ศักยภาพการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) สายพันธุ์คัดเลือก

Yield Potential and Stability of Selected Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Lines

สัณห์ฐิต รีวราบัณฑิต

SUNTIT REEWARABUNDIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-M-065-292

ศักยภาพการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) สายพันธุ์คัดเลือก

Yield Potential and Stability of Selected Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Lines

สัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต

SUNTIT REEWARABUNDIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-M-065-292

Yield Potential and Stability of Selected Soybean (Glycine max (L.) Merrill) Lines

SUNTIT REEWARABUNDIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRONOMY
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2019

KMITL-2019-AG-M-065-292

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศักยภาพการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) สายพันธุ์คัดเลือก
ชื่อนักศึกษา	นายสัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต
รหัสประจำตัว	57604010
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจะแปรปรวนตามสภาพแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม โครงการปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต จึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาศักยภาพและเสถียรภาพการให้ผลผลิต อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่คัดเลือกจาก 2 ประชากร (5001; สจ. 4 × แซนต้ามาเรีย และ 5002; สจ. 4 × คาลิเทอร์) จำนวน 138 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบที่แปลงทดลองคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ใน 2 สภาพแวดล้อม ดังนี้ 1) ปลูกบนพื้นที่ดินเหนียว ในฤดูฝนปี 2557 (138 สายพันธุ์) และ 2) ปลูกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ในฤดูฝนปี 2558 (100 สายพันธุ์) ร่วมกับพันธุ์มาตรฐาน (เชียงใหม่ 60) และพันธุ์พ่อ-แม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 2 ซ้ำ สุ่มบันทึกข้อมูล 5 ต้น/แปลงทดลองย่อย ลักษณะที่บันทึกประกอบด้วยผลผลิต (กรัม/ต้น) จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงลำต้น น้ำหนักแห้งลำต้น จำนวนกิ่ง/ต้น อายุเก็บเกี่ยว และลักษณะการเจริญเติบโต ผลการทดลองพบว่า สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อจำนวนเมล็ด/ฝักที่ไม่มีนัยสำคัญ ส่วนการเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญระหว่างสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกกับพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่า ลักษณะที่ศึกษาเกือบทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้ง 2 สภาพแวดล้อม ยกเว้นจำนวนกิ่ง/ต้นและจำนวนเมล็ด/ฝักบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทรายที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดบนพื้นที่ปลูกดินเหนียวคือ 5002BS-F_6-040 ให้ผลผลิต 130.73 กรัม/ต้น ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 23.09 กรัม/ต้น และสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทรายคือ

5001BS-F_6-069 ให้ผลผลิต 67.45 กรัม/ต้น ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 17.55 กรัม/ต้น โดยสายพันธุ์ 5001BS-F_6-069 มีแนวโน้มมีเสถียรภาพและศักยภาพการให้ผลผลิตสูง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อม 76.42 กรัม/ต้น นอกจากนี้พบว่ากลุ่มที่มีแนวโน้มปรับตัวได้ดีบนพื้นที่ปลูกดินเหนียวได้แก่ 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ5002BS-F_6-040 และกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมหรือมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าเฉลี่ยได้แก่ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-073, แซนต้ามาเรีย คาลิเทอร์ และเชียงใหม่ 60

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง, ศักยภาพผลผลิต, เสถียรภาพ, สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

Thesis Title	Yield Potential and Stability of Selected Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Lines
Student	Mr. Suntit Reewarabundit
Student ID.	57604010
Degree	Master of Science
Program	Agronomy
Year	2019
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Teerawat Sarutayophat

ABSTRACT

Crops growth and yield are usually variable due to environmental variation and genotype-environment interaction (GE). Plant breeding programs desire a high yielding varieties in favorable environment and well adapt to various environmental conditions with high yielding stability. Therefore, these experiments were conducted to study the stability, potential for yield, influence of environment (E) and genotype-environment interaction (GE) on yield and yield components of total 138 elite soybean lines that selected from 2 populations as follow; 5001 (Sj. 4 × Santamaria) and 5002 (Sj. 4 × Kalitur). Two experiments were conducted at the experimental field of the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang, Bangkok, in 2 environmental conditions as follow; 1) clay soil, rainy season in 2014, 138 selected lines 2) loamy sand, rainy season in 2015, 100 selected lines with Chiangmai 60, the national standard check, and parental varieties. RCBD with 2 replications were used, yield/plant, no. of pods/plant, no. of seeds/plant, no. of seeds/pod, 100-seed weight, plant height, plant dry weight, no of 1st branches/plant, day for maturity and type of growth were random recorded for 5 plants/experimental unit. Results showed the significant influence of E and GE on all studied traits, except E-effected on no. of seeds/pod was non-significant. For yield and important agronomic traits comparison between 10 best selected elite lines and Chiangmai 60, the significantly different ($p \leq 0.01$) for almost studied traits were founded in both environments, except no. of 1st branches/plant and no. of seeds/pod in loamy sand were non-significantly different. In paddy clay soil, line 5002BS-F$_6$-040 gave highest seed yield of 130.73 g/plant, while Chiangmai 60 was 23.09 g/plant. In loamy sand, line 5001BS-F$_6$-069 gave highest yield of 67.45

g/plant, while Chiangmai 60 was 17.55 g/plant. Line 5001BS-F_6-069 had trend high yield and high stability with average grain yield from 2 trials was 76.42 g/plant. Furthermore, we founded that lines which well adapted in clay soil were 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 and 5002BS-F_6-040. Lines showed higher stability than average were 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-073, Santamaria, Kalitur and Chiangmai 60.

Keywords: Soybean, Yield potential, Stability, Environment and GE interaction

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ธีรวัฒฒน์ ศรุตโยภาส อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ถ่ายทอดองค์ความรู้ แนวคิด คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดทั้งตรวจทานแก้ไขกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตต์ รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล และ ผศ.ดร.นิตยา ผกามาศ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำที่มีประโยชน์ ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทดลองจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโท และน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง ตลอดจนเก็บบันทึกผลการทดลอง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายกราบขอบพระคุณบิดา มารดาของข้าพเจ้า รวมทั้งคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนเรื่องการศึกษาเป็นอย่างดี และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาในระหว่างการทำงานวิจัยและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์

สัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตารางภาคผนวก

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถั่วเหลือง (soybean: *Glycine max* (L.) Merrill) จัดอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมันที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโลกและประเทศไทยมาอย่างยาวนานจนถึงปัจจุบัน เมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีนสูงประมาณ 40% เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (essential amino acids) ประมาณ 20-22% และประกอบด้วยน้ำมัน 18-22% ในจำนวนนี้เป็นน้ำมันที่ไม่มีคลอเรสเตอรอล (cholesterol free) ประมาณ 85% (Ngalamu. et.al. 2013) ถั่วเหลืองจึงเป็นพืชที่สร้างความมั่นคงทางอาหารที่สำคัญทั้งการบริโภคโดยตรง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช และกากถั่วเหลืองที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันพืช ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปัจจุบันทั่วโลกผลิตน้ำมันพืช (vegetable oil) จากถั่วเหลืองได้มากเป็นอันดับ 2 รองจากปาล์มน้ำมัน คิดเป็นสัดส่วน 27.86 และ 35.59% ของปริมาณน้ำมันพืชทั้งหมดที่ผลิตได้ทั่วโลก ตามลำดับ ในขณะที่มีการนำกากถั่วเหลืองมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์คิดเป็นสัดส่วน 70.31% ของปริมาณวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั่วโลก (United States Department of Agriculture. 2019) นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังเป็นพืชบำรุงดินและสร้างความยั่งยืนให้กับสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในปมรากถั่วเหลืองมีแบคทีเรียไรโซเบียม (*Rhizobium* sp) อาศัยอยู่แบบพึ่งพา (symbiosis) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมที่ปมรากถั่วเหลืองได้ประมาณปีละ 10-28 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ FAO. 1998 ; อภิพรรณ พุกภักดี. 2546) ดังนั้นการปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนสลับกับการปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกรในการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ช่วยตัดวงจรชีวิตของศัตรูพืช และเป็นพืชอายุสั้นที่ใช้น้ำน้อยประมาณ 480-560 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ จึงเหมาะสำหรับปลูกในสภาวะแล้ง (อ้อยทิน จันทร์เมือง และคณะ. 2560) ถั่วเหลืองจึงมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยและเศรษฐกิจโลกเป็นอย่างมาก โดยแหล่งผลิตถั่วเหลืองที่สำคัญกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา รายงานว่าในปีการผลิต 2561/62 ทั่วโลกมีพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองประมาณ 779.38 ล้านไร่ ผลิตเมล็ดถั่วเหลืองได้ประมาณ 339.99 ล้านตัน โดยบราซิล สหรัฐอเมริกา และอาร์เจนตินาเป็นประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ ผลิตเมล็ดถั่วเหลืองได้ 120.80 120.07 และ 37.80 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 549.87 530.11 และ 371.02 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1) (United States Department of Agriculture. 2019) ขณะที่สถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทยช่วงเวลา 5 ปีที่ผ่านมาคือ ระหว่างปีการเพาะปลูก 2557/58–2561/62

(ตารางที่ 1.2) พบว่าพื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 0.17 ล้านไร่/ปี ลดลงจาก 0.237 ล้านไร่ ในปีเพาะปลูก 2557/58 เป็น 0.158 ล้านไร่ ในปีเพาะปลูก 2561/62 ผลิตเมล็ดถั่วเหลืองได้ระหว่าง 4.5-5.8 หมื่นตัน/ปี ผลผลิตเฉลี่ย 269.2 กก./ไร่ ขณะที่มีความต้องการใช้เมล็ดถั่วเหลืองในประเทศเพิ่มขึ้น คาดว่าในปี 2562 จะมีการใช้ผลผลิตภายในประเทศ 1.56% และนำเข้าถึง 98.44% ของปริมาณความต้องการใช้ทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562) ซึ่งในปี พ.ศ. 2557/58 - 2559/60 มีการนำเข้าเมล็ดและกากถั่วเหลืองรวมกันเฉลี่ยปีละประมาณ 5.20 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 8.32 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562) เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมสูง มีโรคและแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เข้าทำลายตลอดอายุการเจริญเติบโต มักก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้มาก และเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเร็ว ประกอบกับการใช้พันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่เหมาะสมในแต่ละแหล่งปลูก ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการปลูกถั่วเหลืองเฉลี่ยเพียง 4,387.96 บาท/ไร่ ซึ่งน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชแข่งขันชนิดอื่น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562) หากพื้นที่ปลูกและผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทยยังคงมีแนวโน้มลดลงต่อไป จะทำให้ประเทศไทยสูญเสียเงินตราออกต่างประเทศเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องและเศรษฐกิจของประเทศ จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาการผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย ทั้งนี้อาจทำได้หลายแนวทางด้วยกันได้แก่ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต การพัฒนาสายพันธุ์ และการพัฒนาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ซึ่งต้องดำเนินงานควบคู่กันไป ดังนั้นการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อให้มีศักยภาพและเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ควรเร่งดำเนินการเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองและทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการปลูกถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมสูง การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูก (สัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต และคณะ. 2560 ; อ้อยทิน จันทร์เมือง และคณะ. 2557; Shruti. et.al. 2017 ; Atnaf. et.al. 2013 ; Ngalamu. et.al. 2013) การพัฒนาสายพันธุ์เพื่อให้มีศักยภาพและเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูง จำเป็นต้องทำการปลูกทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกในหลายสภาพแวดล้อมและหลายฤดูปลูก (ดำเนิน กาละดี. 2545 ; ชูศักดิ์ จอมพุก. 2550) เพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพในการให้ผลผลิต ความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมของแต่ละสายพันธุ์ ตลอดจนศึกษาอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G × E interaction) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความสามารถของสายพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมและเสถียรภาพการให้ผลผลิตของสายพันธุ์ จะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถตัดสินใจคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทาง

การเกษตรตรงตามที่ต้องการ และปรับตัวได้ดีในแต่ละสภาพแวดล้อมได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1.1 สถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองของโลกปีการเพาะปลูก 2561/62

ประเทศ	พื้นที่ปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)
ทั่วโลก	779.38	436.23	339.99
บราซิล	219.69	549.87	120.80
สหรัฐอเมริกา	226.50	530.11	120.07
อาร์เจนตินา	101.88	371.02	37.80
จีน	51.56	294.80	15.20
ไทย	0.25	240.00	0.06

ที่มา: United States Department of Agriculture (2019)

ตารางที่ 1.2 สถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2557/58 – 2561/62

ปี	พื้นที่ปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต (กก./ไร่)	นำเข้า เมล็ด (ล้านตัน)	นำเข้า กาก (ล้านตัน)	มูลค่า เมล็ด + กาก (หมื่นล้านบาท)
2557/58	0.237	58,295	246	1.90	2.89	8.94
2558/59	0.167	42,395	254	2.56	2.70	8.03
2559/60	0.137	37,765	275	2.96	2.58	7.98
2560/61	0.160	45,201	283	2.75	-	3.98[/1]
2561/62	0.158	45,413	288	2.72	-	3.73[/1]

[/1] = มูลค่าการนำเข้าเมล็ดไม่รวมกากถั่วเหลือง

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต และความสามารถในการปรับตัวของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นแต่ละสายพันธุ์

1.2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G × E interaction) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

1.2.3 เพื่อคัดเลือกกลุ่มถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ปรับตัวได้ดีในแต่ละสภาพแวดล้อม (ดินเหนียวและดินร่วนทราย) สำหรับนำไปประเมินความสามารถของสายพันธุ์ในระดับการทดสอบผลผลิตมาตรฐาน (standard yield trial) ต่อไปในอนาคต

1.3 ความมุ่งหมายของการศึกษา

1.3.1 สามารถประเมินอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกทดสอบในฤดูฝนบนพื้นที่ปลูกที่มีลักษณะดินต่างกัน 2 ชนิดคือ ดินเหนียวและดินร่วนทราย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะช่วยให้สามารถกำหนดความเข้มข้นในการคัดเลือกได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3.2 สามารถคัดเลือกกลุ่มถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ปรับตัวได้ดี มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตในสภาพพื้นที่ปลูกเป็นดินเหนียวและสภาพพื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนทราย เพื่อนำสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกในแต่ละสภาพแวดล้อมนี้จำนวนประมาณ 25-30 สายพันธุ์เข้าสู่การประเมินความสามารถของสายพันธุ์ในระดับการทดสอบผลผลิตมาตรฐาน (standard yield trial) ต่อไป

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถั่วเหลือง (Soybean: *Glycine max* (L.) Merrill) จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Fabaceae และวงศ์ย่อย (Subfamily) Faboideae สกุล Glycine สกุลย่อย Soja มีจำนวนโครโมโซม 2n = 40 เป็นพืชล้มลุก (annual) ที่มีการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในดอกเดียวกันหรือผสมตัวเอง (self-pollinate) มีชื่อสามัญหลายชื่อเช่น soya bean, soja bean, chinese pea, manchurian bean และ soybean เป็นพืชตระกูลถั่วในกลุ่มพืชน้ำมันที่สำคัญของโลกมาอย่างยาวนานจนถึงปัจจุบัน มีแหล่งกำเนิดในเขตอบอุ่นสามารถปลูกได้ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น มีรายงานกว่า 5,000 ปีมาแล้วว่าถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตอนใต้ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากนั้น 200 ปีก่อนคริสตกาลจึงได้แพร่กระจายเข้าสู่ประเทศเกาหลี และญี่ปุ่น ต่อมาได้เข้าสู่ยุโรปในช่วงหลัง พ.ศ. 2143 และได้มีการกระจายพันธุ์เข้าสู่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2347 และในปี พ.ศ. 2473 สหรัฐอเมริกาได้เริ่มดำเนินงานวิจัยทางด้านปรับปรุงพันธุ์ โดยนำพันธุ์ถั่วเหลืองจากสาธารณรัฐประชาชนจีนเข้าประเทศกว่า 1,000 สายพันธุ์ เพื่อการผสมและคัดเลือกพันธุ์ ทำให้ได้พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดโต ผลผลิตสูง เหมาะแก่การเพาะปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดมากขึ้น ประกอบกับการพัฒนาเครื่องทุ่นแรงและวิชาการในการเพาะปลูกด้านอื่นๆ จนกระทั่งปัจจุบันสหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตและส่งออกถั่วเหลืองรายใหญ่ที่สำคัญของโลก ในขณะที่ประเทศไทยเริ่มมีการเพาะปลูกถั่วเหลืองครั้งแรกในแถบภาคเหนือและขยายตัวไปยังภาคอื่นๆ โดยส่วนราชการที่เกี่ยวข้องมีการส่งเสริมให้มีการปลูกถั่วเหลืองในนาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ต่อมาภาครัฐได้ให้ความสนใจในการวิจัยและพัฒนาการปลูกถั่วเหลืองมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน (กรมพัฒนาที่ดิน. 2559 ; วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559) แต่การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยยังคงได้ผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้ผลิตรายสำคัญอื่นๆ (United States Department of Agriculture. 2018) ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีระบบรากแก้ว (tap root system) อาจหยั่งลึกได้ถึง 0.5-1.0 เมตร โดยปกติจะมีแบคทีเรียพวก *Rhizobium japonicum* เข้าไปอาศัยที่รากและสร้างปม (nodule) ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศไปสะสมที่ปมรากได้ ลำต้นเป็นพุ่มตั้งตรงประกอบด้วยข้อและปล้อง สูง 50-150 เซนติเมตร มีการแตกแขนงประมาณ 3-5 แขนง ใบเกิดตามข้อแบบสลับ (alternate) ยกเว้นใบเลี้ยง (cotyledon) และใบจริงคู่แรก (primary leaf) ของต้นอ่อนเท่านั้นที่เกิดตรงข้ามกัน ใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ใบต่อๆ มาเป็นใบประกอบมี 3 ใบย่อย (trifoliolate compound leaves) ช่อดอกเกิดจากตาข้างที่ข้อบนลำต้นและกิ่ง บริเวณโคนก้านใบ และอาจเกิดจากตาที่ส่วนยอดของลำต้นและกิ่ง ปกติมักจะมีดอกประมาณ 4-15 ดอก/ช่อ และมักจะผสมเกสรและพัฒนาเป็นฝักได้ประมาณ 4-10 ฝัก/ช่อดอก ผลเป็นแบบ legume เรียกว่าฝัก (pod) ติดผลเป็นกลุ่มหรือช่อ 4-10

