

พันธุกรรมลักษณะต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลของถั่วเขียว

Inheritance of Resistance to Cercospora Leaf Spot in Mungbean

อุดม เลียบวัน¹ และ สุรพล อูปคิสสกุล²

Udom Leabwon and Surapon Oupadissakoon

ABSTRACT

Genetic studies on the resistance to cercospora leaf spot and some other quantitative traits in 45 F_1 's deriving from diallel crosses of 10 mungbean varieties indicated that additive gene action was the mode of inheritance for cercospora leaf spot resistance, 100-seed weight, plant height and number of pods per plant. While the inheritance of days to first flower, days to first ripe pod, days to maturity and yield per plant were governed by dominant gene action. Broad sense and narrow sense heritability of the resistance to cercospora leaf spot were about 99 and 75 percent, respectively.

Cercospora leaf spot resistance had direct negative effect on yield. Total effect or correlation coefficient between these characters was positive due to highly positive indirect effect via number of pods per plant. From proceeding cause, it was difficult to get both good resistance to cercospora leaf spot and high yield at the same time. However, plants, with the following characters; resistance to cercospora leaf spot, medium to tall plant height, many pods per plant, and medium seed size should be selected for mungbean breeding program in Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุกรรมในถั่วเขียวลูกผสม 45 คู่ ที่ได้จากการผสมแบบพหุกันหมดของพ่อ-แม่ 10 พันธุ์ พบว่าการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล น้ำหนัก 100 เมล็ด ความสูงและจำนวนฝักต่อต้นเป็นแบบผลบวก ส่วนลักษณะอื่น ๆ ที่ศึกษา คือ อายุออกดอกแรก อายุฝักแรกแก่ อายุเก็บเกี่ยวและผลผลิตต่อต้น มีการถ่ายทอดลักษณะเป็นแบบข่ม หนึ่ง ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะอย่างกว้างและอย่างแคบของความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลมีค่าประมาณ 99 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลมีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตในทางลบ แต่ทว่าอิทธิพลทางอ้อมผ่านลักษณะจำนวนฝักต่อต้นเป็นบวกและมีค่าสูง ดังนั้นจึงมีผลให้ค่าสหพันธ์ระหว่างความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลต่อผลผลิตแสดงค่าเป็นบวก ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเขียวให้มีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลและมีผลผลิตสูง

จะทำได้ยาก อย่างไรก็ตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวในประเทศไทยควรคัดเลือกถั่วเขียวที่มีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ลำต้นค่อนข้างสูงจำนวนฝักต่อต้นมาก เมล็ดมีขนาดปานกลาง

คำนำ

โรคใบจุดสีน้ำตาลเกิดจากเชื้อรา *Cercospora canescens* Ellis & Martin โรคนี้พบระบาดทั่ว ๆ ไปในแหล่งที่ปลูกถั่วเขียว โดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝนถั่วเขียวจะเป็นโรคนี้นมากที่สุด โรคใบจุดสีน้ำตาลที่เกิดหลังระยะออกดอกแล้วมีผลให้ผลผลิตถั่วเขียวลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (AVRDC, 1974, 1975 ; Cathedral and Lantican, 1977)

การใช้สารเคมีบางชนิดแม้ว่าสามารถป้องกันโรคนี้ได้ผลดี แต่ทว่าต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงตลอดจนผลได้อาจไม่คุ้มค่า ด้วยเหตุนี้การใช้พันธุ์ต้านทานนับว่าเป็นวิธีป้องกันโรคใบจุดสีน้ำตาลที่ได้ผลแน่นอน หนึ่ง

¹กรมวิชาการเกษตร

²ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาในต่างประเทศก็ได้พบพันธุ์ต้านทานโรคนี้ อาทิเช่น พันธุ์ ML-3, ML-5, ML-15, LM 157, PLM 689, PLM 944 และ PLM 945 (AVRDC, 1975, 1978; Mew, Wang and Mew, 1975) อย่างไรก็ตามการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลในถั่วเขียวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด จากรายงานของ AVRDC (1974) เสนอว่าอาจควบคุมโดยยีนซ่ม 1 คู่ และ Thakur, Patel and Veema (1976) ป่งว่าการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคนี้เป็นแบบซ่มและถูกควบคุมโดยยีนซ่ม 1 คู่ (monogenic dominance) แต่งานทดลองต่อมาในรายงาน AVRDC (1980) พบความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลของถั่วเขียวควบคุมโดยยีนหลายคู่ (general resistance)

