กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเพิ่มผลผลิต ระยะที่ 1 สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของเจ้าหน้าที่ และหน่วยงานหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับงานวิจัย ขอบคุณศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน และศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ที่เอื้อเฟื้อเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวในการวิจัย คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพร มะชิโกวา เป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ และให้คำปรึกษาด้านการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีดั้งเดิม และขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หัสไชย บุญจูง ผู้ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ระบบราก การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2547 – 2549

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) เพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งดำเนินการในช่วงปี 2547–2549 เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตของถั่วเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมอยู่ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีดั้งเดิม มีดังต่อไปนี้ **(1) การศึกษาสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต และการประเมินระบบรากของถั่วเขียว** ทำการประเมินลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วเขียว 122 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ต่างประเทศจำนวน 119 สายพันธุ์ และพันธุ์ส่งเสริมจำนวน 3 พันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ทั้งหมดมีความแปรปรวนในลักษณะองค์ประกอบผลผลิตทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาทั้ง 13 ลักษณะ คัดเลือกถั่วเขียวสายพันธุ์ที่มีจำนวนฝักต่อต้น จำนวนช่อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความยาวฝัก ความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) น้ำหนักแห้งมวลรวม (total dry matter; TDM) น้ำหนักสดชีวมวล (biomass) สูง จำนวน 41 สายพันธุ์ สำหรับศึกษาสหสัมพันธ์และวิเคราะห์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยา 15 ลักษณะที่มีต่อผลผลิตของถั่วเขียว ร่วมกับพันธุ์ส่งเสริม 10 พันธุ์ สายพันธุ์ดีเด่น 3 สายพันธุ์ และพันธุ์ที่พัฒนา ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 4 พันธุ์ (รวม 58 พันธุ์/สายพันธุ์) ทำการทดลอง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ พบว่าจำนวนฝักต่อต้น จำนวนช่อต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น TDM น้ำหนักสดชีวมวล และ LAI มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง พบว่าจำนวนช่อต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก TDM และจำนวนฝักต่อต้น เป็นลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยเฉพาะในประชากรที่ใช้ศึกษา ทำการประเมินการเจริญเติบโตและระบบรากของถั่วเขียว 57 พันธุ์/สายพันธุ์ในสภาวะให้น้ำปกติ และงดให้น้ำในกระบะดินผสมทราย พบว่าในสภาวะให้น้ำปกติ ลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งยอด น้ำหนักแห้งราก ความยาวรากต่อปริมาตรดิน และความยาวรากแก้วของถั่วเขียวพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในสภาวะงดให้น้ำ ทุกลักษณะยกเว้นความยาวรากแก้วของถั่วเขียวพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่าง 5 ลักษณะดังกล่าวและอัตราส่วนยอดต่อราก พบว่าลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักแห้งราก คือ ความยาวรากต่อปริมาตรดิน น้ำหนักแห้งยอด พื้นที่ใบ และความยาวรากแก้ว ส่วนอัตราส่วนยอดต่อรากมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักแห้งราก ทั้งในสภาวะให้น้ำปกติและงดให้น้ำ ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนักรากมาก อาจสามารถทำได้โดยการคัดเลือก