ฝัก/ช่อ ฝักยาว 2-7 ซม. มีขนสีเทาหรือสีน้ำตาลปกคลุมทั่วทั้งฝัก มีเมล็ด 1-5 เมล็ด/ฝัก เมล็ดประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) มีรอยแผลหรือเปลือกตา (hilum หรือ seed scar) มีรูเล็กๆ (micropyle) เกิดจากเนื้อเยื่อ integument ของรังไข่ ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของรอยแผล มีร่องเล็กๆ (raphe) ที่เกิดจากการเกาะของ integument กับผนังรังไข่ โดยทั่วไปมีน้ำหนัก 12-20 กรัม/100 เมล็ด รูปร่างเมล็ดกลมรีหรือรูปไข่ เยื่อหุ้มเมล็ดอาจมีสีเหลือง เขียว น้ำตาล และดำ (กรมวิชาการเกษตร. 2559 ; กรมพัฒนาที่ดิน. 2559 ; รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2541)

2.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสามารถแบ่งเป็น 2 ระยะ เช่นเดียวกับการแบ่งระยะการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นๆ ดังนี้

2.1.1 ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth stage)

ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นเริ่มตั้งแต่ต้นอ่อนโผล่พ้นดิน มีใบเลี้ยงใบจริงคู่แรกและใบประกอบ ซึ่งเจริญจากข้อของลำต้น การแบ่งระยะระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นจึงแบ่งโดยการนับข้อบนลำต้นหลักเป็นสำคัญ การที่จะนับข้อว่ามีกี่ข้อ ให้พิจารณาว่าข้อนั้นมีใบที่ยังม้วนอยู่หรือไม่ ถ้าข้อใดมีใบคลี่ออกจนขอบใบไม่ชนกันแล้ว ให้นับข้อล่างถัดลงมาของใบนั้นได้ โดยเริ่มต้นที่ข้อที่ 1 จากข้อที่มีใบเดี่ยว

2.1.2 ระยะออกดอกและติดฝัก (reproductive growth stage)

ระยะนี้เริ่มตั้งแต่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอก ติดฝัก สะสมน้ำหนักในเมล็ดจนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมีรายละเอียดตามที่แสดงในตารางที่ 2.1 (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2542; Wiatrak. 2019)

ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ อาจแบ่งออกเป็นกลุ่มตามลักษณะการเจริญเติบโต (growth habit) ได้ 2-3 กลุ่ม ดังนี้ 1) การเจริญเติบโตแบบทอดยอด (indeterminate growth habit) ถั่วเหลืองกลุ่มนี้เมื่อเข้าสู่ระยะการเจริญพันธุ์หรือระยะออกดอกแรกแล้ว ยังมีการเจริญเติบโตทางลำต้น มีการเพิ่มจำนวนข้อ-ใบต่อไปอีกหลายสัปดาห์ ฝักที่อยู่ด้านล่างของลำต้นจะแก่เร็วกว่าฝักที่อยู่ด้านบนของลำต้น 2) การเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด (determinate growth habit) กลุ่มนี้จะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นทันทีเมื่อถึงระยะออกดอก มีการออกดอกพร้อมกันทั้งต้น และเกิดช่อดอกหรือช่อฝักที่ตายอด ส่งผลให้ฝักสุกแก่พร้อมกันทั้งต้น 3) การเจริญเติบโตแบบกึ่งทอดยอด (semi-determinate growth habit)

ถั่วเหลืองกลุ่มนี้ยังคงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นพร้อมกับการเจริญเติบโตระยะเจริญพันธุ์ไประยะหนึ่ง เช่น 1-2 สัปดาห์ จากนั้นจึงหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้น คือ ช่วงเวลาระหว่างการออกดอกแรกกับดอกสุดท้ายจะสั้นกว่ากลุ่มที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด การสุกแก่ของฝักที่อยู่ส่วนล่างและส่วนบนจะสุกแก่ในเวลาใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและการเจริญพัฒนาระยะออกดอกและติดฝักของถั่วเหลือง

ระยะ	คำอธิบาย
ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น	
VE	ใบเลี้ยงโผล่พ้นดิน
VC	ใบเลี้ยงกางออกจากกัน และใบจริงคู่แรกมีใบคลี่แยกจากกัน
V1	ใบประกอบใบแรกมีขอบใบคลี่แยกจากกัน
V2	มี 2 ข้อบนลำต้น ประกอบด้วยใบจริงคู่แรก และใบประกอบใบแรกที่เจริญเต็มที่แล้ว ใบบนข้อถัดไปมีขอบใบคลี่แยกจากกัน
V3	มี 3 ข้อบนลำต้น ประกอบด้วยใบจริงคู่แรกและใบประกอบ 2 ใบที่เจริญเต็มที่แล้ว ใบบนข้อถัดไปมีขอบใบคลี่แยกจากกัน
…	
Vn	มี n ข้อบนลำต้น ประกอบด้วยใบที่เจริญเต็มที่แล้วบนข้อทั้ง n ข้อ ใบบนข้อที่ n+1 มีขอบใบคลี่แยกจากกัน
ระยะออกดอกและติดฝัก	
R1	ดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งของลำต้น
R2	ดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งของ 2 ข้อบนสุดของลำต้น
R3	ฝักมีขนาด 0.5 เซนติเมตร ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น
R4	ฝักมีขนาด 2 เซนติเมตร ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น
R5	เมล็ดยาว 0.3 เซนติเมตร ในฝักที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น
R6	เมล็ดเต็ม ฝักที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น
R7	ฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นเริ่มแก่
R8	ร้อยละ 95 ของฝักแก่แล้ว (พร้อมเก็บเกี่ยวได้ภายใน 1 ถึง 2 สัปดาห์)

ที่มา: พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ (2542)

VE VC V1

ภาพที่ 2.1 ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นระยะแรก (VE-V1) ของถั่วเหลือง

R1 R2 R3

ภาพที่ 2.2 ระยะการออกดอกและติดฝักระยะแรก (R1-R3) ของถั่วเหลือง

R4 R5 R6

ภาพที่ 2.3 ระยะการออกดอกและติดฝักระยะกลาง (R4-R6) ของถั่วเหลือง

2.2 พันธุกรรมและขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชผสมตัวเอง (self pollinated crop) มีการผสมระหว่างละอองเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมียภายในดอกเดียวกันโดยธรรมชาติถั่วเหลืองจะมีการผสมข้ามต้นน้อยกว่า 1% โดยเฉพาะในสภาพความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงและอุณหภูมิต่ำ กลีบดอกของถั่วเหลืองจะไม่บาน ส่งผลให้ไม่มีโอกาสได้รับการผสมด้วยละอองเกสรจากดอกอื่นแม้จะมีแมลงช่วยในการผสมเกสรก็ตาม (Sleaper and Poehlman. 2006) โดยปกติจึงเป็นพันธุ์แท้ (homozygous) คือ มียีโนไทป์เดียวเหมือนกันทุกต้นในแต่ละพันธุ์ ทำให้มีแนวโน้มในการเกิดปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมมาก (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2528 ; อำไพ เรืองฤทธิ์. 2554) ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จึงมักจะปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แคบ

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองมีหลักและวิธีการเหมือนกับวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองชนิดอื่นๆ ดังนี้

1. การรวบรวมเชื้อพันธุกรรม ศึกษา จำแนกลักษณะและประเมินคุณค่าของเชื้อพันธุกรรมถั่วเหลืองที่รวบรวมได้ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์

2. การผสมระหว่างพันธุ์หรือการกระทำโดยวิธีอื่นๆ เช่น การฉายรังสี เพื่อชักนำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมสำหรับการคัดเลือก สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้คือ การกำหนดคู่ผสม เพราะหากกำหนดคู่ผสมได้เหมาะสมแล้วย่อมคาดคะเนได้ว่าลักษณะดีจากพ่อ-แม่จะไปปรากฏในลูกหลานชั่วรุ่นหลังๆ เพื่อให้ได้รับการคัดเลือกและส่งเสริมให้เป็นพันธุ์ปลูกต่อไป

3. การคัดเลือกสายพันธุ์ เป็นขั้นตอนที่ต่อจากการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรม ขั้นตอนนี้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำความรู้และประสบการณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มาก การคัดเลือกสายพันธุ์หลังจากการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมมีหลายวิธี เช่น การคัดเลือกแบบเก็บรวม แบบจดบันทึกประวัติ แบบหนึ่งฝัก/ต้นฯลฯ ปกตินักปรับปรุงพันธุ์จะคัดเลือกไปจนถึงชั่วรุ่นที่ 6-7 (F_6-F_7 progenies) หรือจนกว่าจะไม่มีความแปรปรวนของลักษณะภายในสายพันธุ์

4. การทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือก สายพันธุ์แท้ (pure line) จำนวนมากที่ได้จากการคัดเลือกจะถูกนำไปทดสอบความสามารถของสายพันธุ์ โดยเริ่มการทดสอบผลผลิตเบื้องต้น ทดสอบผลผลิตมาตรฐาน ทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อมและทดสอบผลผลิตในระดับไร่นาของเกษตรกร ซึ่งในทุกขั้นตอนของการทดสอบสายพันธุ์จะมีพันธุ์มาตรฐานเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และมีการคัดเลือกสายพันธุ์ไปพร้อมๆ กับการทดสอบ ดังนั้นสายพันธุ์ที่เข้าร่วมการทดสอบในครั้งหลังๆ จะค่อยๆ ลดจำนวนลงเพื่อคัดเลือกให้ได้สายพันธุ์ดีที่สุดเพียง 1-2 สายพันธุ์

5. การขอรับรองพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ขยายหรือเมล็ดพันธุ์จำหน่าย แนะนำ ส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปใช้เป็นพันธุ์ปลูก

2.3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อลักษณะของพืช

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเป็นอย่างมาก โดยอิทธิพลของสภาพแวดล้อมจะส่งผลต่อการแสดงออกของลักษณะต่างๆ ของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะทางปริมาณ (quatitative trait) แม้ว่าพืชจะมีส่วนประกอบทางพันธุกรรม (genotype) เหมือนกัน แต่ลักษณะการแสดงออกของพืช (phenotype) เป็นการแสดงออกของลักษณะทางพันธุกรรมร่วมกับสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อกิจกรรมของเอนไซม์ ฮอร์โมนและปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ ทำให้พืชแสดงลักษณะแตกต่างกัน (ประวิตร พุทธานนท์. 2548 ; ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2550) อาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = G + E + (G \times E)$$

เมื่อ P คือ ลักษณะที่พืชแสดงออก, G คือ บทบาทการแสดงผลของยีน, E คือ บทบาทของสิ่งแวดล้อม และ $G \times E$ คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อลักษณะ (สุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์. 2539)

โครงการปรับปรุงพันธุ์พืชส่วนใหญ่มักจะกำหนดวัตถุประสงค์หลักของโครงการเพื่อ พัฒนาสายพันธุ์ให้มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี โดยการคัดเลือกสายพันธุ์หรือยีโนไทป์ (genotype) ที่ต้องการจากลักษณะที่ปรากฏภายนอกของพืช (phenotype) ซึ่งยีโนไทป์ที่ถูกคัดเลือกจากสภาพแวดล้อมหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับอีกสภาพแวดล้อมหนึ่ง เนื่องจากผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G×E interaction) (ดำเนิน กาละดี. 2545) ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชอาจต้องพิจารณาทางเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งจาก 2 แนวทาง คือ การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่ง (specific adaptation) และคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมทั่วไปที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (general adaptation) ซึ่งความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ คือ หากต้องการสายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้กว้างขวางให้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่ำ หากต้องการสายพันธุ์ที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้เฉพาะเจาะจงให้เลือกสายพันธุ์ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมสูง ซึ่งพืชแต่ละสายพันธุ์จะมีความสามารถในการปรับตัวในแต่ละสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ทั้งนี้เชื่อว่าพื้นฐานทางพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดความสามารถในการปรับตัวและเป็นตัวกำหนดให้พืชมีความเหมาะสมในแต่ละสภาพแวดล้อม โดยปกติพันธุ์ที่มีฐานทางพันธุกรรมกว้าง (broad genetic base) หรือมีความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variation) ภายในพันธุ์ เช่น พันธุ์ผสมเปิด (open-pollinated variety) จะมีการปรับตัวได้ดีกว่าพืชพันธุ์แท้ (ประสิทธิ์ ใจศิล. 2541 ; กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546 ; ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2550)

2.4 เสถียรภาพของพันธุ์พืช

เสถียรภาพของพันธุ์หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวของพืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งในสภาพแวดล้อมที่มีความแปรปรวน (various environments) จนสามารถให้ผลผลิตที่คงที่ได้ และการที่พืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งจะมีเสถียรภาพได้นั้นจะต้องมีความสามารถในการทนทานต่อแรงกระทบ

จากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ (buffering) ทั้งนี้ไม่ว่าโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชจะมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไปได้กว้าง (general adaptability) หรือเพื่อต้องการพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับสถานที่ปลูก (specific adaptability) นักปรับปรุงพันธุ์ก็จำเป็นต้องทำการทดสอบสายพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมหรือหลายฤดูปลูกเช่นเดียวกัน ซึ่งผลจากการทดสอบสายพันธุ์ที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละสภาพแวดล้อม เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G × E) และหากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลมากหรือมีขนาดใหญ่อาจทำให้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนไม่พบนัยสำคัญของพันธุกรรม ส่งผลให้การตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์พืชทำได้ยาก ดังนั้นในขั้นตอนการทดสอบพันธุ์ จึงต้องลดขนาดของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

การวัดเสถียรภาพของพันธุ์สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลของการแสดงลักษณะหรือลักษณะที่ปรากฏของพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบในหลายสภาพแวดล้อม ซึ่งมีพารามิเตอร์หลายตัวที่สามารถใช้วิเคราะห์ได้ เช่น ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error mean square; EMS) สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation; C.V.) รีเกรสชันเส้นตรง (linear regression) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยอาจใช้วิธีการของ Finlay and Wilkinson (1963), Eberhart and Russell (1966) หรือวิธีจัดกลุ่มของ Francis and Kannenberg (1978) เป็นต้น โดยค่าพารามิเตอร์ที่มีการใช้ในการประมาณค่าความแปรปรวนของลักษณะมาก เนื่องจากมีวิธีการคำนวนไม่ยุ่งยากและแปลผลได้ง่าย คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) โดยพันธุ์ที่มีค่า C.V. สูงแสดงว่ามีเสถียรภาพต่ำ (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548)

2.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) ในแต่ละสภาพแวดล้อม/การทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ RCBD ทั้งกรณี 1 สภาพแวดล้อม และหลายสภาพแวดล้อม เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรม และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคัดเลือกลักษณะเชิงปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.2 การประเมินความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD กรณีข้อมูลจาก 1 การทดลอง

Source of variation	df	Expected genetic mean square
Replications	$r-1$	$\sigma_e^2 + t\sigma_R^2$
Entries	$t-1$	$\sigma_e^2 + r\sigma_G^2$
Error(Reps. $\times$ Entries)	$(r-1)(t-1)$	σ_e^2

ตารางที่ 2.3 การประเมินความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองในหลายสภาพแวดล้อมตามแผนการทดลองแบบ RCBD

Source of variation	df	Expected genetic mean square
Environments	$l-1$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{Ge}^2 + t\sigma_{R(e)}^2 + rt\sigma_e^2$
Replications/Environments	$l(r-1)$	$\sigma_e^2 + t\sigma_{R(e)}^2$
Entries	$t-1$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{Ge}^2 + rl\sigma_G^2$
Envirosnmen $\times$ Entries	$(l-1)(t-1)$	$\sigma_e^2 + r\sigma_{Ge}^2$
Pooled error ([Reps. $\times$ Entries]/Env.)	$l(r-1)(t-1)$	σ_e^2

Machado. et.al. (2017) ได้ทำการประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะทางเกษตรที่สำคัญของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกจำนวน 23 สายพันธุ์ในปี 2558 ที่มหาวิทยาลัย Federal รายงานผลการทดลองว่า อิทธิพลของพันธุกรรมส่งผลต่อลักษณะเชิงปริมาณที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง ความสูงต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก จำนวนกิ่ง/ต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต เช่นเดียวกันกับ Silva. et.al. (2018) รายงานว่า ประชากรถั่วเหลืองที่ทำการคัดเลือกสายพันธุ์แบบ Bulk selection ในรุ่น F_3 มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะความสูงต้น จำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนฝัก/ต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Shruti (2017) รายงานผลทำนองเดียวกันว่า อิทธิพลของพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมส่งผลต่อลักษณะ ผลผลิต จำนวนฝัก/ต้น จำนวนกิ่ง/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.6 การวิเคราะห์เสถียรภาพของสายพันธุ์ตามวิธีของ Eberhart and Russell

ในการการวิเคราะห์เสถียรภาพของสายพันธุ์พืชนั้น Eberhart and Russell (1966) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการใช้ค่าทางสถิติต่าง ๆ (stability parameters) ในการกำหนดเสถียรภาพของสายพันธุ์หรือพันธุ์พืช ที่นอกเหนือจากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันที่คล้ายกับวิธีการของ Finlay and

