 1997. Relationships between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. Crop Sci. 37: 361-364.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ภ. 2 ค่าวาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 11 พันธุ์/ สายพันธุ์ ที่ทดสอบใน 5 สถานที่

Sources of variation	**df**	**ผลผลิต**	**อายุเก็บเกี่ยว**	**ขนาดเมล็ด**
Location (Loc)	4	47,091.81**	171.967**	136.827**
Block/Loc	15	3919.51	0.802	0.212
Line (L)	10	19,936.91**	34.431**	10.399**
Loc x L	40	6,258.24*	2.984**	2.102**
Error	150	4,027.59	0.541	0.272

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ภ.1 วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเหลือง 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ

Sources	df	อายุออกดอก		ความสูง		จำนวนกิ่งต่อต้น		จำนวนข้อต่อต้น		จำนวนฝักต่อต้น		จำนวนเมล็ดต่อต้น	
		มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ
Block	3	39.90**	0.13	474.76**	62.39**	0.81*	1.82**	8.51	0.44	1289.63**	40.54	6556.55**	225.06
TRT	14	17.51**	10.65**	660.10**	217.20**	1.09**	1.77**	11.45**	7.14**	331.81**	199.41**	1361.23**	831.82**
Error	42	1.00	0.33	24.13	9.47	0.25	0.37	3.34	0.48	77.84	25.48	229.17	111.33

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตาราง ภ.1 วาเรียนซ์ของลักษณะต่าง ๆ ในถั่วเหลือง 15 พันธุ์/ สายพันธุ์ ทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ต่อ)

Sources	df	น้ำหนักแห้ง		ดัชนีเก็บเกี่ยว		ผลผลิตต่อไร่		อายุสุกแก่		น้ำหนัก 100 เมล็ด	
		มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ	มทส.	ไร่สุวรรณ
Block	3	542135.92**	83672.51	0.075**	2.07	0.71	2018.57	4.31	4.30	2.07	0.71
TRT	14	180318.53*	154376.32**	0.007*	16.92**	10.29**	4952.80**	51.91**	51.94**	16.92**	10.29**
Error	42	90058.54	42101.76	0.003	1.02	0.48	1521.70	9.91	9.79	1.02	0.48

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาว ฐิติพร **นามสกุล** มะชิโกวา

(ภาษาอังกฤษ) Miss Thitiporn Machikowa

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3310200235674

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224579, โทรสาร 044-224281
e-mail : machiko@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

5.1 ปริญญาตรี สาขาวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน ม. เทคโนโลยีสุรนารี
ปีที่สำเร็จ 2541

5.2 ปริญญาโท ไม่มี (เข้าศึกษาต่อปริญญาเอกหลังจบปริญญาตรี)

5.3 ปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบัน ม. เทคโนโลยีสุรนารี
ปีที่สำเร็จ 2547

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Plant Breeding, Statistics, Genetics

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ:

7.1 ผู้อำนวยการแผนการวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์, โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

Machikowa, T, Nuysirung, N, Burton, J.W., and Laosuwan, P. (2004). Soybean breeding at Suranaree University of Technology. *In* National Soybean Conference IX at Lamphang Wiangthong Hotel, Lamphang, Thailand, 3-4 March 2004.

Machikowa, T., Burton, J.W., and Laosuwan, P. (2004). Effects of population densities on yield and other characters of different types of soybean. Thai J. Agric. Sci. 37 (1): 9-16.

Machikowa, T., Waranyuwat, A., and Laosuwan, P. (2005). Relationships between yield and other characters of different maturity types of soybean grown in different environments and levels of fertilizer. ScienceAsia 31(1): 37-41.

Machikowa, T., and Laosuwan, P. (2006). Evaluation of early maturing lines of soybean. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006.

Tantanapornkul, N., **Machikowa, T.,** and Laosuwan, P. (2006). Research on mungbean breeding at Suranaree University of Technology. *In* National Legume Conference I. Rim Kok Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 28-30 August 2006.

Machikowa, T., Burton, J.W., Waranyuwat, A., and Laosuwan, P. (2007). Yield improvement of early maturing soybeans by selection for later flowering. ScienceAsia 33(2): 229-234.

Chutamard, P., **Machikowa, T.** and Laosuwan, P. (2007). Development and potential of synthetic varieties of sunflower. *In* Proceedings of the 5th National Conference on Sesame, Sunflower, Castor and Safflower. pp. 91-99. 23-25 May 2007. Nan, Thailand.

Machikowa, T. and Saetang, C. (2008). Breeding for yield improvement of sunflower. *In* The International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy, and Industry 2008 (ICSA2008). Sapporo, Japan, July 2-6, 2008.