สายพันธุ์ที่ต้นใหญ่ หรือมีน้ำหนักแห้งมวลรวมสูง แทนการคัดเลือกจากระบบรากโดยตรง เพื่อย่นระยะเวลา และประหยัดค่าใช้จ่าย ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรากสูง ได้แก่ V 1414AG, V 1415AG, SUT 5, KPS 2, M 4-2, M 5-1 และ M 5-5 เพื่อใช้ในการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อเพิ่มผลผลิตและทนแล้งต่อไป การประเมินระบบรากในกล่องไม้ สามารถประเมินการหยั่งลึกของรากแก้วและการแผ่กระจายของรากได้ดีกว่าการประเมินในกระบะดินผสมทราย พบว่าในสภาวะให้น้ำปกติ สายพันธุ์ส่วนใหญ่มีการเจริญแผ่กระจายของรากบริเวณดินระดับตื้นจำนวนมาก ขณะที่ในสภาวะงดให้น้ำ มีการแผ่กระจายตัวของรากในดินระดับลึกจำนวนมากกว่าระดับตื้น และรากแก้วมีการหยั่งลึกมากกว่าในสภาวะได้รับน้ำปกติ นอกจากนี้การงดให้น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ (reproductive growth) ของถั่วเขียว โดยพบว่า ในสภาวะงดให้น้ำ สายพันธุ์ส่วนใหญ่มีค่าวันดอกแรกบานเฉลี่ยและวันฝักแรกสุกเฉลี่ยเร็วกว่าการปลูกในสภาวะให้น้ำปกติ จากการประเมินด้วยวิธีนี้พบสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการทนแล้ง เพื่อศึกษาและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป **(2) การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีดั้งเดิม เพื่อปรับปรุงลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตของถั่วเขียว และการศึกษาความดีเด่น และผลผลิตในลูกผสมชั่วที่หนึ่ง** การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมจำนวน 33 คู่ผสม ระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาแตกต่างกัน 10 ลักษณะ พบว่าความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่หนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ [heterosis (F_1); H_{F1}] ของทุกลักษณะแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นลักษณะน้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อต้น ในขณะที่ความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่หนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่สอง [heterosis (F_1 vs F_2); H_{F1vsF2}] ของทุกลักษณะแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้น และเมื่อศึกษาความดีเด่นของผลผลิต (น้ำหนักเมล็ดต่อต้น) ของลูกผสมจำนวน 33 คู่ผสมพบว่า ค่า H_{F1} ของลูกผสมจาก 9 คู่ผสมแสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัยระยะที่หนึ่งได้เมล็ดลูกผสมชั่ว F_5 จากวิธี single seed descent ของ 15 คู่ผสม จำนวน 180-200 สายพันธุ์/คู่ผสม สำหรับนำไปคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ลักษณะทางพืชไร่ ลักษณะทางสรีรวิทยา และผลผลิตสูงในโครงการวิจัยระยะที่สองต่อไป

Abstract

The followings were the research conducted during 2004 to 2006 to evaluate the yield potential of various mungbean accessions collected at Suranaree University of Technology (SUT) and improve yield of mungbean by conventional breeding. **(i) Correlation and path coefficient analysis of agronomic and physiological characters related to yield and root system evaluation of mungbean.** One hundred and twenty two mungbean accessions (119 plant introductions (PIs) and 3 commercial varieties) were evaluated. It was found that these accessions varied significantly in all 13 agronomic and physiological characters. Forty one accessions with the highest number of pods/plant, number of clusters/plant, number of branches/plant, number of seeds/pod, number of seeds/plant, 100 seed weight, pod length, height, leaf area index (LAI), total dry matter (TDM) and biomass were selected for correlation and path coefficient analysis of 15 agronomic and physiological characters. These 41 PIs together with 10 commercial varieties, 3 breeding lines and 4 SUT developed varieties (a total of 58 accessions) were analyzed at SUT Farm using a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. Seed yield was significantly positively correlated with number of pods/plant, number of clusters/plant, TDM, number of seeds/pod, number of seeds/plant, biomass, LAI and number of branches/plant. The number of clusters/plant, number of seeds/pod, TDM and number of pods/plant showed high positive direct effect on seed yield. Therefore, they should be used as selection criteria for yield improvement in mungbean, particularly in the studied population. It was found that leaf area, shoot dry weight, root dry weight, root length per soil volume and length of tap root differed significantly among mungbean accessions under well-watered condition. Under drought condition, all characters of various mungbean accessions except the length of tap root differed significantly. When these 5 characters together with shoot to root ratio were used for correlation analysis, root dry weight was found to be positively correlated with root length per soil volume, shoot dry weight, leaf area and the length of tap root. In contrast, shoot to root ratio was negatively correlated with root dry weight under both water regimes. Therefore, the selection for high root weight could be accomplished by selecting accessions with large shoots or high total dry matter in stead of direct root selection in order to save time and cost. The accessions with high root dry weight such as V 1414AG, V 1415AG, SUT 5, KPS 2, M 4-2, M 5-1 and M 5-5 were selected for further study and breeding for high yield and drought tolerance. The evaluation of root system in wooden blocks was better than the evaluation in trays for assessment of tap root penetration and root distribution.