Wilkinson (1963) โดยเสนอว่าควรพิจารณาความแปรปรวนเนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนของจุดพิกัดที่เบี่ยงเบนไปจากเส้นรีเกรสชัน (mean square deviation; S^2d_i) ของแต่ละสายพันธุ์ประกอบด้วยอีกค่าหนึ่ง เพื่อให้มั่นใจว่าเส้นรีเกรสชันเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของจุดพิกัดระหว่างค่าเฉลี่ยของพันธุ์กับดัชนีสภาพแวดล้อม โดยมีแบบจำลองทางสถิติ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i l_j + d_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = เป็นค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j

μ_i = เป็นค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ที่เฉลี่ยจากทุกสภาพแวดล้อม

b_i = เป็นสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชัน ที่วัดการตอบสนองของพันธุ์ที่ i ต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ หรือดัชนีสภาพแวดล้อม l_j

l_j = เป็นดัชนีของสภาพแวดล้อม (environmental index) ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่ j ลบด้วยค่าเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อม (grand mean)

d_{ij} = เป็นค่าเบี่ยงเบนของจุดพิกัดไปจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ i ที่ปลูกในสภาพแวดล้อม j

จะเห็นว่าแหล่งที่มาของความแปรปรวนเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G x E) จะถูกแยกความแปรปรวน (partition) ออกเป็น 2 ส่วนคือ คือ 1) ความแปรปรวนเนื่องจากการตอบสนองของพันธุ์ต่อดัชนีสภาพแวดล้อม (SS due to regression) และ2) ความแปรปรวนเนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนไปจากเส้นรีเกรสชัน (SS deviation from regression) ซึ่งส่วนเบี่ยงเบนนี้ Eberhart and Russell (1966) ถือว่าเป็นค่าทางสถิติที่สำคัญในการบ่งชี้เสถียรภาพของพันธุ์ และเสนอว่าพันธุ์ที่มีเสถียรภาพนั้นควรมีค่าทางสถิติต่างๆ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังนี้

1. มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงอย่างสม่ำเสมอเกือบทุกสภาพแวดล้อม
2. มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) = 1.0 หรือเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วไม่ต่างจาก 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ
3. มีความแปรปรวนเนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d_i) น้อยจนไม่มีนัสำคัญ ในทางตรงข้าม ถ้า S^2d_i มีค่าสูงจนมีนัยสำคัญ จะทำให้เส้นรีเกรสชันไม่เป็นตัวแทนที่ดีของพันธุ์ในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์ (2548) กล่าวว่า ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันเส้นตรงของพืชแต่ละพันธุ์ คือ สัมประสิทธิ์รีเกรสชันของลักษณะที่ต้องการเช่น ผลผลิต ค่าที่คำนวณได้คือ ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันของผลผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละพันธุ์บนค่าเฉลี่ยผลผลิตของพืชทุกพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งพันธุ์พืชใดให้ค่า $b_i = 1.0$ ถือได้ว่าพันธุ์นั้นมีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย พันธุ์ที่มีค่า b_i สูงกว่า 1.0 แสดงว่า ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยในสภาพแวดล้อมที่ดี แต่สภาพแวดล้อมที่เลวจะให้ผลผลิตต่ำ จึงเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก (เสถียรภาพต่ำ) แต่พันธุ์ที่มีค่า b_i น้อยกว่า 1.0 เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (เสถียรภาพสูง)

2.7 ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในงานทดลอง

พันธุ์ สจ. 4 (SJ. 4) ลักษณะสำคัญของถั่วเหลืองพันธุ์นี้คือ โคนต้นอ่อนมีสีม่วง ลำต้นมีลักษณะไม่ทอดยอด ปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาล สูง 70-80 เซนติเมตร แตกกิ่งประมาณ 5 กิ่ง ต้นหนึ่งมีประมาณ 15 ข้อ ใบจริงมีรูปร่างกลมรี ใบค่อนข้างหนา มีสีเขียวเข้ม ดอกสีม่วง ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 36 วัน จำนวนฝัก/ต้นประมาณ 50 ฝัก ติดฝักเป็นกระจุกที่ข้อของต้นและกิ่ง ขนที่ฝักสีน้ำตาล ฝักเมื่อแก่แตกยาก เมล็ดกลมสีเหลืองมัน ตาเมล็ดค่อนข้างเล็กมีสีน้ำตาล น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 15 กรัม อายุเก็บเกี่ยว 90-95 วัน เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูกทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง เหมาะสำหรับปลูกในภาคเหนือตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลผลิตสูงประมาณ 300 กิโลกรัม/ไร่ คุณภาพของเมล็ดดี มีน้ำมัน 19% และโปรตีน 37.8% (กรมวิชาการเกษตร. 2543)

พันธุ์ เชียงใหม่ 60 (Chiang Mai 60) เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์ Williams ซึ่งมีลำต้นแข็งแรง จำนวนฝักต่อต้นมาก เป็นพันธุ์แม่ กับพันธุ์ สจ. 4 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อโรคราสนิม คุณภาพเมล็ดดี เป็นพันธุ์พ่อ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตรรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2530 ลักษณะสำคัญของถั่วเหลืองพันธุ์นี้คือ ให้ผลผลิตสูงทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง ทนทานต่อโรคราสนิม เหมาะสำหรับใช้เป็นพันธุ์มาตรฐานแนะนำส่งเสริมต่อไป เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีจำนวนกิ่งน้อย แต่จำนวนฝักมาก มีใบสีเขียวเข้ม กว้างและหนา โคนต้นอ่อนสีเขียว ลำต้นปกคลุมด้วยขนสีน้ำตาล มีลักษณะไม่ทอดยอด ความสูงของต้นเฉลี่ย 61 เซนติเมตร แตกกิ่งน้อย ดอกสีขาว ฝักเมื่อสุกแก่มีสีน้ำตาลเข้ม แตกง่าย เมล็ดสีเหลืองกลม ตาสีน้ำตาล น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 14.5 กรัม อายุถึงวันออกดอกประมาณ 35 วัน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน ผลผลิต 300 กิโลกรัม/ไร่ มีน้ำมัน 20% และโปรตีน 44% (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553)

พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) ลักษณะสำคัญของถั่วเหลืองพันธุ์นี้คือ โคนต้นอ่อนสีม่วง ลำต้นสูงประมาณ 64 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 17 กรัม อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 103 วัน ผลผลิต 389 กิโลกรัม/ไร่ (พุทธรักษา สีหราช และอริยา นิ่มนวล. 2548)

พันธุ์คาริเทอร์ (Kalitur) ลักษณะสำคัญของถั่วเหลืองพันธุ์นี้คือ โคนต้นอ่อนสีม่วง ลำต้นสูงประมาณ 66 เซนติเมตร ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็ก น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 10 กรัม อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 101 วัน ผลผลิต 386 กิโลกรัม/ไร่ เป็นพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กแต่ติดฝักดก (พุทธรักษา สีหราช และอริยา นิ่มนวล. 2548)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 ถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่พัฒนาจาก 2 ประชากร/คู่ผสม ได้แก่ประชากร 5001 (สจ. 4 × แซนต้ามาเรีย) และ 5002 (สจ. 4 × คาลิเทอร์) ที่ผ่านการทดสอบผลผลิตขั้นต้น (Preliminary yield trial) แล้วทั้งสิ้นจำนวน 138 สายพันธุ์

3.1.1.2 ถั่วเหลืองพันธุ์ตรวจสอบจำนวน 3 พันธุ์ได้แก่ แซนต้ามาเรีย และคาลิเทอร์ ซึ่งทั้ง 2 พันธุ์นี้เป็นพันธุ์พ่อในการผลิตลูกผสมสำหรับการคัดเลือก โดยพันธุ์พ่อ 2 พันธุ์นี้ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีการปรับตัวได้ดีและให้ผลผลิตสูงในสภาพนาดินเหนียว (พุทธรักษา สีหราช และ อริยา นิ่มนวล. 2548; หยกพร อิสรเสรีพงษ์ และอรพรรณ รุ่งเลิศเกียรติ. 2548) และพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์มาตรฐานที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบัน

3.1.2 สถานที่ทำการทดลอง

ปลูกทดสอบผลผลิตขั้นต้นในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 2 การทดลอง/สภาพแวดล้อม

3.1.2.1 การทดลองที่ 1 ปลูกทดสอบผลผลิตขั้นต้นจำนวน 138 สายพันธุ์ที่แปลงทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ในฤดูฝนปี 2557 (มิ.ย.–ต.ค.) พื้นที่ปลูกเป็นดินเหนียวชุดดินบางกอก ซึ่งสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงในตารางที่ 3.1

3.1.2.2 การทดลองที่ 2 ปลูกทดสอบผลผลิตขั้นต้นจำนวน 100 สายพันธุ์ที่แปลงทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ในฤดูฝนปี 2558 (มิ.ย.–ต.ค.) พื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนทราย ซึ่งสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญของดินที่ทำการทดลอง

Seasons	Soil types	Depth of soil from surface	pH 1:2	OM %	Avail P (mg/kg)	Exch K (mg/kg)	Exch Ca (mg/kg)	Exch Mg (mg/kg)
2014	Clay	0-20 cm.	5.89	1.98	244.6	398.82	2,711.41	1,890.88
	soil	20-40 cm.	5.03	1.44	70.65	316.71	2,354.70	1,932.22
2015	Loamy	0-30 cm.	6.73	1.38	7.20	72.72	758.39	485.72
	sand	30-60 cm.	6.75	2.56	15.55	126.41	1,592.05	607.01

3.2 วิธีการดำเนินงาน

ปลูกทดสอบผลผลิตขั้นต้น (Preliminary yield trial) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ ทำการเตรียมดินโดยไถดะลึก 20-25 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ จากนั้นไถแปรและตากดินไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วไถพรวนย่อยดินให้มีขนาดเล็กและขึ้นแปลงเป็นรูปหลังเต่า เพื่อให้มีการระบายน้ำและอากาศที่ดี จากนั้นทำการปลูกถั่วเหลืองเป็นแถวโดยมีระยะปลูกระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร จำนวน 7 หลุม/หน่วยทดลอง หรือขนาดแปลงย่อย 0.5×1.4 ตารางเมตร/หน่วยทดลอง ขุดหลุมปลูกลึก 8-9 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ (1.56 กรัม/หลุม) ใช้ดินกลบปุ๋ยให้หลุมปลูกลึกเพียง 2-2.5 เซนติเมตร แล้วจึงหยอดเมล็ดพันธุ์ 3-4 เมล็ด/หลุม พร้อมสารเคมีป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะโคนต้น (bean fly) ชนิดเม็ดอัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ (0.31 กรัม/หลุม) หลังปลูก 18-21 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม พร้อมกับการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1, สูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โดยการเจาะหลุมฝังห่างจากโคนหลุมประมาณ 9-10 เซนติเมตร และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 2, สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอกหรือที่อายุ 45 วันหลังปลูก โดยการเจาะหลุมฝังห่างจากโคนหลุมประมาณ 14-15 เซนติเมตร ตลอดการทดลองอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ให้น้ำเสริมแบบพ่นฝอย (Sprinkler irrigation) เท่าที่จำเป็นในระยะที่ฝนเกิดการทิ้งช่วงเป็นเวลานานคือ ให้น้ำเสริมเมื่อถั่วเหลืองแสดงอาการเหี่ยวของใบตั้งแต่เวลา 10.30-11.00 น. ป้องกันกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมีประเภทเลือกทำลายได้แก่ fluazifop-butyle (One-cide) ฉีดพ่นที่อายุ 18-21 วันหลังงอก หรือฉีดพ่นพร้อมกับการถอนแยกและใส่ปุ๋ยแต่งหน้าครั้งที่ 1 หลังจากนั้นกำจัดวัชพืชโดยการทำรุ่นที่อายุประมาณ 40 วันหลังงอก ทำการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูถั่วเหลืองเท่าที่จำเป็นตามการปรากฏของโรคและแมลงศัตรูพืช และเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากฝักสุกแก่คือ เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีฟางหรือสีน้ำตาลประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 0-5 วัน

3.3 การบันทึกผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะการสุกแก่ทางสรีระวิทยา (Physiological maturity) ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว ลักษณะการเจริญเติบโต ความสูงลำต้น น้ำหนักลำต้นแห้ง จำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต/ต้น โดยทำการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูง มีองค์ประกอบผลผลิตที่ดีจำนวนสายพันธุ์ละ 5 ต้น/หน่วยทดลอง และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินมาทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญและสมบัติทางเคมีของดิน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

3.4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) ในแต่ละสภาพแวดล้อม/การทดลอง ตามแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) โดยแบ่งเป็นการทดลองที่ 1 พื้นที่ปลูกดินเหนียวชุดดินบางกอก ปลูกทดสอบจำนวน 138 สายพันธุ์และพันธุ์ตรวจสอบจำนวน 3 พันธุ์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 141 สายพันธุ์ ในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ปี 2557 และการทดลองที่ 2 พื้นที่ปลูกดินร่วนทราย ปลูกทดสอบจำนวน 100 สายพันธุ์และพันธุ์ตรวจสอบจำนวน 3 พันธุ์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 103 สายพันธุ์ ในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ปี 2558 เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ 1 พบว่า บางสายพันธุ์แสดงลักษณะด้อย หรือลักษณะไม่พึงประสงค์เช่น มีอาการโรคทางใบมาก ลำต้นไม่แข็งแรง เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงคัดเลือกทิ้งไม่นำเข้าร่วมทดสอบในการทดลองที่ 2 จำนวน 38 สายพันธุ์ ข้อมูลที่เก็บบันทึกจากการทดลองนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง ดังสมการแบบหุ่น

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

เมื่อ i = 1,2,…, t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

J = 1,2,…, n (n = จำนวนซ้ำ)

T = ผลของทรีตเมนต์

B = ผลของซ้ำ

Y_{ij} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j

E_{ij} = ค่าความคาดเคลื่อนในการทดลอง

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

3.4.2 การตรวจสอบเอกภาพของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) โดยใช้วิธีของ Bartlett (1943) เป็นการจัดกลุ่มความเป็นเอกภาพของสภาพแวดล้อมโดยการใช้ค่า Chi-square ดังสมการแบบหุ่น

$$\chi^2 = \frac{M}{C}$$

เมื่อ $M = 2.3026\left[\left(\sum V_i\right)\log S_p{}^2 - \sum V_i \log S_i{}^2\right]$

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)}\left[\sum \frac{1}{V_i} - \frac{1}{\sum V_i}\right]$$

เมื่อ v_i = degrees of freedom (df)

$s_p{}^2$ = pooled variance = pooled SS / pooled df

$s_i{}^2$ = variance จากแต่ละพื้นที่

k = จำนวนตัวอย่างหรือจำนวน variance

3.4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) ของข้อมูลจากการทดลองที่มีความแปรปรวนเป็นเอกภาพ เพื่อประเมินอิทธิพลของพันธุ์/สายพันธุ์ (genotype) สภาพแวดล้อม (environment) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G×E interaction) ต่อลักษณะต่างๆที่ศึกษา โดยนำข้อมูลจากพันธุ์/สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ และพันธุ์ตรวจสอบรวมทั้งหมดจำนวน 45 พันธุ์/สายพันธุ์ เพื่อประเมินอิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยเฉพาะการตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ดังสมการแบบหุ่น (Gomez and Gomez. 1983)

$$Y_{ijk} = \mu + E_k + B_j + T_i + (ET)_{ik} + e_{ijk}$$

เมื่อ i = 1, 2, …, t (t = จำนวนทรีตเมนต์)

j = 1, 2, …, n (n = จำนวนซ้ำ)

k = 1, 2, …, s (s = จำนวนสภาพแวดล้อม)

E = ผลของสภาพแวดล้อม

B = ผลของซ้ำภายในสภาพแวดล้อม

T = ผลของทรีตเมนต์ (พันธุ์)

ET = ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม

Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j ในสภาพแวดล้อม k

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

e_{ijk} = ค่าความคาดเคลื่อนในการทดลอง

3.4.4 การวิเคราะห์หาเสถียรภาพ (Stability parameter) ของลักษณะต่างๆ ที่ทดสอบพบนัยสำคัญทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดในสภาพดินเหนียว 5 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดในสภาพดินร่วนทราย 5 สายพันธุ์ ร่วมกับพันธุ์มาตรฐานและพันธุ์พ่อ-แม่ รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ โดยใช้การคำนวณค่ารีเกรสชั่นเส้นตรง (b_i) ตามวิธีของ Eberhart and Russell (1966) ดังสมการ

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i l_j + d_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = เป็นค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j

μ_i = เป็นค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ที่เฉลี่ยจากทุกสภาพแวดล้อม

b_i = เป็นสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชันที่วัดการตอบสนองของพันธุ์ที่ i ต่อสภาพแวดล้อม ต่างๆ หรือดัชนีสภาพแวดล้อม l_j

l_j = เป็นดัชนีของสภาพแวดล้อม (environmental index) ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่ j ลบด้วยค่าเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อม (grand mean)

d_{ij} = เป็นค่าเบี่ยงเบนของจุดพิกัดไปจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ i ที่ปลูกในสภาพแวดล้อม j

3.4.5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลักษณะที่ศึกษาของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกในแต่ละสภาพแวดล้อม/การทดลอง ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบและพันธุ์พ่อ-แม่ ตามวิธีของ Duncan's Multiple Range Test; DMRT ดังสมการแบบหุ่น

$$LSR = SSR \times S.E.$$

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของกลุ่มสายพันธุ์ถั่วเหลือง

ข้อมูลผลการทดสอบสายพันธุ์ร่วมกับพันธุพ่อ-แม่ และพันธุ์มาตรฐานจาก 2 การทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อประเมินอิทธิพลของพันธุกรรมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