Machikowa, T. and Saetang, C. (2008). Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. Suranaree J. Sci. Technol. 15(3):243-248.

Machikowa, T. and Laosuwan, P. (2009). Effects of extension of days to flowering on yield and other characters of early maturing soybean. Suranaree J. Sci. Technol. 16(2):169-174.

เกียรติศักดิ์ ฟั่นเพ็ง และ **ฐิติพร มะชิโกวา**. 2553. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และสัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่ในทานตะวัน. ใน การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553. วันที่ 25-26 มกราคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 486-490.

Zesu, H., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Zehui, C. 2010. Heterosis for seed yield, oil content and other characters in rapeseed *(Brassica napus* L.). Journal of Northeast Agricultural University 17(1).

Tantasawat, P., Trongchuen, J., Prajongjai, T., Thongpae, T., Petkhum, C., Seehalak, W. and **Machikowa, T**. 2010. Variety identification and genetic relationships of mungbean and blackgram in Thailand based on morphological characters and ISSR analysis. Afr. J. Biotechnol. 9(27): 4452-4464.

Huang, Z., Laosuwan, P., **Machikowa, T.** and Chen, Z. 2010. Combining ability for seed yield and other characters in rapeseed. Suranaree J. Sci. Technol. 17(1):39-48.

Saetang, C. and **Machikowa, T.** 2011. Heterosis and inbreeding depression in sunflower. Journal of Agricultural Science.

Machikowa, T. and Saetang, C. 2011. General and specific combining ability for quantitative characters in sunflower. Journal of Agricultural Science and Technology.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. โครงการปรับปรุงทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน มทส.
2. โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
3. โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองอายุสั้น และโปรตีนสูง, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
4. โครงการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์ทานตะวันนอกฤดู, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน บริษัทเก็มมาเวิลด์ จำกัด
5. โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน, หัวหน้าโครงการ, แหล่งทุน วช.
6. โครงการพัฒนาการผลิตยางพาราเชิงระบบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ผู้ร่วมวิจัย, แหล่งทุน วช.
7. โครงการเทคโนโลยีการผลิตทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์ “สุรนารี 473” ในแปลงเกษตรกร. แหล่งทุน สกอ.

ที่ปรึกษาโครงการ

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายไพศาล **นามสกุล** เหล่าสุวรรณ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Paisan Laosuwan

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3909800634726

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ต. สุรนารี
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224155, โทรสาร 044-224281
e-mail drpaisan@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

5.1 ปริญญาตรี สาขาวิชา เกษตร สถาบัน ม. เกษตรศาสตร์
ปีที่สำเร็จ 2508 (เกียรตินิยมอันดับ 1)

5.2 ปริญญาโท สาขาวิชา พืชศาสตร์ สถาบัน University of Manitoba, Canada
ปีที่สำเร็จ 2511

5.3 ปริญญาเอก สาขาวิชา การปรับปรุงพันธุ์พืช สถาบัน Iowa State University, USA.
ปีที่สำเร็จ 2518

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Plant Breeding, Genetics, Statistics

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย และงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ: ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่า เป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอโครงการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัยปรับปรุงการปลูกถั่วเหลืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2. หัวหน้าโครงการระบบการปลูกพืช ม. สงขลานครินทร์
3. หัวหน้าโครงการวิจัยพืชน้ำมันไทย-ประชาคมยุโรป ม. สงขลานครินทร์

4. หัวหน้าโครงการวิจัยพัฒนาปาล์มน้ำมัน ม. สงขลานครินทร์
5. หัวหน้าโครงการพืชอาหารถั่ว ม. เทคโนโลยีสุรนารี2530-2532

7.2 ที่ปรึกษาโครงการ

1. โครงการพัฒนาพืชน้ำมันไทย-ประชาคมยุโรป
2. โครงการวิจัยพัฒนาปาล์มน้ำมัน ม. สงขลานครินทร์
3. โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน ม.เทคโนโลยีสุรนารี
4. โครงการพัฒนาการผลิตทานตะวัน ม.เทคโนโลยีสุรนารี

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือโครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. Soybean breeding and production. (1976, 1977, 1978, 1981). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
2. Estimates of combining ability and heterosis in converted exotic sorghums. (1977). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
3. Genetic effects for grain yield and yield components and relationships among agronomic characters in converted exotic sorghums. (1978). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
4. Influence of planting date and plant spacing on yield and other characters of soybean. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
5. Planting dates for field corn at Songkhla. (1982). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
6. Planting dates for mungbean at Songkhla. (1982). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
7. Planting dates for peanut at Songkhla. (1982). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
8. The variation of yield components and other characters of soybean. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
9. Soybean germplasm collection at Khon Kaen University. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
10. Response to photoperiod of soybean maturity group V to X at Songkhla. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
11. Performance of certain field crops at Songkhla. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
12. Influence of population density on yield and other characters of soybean. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
13. Progress in rainfed agricultural research in Southern Thailand. (1982). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1