ดังนั้น จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลตลอดจนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตบางอย่างของถั่วเขียวเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ถั่วเขียว 10 พันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ พันธุ์ ML-3, ML-5, ML-15, PLM 448, CES 1D-21 พันธุ์เหล่านี้มีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลและมีเมล็ดค่อนข้างเล็ก ส่วนพันธุ์ที่เหลือเป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ แต่ไม่ต้านทานโรค คือ พันธุ์อุทอง - 1, CES 87, PHLV 18, MG 50-10A(G) และ MG 50-10A(Y) ผู้ทดลองใช้วิธีผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) โดยไม่รวมพวกผสมตัวเอง (selfing) และผสมกลับ (reciprocal cross) ทั้งนี้การแยกลูกผสมจากพวกผสมตัวเองใช้ลักษณะพันธุกรรมทางคุณภาพเป็นเครื่องหมาย เช่น ลักษณะสีเมล็ด สี hypocotyl สี epicotyl และความมันของเมล็ด โดยใช้ลักษณะซ่มเป็นต้นพ่อแม่

การผสมพันธุ์ถั่วเขียวกระทำที่เรือนทดลองภาควิชาพืชไร่ ณ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมล็ดที่ได้นำไปทดลอง 2 แห่ง คือ การทดลองในไร่ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา ปลูกเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2521 และการทดลองในกระถาง ณ สถานีพืชไร่อุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ปลูก

เมื่อวันที่ 4 กันยายน 2522 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) ทำ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 45 คู่ผสม การทดลองในไร่ใช้แปลงขนาด 1.5 × 5 เมตร ระยะปลูก 50 × 25 ซม. (แถว × หลุม) ปลูก 3 แถว/แปลง โดยมีแถวกลางเป็นลูกผสม 2 แถวข้างเป็นพันธุ์พ่อและแม่ ปลูกหลุมละ 2 ต้น ใช้ปุ๋ยรองพื้น 16-20-0 อัตรา 100 ก.ก./ไร่ ส่วนการทดลองในกระถางใช้กระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ปลูกกระถางละ 2 ต้น ดินที่ใช้ผสมด้วย sugar cake ใส่ปุ๋ยอัตรา 3-9-6 ก.ก./ไร่ ของ N, P₂O₅ และ K₂O ตามลำดับ เมล็ดที่ปลูกกลุ่ด้วย captan ผสม sevin 85 ตลอดจนการทดลองใช้สารเคมีฉีดป้องกันหนอนต่าง ๆ

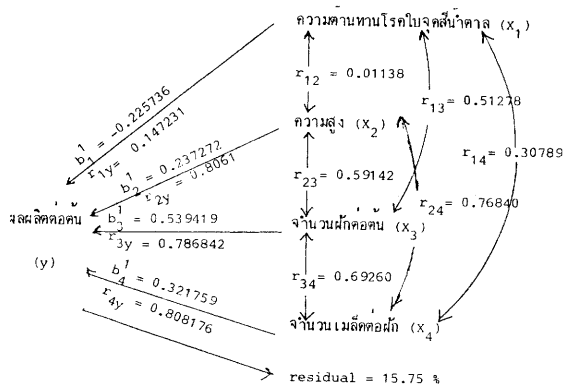
การปลูกเชื้อ cercospora กระทำเมื่อถั่วเขียวอายุ 40 วัน แล้วตรวจผลการเกิดโรคหลังจากปลูกเชื้อ 7 และ 17 วัน ซึ่งเป็นระยะติดฝักโดยให้คะแนนการเป็นโรคตั้งแต่ 0 ถึง 4 (ไม่เป็นโรคถึงเป็นโรคมากกว่า 75%) ลักษณะอื่น ๆ ที่บันทึกได้แก่ อายุออกดอกแรก อายุฝักแรกแก่ อายุเก็บเกี่ยว ความสูง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อต้น

ทุกลักษณะวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบบล็อกสมบูรณ์ตามปกติแต่ลักษณะความต้านทานโรคใช้การวิเคราะห์ผลรวมระหว่างการตรวจผล 2 ครั้ง ในการวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมใช้ method 4 model II ของ Griffing (1956) และประเมินความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมอย่างกว้างและอย่างแคบ (broad sense heritability and narrow sense heritability) อนึ่งการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ใช้วิธีวิเคราะห์แบบเพทโคเอฟฟิเชียนท์ (path-coefficient) ตามแบบของ Wright (1921)