4.1.1 ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างถั่วเหลือง 141 พันธุ์/สายพันธุ์ จากการทดสอบสายพันธุ์คัดเลือก 138 สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ และพันธุ์มาตรฐานรวม 141 สายพันธุ์/พันธุ์ ในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ปลูกเป็นดินเหนียวชุดดินบางกอก และวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 141 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ที่ร่วมทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ทั้งในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ 4 ลักษณะ ประกอบด้วย จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก จำนวนเมล็ด/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด (ตารางที่ 4.1) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและมีองค์ประกอบผลผลิตตรงกับความต้องการจากกลุ่มถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือก 138 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบผลผลิตครั้งนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้พบว่า ความแปรปรวนระหว่างซ้ำในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทั้ง 4 ลักษณะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าพื้นที่ทดลองมีความสม่ำเสมอ (uniform) ดังนั้นอิทธิพลของซ้ำ (replication) จึงไม่มีนัยสำคัญต่อผลการทดลอง

4.1.2 ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างถั่วเหลือง 103 พันธุ์/สายพันธุ์ จากการทดสอบสายพันธุ์คัดเลือก 100 สายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ และพันธุ์มาตรฐานรวม 103 สายพันธุ์/พันธุ์ ในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ปลูกเป็นดินร่วนทราย และวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 103 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ที่ร่วมทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ทั้งในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ 4 ลักษณะ ประกอบด้วย จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก จำนวนเมล็ด/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด (ตารางที่ 4.2) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่มีองค์ประกอบผลผลิตตรงกับความต้องการและมีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงจากกลุ่ม 100 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบผลผลิตในครั้งนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้พบว่า ความแปรปรวนระหว่างซ้ำในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทั้ง 4 ลักษณะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าพื้นที่ทดลองมีความสม่ำเสมอ (uniform) ดังนั้นอิทธิพลของซ้ำ (replication) จึงไม่มีนัยสำคัญต่อผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ 141 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of variance	df	No of pods/plant	No of seeds/plant	No of seeds/pod	100-seeds wt (g)/plant	Seed yield (g)/plant
Replications	1	2,215.92^{ns}	2,077.98^{ns}	0.06^{ns}	0.12^{ns}	1,027.88^{ns}
Genotypes	140	43,606.54**	121,321.84**	0.10**	5.39**	1,081.58**
Error	140	8,664.55	27,229.15	0.07	1.09	266.74

** = Significance at 1% Level; * = Significance at 5% Level; ^{ns} = Not significant difference

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ 103 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of variance	df	No of pods/plant	No of seeds/plant	No of seeds/pod	100-seeds wt (g)/plant	Seed yield (g)/plant
Replications	1	2,205.22^{ns}	5,389.73^{ns}	0.0003^{ns}	3.83^{ns}	41.27^{ns}
Genotypes	102	6,765.27**	20,267.19**	0.0540**	11.62**	296.23**
Error	102	1,084.20	3,646.39	0.0201	1.10	51.86

** = Significance at 1% Level; * = Significance at 5% Level; ^{ns} = Not significant difference

4.2 อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติ (combined analysis of variances) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นโดยนำข้อมูลจากพันธุ์/สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ และพันธุ์ตรวจสอบรวมทั้งหมดจำนวน 45 พันธุ์/สายพันธุ์ทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม เพื่อประเมินค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ หากพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติจึงจะทำการทดสอบหาเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นต่อไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของลักษณะที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 8 ลักษณะมีดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลผลิต (กรัม/ต้น)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.3) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01, 0.05$) ต่อลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) แสดงให้เห็นว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานแต่ละสายพันธุ์มีศักยภาพในการให้ผลผลิต และมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางสถิติ สามารถคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้อย่างกว้างขวางจากกลุ่ม 42 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดสอบผลผลิตในครั้งนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.2 จำนวนฝัก/ต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.3) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ต่อลักษณะจำนวนฝัก/ต้น ขณะที่ซ้ำภายในแต่ละการทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีจำนวนฝัก/ต้นไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะจำนวนฝัก/ต้นของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันใน

แต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.3 จำนวนเมล็ด/ต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.3) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$, 0.05) ต่อลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้น แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีจำนวนเมล็ด/ต้นไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้นของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.4 จำนวนเมล็ด/ฝัก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.3) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ต่อลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝัก ในขณะที่อิทธิพลของสภาพแวดล้อมไม่มีนัยสำคัญต่อลักษณะที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีจำนวนเมล็ด/ฝักไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝักของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.5 น้ำหนัก 100 เมล็ด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.4) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$, 0.05) ต่อลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด ขณะที่ซ้ำภายในแต่ละการทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่เท่ากัน

และการแสดงออกของลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.6 ความสูงลำต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.4) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ต่อลักษณะความสูงลำต้น ขณะที่ซ้ำภายในแต่ละการทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีความสูงลำต้นไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะความสูงลำต้นของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.7 น้ำหนักแห้งลำต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.4) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ต่อลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้น ขณะที่ซ้ำภายในแต่ละการทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีน้ำหนักแห้งลำต้นไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้นของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

4.2.8 จำนวนกิ่ง/ต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.4) พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ต่อลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้น ขณะที่ซ้ำภายในแต่ละการทดลองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แสดงให้เห็นว่า ในกลุ่มถั่วเหลืองจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ มีจำนวนกิ่ง/ต้นไม่เท่ากัน และการแสดงออกของลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้นของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งบางสายพันธุ์อาจมีศักยภาพในการแสดงออกของลักษณะได้อย่างกว้างขวาง จึงต้องทำการทดสอบหาเสถียรภาพในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.3 ความแปรปรวนรวมในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of variation	df	Mean Square			
		No of pods/plant	No of seeds/plant	No of seeds/pod	Seed yield (g)/plant
Environment (E)	1	1,923,860.45**	5,155,185.80*	0.04^{ns}	30,127.43*
Rep within Environment	2	3,208.68^{ns}	57,715.17*	0.20**	1,176.69**
Genotypes (G)	44	29,961.89**	79,159.62**	0.08**	681.47**
G×E	44	29,279.48**	78,796.84**	0.12**	642.80**
Error	88	4,782.35	16,803.10	0.03	128.32

** = Significant difference at 0.01 level. ; * = Significant difference at 0.05 level. ;

^{ns} = Not significant difference

ตารางที่ 4.4 ความแปรปรวนรวมในลักษณะการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of variation	df	Mean Square			
		Plant height (cm)	Plant dry weight (g/plant)	No. of 1st branches/plant	100-seeds wt (g)/plant
Environment (E)	1	217,180.59**	72,871.42**	384.27**	29.91*
Rep within Environment	2	252.87^{ns}	172.53^{ns}	1.56^{ns}	0.44^{ns}
Genotypes (G)	44	1,638.35**	726.76**	5.21**	11.32**
G×E	44	1,419.76**	556.38**	5.67**	3.94**
Error	88	329.78	90.99	1.48	0.88

** = Significant difference at 0.01 level. ; * = Significant difference at 0.05 level. ;

^{ns} = Not significant difference

4.3 เสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

การทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมด้วยวิธีของ Eberhart and Russell (1966) เพื่อประเมินความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นเหล่านี้ โดยทดสอบเสถียรภาพของพันธุ์/สายพันธุ์ในลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น), จำนวนฝัก/ต้น, จำนวนเมล็ด/ต้น, จำนวนเมล็ด/ฝัก, น้ำหนัก 100 เมล็ด, ความสูงลำต้น, น้ำหนักแห้งลำต้น และจำนวนกิ่ง/ต้น ผลการทดสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลผลิต (กรัม/ต้น)

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) (ตารางที่ 4.5) พบว่าสายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ5002BS-F_6-040 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมากหรือตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแบบเฉพาะเจาะจง คือให้ผลผลิตสูงบนพื้นที่ปลูกดินเหนียว แต่ให้ผลผลิตต่ำบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย มีค่า b_i สูงถึง 1.963, 2.407, 1.940, 3.044 และ 3.361 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมหรือมีเสถียรภาพสูงกว่าโดยเฉลี่ย มีค่า b_i เท่ากับ -0.636, 0.295, -0.196, 0.596, -0.045, 0.184, 0.151, และ-0.064 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ 5001BS-F_6-069 มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 76.42 กรัม/ต้น นอกจากนี้พบว่าความแปรปรวนของส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกพันธุ์/สายพันธุ์ คือมีค่าไม่ต่างจาก 0

4.3.2 จำนวนฝัก/ต้น

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะจำนวนฝัก/ต้น (ตารางที่ 4.6) พบว่าสายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02 เป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ให้จำนวนฝัก/ต้นเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทุกสายพันธุ์ คือให้จำนวนฝัก/ต้นเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 294.50 ฝัก/ต้น มีสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) เท่ากับ 0.934 และไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ในขณะที่สายพันธุ์ 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-021 และ5002BS-F_6-040 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b_i สูงถึง 1.986, 2.398, 1.650, 3.125 และ 2.375ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01. 5002SPD-F_6-030, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ 0.273, 0.641, 0.400, -0.051, 0.026, -0.045 และ -0.710 ตามลำดับ

4.3.3 จำนวนเมล็ด/ต้น

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้น (ตารางที่ 4.7) พบว่าสายพันธุ์ 5001BS-F_6-069 เป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ให้จำนวนเมล็ด/ต้นเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบเทียบทุกสายพันธุ์ คือให้จำนวนเมล็ด/ต้นเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 693 เมล็ด/ต้น มีสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) เท่ากับ 1.279 และไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ 5002BS-F_6-040 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของ

สภาพแวดล้อมมาก มีค่า b_i เท่ากับ 1.465, 1.914, 2.417, 3.169 และ 2.757 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ -0.161, 0.549, 0.347, -0.007, 0.032, 0.001 และ -0.762 ตามลำดับ

4.3.4 จำนวนเมล็ด/ฝัก

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝัก (ตารางที่ 4.8) พบว่าสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069 และ5002BS-F_6-021 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b_i เท่ากับ 10.3, 4.6, 4.2, 3.4, 2.8, 2.8 และ4.5 ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002BS-F_6-040, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ -13.2, -3.3, -1.4, -0.5, -1.9 และ -0.7 ตามลำดับ

4.3.5 น้ำหนัก 100 เมล็ด

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด (ตารางที่ 4.9) พบว่าสายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069 และ5002BS-F_6-021 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b_i เท่ากับ 4.217, 2.864, 3.049, 1.852, 7.266 และ2.080 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-

F_6-040, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ 0.256, -3.106, 0.385, -1.916, -0.014, -0.256 และ-3.676 ตามลำดับ

4.3.6 ความสูงลำต้น

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะความสูงลำต้น (ตารางที่ 4.10) พบว่าสายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02 และ 5002SPD-F_6-030 เป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม มีความสูงเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทุกสายพันธุ์ คือมีความสูงลำต้นเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 126.00 และ 128.38 เซนติเมตรตามลำดับ มีสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) เท่ากับ 1.110 และ 0.810 ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-04-04-02-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-040 และ 5002BS-F_6-073 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b เท่ากับ 1.848, 1.947, 2.009 และ 2.452 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5002-03-05-03-01-01, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-021, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ 0.640, 0.228, 0.443, 0.698, 0.152, 0.474 และ 0.188 ตามลำดับ

4.3.7 น้ำหนักแห้งลำต้น

ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้น (ตารางที่4.11) พบว่าสายพันธุ์ 5002-03-05-03-01-01, 5001BS-F_6-069 และ5002BS-F_6-073 เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม มี

น้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทุกสายพันธุ์ คือมีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 44.96, 52.66 และ 45.53 กรัมตามลำดับ มีสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) เท่ากับ 1.068, 0.865 และ 1.203 ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ 5002BS-F_6-040 เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b เท่ากับ 2.454, 1.937, 1.916, และ 2.199 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ -0.151, 0.422, 0.398, 0.319, 0.377 และ -0.006 ตามลำดับ

4.3.8 จำนวนกิ่ง/ต้น

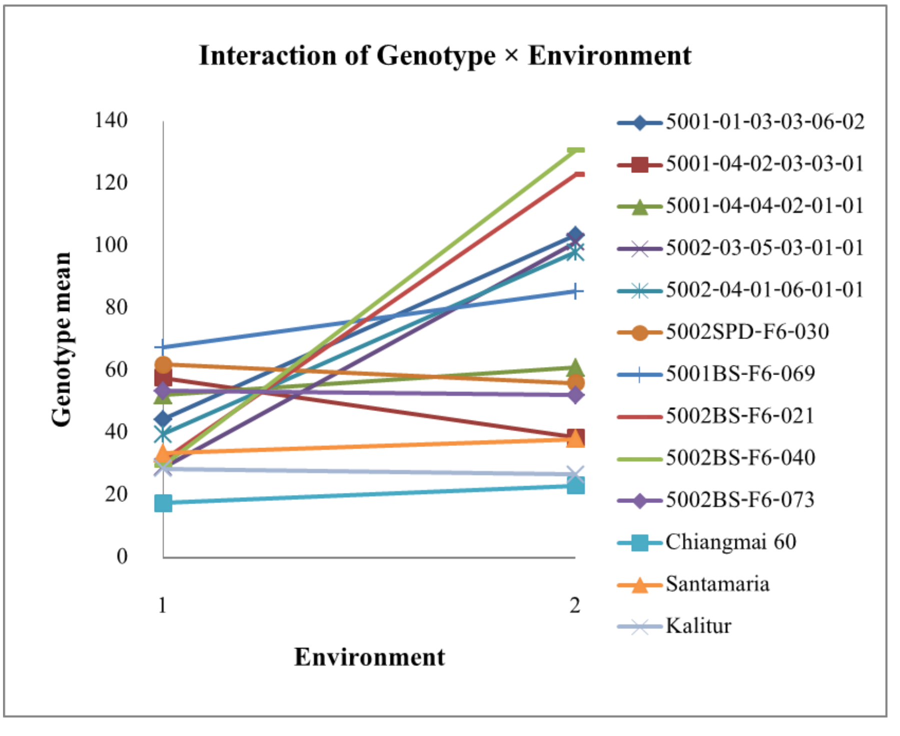
ผลการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อมในลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้น (ตารางที่ 4.12) พบว่าสายพันธุ์ 5002-03-05-03-01-01 เป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม มีจำนวนกิ่ง/ต้นเฉลี่ยสูง คือมีจำนวนกิ่ง/ต้นเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 6.12 กิ่ง/ต้น มีสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) เท่ากับ 1.242 นอกจากนี้ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติของความแปรปรวนส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021, 5002BS-F_6-040, 5002BS-F_6-073 และพันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) เป็นกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก มีค่า b เท่ากับ 1.490, 2.153, 1.904, 2.401, 1.656 และ 1.325 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีค่า b_i เท่ากับ -0.083, 0.414, 0.414, 0.414, 0.166 และ -0.497 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 เสถียรภาพลักษณะผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	44.37	103.46	73.92	1.963	ns
5001-04-02-03-03-01	57.69	38.53	48.11	-0.636	ns
5001-04-04-02-01-01	52.09	60.97	56.53	0.295	ns
5002-03-05-03-01-01	28.8	101.24	65.02	2.407	ns
5002-04-01-06-01-01	39.48	97.86	68.67	1.940	ns
5002SPD-F_6-030	61.91	56.02	58.96	-0.196	ns
5001BS-F_6-069	67.45	85.39	76.42	0.596	ns
5002BS-F_6-021	31.2	122.82	77.01	3.044	ns
5002BS-F_6-040	29.59	130.73	80.16	3.361	ns
5002BS-F_6-073	53.53	52.18	52.86	-0.045	ns
Chiangmai 60	17.55	23.09	20.32	0.184	ns
Santamaria	33.45	37.98	35.71	0.151	ns
Kalitur	28.48	26.56	27.52	-0.064	ns
Environmental mean	41.97	72.06			
Environmental index	-15.0483	15.0483			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



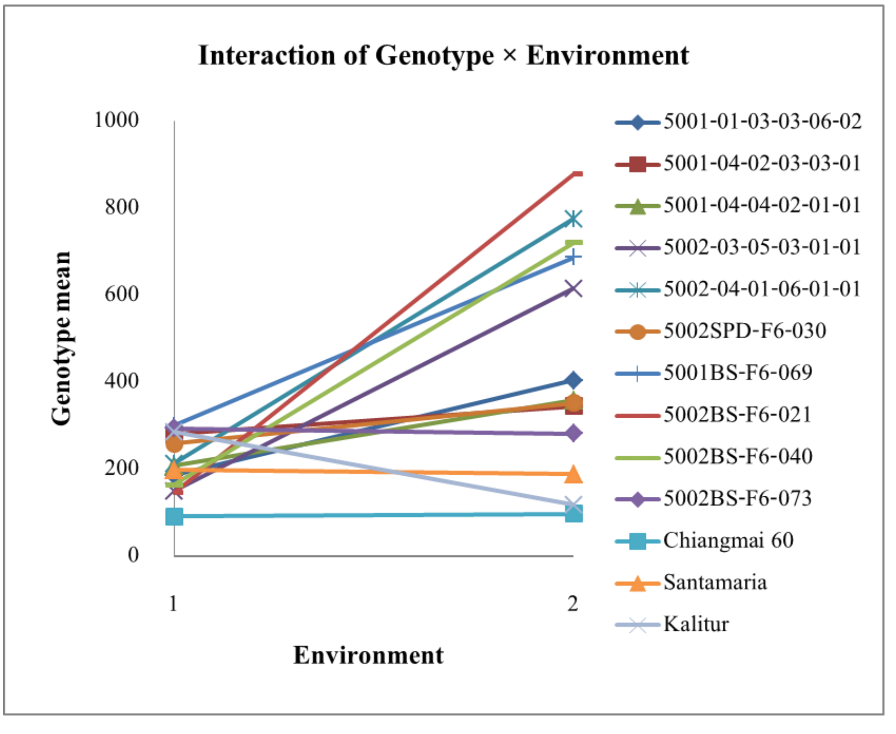
ภาพที่ 4.1 เสถียรภาพลักษณะผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.6 เสถียรภาพลักษณะจำนวนฝัก/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	185	404.0	294.50	0.934	ns
5001-04-02-03-03-01	280	344.0	312.00	0.273	ns
5001-04-04-02-01-01	207.75	358.0	282.88	0.641	ns
5002-03-05-03-01-01	149.25	615.0	382.12	1.986	ns
5002-04-01-06-01-01	212.5	775.0	493.75	2.398	ns
5002SPD-F_6-030	258.25	352.0	305.12	0.400	ns
5001BS-F_6-069	299	686.0	492.50	1.650	ns
5002BS-F_6-021	145	878.0	511.50	3.125	ns
5002BS-F_6-040	163.5	720.5	442.00	2.375	ns
5002BS-F_6-073	293	281.0	287.00	-0.051	ns
Chiangmai 60	91	97.0	94.00	0.026	ns
Santamaria	198	187.5	192.75	-0.045	ns
Kalitur	284.5	118.0	201.25	-0.710	ns
Environmental mean	212.83	447.38			
Environmental index	-117.28	117.28			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