Under well-watered condition, roots of most accessions distributed mainly at soil surface. While under drought condition, distribution of roots was found more at soil depth than at soil surface. Tap root also penetrated deeper than under well-watered condition. Moreover, water stress affected reproductive growth of mungbean, causing decrease in days to flowering and days to maturity. Putative drought tolerant accessions were selected for further study and breeding. **(ii) Improvement of agronomic and physiological characters related to yield by conventional breeding and analysis of heterosis and yield of the first generation hybrids.** Heterosis analysis of hybrids from 33 crosses between parents differing in 10 agronomic and physiological characters showed that significant heterosis when compared to parental mean [heterosis (F_1); H_{F1}] was found in all characters except seed weight/plant and seed number/plant. Heterosis (F_1) when compared to F_2 mean [heterosis (F_1 vs F_2); H_{F1vsF2}] of all characters was significantly different except seed number/plant. When heterosis of yield (seed weight/plant) was evaluated on hybrids from 33 crosses, H_{F1} of hybrids from 9 crosses was significantly higher than parental mean. At the end of this first phase project, F_5 seeds from single seed descent method of selection were obtained from 15 crosses (180-200 lines/cross). These lines will be further selected for improving agronomic and physiological characters and yield in the second phase project.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 3

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด และข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 4

ขอบเขตของโครงการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 การศึกษาสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต และการประเมินระบบรากของถั่วเขียวพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ 7

ส่วนที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีดั้งเดิม เพื่อปรับปรุงลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตของถั่วเขียว และการศึกษาความดีเด่น และผลผลิตในลูกผสมชั่วที่หนึ่ง 13

บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ส่วนที่ 1 การศึกษาสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทางของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต และการประเมินระบบรากของถั่วเขียวพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ 16

การศึกษาลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาของประชากรถั่วเขียวเบื้องต้น 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของถั่วเขียว 26
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีต่อผลผลิตของถั่วเขียว 27
การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง (path coefficient analysis) 31
การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีระบบรากมากในกระบะดินผสมทราย 40
การทดลองระบบรากในกล่องไม้ 52
ส่วนที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีดั้งเดิม เพื่อปรับปรุงลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตของถั่วเขียว และการศึกษาความดีเด่น และผลผลิตในลูกผสมชั่วที่หนึ่ง 63
การศึกษาความดีเด่นของลูกผสม 63
บทที่ 4 บทสรุป
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 69
บรรณานุกรม 71
ภาคผนวก 76
ประวัติผู้วิจัย 99

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วเขียวสายพันธุ์ต่างประเทศจาก AVRDC 17

2 ค่าเฉลี่ยลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วเขียวจาก AVRDC และถั่วเขียวสายพันธุ์ปรับปรุงในประเทศไทย 23

3 ผลการวิเคราะห์ความปรวนแปร สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation) ช่วงข้อมูล (range) ค่าเฉลี่ย (mean) และอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (broad sense heritability) ของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยา 14 ลักษณะในถั่วเขียว 58 พันธุ์/สายพันธุ์ 34

4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ (r_p) และจีโนไทป์ (r_g) ของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยา 14 ลักษณะในถั่วเขียว 58 พันธุ์/สายพันธุ์ 35

5 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยา 14 ลักษณะของถั่วเขียว 15 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูง 36