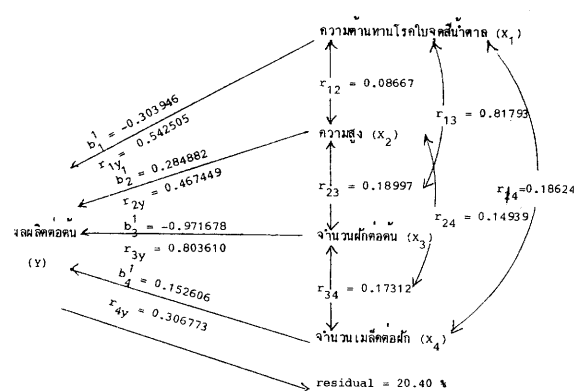
ผล

การทดลองที่ 1 การทดลองในไร่

เนื่องจากสภาพฝนแล้งและปัญหาน้ำชลประทานไม่เพียงพอทำให้คู่ผสมที่มีพันธุ์ PLM 448 เป็นแม่พันธุ์ไม่งอก จึงจำเป็นต้องตัดคู่ผสมที่มี PLM 448 เป็นพ่อหรือแม่พันธุ์ออกจากการทดลองเหลือ 36 คู่ผสมและบันทึกผลการทดลองได้เพียง 3 ซ้ำ



รูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์แบบแพทโคเอฟฟิเซียนซ์ของการทดลองถั่วเขียว 36 คู่ผสมในไร่



รูปที่ 2 แสดงการวิเคราะห์แบบแพทโคเอฟฟิเซียนซ์ของการทดลองถั่วเขียว 45 คู่ผสมในกระถาง

ทุกลักษณะของทั้ง 36 คู่ผสมมีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability, s.c.a.) แตกต่างกัน แต่ทว่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability, g.c.a.) แตกต่างกันเฉพาะลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล อายุออกดอกแรกและน้ำหนัก 100 เมล็ด (ตารางที่ 1.I) โดยที่อัตราส่วน g.c.a./s.c.a. ของทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นชัดเจนว่าลักษณะดังกล่าวมีบทบาทการทำงานของยีนแบบผลบวกเป็นส่วนใหญ่ ส่วนลักษณะอื่น ๆ มีการทำงานของยีนแบบข่ม

องค์ประกอบความแปรปรวน (variance component) และความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ดังตารางที่ 2.I แสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นกว่าการทำงานของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญต่อลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล และน้ำหนัก 100 เมล็ด แต่ลักษณะอื่น ๆ ที่ศึกษาการทำงานของยีนแบบข่ม ทั้งนี้ความต้านทานโรคสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมอย่างกว้างและอย่างแคบเท่ากับ 99% และ 79% ตามลำดับ ส่วนผลผลิตมีความสามารถถ่ายทอดเฉพาะอย่างกว้างเท่ากับ 53%

ลักษณะสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตได้แก่ ความสูง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล โดยเฉพาะจำนวนฝักต่อต้นมีอิทธิพลมากที่สุดทั้งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมหนึ่งผลทางตรงของความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลทำ

ให้ผลผลิตลดลง แต่ทว่า อิทธิพลทางอ้อมผ่านจำนวนฝักต่อต้นทำให้ผลรวมหรือค่าสหสัมพันธ์แสดงค่าเป็นบวก (รูปที่ 1)

การทดลองที่ 2 การทดลองในกระถาง

ความสามารถในการรวมตัวทั่วไปของกลุ่มผสมทั้ง 45 คู่ แตกต่างกันทุกลักษณะยกเว้นผลผลิต ส่วนความสามารถในการรวมตัวเฉพาะแตกต่างกันเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น ลักษณะความสูง และจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 1.II) ทั้งนี้อัตราส่วนระหว่าง g.c.a./s.c.a. บ่งว่าการทำงานของยีนเป็นแบบผลบวก ยกเว้นผลผลิต

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบความแปรปรวนพบว่าความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ความสูง จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีการทำงานของยีนแบบผลบวก แต่ลักษณะที่ศึกษาอีก 4 ลักษณะ คือ อายุออกดอกแรก อายุฝักแรกแก่ อายุเก็บเกี่ยว และผลผลิตมีการถ่ายทอดลักษณะเป็นแบบข่ม อนึ่งความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมอย่างกว้างและอย่างแคบของลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลเท่ากับ 99% และ 71% และ ของลักษณะผลผลิตเท่ากับ 73% และ 14% ตามลำดับ (ตารางที่ 2.II)

ผลการทดลองในกระถางนั้นให้เห็นชัดเจนเช่นเดียวกับการทดลองในไร่ว่าลักษณะสำคัญต่อผลผลิตตามลำดับได้แก่จำนวนฝักต่อต้น ความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ความสูง และจำนวนเมล็ดต่อฝัก (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการรวมตัวของลักษณะบางประการในถั่วเขียว