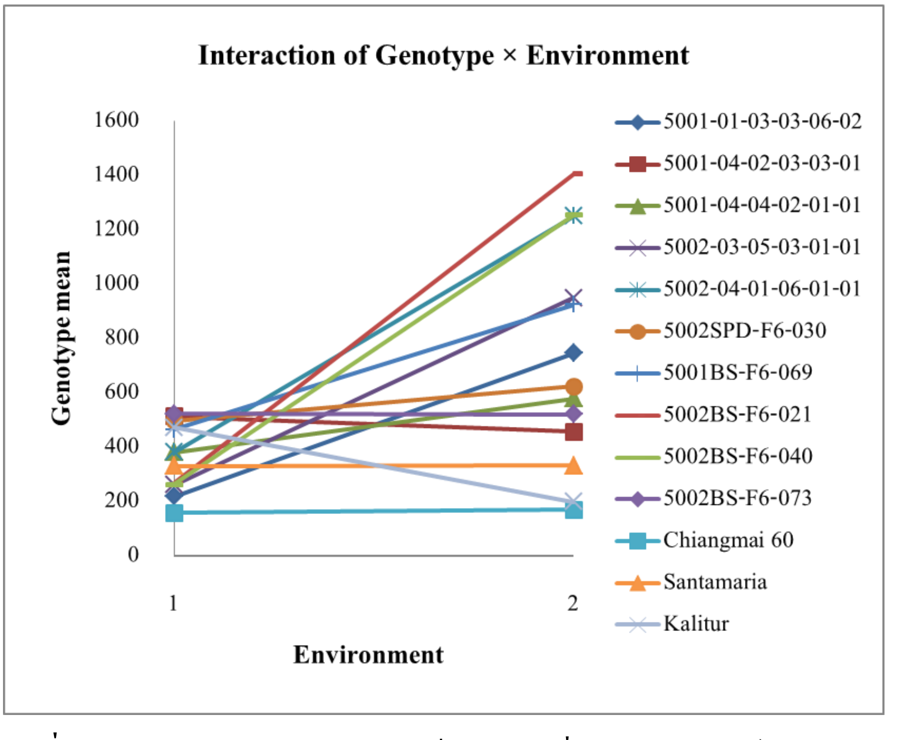
ภาพที่ 4.2 เสถียรภาพลักษณะจำนวนฝัก/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.7 เสถียรภาพลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	218	745.0	481.50	1.465	ns
5001-04-02-03-03-01	512.75	455.0	483.88	-0.161	ns
5001-04-04-02-01-01	380	577.5	478.75	0.549	ns
5002-03-05-03-01-01	260.5	949.0	604.75	1.914	ns
5002-04-01-06-01-01	379.25	1249.0	814.12	2.417	ns
5002SPD-F_6-030	497.25	622.0	559.62	0.347	ns
5001BS-F_6-069	463	923.0	693.00	1.279	ns
5002BS-F_6-021	265	1405.0	835.00	3.169	ns
5002BS-F_6-040	261	1253.0	757.00	2.757	ns
5002BS-F_6-073	522	519.5	520.75	-0.007	ns
Chiangmai 60	157.5	169.0	163.25	0.032	ns
Santamaria	330.5	331.0	330.75	0.001	ns
Kalitur	471.5	197.5	334.50	-0.762	ns
Environmental mean	362.94	722.73			
Environmental index	-179.89	179.89			

** = Significant difference at 0.01 level.

^{ns} = Not significant difference



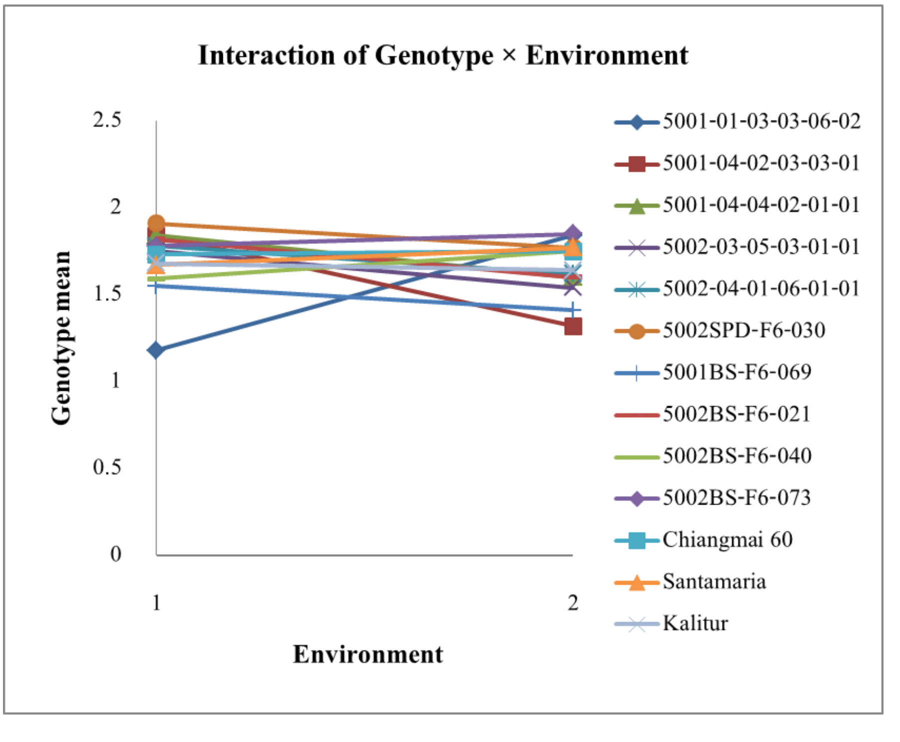
ภาพที่ 4.3 เสถียรภาพลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.8 เสถียรภาพลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝักของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	1.18	1.84	1.51	-13.2	ns
5001-04-02-03-03-01	1.84	1.32	1.58	10.3	ns
5001-04-04-02-01-01	1.84	1.60	1.72	4.6	ns
5002-03-05-03-01-01	1.75	1.54	1.64	4.2	ns
5002-04-01-06-01-01	1.78	1.62	1.70	3.4	ns
5002SPD-F_6-030	1.91	1.77	1.84	2.8	ns
5001BS-F_6-069	1.55	1.41	1.48	2.8	ns
5002BS-F_6-021	1.82	1.60	1.71	4.5	ns
5002BS-F_6-040	1.59	1.75	1.67	-3.3	ns
5002BS-F_6-073	1.78	1.85	1.82	-1.4	ns
Chiangmai 60	1.73	1.75	1.74	-0.5	ns
Santamaria	1.67	1.77	1.72	-1.9	ns
Kalitur	1.68	1.64	1.66	0.7	ns
Environmental mean	1.7	1.65			
Environmental index	0.03	-0.03			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



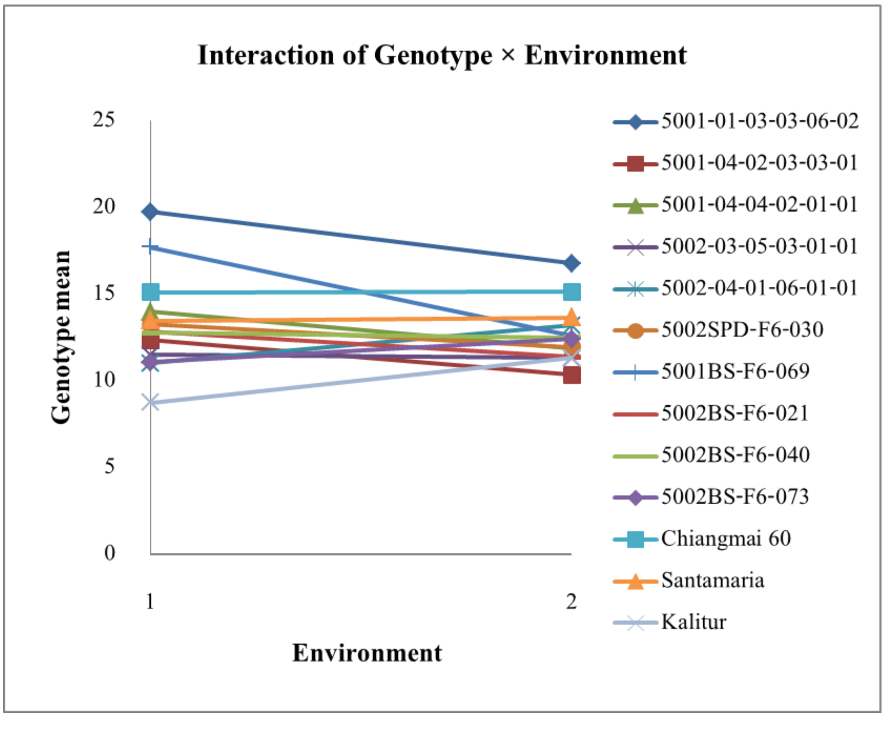
ภาพที่ 4.4 เสถียรภาพลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝักของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.9 เสถียรภาพลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	19.73	16.77	18.25	4.217	ns
5001-04-02-03-03-01	12.34	10.33	11.34	2.864	ns
5001-04-04-02-01-01	13.98	11.84	12.91	3.049	ns
5002-03-05-03-01-01	11.5	11.32	11.41	0.256	ns
5002-04-01-06-01-01	11.01	13.19	12.10	-3.106	ns
5002SPD-F_6-030	13.24	11.94	12.59	1.852	ns
5001BS-F_6-069	17.69	12.59	15.14	7.266	ns
5002BS-F_6-021	12.82	11.36	12.09	2.080	ns
5002BS-F_6-040	12.75	12.48	12.62	0.385	ns
5002BS-F_6-073	11.06	12.41	11.73	-1.916	ns
Chiangmai 60	15.11	15.12	15.12	-0.014	ns
Santamaria	13.47	13.65	13.56	-0.256	ns
Kalitur	8.73	11.31	10.02	-3.676	ns
Environmental mean	13.34	12.64			
Environmental index	0.35	-0.35			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



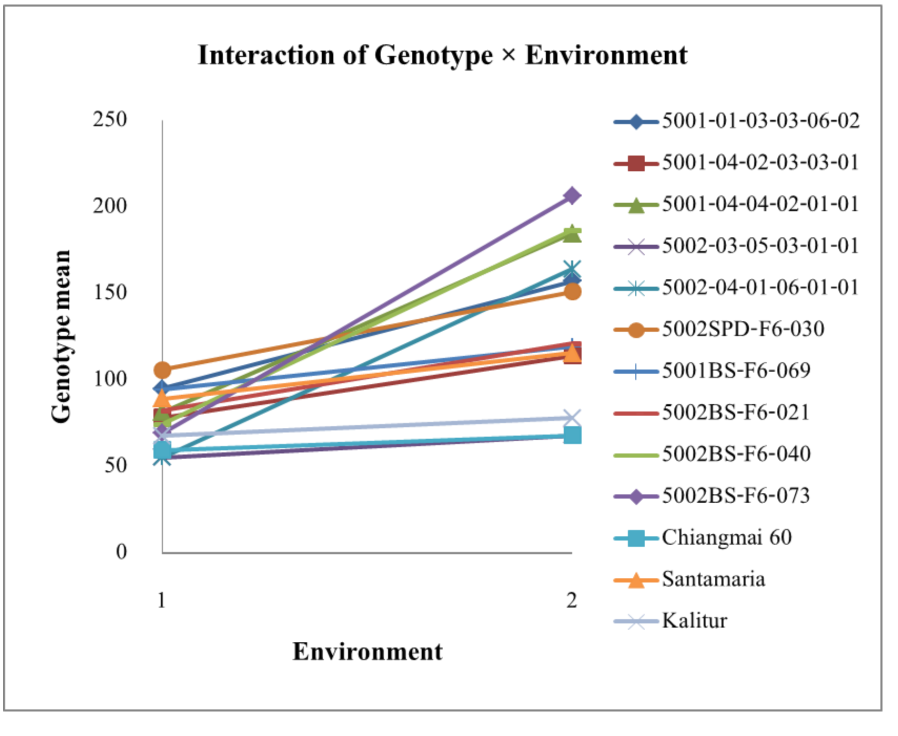
ภาพที่ 4.5 เสถียรภาพลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.10 เสถียรภาพลักษณะความสูงลำต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	95	157.0	126.00	1.110	ns
5001-04-02-03-03-01	78.25	114.0	96.12	0.640	ns
5001-04-04-02-01-01	81.25	184.5	132.88	1.848	ns
5002-03-05-03-01-01	55.25	68.0	61.62	0.228	ns
5002-04-01-06-01-01	55.25	164.0	109.62	1.947	ns
5002SPD-F_6-030	105.75	151.0	128.38	0.810	ns
5001BS-F_6-069	94.25	119.0	106.62	0.443	ns
5002BS-F_6-021	82	121.0	101.50	0.698	ns
5002BS-F_6-040	74.25	186.5	130.38	2.009	ns
5002BS-F_6-073	69	206.0	137.50	2.452	ns
Chiangmai 60	59.5	68.0	63.75	0.152	ns
Santamaria	89	115.5	102.25	0.474	ns
Kalitur	67.5	78.0	72.75	0.188	ns
Environmental mean	77.4	133.27			
Environmental index	-27.93	27.93			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



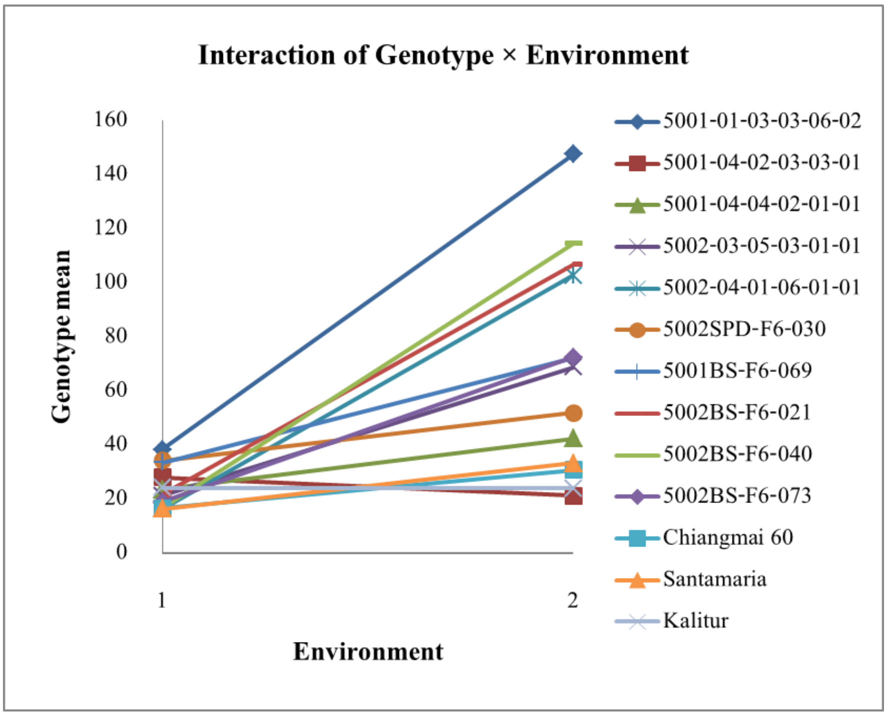
ภาพที่ 4.6 เสถียรภาพลักษณะความสูงลำต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.11 เสถียรภาพลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	38.27	147.45	92.86	2.454	ns
5001-04-02-03-03-01	27.92	21.20	24.56	-0.151	ns
5001-04-04-02-01-01	23.48	42.27	32.87	0.422	ns
5002-03-05-03-01-01	21.21	68.71	44.96	1.068	ns
5002-04-01-06-01-01	16.35	102.53	59.44	1.937	ns
5002SPD-F_6-030	34.06	51.76	42.91	0.398	ns
5001BS-F_6-069	33.43	71.89	52.66	0.865	ns
5002BS-F_6-021	21.55	106.76	64.15	1.916	ns
5002BS-F_6-040	16.68	114.48	65.58	2.199	ns
5002BS-F_6-073	18.77	72.30	45.53	1.203	ns
Chiangmai 60	16.53	30.71	23.62	0.319	ns
Santamaria	16.3	33.07	24.69	0.377	ns
Kalitur	24.05	23.77	23.91	-0.006	ns
Environmental mean	23.74	68.22			
Environmental index	-22.24	22.24			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