6 อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยา 9 ลักษณะ ของถั่วเขียว 58 พันธุ์/สายพันธุ์ 37

7 ลักษณะที่ต้องการปรับปรุงของคู่ผสมเพื่อศึกษาความดีเด่น และปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต 39

8 ค่าสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของน้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งยอด พื้นที่ใบ คะแนนสีใบ ความยาวรากแก้ว ความยาวราก/ปริมาตรดิน และอัตราส่วนยอดต่อราก ของถั่วเขียว ที่ปลูกในกระบะดินผสมทราย ในสภาวะงดให้น้ำ 41

9 ค่าสหสัมพันธ์ทางฟีโนไทป์ของน้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งยอด พื้นที่ใบ คะแนนสีใบความยาวรากแก้ว ความยาวราก/ปริมาตรดิน และอัตราส่วนยอดต่อราก ของถั่วเขียวที่ปลูกในกระบะดินผสมทราย ในสภาวะให้น้ำปกติ 41

10.1 ค่าเฉลี่ยลักษณะพื้นที่ใบ คะแนนสีใบ ความยาวรากแก้ว และความยาวราก/ปริมาตรดิน 44

10.2 ค่าเฉลี่ย น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักแห้งยอด และอัตราส่วนยอดต่อราก ของถั่วเขียวที่ปลูกในกระบะดินผสมทราย ในสภาวะให้น้ำปกติ และงดให้น้ำ 48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

11 ลักษณะและสายพันธุ์ที่คัดเลือก เพื่อนำไปผลิตลูกผสมสำหรับการทดสอบระบบราก 52

12 น้ำหนักแห้งยอดและราก และพื้นที่ใบ/ต้น เมื่อปลูกถั่วเขียวในสภาวะให้น้ำปกติและงดให้น้ำ 53

13 ความยาวรากแก้วและความยาวรากรวม เมื่อปลูกในสภาวะให้น้ำปกติและงดให้น้ำ 54

14 จำนวนวันที่ใบล่างเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาล วันดอกแรกบาน และวันฝักแรกสุกเมื่อปลูกในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 54

15 การวัดสีใบเมื่อปลูกถั่วเขียวในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 55

16 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วเขียว 4 ประชากร เปอร์เซ็นต์ความดีเด่น (heterosis) ของ F_1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (H_{F1}) และเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของ F_1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของ F_2 (H_{F1vsF2}) 65

17 ค่าเฉลี่ยผลผลิตของถั่วเขียวทั้ง 4 ประชากรที่คัดเลือกโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ เปอร์เซ็นต์ความดีเด่น (heterosis) ของผลผลิตในชั่ว F_1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (H_{F1}) และเปอร์เซ็นต์ความดีเด่นของผลผลิตในชั่ว F_1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของ F_2 (H_{F1vsF2}) 67

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ลักษณะการแผ่กระจายของรากถั่วเขียวสายพันธุ์ V 4785 (1A และ 1B) และ V 3388 (1C และ 1D) ในสภาวะให้น้ำปกติและสภาวะงดให้น้ำ 58

2 ลักษณะการแผ่กระจายของรากถั่วเขียวสายพันธุ์ V 5036 (1E และ 1F) และ V 4535 (1G และ 1H) ในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 59

3 ลักษณะการแผ่กระจายของรากถั่วเขียวสายพันธุ์ มทส 2 (1I และ 1J) และ V 4718 (1K และ 1L) ในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 60

4 ลักษณะการแผ่กระจายของรากถั่วเขียวสายพันธุ์ V 2396 (1M และ 1N) และ V 3096 (1O และ 1P) ในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 61

5 ลักษณะการแผ่กระจายของรากถั่วเขียวสายพันธุ์ V 5461 (1Q และ 1R) และ V 3109 (1S และ 1T) ในสภาพให้น้ำปกติและสภาพงดให้น้ำ 62