Source of variation	d.f.	Mean Squares								
		ความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล	อายุออกดอกแรก	อายุฝักแรกแก่	อายุเก็บเกี่ยว	ความสูง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตต่อต้น
I. ปลูกลงสภาพไร่ (36 คู่ผสม)										
g.c.a.	8	2.49 ^{**}	3.53 ^{**}	1.98	5.10	21.10	46.48	0.64	5.38 ^{**}	3.24
s.c.a.	27	0.18 ^{**}	1.06 ^{**}	1.88 ^{**}	5.53 ^{**}	25.80 ^{**}	27.76 ^{**}	0.69 ^{**}	0.09 ^{**}	4.51 ^{**}
Error	70	—	0.30	0.38	1.22	7.67	12.18	0.37	0.03	2.12
	140	0.01								
g.c.a./s.c.a.										
		13.83 : 1 ^{**}	3.33 : 1 ^{**}	1.05 : 1	0.92 : 1	0.82 : 1	1.67 : 1	0.93 : 1	59.78 : 1 ^{**}	0.72 : 1
II. ปลูกลงกระถาง (45 คู่ผสม)										
g.c.a.	9	3.18 ^{**}	3.34 [*]	5.08 ^{**}	11.70 [*]	110.82 ^{**}	378.63 ^{**}	1.01 [*]	33.05 ^{**}	22.33
s.c.a.	35	0.30 ^{**}	1.39	1.45	4.09 ^{**}	17.83	41.31 ^{**}	0.38	0.94 ^{**}	13.67 ^{**}
Error	132	—	0.62	0.51	0.56	11.09	16.55	0.42	0.12	4.23
	264	0.01								
g.c.a./s.c.a.										
		10.60 : 1 ^{**}	2.40 : 1 [*]	3.50 : 1 ^{**}	2.86 : 1 [*]	6.22 : 1 ^{**}	9.16 : 1 ^{**}	2.66 : 1 [*]	35.16 : 1 ^{**}	1.63 : 1

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

วิจารณ์

ยืนยันที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลของถั่วเขียวเป็นแบบผลบวก ซึ่งต่างจากรายงานของ AVRDC (1974) ที่กล่าวว่าความต้านทานโรคนี้ออกควบคุมโดยยีน 1 คู่ ทั้งนี้เพราะผลการพันธุศาสตร์ด้านทานไม่ขึ้นกับจำนวนเชื้อที่ให้ แต่พันธุ์อ่อนแอขึ้นจำนวนแผลขึ้นกับจำนวนเชื้อ อย่างไรก็ตามดีรายงานต่อมาของ AVRDC (1980) พบว่าความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้นการถ่ายทอดความต้านทานโรคนี้นี้ในประเทศไทยควรเป็นแบบผลบวก โดยมียีนหลัก (major gene) ควบคุมน้อยคู่ และทำงานร่วมกับยีนรอง (minor gene) เนื่องจากความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะอย่างกว้างทั้ง 2 การทดลองมีค่าสูงมาก

ผลผลิตต่อต้นแสดงความแปรปรวนของความสามารถในการรวมตัวเฉพาะเท่านั้น ดังนั้นผลผลิตจะมีการถ่ายทอดลักษณะไม่เป็นผลบวกซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับรายงานอื่น ๆ (Singh and Jain, 1971; Singh and Singh, 1972 ; 1974)

เนื่องจากลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝักและความสูง มีอิทธิพลต่อผลผลิตต่อต้นในถั่วเขียว ฉะนั้นควรจะปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวให้มีลักษณะที่กล่าวมานี้ดี โดยเฉพาะจำนวนฝักต่อต้นมีอิทธิพลต่อผลผลิตในทางบวกทั้งทางตรงและทางอ้อม แต่ว่าการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวให้มีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลและมีผลผลิตสูงสุด ในขณะเดียวกันทำได้ยากมาก ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แบบแพทโคเอฟฟีเซียนท์ บ่งให้เห็นชัดเจนว่าอิทธิพลทางตรงของลักษณะความต้านทานโรคนี้อต่อผลผลิตเป็นไปทางลบ นอกจากลักษณะที่กล่าวมาทั้ง 4 ลักษณะนี้ ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ควรพิจารณาขนาดของเมล็ดด้วย ทั้งนี้เพราะว่าตลาดถั่วเขียวในประเทศไทยต้องการถั่วเขียวผิวมัน เมล็ดขนาดใหญ่ซึ่งลักษณะนี้อาจมีผลให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากลักษณะเมล็ดใหญ่มีอิทธิพลทางลบต่อผลผลิตเช่นกัน จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาอาจสรุปได้ว่าโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวในประเทศไทย ควรคัดเลือกต้นถั่วเขียวที่มีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ลำต้นค่อนข้างสูง จำนวนฝักต่อต้นมาก