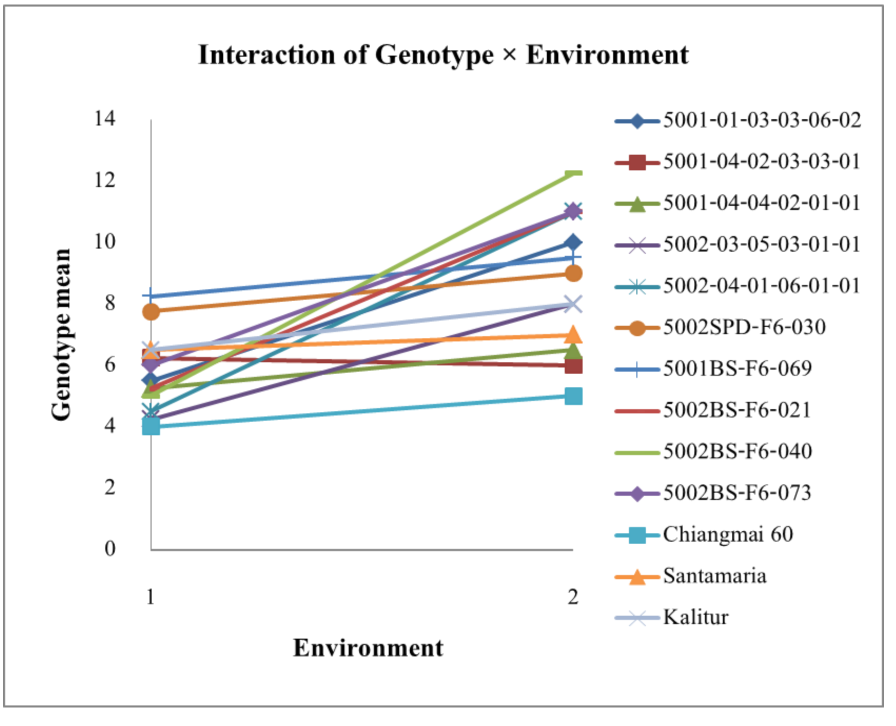
ภาพที่ 4.7 เสถียรภาพลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ตารางที่ 4.12 เสถียรภาพลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

Accession numbers	Environment 1 (Loamy sand)	Environment 2 (Clay soil)	Mean	Regression coefficient (b_i)	Deviation from regression (S^2d_i)
5001-01-03-03-06-02	5.50	10.00	7.75	1.490	ns
5001-04-02-03-03-01	6.25	6.00	6.12	-0.083	ns
5001-04-04-02-01-01	5.25	6.50	5.88	0.414	ns
5002-03-05-03-01-01	4.25	8.00	6.12	1.242	ns
5002-04-01-06-01-01	4.50	11.00	7.75	2.153	ns
5002SPD-F_6-030	7.75	9.00	8.38	0.414	ns
5001BS-F_6-069	8.25	9.50	8.88	0.414	ns
5002BS-F_6-021	5.25	11.00	8.12	1.904	ns
5002BS-F_6-040	5.00	12.25	8.62	2.401	ns
5002BS-F_6-073	6.00	11.00	8.50	1.656	ns
Chiangmai 60	4.00	5.00	4.50	0.331	ns
Santamaria	6.50	7.00	6.75	0.166	ns
Kalitur	6.50	8.00	7.25	0.497	ns
Environmental mean	5.77	8.79			
Environmental index	-0.151	1.51			

** = Significant difference at 0.01 level.

ns = Not significant difference



ภาพที่ 4.8 เสถียรภาพลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

4.4 การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกบนพื้นที่ปลูกดินเหนียว

4.4.1 การเจริญเติบโต

ผลการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 10 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 4.13) พบว่าการเจริญเติบโตที่ศึกษาทั้ง 3 ลักษณะ ประกอบด้วย ความสูงต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และจำนวนกิ่ง/ต้น มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยสายพันธุ์ที่มีลำต้นสูงที่สุด ได้แก่ 5002SPD-F_6-044 มีลำต้นสูงเฉลี่ย 212.50 เซนติเมตร ส่วนสายพันธุ์ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งลำต้นมากที่สุด ได้แก่ 5001-01-03-03-06-02 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ย 147.45 กรัม/ต้น ในขณะที่สายพันธุ์ 5001-01-11-01-02-02 มีจำนวนกิ่ง/ต้น เฉลี่ยมากที่สุดจำนวน 12.25 กิ่ง/ต้น โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้มีลักษณะการเจริญเติบโต (growth habit) แบบกึ่งไม่ทอดยอด (Semi-determinate) จำนวน 4 สายพันธุ์ได้แก่ 5002BS-F_6-040, 5001-01-03-03-06-02, 5002-04-01-06-01-01 และ5002SPD-F_6-044 และลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด (Determinate) จำนวน 6 สายพันธุ์ได้แก่ 5002BS-F_6-021, 5002SPD-F_6-004, 5002BS-F_6-080, 5002-03-05-03-01-01, 5002BS-F_6-105 และ5001-01-03-03-02-03 มีอายุการเก็บเกี่ยวระหว่าง 117-128 วัน ซึ่งค่อนข้างยาวนาน

4.4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลการศึกษาลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 10 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 4.14) พบว่าลักษณะที่ศึกษาทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดได้แก่ 5002BS-F_6-040 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 130.73 กรัม/ต้น ขณะที่พันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 23.09 กรัม/ต้น หรือน้อยกว่าผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นทุกสายพันธุ์ประมาณ 4-5 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงมีแนวโน้มให้จำนวนฝัก/ต้นและจำนวนเมล็ด/ต้นสูงเช่นเดียวกัน โดยสายพันธุ์ 5002BS-F_6-021 มีจำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ต้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 878 ฝัก และ1,405 เมล็ดตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ด/ฝักสูงที่สุดได้แก่ 5002SPD-F_6-044 มีจำนวนเมล็ด/ฝักเฉลี่ย 2.3 เมล็ด ในขณะที่สายพันธุ์ที่มีขนาด

เมล็ดโตที่สุดได้แก่ 5001-01-03-03-06-02 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ซึ่งมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 15.12 กรัม

ตารางที่ 4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกและพันธุ์ตรวจสอบ บนพื้นที่ปลูกดินเหนียว

Accession numbers	Days to maturity (days)	Plant height (cm)	Plant dry weight (g/plant)	No. of 1st branches/plant	Type of growth
5002BS-F_6-040	128	186.50ab	114.48b	12.25a	Semi - determinate
5002BS-F_6-021	128	121.00d	106.76b	11.00ab	Determinate
5002SPD-F_6-004	123	114.50d	101.48b	7.50de	Determinate
5002BS-F_6-080	128	136.50cd	115.48b	7.50de	Determinate
5001-01-03-03-06-02	125	157.00c	147.45a	10.00abc	Semi - determinate
5002-03-05-03-01-01	119	68.00e	68.71c	8.00cde	Determinate
5002-04-01-06-01-01	121	164.00bc	102.53b	11.00ab	Semi - determinate
5002BS-F_6-105	117	156.50c	76.09c	11.25ab	Determinate
5002SPD-F_6-044	128	212.50a	83.34c	10.00abc	Semi - determinate
5001-01-03-03-02-03	117	73.00e	71.89c	9.50bcd	Determinate
Santamaria	112	115.50d	38.70d	7.00ef	Determinate
Kalitur	112	78.00e	33.07d	8.00cde	Determinate
Chiangmai 60	112	68.00e	30.71d	5.00f	Determinate
F-test	-	**	**	**	-
C.V. (%)	-	9.96	9.17	11.51	-

** = Significant difference at 0.01 level.

Means within a column followed by the same letters are not significant difference by DMRT

ตารางที่ 4.14 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกและพันธุ์ตรวจสอบ บนพื้นที่ปลูกดินเหนียว

Accession numbers	No of pods/plant	No of seeds/plant	No of seeds/pod	100-seeds wt (g)	Seed yield (g)/plant
5002BS-F_6-040	720.50bc	1,253.00abc	1.75bc	12.48c	130.73a
5002BS-F_6-021	878.00a	1,405.00a	1.60bc	11.36c	122.82ab
5002SPD-F_6-004	682.00bcd	1,203.50abc	1.79bc	11.46c	121.42abc
5002BS-F_6-080	740.00bc	1,300.00ab	1.76bc	12.31c	108.50abcd
5001-01-03-03-06-02	404.00f	745.00d	1.84b	16.77a	103.46bcd
5002-03-05-03-01-01	615.00cd	949.00cd	1.54bc	11.32c	101.24bcd
5002-04-01-06-01-01	775.00ab	1,249.00abc	1.62bc	13.19bc	97.86cd
5002BS-F_6-105	551.00de	999.00bcd	1.79bc	13.18bc	97.47cd
5002SPD-F_6-044	452.50ef	1,056.00bcd	2.30a	12.21c	96.16d
5001-01-03-03-02-03	686.00bcd	923.00cd	1.41c	12.59c	94.55d
Santamaria	187.50g	331.00e	1.77bc	13.65bc	37.98e
Kalitur	118.00g	197.50e	1.64bc	11.31c	26.56e
Chiangmai 60	97.00g	169.00e	1.76bc	15.12ab	23.09e
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	10.85	17.21	10.26	7.70	11.26

** = Significant difference at 0.01 level.

Means within a column followed by the same letters are not significant difference by DMRT

4.5 การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรก บนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย

4.5.1 การเจริญเติบโต

ผลการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 10 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 4.15) พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตที่ศึกษาเกือบทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ได้แก่ ความสูงต้น และน้ำหนักแห้งลำต้น ยกเว้นจำนวนกิ่ง/ต้นโดยสายพันธุ์ที่มีลำต้นสูงที่สุด ได้แก่ 5002SPD-F_6-030 มีลำต้นสูงเฉลี่ย 105.75 เซนติเมตร ส่วนกลุ่มสายพันธุ์ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งลำต้นมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 5001-01-04-03-05-01, 5002SPD-F_6-030 และ5001BS-F_6-069 มีน้ำหนักแห้งลำต้นเฉลี่ย 35.45,

34.06 และ33.43 กรัม/ต้นตามลำดับ โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้มีจำนวนกิ่ง/ต้นเฉลี่ย 5-8.25 กิ่ง/ต้น มีลักษณะการเจริญเติบโต (growth habit) แบบกึ่งไม่ทอดยอด (Semi-determinate) จำนวน 7 สายพันธุ์ได้แก่ 5001BS-F_6-069, 5001-01-04-03-05-01, 5001-04-02-03-03-01, 5002SPD-F_6-030, 5002BS-F_6-076, 5001-04-04-02-01-01 และ5002SPD-F_6-007 ลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด (Determinate) จำนวน 3 สายพันธุ์ได้แก่ 5002BS-F_6-073, 5001BS-F_6-048 และ5002BS-F_6-003 มีอายุการเก็บเกี่ยวระหว่าง 105-115 วัน ซึ่งค่อนข้างยาวนาน

4.5.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลการศึกษาลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 10 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 4.16) พบว่าลักษณะที่ศึกษาเกือบทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ได้แก่ ผลผลิต (กรัม/ต้น), จำนวนฝัก/ต้น, จำนวนเมล็ด/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ยกเว้นจำนวนเมล็ด/ฝัก โดยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ 5002BS-F_6-040, 5002BS-F_6-021 และ5002SPD-F_6-004 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 67.45, 66.22 และ61.91 กรัม/ต้นตามลำดับ ขณะที่พันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.55 กรัม/ต้น หรือน้อยกว่าผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นทุกสายพันธุ์ประมาณ 2-4 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงมีแนวโน้มให้จำนวนฝัก/ต้นและจำนวนเมล็ด/ต้นสูงเช่นเดียวกัน โดยสายพันธุ์ 5001-01-04-03-05-01 มีจำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ต้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 341.50 ฝัก และ 555.50 เมล็ด ตามลำดับ โดยถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้มีจำนวนเมล็ด/ฝักระหว่าง 1.55-1.91 เมล็ด ในขณะที่สายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดโตที่สุดได้แก่ 5001BS-F_6-069 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 17.69 กรัม

ตารางที่ 4.15 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกและพันธุ์ตรวจสอบ บนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย

Accession numbers	Days to maturity (days)	Plant height (cm)	Plant dry weight (g/plant)	No. of 1st branches/plant	Type of growth
5001BS-F_6-069	115	94.25abc	33.43a	8.25	Semi - determinate
5001-01-04-03-05-01	115	101.25ab	35.45a	6.50	Semi - determinate
5001-04-02-03-03-01	109	78.25cdef	27.92abc	6.25	Semi - determinate
5002SPD-F_6-030	112	105.75a	34.06a	7.75	Semi - determinate
5002BS-F_6-076	107	91.50abc	30.48ab	6.00	Semi - determinate
5002BS-F_6-073	109	69.00def	18.77d	6.00	Determinate
5001BS-F_6-048	107	64.25ef	30.19ab	7.50	Determinate
5001-04-04-02-01-01	109	81.25bcde	23.48bcd	5.25	Semi - determinate
5002BS-F_6-003	107	67.50ef	21.00cd	5.00	Determinate
5002SPD-F_6-007	105	85.50abcde	19.13d	6.00	Semi - determinate
Santamaria	107	89.00abcd	16.30d	6.50	Semi - determinate
Kalitur	105	67.50ef	24.05bcd	6.50	Determinate
Chiangmai 60	105	59.50f	16.53d	4.00	Determinate
F-test	-	**	**	ns	-
C.V. (%)	-	10.88	13.78	17.51	-

** = Significant difference at 0.01 level.

Means within a column followed by the same letters are not significant difference by DMRT

ตารางที่ 4.16 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกและพันธุ์ตรวจสอบ บนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย

Accession numbers	No of pods/plant	No of seeds/plant	No of seeds/pod	100-seeds wt (g)/plant	Seed yield (g)/plant
5001BS-F_6-069	299.00ab	463.00ab	1.55	17.69a	67.45a
5001-01-04-03-05-01	341.50a	555.50a	1.65	13.10bcde	66.22a
5001-04-02-03-03-01	280.00ab	512.75ab	1.83	12.34cde	61.91ab
5002SPD-F_6-030	258.25ab	497.25ab	1.91	13.24bcde	57.69ab
5002BS-F_6-076	241.00ab	395.50ab	1.64	14.53bc	53.82abc
5002BS-F_6-073	293.00ab	522.00ab	1.78	11.06e	53.53abc
5001BS-F_6-048	310.50ab	507.50ab	1.66	11.93de	52.53abc
5001-04-04-02-01-01	207.75b	380.00ab	1.83	13.98bcd	52.09abc
5002BS-F_6-003	216.00b	343.00bc	1.61	14.83bc	48.63abcd
5002SPD-F_6-007	212.75b	386.75ab	1.86	11.90de	45.88bcd
Santamaria	198.00bc	330.50bc	1.68	13.47bcde	33.45cde
Kalitur	284.50ab	471.50ab	1.68	8.73f	28.48de
Chiangmai 60	91.00c	157.50c	1.73	15.11b	17.55e
F-test	**	**	ns	**	**
C.V. (%)	20.11	19.23	10.92	7.81	18.96

** = Significant difference at 0.01 level.

Means within a column followed by the same letters are not significant difference by DMRT

ภาพที่ 4.9 ระยะการออกดอกของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

ภาพที่ 4.10 ระยะการติดฝักของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางสถิติ (combined analysis of variances) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม เพื่อประเมินค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมต่อลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ พบว่าอิทธิพลของพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01, 0.05) ต่อลักษณะที่ศึกษาเกือบทุกลักษณะ ยกเว้นอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝัก (ตารางที่ 4.3 และ 4.4) แสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมสูง มีศักยภาพการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Karazu et. al. 2009 ; Ngalamu. et.al. 2013 ; Singh. 2015) ที่รายงานว่าอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมส่งผลต่อศักยภาพการให้ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญได้แก่ ความสูงลำต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ยกเว้นจำนวนเมล็ด/ฝัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Hossain. et.al. (2003) รายงานว่าลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้นได้รับอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเป็นตัวกำหนดการปรับตัวของพืช ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อกิจกรรมของฮอร์โมนภายในพืชทำให้พืชแต่ละสายพันธุ์มีการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม (ประวิตร พุทธานนท์. 2548 ; ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2550) ดังนั้นศักยภาพการให้ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญดังกล่าว ได้แก่ จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก ความสูงลำต้น น้ำหนักแห้งลำต้น จำนวนกิ่ง/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด จึงเป็นลักษณะสำคัญในการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลือง ให้เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์และสภาพแวดล้อมนั้นๆ

5.2 เสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น

จากการทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นในกลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจาก 2 สภาพแวดล้อมสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบ ประกอบด้วยสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินเหนียว และให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับแรกบนพื้นที่ดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 รวมทั้งหมดจำนวน 13 สายพันธุ์/พันธุ์ ทดสอบ 2 สภาพแวดล้อม ด้วยวิธีของ Eberhart and Russell (1966) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงลำต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และจำนวนกิ่ง/ต้น พบว่า สายพันธุ์ 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ5002BS-F_6-040 เป็นกลุ่มสายพันธุ์ดีเด่นที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมากหรือตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแบบเฉพาะเจาะจง คือให้ผลผลิตสูงบนพื้นที่ปลูกดินเหนียว แต่ให้ผลผลิตต่ำบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย อาจกล่าวได้ว่ากลุ่มถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้เหมาะสำหรับนำไปทดสอบผลผลิตมาตรฐานต่อไป เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกดินเหนียว และเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการปลูกถั่วเหลืองทดแทนการปลูกข้าวที่มากเกินความต้องการของตลาด ส่วนสายพันธุ์ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม สามารถเพาะปลูกได้หลายพื้นที่แต่ให้ผลผลิตไม่สูงมากนัก อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ 5001BS-F_6-069 มีแนวโน้มเป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในลักษณะเมล็ด/ต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และมีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 76.42 กรัม/ต้น นอกจากนี้พบว่าความแปรปรวนของส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าไม่ต่างจาก 0 เหมาะสำหรับนำไปทดสอบผลผลิตมาตรฐานต่อไป อย่างไรก็ตาม การทดสอบเสถียรภาพของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นในครั้งนี้มีจำนวนสายสายพันธุ์ที่มากและเมล็ดพันธุ์ที่จำกัด อีกทั้งเป็นการทดสอบผลผลิตเบื้องต้น ทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นอาจไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจ สำหรับการคัดเลือกกลุ่มของสายพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงหรือปรับตัวได้อย่างกว้างขวาง จึงควรมีการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อมและหลายฤดูปลูกมากขึ้นในงานทดลองต่อไป