14. Progress in plant breeding activities at Prince of Songkhla University. หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
15. Results from wheat yield trial at Hat Yai. (1982). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
16. A study on rubber intercropping. (1983). หัวหน้าโครงการ, ผู้เขียนอันดับ 1
17. A study on cropping pattern involving legumes and cereals. (1983). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
18. The effect of irregular planting rates on statistical procedure used for variety trial of legumes. ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
19. Progress report on yield trial of mungbean, soybean and peanut at Prince of Songkhla University. (1983). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
20. A review on rainfed agricultural research in Southern Thailand. (1983). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
21. A study intercropping of immature rubber with field crops. (1984). ผู้ร่วมวิจัย, ผู้เสนอผลงาน
22. New mungbean variety for Southern Thailand. (1987). ผู้ร่วมวิจัย, ผู้เสนอผลงาน
23. Research report : Cropping system project. (1987). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
24. Study on the effects of inputs on intercropping of legumes and upland rice with young rubber. (1987). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
25. Research on mungbean as intercrop with young rubber and as sequential crop with rice. (1987). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
26. Breeding mungbean for waterlogged and shaded growing conditions in Southern Thailand. (1988). ผู้ร่วมวิจัย, ผู้เสนอผลงาน
27. A study on intercropping of young rubber I. Yield potential of different intercrops. (1988). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
28. A study on intercropping of young rubber II. Effect of intercrops on growth and yield of rubber. (1988). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
29. Potential of food legumes as intercrops with young rubber. (1986). ผู้ร่วมวิจัย, ผู้เสนอผลงาน
30. Effects of waterlogging an yield and other characters of mungbean. (1989). ผู้ร่วมวิจัย, ผู้เสนอผลงาน
31. PSU-1, A new mungbean variety for Southern Thailand. (1988). หัวหน้าโครงการ

32. Regional and seasonal effects on phenology of mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczed) and black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). (1987). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เสนอผลงานอันดับ 3
33. Breeding mungbean suitable to growing conditions in Southern Thailand. (1990). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
34. The effect of weeding, fungicide, lime and fertilizer on yield, yield components and other characters of groundnut. (1991). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
35. Effect of chemical weed control weed control and manual weeding on the performance of groundnut. (1991). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
36. Effect of waterlogging on growth and yield of groundnut. (1991). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
37. Study on levels of inputs for groundnut production suitable for transfer to farmers. (1990). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เสนอผลงาน
38. On-farm trials of package of inputs for groundnut production in Southern Thailand. (1991). หัวหน้าโครงการ, ผู้เสนอผลงาน
39. Effect of waterlogging on growth and yield of groundnut. (1992). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
40. Effects of waterlogging on growth, development and yield mungbeans. (1994). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
41. Effects of harvesting dates on different characters and quality of groundnut seed. (1995). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
42. Weed control for mungbean growth under an no-tillage system. (1995). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
43. Effects of waterlogging on growth and yield of soybeans. (1996). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เสนอผลงาน
44. A comparative study on recommended varieties of mungbean. (1996). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
45. Yield trials of backcross progenies of mungbeans. (1997). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
46. Agronomic response of sunflower to waterlogging. (2000). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
47. Mungbean varietal improvement through selection of yield components and agronomic triats. (2000). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 1
48. Research on forage crops for dairy cattle in NE Thailand. (2000). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เสนอผลงาน

49. Effects of planting dates on soybeans : I. Effects on different stages of growth and the development of soybeans in different varietal group and genetics basis. (2001). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
50. Effects of planting dates on different characters of soybean varieties and lines. (2001). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
51. Sunflower research at SUT. (2001). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เสนอผลงาน
52. Mapping a new source of resistance to powdery mildew in mungbean. (2002). ผู้ร่วมวิจัย
53. Performance of synthetic varieties of sunflower. (2002). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
54. Inheritance of powdery mildew resistance in mungbean. (2003). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
55. Effects of population densities on yield and other characters of different types of soybean. (2004). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
56. Relationships between yield and other characters of different maturity types of soybean grown in different environments and levels of fertilizer. (2005). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
57. Yield improvement of early maturing soybeans by selection for later flowering. (2007). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
58. Effects of extension of days to flowering on yield and other characters of early maturing soybean. (2009). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
59. Heterosis for seed yield, oil content and other characters in rapeseed *(Brassica napus* L.). (2010). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2
60. Combining ability for seed yield and other characters in rapeseed. (2010). ผู้ร่วมวิจัย และผู้เขียนอันดับ 2