ตารางที่ 2 ค่า additive genetic variance (V_A), dominant genetic variance (V_D), environmental variance (V_E) และ heritability (h^2) ของลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาไว้ในถั่วเขียว

ลักษณะ	V _A	V _D	V _E	V _A / V _D	h ² (%)	
					broad sense	narrow sense
I. การทดลองในไร่ (36 คู่ผสม)						
ความต้านทานใบจุดสีน้ำตาล	0.66	0.16	0.01	4.12 : 1	98.80	79.52
อายุออกดอกแรก	0.71	0.75	0.30	0.95 : 1	82.95	40.34
อายุฝักแรกแก่	0.03	1.51	0.38	0.02 : 1	80.21	1.56
อายุเก็บเกี่ยว	0	4.31	1.22	0	77.94	0
ความสูง	0	18.12	7.67	0	70.26	0
จำนวนฝักต่อต้น	5.35	15.58	12.18	0.34 : 1	63.21	16.16
จำนวนเมล็ดต่อฝัก	0	0.32	0.37	0	46.38	0
น.น. 100 เมล็ด	1.51	0.06	0.03	25.17 : 1	98.12	94.38
ผลผลิตต่อต้น	0	2.38	2.12	0	52.89	0
II. การทดลองในกระดาด (45 คู่ผสม)						
ความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล	0.72	0.28	0.01	2.57 : 1	99.01	71.29
อายุออกดอกแรก	0.49	0.77	0.62	0.64 : 1	67.02	26.06
อายุฝักแรกแก่	0.91	0.93	0.51	0.98 : 1	78.30	38.72
อายุเก็บเกี่ยว	1.90	3.53	0.56	0.54 : 1	90.65	31.72
ความสูง	23.25	6.74	11.09	3.45 : 1	73.00	56.60
จำนวนฝักต่อต้น	84.33	24.76	16.55	3.40 : 1	86.83	67.12
จำนวนเมล็ดต่อฝัก	0.16	0	0.42	∞	27.59	27.59
น.น. 100 เมล็ด	8.03	0.82	0.12	9.79 : 1	98.66	89.52
ผลผลิตต่อต้น	2.17	9.44	4.23	0.23 : 1	73.30	13.70

เมล็ดสีเขียวมันมีขนาดปานกลาง (น.น. 1,000 เมล็ด
ประมาณ 60 กรัม)

เอกสารอ้างอิง

- Asian Vegetable Research and Development Center. 1974 Annual Report'74. Shanhua, Taiwan, Republic of China. 142 p.
- Asian Vegetable Research and Development Center. 1975. Mungbean report'75. Shanhua, Taiwan, Republic of China. 69 p.
- Asian Vegetable Research and Development Center 1978. Progress report'77. Shanhua, Taiwan, Republic of China. 99 p.
- Asian Vegetable Research and Development Center 1980. Progress report'80. Shanhua, Taiwan, Republic of China. 110 p.
- Catedral, I.G. and R. M. Lantican. 1977. Mungbean breeding program of PULB Philippines. pp. 225-227. In Proceeding of the first international symposium on mungbean. UPLB, Philippines.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian J. Biol. Sci. 9 : 463-493.
- Mew, I-pin ; C.T.C. Wang and T.W. Mew. 1975. Inoculum production and evaluation of mungbean varieties for resistance to *Cercospora canescens*. Plant Dis. Rep. 59 (5) : 397-401.
- Singh, K.B. and R.P. Jain. 1971. Combining ability for pod length and seed size in mungbean. Indian J. Genet. and Plant Breed. 31 (1) : 145-148.
- Singh, T.P. and K.B. Singh. 1972. Mode of

- inheritance and gene action for yield and its components in *Phaseolus aureus*. Canadian J. Genet. and Cytol. 14 (3) : 517-525.
- Singh, T.P. and K.B. Singh. 1974. Components of genetic variance and dominance pattern for some quantitative traits in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.). Z.Pflanzenzucht. 17 (3) : 233-242.
- Thakur, R.P., P.N. Patel and J.P. Verma. 1976. Genetical relationships between reactions to bacterial leaf spot, yellow mosaic and cercospora leaf spot disease in mungbean (*Vigna radiata*). Euphytica 26 : 765-774.
- Wright, S. 1921. Correlation and causation. J. Agr. Res. 20 : 557-585.