5.3 การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่น

จากการศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกในแต่ละสภาพแวดล้อม พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นให้ผลผลิตระหว่าง 94.55-130.73 กรัม/ต้น บนพื้นที่ปลูกดินเหนียว และ 45.88-67.45 กรัม/ต้นบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย ขณะที่พันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 23.09 และ 17.55 กรัม/ต้นตามลำดับ หรือน้อยกว่าผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นทุกสายพันธุ์ประมาณ 2-5 เท่า เป็นที่น่าสังเกตว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงมีแนวโน้มให้จำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ต้นสูงเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับรายงานของ Liu. et.al. (2005) และNgalamu. et.al. (2013) พบว่าถั่วเหลืองที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงขึ้นอยู่กับจำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น และจำนวนกิ่ง/ต้น ซึ่งลักษณะทางการเกษตรเหล่านี้เป็นลักษณะที่สำคัญในการพัฒนาสายพันธุ์ และใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์ในขบวนการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต นอกจากนี้ยังพบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้มีอายุเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างยาวนานคือมีอายุการเก็บเกี่ยวระหว่าง 117-128 วันบนพื้นที่ปลูกดินเหนียว และ 105-115 วันบนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย เนื่องจากในระยะแรกของการเจริญเติบโต (มิ.ย.-ก.ค.) เป็นช่วงเวลาที่ประเทศไทยมีช่วงแสงยาวนานกว่า 12 ชั่วโมง/วัน ทำให้ถั่วเหลืองยืดระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นออกไป ส่งผลให้ถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ยาวนานกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝนและฤดูแล้ง ประกอบกับถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้เกิดจากการผสมระหว่างถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริมในประเทศไทยคือ สจ.4 กับ พันธุ์ในกลุ่ม Brazilian germplasm คือ แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) ซึ่งมี Juvenile genes ที่ทำให้มีความไวต่อช่วงแสงลดลง สามารถปลูกในแหล่งที่มีช่วงแสงสั้นได้ดี (ธีระ สมหวัง และคณะ. 2547) กล่าวคือถั่วเหลืองที่มี Long juvenile genes จะออกดอกช้าแม้ว่าจะอยู่ในสภาพช่วงแสงสั้นก็ตาม (Ray. et.al. 1994 ; Jeffery and Ship. 1996) นอกจากนี้ Kiihl and Gracia. (1989) รายงานว่ายีนนี้สามารถยืดอายุการเจริญเติบโตทางทางลำต้นออกไปได้กว่า 10 วัน ประกอบกับถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้มีการเจริญเติบโตแบบกึ่งทอดยอดทำให้ได้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตาม อ้อยทิน จันทร์เมือง และคณะ (2557) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม อาจทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงได้ เนื่องจากเสี่ยงต่อสภาพฝนตกหนักต่อเนื่องหลายวัน ส่งผลให้มีแมลงศัตรูพืชระบาด ต้นล้ม และเน่าตายในช่วงหลังติดฝักและสร้างเมล็ด

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกจำนวน 138 สายพันธุ์ บนพื้นที่ปลูกดินเหนียว และถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกจำนวน 100 สายพันธุ์ บนพื้นที่ปลูกดินร่วนทราย ร่วมกับพันธุ์พ่อ-แม่ 2 พันธุ์ได้แก่ แซนต้ามาเรีย (Santamaria) และคาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ปี พ.ศ. 2557-2558 ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1.มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมในลักษณะผลผลิต/ต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก จำนวนเมล็ด/ต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ที่ร่วมทดสอบทั้ง 2 สภาพแวดล้อม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) แสดงให้เห็นว่าสามารถคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นที่มีองค์ประกอบผลผลิตตรงกับความต้องการ และมีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงจากกลุ่มถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกที่ใช้ในการทดสอบผลผลิตในครั้งนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การแสดงออกของลักษณะผลผลิต/ต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงต้น น้ำหนักแห้งลำต้น และจำนวนกิ่ง/ต้น ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ($p<0.01$; 0.05) แสดงให้เห็นว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกแต่ละสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม (ลักษณะดิน) ที่แตกต่างกัน สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทางการเกษตรตามที่ต้องการในแต่ละสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สายพันธุ์ 5001BS-F_6-069 มีแนวโน้มเป็นสายพันธุ์ที่มีเสถียรภาพโดยเฉลี่ย คือมีศักยภาพการให้ผลผลิตค่อนข้างสูง และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 สภาพแวดล้อมเท่ากับ 76.42 กรัม/ต้น ส่วนกลุ่มที่มีแนวโน้มปรับตัวได้ดีบนพื้นที่ปลูกดินเหนียวได้แก่ 5001-01-03-03-06-02, 5002-03-05-03-01-01, 5002-04-01-06-01-01, 5002BS-F_6-021 และ5002BS-F_6-040 และกลุ่มที่ทนต่อการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมหรือมีเสถียรภาพสูงกว่าโดยเฉลี่ยได้แก่ 5001-04-02-03-03-01, 5001-04-04-02-01-01, 5002SPD-F_6-030, 5001BS-F_6-069, 5002BS-F_6-073, พันธุ์แซนต้ามาเรีย (Santamaria), พันธุ์คาลิเทอร์ (Kalitur) และพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60

4. ถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกในแต่ละสภาพแวดล้อม ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ($p<0.01$) ทั้ง 2 สภาพแวดล้อม คือภายใต้สภาพดินเหนียวให้ผลผลิตระหว่าง 94.55-130.73 กรัม/ต้น และภายใต้สภาพดินร่วนทรายให้ผลผลิตระหว่าง 45.88-67.45 กรัม/ต้น ขณะที่พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตเพียง 23.09 และ 17.55 กรัม/ต้น ตามลำดับ หรือให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานเชียงใหม่ 60 ประมาณ 2-5 เท่า

ข้อเสนอแนะมีดังนี้

1.ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้อาจไม่เพียงพอสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกการปรับตัวของสายพันธุ์ถั่วเหลืองต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ เนื่องจากอยู่ในขั้นตอนของการทดสอบผลผลิตเบื้องต้น ซึ่งมีสายพันธุ์จำนวนมาก ประกอบกับแรงงานและสถานที่ในการทดลองมีจำกัด ดังนั้นจำเป็นต้องคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตต่ำ และไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมให้เหลือจำนวนสายพันธุ์น้อยลง พร้อมทั้งทดสอบสายพันธุ์ในหลายสภาพแวดล้อมและหลายฤดูปลูกมากขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละสภาพแวดล้อมต่อไปในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นควรพิจารณาคัดเลือกจากลักษณะต่างๆ หลายลักษณะ โดยลักษณะสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ศักยภาพในการให้ผลผลิต และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ลักษณะอื่นๆที่ต้องพิจารณาได้แก่ ความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญในประเทศไทย เช่น โรคราน้ำค้าง โรคราสนิม เป็นต้น รวมถึงอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต การแตกร่วงของเมล็ดเมื่อสุกแก่ทางสรีระวิทยา ที่ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2559. **เอกสารวิชาการถั่วเหลือง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical06028.pdf.

กรมวิชาการเกษตร. 2543. **พันธุ์พืชขึ้นทะเบียนและพันธุ์พืชรับรอง ตามพระราชบัญญัติพืช พ.ศ. 2518.** เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2559. **ถั่วเหลือง : พฤกษศาสตร์ของถั่วเหลือง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.doa.go.th/fcri/images/files/soybean/chapter2.pdf.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการถั่วเหลือง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/content/article/565.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. **ถั่วเหลือง เชียงใหม่ 60.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.doae.go.th/seedcenter19/seed02.htm.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546. **การปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ แนวคิด.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2550. **สถิติกับงานวิจัยด้านพืช การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย R เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการวิเคราะห์เชิงสถิติในงานพืชศาสตร์.** ม.ป.ท.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2552. **สถิติ : การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืช "R".** นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดำเนิน กาละดี. 2545. **เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์พืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : มิ่งเมือง.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์. 2550. **อุตุนิยมวิทยาเกษตร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ธีระ สมหวัง, นพศูล สมุทรทอง, สุเมศ ทับเงิน และ กิ่งกานท์ พานิชนอก. 2547. "การศึกษาผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรเบื้องต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆในภาคตะวันออก." ใน **การประชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 42.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2550. **พันธุศาสตร์ประชากร และปริมาณ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประวิตร พุทธานนท์. 2548. **ไบโอเมตริกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ประสิทธิ์ ใจศิล. 2541. **การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง.** ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2528. “การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมทางเพิ่มผลผลิตทางหนึ่ง.” หน้า 56-60. ใน **การสัมมนาการปรับปรุงพันธุ์พืช ครั้งที่ 2**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2542. **พืชเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. **พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช.** นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

พุทธรักษา สีหราช และ อริยา นิ่มนวล. 2548. **“ศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองผิวดาในดินเหนียว.”** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2541. **พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. ถั่วเหลือง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%96%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%87.

สมชาย ผะอบเหล็ก. 2558. “โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์ของถั่วเหลือง.” หน้า 9-35. ใน **รายงานชุดโครงการวิจัย: วิจัยและพัฒนาถั่วเหลือง**. ม.ป.ท.

สัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต, นัฐวรรณ บุษบา, วศินี จันทร์ชุ่ม, ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล, ประพฤติ พรหมสมบูรณ์ และธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส. 2560. “ศักยภาพการให้ผลผลิตและผลของสภาพแวดล้อมต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่น.” หน้า 93-100. ใน **การประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติครั้งที่ 6.** นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์. 2539. **การปรับปรุงพันธุ์พืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. นำเข้า-ส่งออกสินค้าที่สำคัญ: กากถั่วเหลือง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://oldweb.oae.go.th/oae_report/export_import/import_result.php.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. นำเข้า-ส่งออกสินค้าที่สำคัญ: ถั่วเหลือง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://oldweb.oae.go.th/oae_report/export_import/import_result.php.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2562. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2562/agri_situation2562.pdf.

หยกพร อิสรเสรีพงษ์ และ อรพรรณ รุ่งเลิศเกียรติ. 2548. “**คุณลักษณะของถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริมในประเทศไทย**.” ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อัจฉรา อุทโยภาศ. 2549**. CROP REQUIREMENT : ถั่วเหลือง.** กรมส่งเสริมการเกษตร

อดิศักดิ์ สุวิทวัส. 2535. “**การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่างกัน.”** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อธิคม มากดี. 2529. **“การลดการแข่งขันที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง.”** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี และ ระวิวรรณ ศิริประเสริฐ. 2528. “การศึกษาถึงลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของพืชตระกูลถั่ว:การศึกษาในถั่วเหลืองพันธุ์สจ.1 สจ.2 และ สจ.4.” หน้า 64 – 83. ใน **รายงานผลงานวิจัย ประจำ ปี 2523 โครงการวิจัยและพัฒนาพืชโปรตีนสูง.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2533. “ความก้าวหน้าของการศึกษาด้านสรีรวิทยาของถั่วเหลืองในประเทศไทย.” หน้า 54-66. ใน **รายงานการสัมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 3**. เชียงใหม่.

อภิพรรณ พุกภักดี, โกวิท ธีรวิโรจน์, อินทรัตน เสลาดี และ สมบุญ ชัยแก้ว. 2533. “การตอบสนองของสายพันธุ์ถั่วเหลืองต่อการขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์.” หน้า 275-288. ใน **รายงานการสัมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 3**. เชียงใหม่.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. **ถั่วเหลืองพืชทองของไทย.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อ้อยทิน จันทร์เมือง, พรพรรณ สุทธิแย้ม, นภาพร คำนวณทิพย์ และสุพรรณณี เป็งคำ. 2557. “ผลของช่วงปลูกต่อผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นในภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.” ใน **รายงานผลงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2557.** เชียงใหม่ : ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

อ้อยทิน จันทร์เมือง, รัชนี โสภา และสุทัด ปินตาเสน. 2560. “การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตสูง.หน้า 57-63.” ใน **การประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติครั้งที่ 6.** นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

อาวุธ ณ ลำปาง. 2533. “ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง.” หน้า 14 -28 ใน **รายงานการสัมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 3.** เชียงใหม่.

อำไพ เรืองฤทธิ์. 2554. "**การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดเลือกพันธุ์ระหว่าง 3 วิธีในการปรับปรุงผลผลิตของถั่วเหลือง."** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Allard, R.W. and Bradshaw, A. D. 1964. "Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding." **Crop Science.** 4 : 503-508.

Atnaf, M., Kidane, S., Abadi, S. and Fisha, Z. 2013. "GGE biplots to analyze soybean multi-environment yield trial data in north Western Ethiopia." **Academic Journals.** 5(12) : 245-254.

Eberhart, S. and Russell, W. 1966. "Stability parameters for comparing varieties." **Crop Science.** 6 : 36-40.

FAO Crop Production. 1998. FAOSTAT Database 1998. FAO Rome.

Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N. 1963. "The analysis of adaptation in a plant-breeding programme." **Australian Journal of Agricultural Research.** 14 : 742-754.

Francis, T. and Kannenberg, L. 1978. "Yield stability studies in short-season maize I. A descriptive method for grouping genotypes." **Plant Science.** 38 : 1029-1034.

Gomez, K.A. and Gomez, A.A. 1983. **Statistic Procedures for Agricultural Research.** 2nd ed. Los Banos, Philippines : MG Reprographics for IRRI.

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

Hatfield, J.L. and Egli, D.B. 1974. "Effect of temperature on the rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence." **Crop Science.** 14 : 423-429.

Hossain, M.A., Rahman, L. and Shamsuddin, A.K.M. 2003. "Genotype-Environment Interaction and Stability Analysis in Soybean." **Journals of Biological Sciences.** 3(11) : 1026-1031.

Huxley, P.A., Summerfield, R.J. and Hughes, P. 1976. "Growth and development of soybean cv. TK5 as affected by tropical day lengths, day/night temperatures and nitrogen nutrition." **Applied Biology.** 82 : 117-133.

Jefery, P.T. and Shipe, E.R. 1996. "Soybean growth and agronomy performance in response to long juvenile trait." **Crop Science.** 36 : 1114-1149.

Karazu, A., Oz, M., Goksoy, A.T. and Turan, Z.M. 2009. "Genotype by environment interactions, stability and heritability of seed yield and certain agronomical traits in soybean [Glycine max (L.) Merr.]." **African Journal of Biotechnology.** 8(4) : 580-590.

Kiihl, R.A.S. and Garcia, A. 1998. "The use of long-juvenile trait in breeding soybean cultivars." 994-1000. **In Proceedings of the fourth World Soybean Research Conference.** Buenos Aires : Argentina.

Lawn, R.J. and Home, D.J. 1985. "Response of tropical and temperate soybean genotypes to temperature during early reproductive growth." **Crop Science.** 25 : 137-142.

Lerner, I.M. 1954. "**Genetic homeostasis.**" New York : John Wiley & Sons.

Liu, X., Jin, J., Herbert, S.J., Zhang, Q. and Wang, G. 2005. "Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in Northeast China." **Field Crops Research.** 93 : 85-93.

Machado, B.Q.V., Nogueira, A.P.O., Hamawaki, O.T., Jorge, G.L., Rezende, G.F., Glasenapp, J.S., Hamawaki, R.L. and Hamawaki, C.D.L. 2017. "Agronomic performance and Genetic Diversity Among Lines and Soybean Cultivars." **Biosci.** 33 : 1419-1430.

Major, D.J., Johnson, D.R., Tanner, J.W. and Anderson, I.C. 1975. "Effects of day length and temperature on soybean development." **Crop Science.** 15 : 174-179.

Mann, J.D. and Jaworski, E.G. 1970. "Comparision of stresses which may limit soybean yields." **Crop Science.** 10 : 620-624.

Marvel, J.N., Beyrouty, C.A. and Gbur, E.E. 1993. "Reproductive abscission and yield responses of soybean to root and canopy competition." **Agronomy Journal.** 85 : 12-16.

Ngalamu, T., Ashraf, M., and Meseka, S. 2013. "Soybean (*Glycine max* L.) Genotype and Environment Interaction Effect on Yield and Other Related Traits." **American Journal of Experimental Agriculture.** 3(4) : 977-987.

Ray, J.D., Hinson, K., Mankono,J.E.B. and Malo, M.F. 1994. "Genetic control of long juvenile trait in soybean." **Crop Science.** 35 : 1001-1006.

Shruti, K., Basavaraja, G.T. and Ishwar, B. 2017. "Stability Analysis in Soybean [(Glycine max L.) Merrill]." **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 6(9) : 945-948

Silva. F. M., Pereira, E. M., Pedroso Val, B. H., Perecin, D., Di Mauro, A. O. and Sandra, H. U. 2018. "Strategies to Select Soybean Segregating Populations with The Goal of Improving Agronomic Traits." **Acta Scientiarum**. 40 : 1-9.

Singh, T. 2015. "ASSESSING GE-INTERACTION AND STABILITY PARAMETERS FOR YIELD AND RELATED TRAITS IN SOYBEAN." **International Journal of Current Research.** 7(9) : 19908-19913.

Sleaper, D. and Poehlman, J. 2006. **Breeding Field Crops.** 5th ed. Ames, Iowa : Blackwell Publishing.

Thai Feed Mill Association. 2017. **Thai Vegetable Oil Public Company Limited.** [Online]. Available : http://setlive.thailivestream.com/data-file/events/pdf/290318120326-Oppday-TVO.pdf.

United States Department of Agriculture. 2016. **Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Glycine max* (L.) Merr.** [Online]. Available : https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=GLMA4.

United States Department of Agriculture. 2018. **World Agricultural Production.** [Online]. Available : http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/worldag production//2010s/2018/worldag-production-01-12-2018.pdf.

United States Department of Agriculture. 2019. **Oil seeds: World Markets and trade.** [Online]. Available : https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf.

Wiatrak, P. Soybean vegetative and generative growth stages. [Online]. Available : http://www.clemson.edu/extension/rowcrops/soybeans/guide/growth_stages.html, 20 Jan, 2019.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	1,027.89	1,027.89	3.85	0.0516
Genotypes	140	151,420.76	1,081.58	4.05	0.0000
Error	140	37,343.71	266.74		
Total	281	189,792.36			

C.V. (%) = 30.98

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนฝัก/ต้น ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	2,215.92	2,215.92	0.26	0.6139
Genotypes	140	6,104,916.24	43,606.54	5.03	0.0000
Error	140	1,213,037.45	8,664.55		
Total	281	7,320,169.61			

C.V. (%) = 27.43

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	2,077.98	2,077.98	0.08	0.7828
Genotypes	140	16,985,058.12	121,321.84	4.46	0.0000
Error	140	3,812,080.40	27,229.15		
Total	281	20,799,216.49			

C.V. (%) = 28.89

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝัก ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	0.06	0.06	0.86	0.3543
Genotypes	140	14.39	0.10	1.53	0.0059
Error	140	9.38	0.07		
Total	281	23.83			

C.V. (%) = 15.16

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	0.12	0.12	0.11	0.7442
Genotypes	140	754.94	5.39	4.97	0.0000
Error	140	151.99	1.09		
Total	281	907.05			

C.V. (%) = 8.84

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	41.27	41.27	0.80	0.3745
Genotypes	102	30,215.50	296.23	5.71	0.0000
Error	102	5,289.40	51.86		
Total	205	35,546.16			

C.V. (%) = 22.87

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนฝัก/ต้น ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	2,205.22	2,205.22	2.03	0.1569
Genotypes	102	690,057.21	6,765.27	6.24	0.0000
Error	102	110,588.28	1,084.20		
Total	205	802,850.71			

C.V. (%) = 19.24

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนเมล็ด/ต้น ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	5,389.73	5,389.73	1.48	0.2269
Genotypes	102	2,067,252.95	20,267.19	5.56	0.0000
Error	102	371,931.60	3,646.39		
Total	205	2,444,574.27			

C.V. (%) = 20.91

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝัก ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	0.0003	0.0003	0.01	0.9062
Genotypes	102	5.5063	0.0540	2.69	0.0000
Error	102	2.0451	0.0201		
Total	205	7.5517			

C.V. (%) = 8.40

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Replications	1	3.83	3.83	3.48	0.0651
Genotypes	102	1,185.24	11.62	10.55	0.0000
Error	102	112.40	1.10		
Total	205	1,301.47			

C.V. (%) = 8.58

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะผลผลิต (กรัม/ต้น) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	30,127.43	30,127.43	25.60	0.0369
Rep within Environment	2	2,353.38	1,176.69	9.17	0.0002
Genotypes (G)	44	29,984.50	681.47	5.31	0.0000
G×E	44	28,283.19	642.80	5.01	0.0000
Error	88	11,291.76	128.32		
Total	179	102,040.26			

C.V. (%) = 21.89

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะจำนวนฝัก/ต้น ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	1923,860.45	1,923,860.45	599.58	0.0017
Rep within Environment	2	6,417.36	3,208.68	0.67	0.5138
Genotypes (G)	44	1,318,322.98	29,961.89	6.27	0.0000
G×E	44	1,288,297.05	29,279.48	6.12	0.0000
Error	88	420,846.64	4,782.35		
Total	179	4,957,744.48			

C.V. (%) = 22.84

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะเมล็ด/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	5,155,185.80	5,155,185.80	89.32	0.0110
Rep within Environment	2	115,430.34	57,715.17	3.43	0.0366
Genotypes (G)	44	3,483,023.37	79,159.62	4.71	0.0000
G×E	44	3,467,061.08	78,796.84	4.69	0.0000
Error	88	1,478,672.91	16,803.10		
Total	179	13,699,373.49			

C.V. (%) = 25.32

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะจำนวนเมล็ด/ฝักของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	0.0393	0.0393	0.19	0.7021
Rep within Environment	2	0.4036	0.2018	6.12	0.0032
Genotypes (G)	44	3.3521	0.0762	2.31	0.0004
G×E	44	5.0938	0.1158	3.51	0.0000
Error	88	2.8996	0.0329		
Total	179	11.7884			

C.V. (%) = 10.61

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	29.9146	29.9146	67.55	0.0145
Rep within Environment	2	0.8857	0.4428	0.51	0.6046
Genotypes (G)	44	497.9826	11.3178	12.93	0.0000
G×E	44	173.5769	3.9449	4.51	0.0000
Error	88	76.9983	0.8750		
Total	179	779.3580			

C.V. (%) = 7.48

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะความสูงลำต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	217,180.59	217,180.5876	858.85	0.0012
Rep within Environment	2	505.75	252.8726	0.77	0.4676
Genotypes (G)	44	72,087.28	1,638.3473	4.97	0.0000
G×E	44	62,469.45	1,419.7603	4.31	0.0000
Error	88	29,020.38	329.7771		
Total	179	381,263.4491			

C.V. (%) = 15.87

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะน้ำหนักแห้งลำต้น (กรัม) ของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	72,871.42	72,871.42	422.36	0.0024
Rep within Environment	2	3 45.07	172.53	1.90	0.1562
Genotypes (G)	44	31,977.32	726.76	7.99	0.0000
G×E	44	24,480.83	556.38	4.31	0.0000
Error	88	8,007.37	90.99		
Total	179	137,682.01			

C.V. (%) = 24.15

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมในลักษณะจำนวนกิ่ง/ต้นของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือกดีเด่นและพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม

Source of Variance	df	Sum of Square	Mean Square	F Value	Pr (> F)
Environment (E)	1	384.27	384.27	246.15	0.0040
Rep within Environment	2	3.12	1.56	1.06	0.3523
Genotypes (G)	44	229.35	5.21	3.53	0.0000
G×E	44	249.35	5.67	3.83	0.0000
Error	88	130.13	1.48		
Total	179	996.23			

C.V. (%) = 17.2

ตารางผนวกที่ 19 ผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือก 138 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2557 พื้นที่ดินเหนียว

Ranks	**Accession numbers**	**Seed yield (g.)/plant**	**Ranks**	**Accession numbers**	**Seed yield (g.)/plant**
1	5002BS-F_6-040	130.73	29	5001SPD-F_6-005	67.35
2	5002BS-F_6-021	122.82	30	5002BS-F_6-048	66.84
3	5002SPD-F_6-004	121.42	31	5002BS-F_6-068	66.68
4	5002BS-F_6-080	108.50	32	5002SPD-F_6-001	66.59
5	5001-01-03-03-06-02	103.46	33	5002SPD-F_6-026	66.58
6	5002-03-05-03-01-01	101.24	34	5002BS-F_6-007	66.04
7	5002-04-01-06-01-01	97.86	35	5002-03-01-01-02-01	65.94
8	5002BS-F_6-105	97.47	36	5001SPD-F_6-042	65.74
9	5002SPD-F_6-044	96.16	37	5002BS-F_6-098	65.56
10	5001-01-03-03-02-03	94.55	38	5002BS-F_6-060	65.45
11	5002BS-F_6-023	90.50	39	5002SPD-F_6-022	64.70
12	5002SSD-F_6-012	87.42	40	5002BS-F_6-064	62.57
13	5002BS-F_6-025	85.70	41	5002SPD-F_6-039	62.29
14	5001BS1-F_6-069	85.39	42	5002SPD-F_6-040	62.20
15	5002BS-F_6-059	82.24	43	5002-04-01-01-01-01	62.08
16	5001BS-F_6-040	82.18	44	5002SPD-F_6-065	62.02
17	5001-01-11-01-02-02	82.05	45	5002SPD-F_6-061	61.99
18	5002BS-F_6-090	79.98	46	5002SPD-F_6-024	61.93
19	5002SPD-F_6-009	79.71	47	5001-04-04-02-01-01	60.97
20	5002BS-F_6-061	76.07	48	5002SPD-F_6-047	60.81
21	5001BS-F_6-013	75.29	49	5001BS-F_6-005	60.53
22	5002SPD-F_6-025	74.53	50	5001SPD-F_6-023	60.30
23	5002BS-F_6-020	74.25	51	5001SPD-F_6-019	59.60
24	5002-04-01-01-02-03	71.94	52	5002SPD-F_6-020	58.08
25	5002SPD-F_6-055	71.53	53	5002BS-F_6-074	57.17
26	5002-02-02-02-02-04	70.56	54	5001-01-04-02-05-02	57.04
27	5002BS-F_6-086	69.46	55	5002BS-F_6-077	56.97
28	5002SPD-F_6-069	68.61	56	5002BS-F_6-042	56.95

ตารางที่ 19 (ต่อ)

Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant	Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant
57	5002BS-F_6-027	56.48	86	5001SPD-F_6-016	44.51
58	5002SPD-F_6-037	56.39	87	5001BS-F_6-007	44.19
59	5002BS-F_6-082	56.03	88	5001SPD-F_6-011	42.79
60	5002SPD-F_6-030	56.02	89	5002-03-04-01-01-01	42.36
61	5001SPD-F_6-032	55.95	90	5001SPD-F_6-009	41.53
62	5001BS-F_6-033	55.76	91	5002SPD-F_6-049	41.33
63	5002BS-F_6-044	55.72	92	5002-04-16-02-01-01	40.91
64	5001BS1-F_6-076	55.65	93	5001SPD-F_6-027	40.82
65	5001SPD-F_6-039	55.11	94	5001-01-10-02-01-01	40.77
66	5002SPD-F_6-056	54.83	95	5002BS-F_6-097	40.63
67	5002-02-03-04-02-01	53.49	96	5002BS-F_6-062	39.70
68	5002-04-04-02-01-01	53.42	97	5001SPD-F_6-028	39.25
69	5002BS-F_6-004	52.42	98	5001BS-F_6-048	38.73
70	5002BS-F_6-073	52.18	99	5001-04-02-03-03-01	38.53
71	5001BS-F_6-064	51.50	100	5001SPD-F_6-001	38.03
72	5001BS-F_6-075	50.34	101	5002BS-F_6-054	37.75
73	5001-01-03-03-07-03	50.19	102	5001BS-F_6-068	36.85
74	5001BS-F_6-035	50.12	103	5002BS-F_6-076	36.64
75	5001SPD-F_6-013	49.15	104	5002SPD-F_6-051	34.84
76	5002-03-01-01-01-01	48.62	105	5002BS-F_6-102	34.61
77	5002SPD-F_6-023	48.46	106	5002BS-F_6-045	34.37
78	5001SPD-F_6-047	48.40	107	5001-01-04-03-05-01	34.29
79	5002BS-F_6-101	48.39	108	5002SPD-F_6-078	33.92
80	5002BS-F_6-003	48.14	109	5002BS-F_6-034	33.80
81	5002BS-F_6-052	47.62	110	5001-01-05-02-02-02	33.15
82	5002BS-F_6-071	46.04	111	5002BS-F_6-056	32.33
83	5002-02-02-01-03-02	45.73	112	5002-04-02-02-01-04	30.91
84	5002-04-02-05-03-02	45.68	113	5001SPD-F_6-003	30.79
85	5002SPD-F_6-042	44.64	114	5002BS-F_6-078	30.69

ตารางที่ 19 (ต่อ)

Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant	Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant
115	5002SPD-F_6-002	30.61	127	5002-03-01-01-01-02	25.47
116	5002BS-F_6-065	30.51	128	5002-03-04-02-01-02	24.74
117	5002-04-02-07-01-03	30.16	129	5002BS-F_6-085	23.29
118	5001-01-04-03-04-01	30.09	130	5002BS-F_6-075	23.28
119	5002SPD-F_6-014	30.02	131	5001-01-08-04-01-01	23.01
120	5001SPD-F_6-007	29.97	132	5002-04-02-01-01-01	22.20
121	5002SPD-F_6-007	29.90	133	5001BS-F_6-023	21.87
122	5002-04-02-04-01-01	29.30	134	5002-04-02-01-01-03	21.37
123	5001BS-F_6-003	29.18	135	5002-03-04-02-01-03	20.68
124	5002-04-03-01-02-01	26.34	136	5002SPD-F_6-046	19.57
125	5001SPD-F_6-041	25.95	137	5002-04-01-02-02-02	14.98
126	5001SPD-F_6-017	25.63	138	5001-04-04-02-02-01	8.18

ตารางที่ 20 ผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์คัดเลือก 100 สายพันธุ์ ปลูกทดสอบในฤดูฝนปี 2558 พื้นที่ดินร่วนทราย

Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant	Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant
1	5001BS1-F_6-069	67.45	12	5001-01-05-02-02-02	44.52
2	5001-01-04-03-05-01	66.22	13	5001-01-03-03-06-02	44.37
3	5001-04-02-03-03-01	61.91	14	5001BS-F_6-005	43.36
4	5002SPD-F_6-030	57.69	15	5001SPD-F_6-047	43.28
5	5002BS-F_6-076	53.82	16	5002SPD-F_6-040	42.45
6	5002BS-F_6-073	53.53	17	5001SPD-F_6-023	41.93
7	5001BS1-F_6-048	52.53	18	5002SPD-F_6-009	41.72
8	5001-04-04-02-01-01	52.09	19	5002SPD-F_6-014	41.66
9	5002BS-F_6-003	48.63	20	5002BS-F_6-023	41.49
10	5002SSD-F_6-007	45.88	21	5002SPD-F_6-049	41.32
11	5002BS-F_6-048	45.81	22	5002BS-F_6-059	41.30

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant	Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant
23	5002-04-02-05-03-02	41.14	52	5002SPD-F_6-023	30.79
24	5002SPD-F_6-037	40.74	53	5002-04-16-02-01-01	30.61
25	5002BS-F_6-098	40.42	54	5001BS-F_6-075	30.33
26	5002-04-02-07-01-03	39.59	55	5002BS-F_6-040	29.59
27	5002-04-01-06-01-01	39.48	56	5002BS-F_6-077	29.44
28	5001SPD-F_6-042	39.41	57	5002SPD-F_6-078	29.37
29	5002BS-F_6-105	39.40	58	5002-03-05-03-01-01	28.80
30	5001SPD-F_6-013	38.07	59	5002SPD-F_6-061	28.19
31	5002SPD-F_6-069	37.38	60	5002SPD-F_6-012	28.19
32	5001SPD-F_6-016	36.90	61	5002-03-01-01-01-01	27.74
33	5002SPD-F_6-026	36.23	62	5002-04-01-01-02-03	27.66
34	5002SPD-F_6-044	35.78	63	5002-03-01-01-02-01	27.61
35	5002BS-F_6-090	34.71	64	5002SPD-F_6-024	27.52
36	5001BS-F_6-003	34.67	65	5002SPD-F_6-042	26.45
37	5001SPD-F_6-007	34.42	66	5002-02-02-02-02-04	26.31
38	5002BS-F_6-045	34.09	67	5001SPD-F_6-005	25.99
39	5001SPD-F_6-003	33.84	68	5002-02-02-01-03-02	25.23
40	5002BS-F_6-071	33.80	69	5001BS-F_6-040	25.14
41	5002SPD-F_6-002	33.78	70	5001SPD-F_6-001	24.48
42	5001-01-11-01-02-02	33.74	71	5002-04-01-01-01-01	23.94
43	5002-02-03-04-02-01	33.58	72	5002-04-02-02-01-04	23.75
44	5002SPD-F_6-051	33.33	73	5002BS-F_6-042	23.46
45	5002BS-F_6-097	32.25	74	5002SPD-F_6-004	23.16
46	5001SPD-F_6-039	31.43	75	5002BS-F_6-101	22.97
47	5001BS-F_6-033	31.23	76	5001-04-04-02-02-01	22.93
48	5002BS-F_6-021	31.21	77	5002BS-F_6-065	22.78
49	5002BS-F_6-078	31.00	78	5001-01-04-03-04-01	21.87
50	5002BS-F_6-034	30.95	79	5002BS-F_6-007	21.46
51	5002SPD-F_6-022	30.87	80	5002BS-F_6-086	21.46

ตารางที่ 20 (ต่อ)

Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant	Ranks	Accession numbers	Seed yield (g.)/plant
81	5001BS-F_6-035	21.16	91	5002-04-03-01-02-01	15.77
82	5001BS-F_6-013	20.62	92	5002BS-F_6-102	15.69
83	5002BS-F_6-064	20.60	93	5002-04-04-02-01-01	15.28
84	5001BS-F_6-076	20.37	94	5002BS-F_6-062	15.27
85	5002BS-F_6-080	19.58	95	5002SPD-F_6-020	15.04
86	5001-01-04-02-05-02	19.12	96	5002SPD-F_6-047	14.59
87	5001-01-03-03-02-03	18.48	97	5002BS-F_6-068	14.26
88	5002BS-F_6-027	18.09	98	5002SPD-F_6-055	13.19
89	5002SPD-F_6-039	16.28	99	5001SPD-F_6-027	11.39
90	5002BS-F_6-060	15.91	100	5002SPD-F_6-056	8.21

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายสัณห์ฐิศ รีวราบัณฑิต
วัน เดือน ปีเกิด	เกิดเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2533 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ
ภูมิลำเนา	38 ซอย 6 หมู่บ้านสวนแหลมทอง2 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง แขวงสวนหลวง จังหวัดกรุงเทพฯ 10250
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต พืชไร่ (เกียรตินิยมอันดับ 2) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2557 ถึงปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต พืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง