

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้าวในลักษณะผลผลิตต่อต้นและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง 23 คู่ผสม

Generation Mean Analysis in Yield per Plant and Yield Components of 23 Soybean Crosses

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์¹ และสุภาพรรณ สุตาคำ²

Peerasak Srinives and Supapan Sutakom

ABSTRACT

Ten soybean cultivars were hybridized to obtain 23 crosses, each having 6 generations, namely P_1, P_2, F_1, B_1, B_2 and F_2 . They were grown at Suwan Farm, Thailand in the late rainy season of 1983 to study the inheritance of yield per plant, seeds per plant and 100 seed weight. Genetic make-up of each character was digested using the method of generation mean analysis.

It was found that seed yield per plant and yield components were controlled by quantitatively inherited genes. Additive gene effect was responsible for most of the heredity of seed yield per plant and yield components. Non additive gene effects, although were large in magnitude as compared to mean and additive gene action, had large standard error of estimate that hindered their significance in many crosses. Thus the plant breeder could use most selection methods being employed in self-pollinated crops to select progenies derived from the crosses, since these schemes utilize additive and interaction of additive gene action very effectively.

บทคัดย่อ

ทำการผสมพันธุ์ถั่วเหลือง 10 พันธุ์ ได้ 23 คู่ผสม แต่ละคู่ผสมประกอบด้วยข้าว P_1, P_2, F_1, B_1, B_2 และ F_2 นำไปปลูกและเก็บข้อมูลที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจในปลายฤดูฝน พ.ศ. 2526 ในลักษณะผลผลิตต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด แล้ววิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้าว เพื่อประมาณปฏิกริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าว ในแต่ละคู่ผสม

พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีส่วนสำคัญที่สุดในการควบคุมการถ่ายทอดลักษณะเหล่านี้ ส่วนปฏิกริยาของยีนแบบไม่เป็นผลบวก แม้ว่ามีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยและปฏิกริยาของยีนแบบผลบวก แต่พบน้อยสำคัญในเพียงไม่กี่คู่ผสม เนื่องจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณมีค่าสูงมาก ดังนั้น นักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงสามารถใช้วิธีการคัดเลือกทั่ว ๆ ไป ที่ใช้กับพืชผสมตัวเองในการปรับปรุงลูกผสมกลุ่มนี้ได้ เพราะวิธีการคัดเลือกเหล่านี้ใช้ประโยชน์จากปฏิกริยาของยีนแบบผลบวก และปฏิกริยาระหว่างยีนแบบผลบวกกับผลบวก ได้ดีอยู่แล้ว

- 1 ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart Univ.
- 2 สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร วิทยาเขตเกษตรลำปาง

คำนำ

การเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในปัจจุบัน ส่วนหนึ่งมุ่งในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และต้านทานโรคและแมลง ผลผลิตต่อต้นเป็นลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องพิจารณาตลอดช่วงการคัดเลือก จนกว่าจะได้สายพันธุ์ ทั้งเป็นลักษณะที่มีองค์ประกอบหลายลักษณะด้วยกันที่สำคัญที่สุดได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อต้น และ น้ำหนัก 100 เมล็ด Limproongratana and Maneephong (1979) และ รังสฤษฎี กาวิตะ (2525) รายงานว่า น้ำหนักเมล็ดต่อต้นมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนเมล็ดต่อต้น แต่มีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด นอกจากนี้ Brim and Cockerham (1961), Wilcox *et al.* (1971), Kaw and Menon (1981) และ รังสฤษฎี กาวิตะ (2525) รายงานว่า ปฏิกริยาของยีนแบบผลบวก (additive gene action) และ ปฏิกริยาของยีนแบบข่ม (dominance gene action) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการถ่ายทอดลักษณะผลผลิตต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และความสูงของต้นถั่วเหลือง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำถั่วเหลือง 10 พันธุ์ คือ SJ 2, SJ 4, SJ 5 และ Wakashima จัดเป็น P_1 ผสมกับพันธุ์ Bossier, clark 63, Davis, Jupiter, Calland และ KS 473 ซึ่งเป็นกลุ่ม P_2 ได้ทั้งหมด 23 คู่ผสม แต่ละคู่ผสม มี 6 ชั่วคือ P_1 , P_2 , F_1 , B_1 , B_2 และ F_2 นำไปปลูกที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา แต่ละแปลงย่อยมี 1 แถว ยาวแถวละ 5 เมตร ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร 1 ต้นต่อหลุม เมื่อถั่วเหลืองแก่ เก็บข้อมูลโดยสุ่มเก็บชั่วที่ 2 แถวละ 5 ต้นส่วนชั่วอื่น ๆ เก็บหมดทุกต้น ลักษณะที่เก็บข้อมูล คือ น้ำหนักผลผลิตต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และความสูงของต้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างชั่วโดยการคำนวณค่า LSD.05 แล้วหาปฏิกริยาของยีนที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตต่อต้น และองค์ประกอบของผลผลิต โดยวิธีวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว

(generation mean analysis) ที่เสนอโดย Mather and Jink (1971) ในที่นี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ในลักษณะผลผลิตต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และ น้ำหนัก 100 เมล็ด เท่านั้น

ผลและวิจารณ์

ผลผลิตต่อต้นของถั่วเหลือง 23 คู่ผสม มีความแตกต่างระหว่างชั่วต่าง ๆ อยู่ 14 คู่ผสม (ตารางที่ 1) แสดงว่าคู่ผสมเหล่านี้มีพ่อแม่ที่มีความแตกต่างกันในพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะนี้ และ พบว่า ในลูกชั่วที่ 2 ของลักษณะผลผลิตต่อต้นมีค่าอยู่ระหว่างพ่อแม่ 15 คู่ผสมและลูกชั่วที่ 1 มีผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างจากลูกชั่วที่ 2 ใน 21 คู่ผสมและไม่ต่างจาก P_1 ในทุกคู่ผสม แต่แตกต่างจาก P_2 อยู่ 9 คู่ผสม ชั่ว B_1 มีผลผลิตต่อต้นอยู่ระหว่าง F_1 กับ P_1 8 คู่ผสม มีหนึ่งคู่ผสมคือ Davis x SJ 5 ที่ B_1 มีผลผลิตต่อต้นสูงกว่า F_1 และ P_1 ส่วน B_2 ส่วนใหญ่มีผลผลิตต่อต้นอยู่ระหว่าง F_1 กับ P_2 (ตารางที่ 1) จากผลการทดลองนี้สันนิษฐานว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกน่าจะมียบทบาทสำคัญในการควบคุมลักษณะผลผลิตต่อต้นในบางคู่ผสม และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย 6 ชั่ว (ตารางที่ 2) ปรากฏว่า ยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญในการควบคุมลักษณะนี้ 18 คู่ผสม ยีนแบบข่มสำคัญใน 11 คู่ผสม ปฏิกริยาระหว่างยีนต่างตำแหน่ง (epistasis) มีความสำคัญใน 15 คู่ผสม ในตารางที่ 3 จำนวนเมล็ดต่อต้นมีชั่วต่าง ๆ แตกต่างกันอยู่ 15 คู่ผสมจากทั้งหมด 23 คู่ผสม ลูกชั่วที่ 2 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นอยู่ระหว่างพ่อแม่ 17 คู่ผสม และไม่แตกต่างจากชั่วที่ 1 21 คู่ผสม ลูกชั่วที่ 1 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นอยู่ระหว่างพ่อแม่ 8 คู่ผสม ที่เหลือไม่แตกต่างจาก P_1 แต่แตกต่างจาก P_2 10 คู่ผสม ชั่ว B_1 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นอยู่ระหว่าง F_1 และ P_1 10 คู่ผสม และส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจาก F_1 และ P_1 ส่วน B_2 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นอยู่ระหว่าง F_1 และ P_2 อยู่ 22 คู่ผสม ในตารางที่ 4 พบว่า ปฏิกริยาแบบผลบวกมีความสำคัญใน 17 คู่ผสม ยีนแบบข่มมีความสำคัญใน 9 คู่ผสม และปฏิกริยาระหว่างยีนต่างตำแหน่งมีความสำคัญใน 11 คู่ผสม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในตารางที่ 3

จากตารางที่ 5 น้ำหนัก 100 เมล็ด มีข้อต่าง ๆ แตกต่างกันอยู่ 16 คู่ผสมจากทั้งหมด 23 คู่ผสม แสดงว่าในกลุ่มผสมที่มีข้อต่าง ๆ แตกต่างกันนั้น มีพ่อแม่ที่มีพันธุกรรมที่ควบคุมน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกัน ลูกชั่วที่ 2 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่างพ่อแม่ 10 คู่ผสม และไม่แตกต่างจากชั่วที่ 1 ในทุกคู่ผสม ชั่วที่ 1 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่างพ่อแม่ 8 คู่ผสม และมีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่า P_1 5 คู่ผสม แต่ไม่แตกต่างจาก P_2 ในทุกคู่ผสม ใน B_1 มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง F_1 กับ P_1 อยู่ 17 คู่ผสม ส่วน B_2 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่แตกต่างจาก F_1 ในทุกคู่ผสม และไม่ต่างกับ P_2 ในเกือบทุกคู่ผสม จากข้อมูลในตารางที่ 6 สรุปได้ว่า ยีนแบบผลบวกมีความสำคัญใน 15 คู่ผสม และมีเครื่องหมายลบหรือมีอิทธิพลในทางลดขนาดเมล็ดนั่นเอง ส่วนยีนแบบข่มมีความสำคัญ 15 คู่ผสม มีอิทธิพลทั้งในทางเพิ่มและลดขนาดเมล็ด ในขณะที่ปฏิกริยาระหว่างยีนต่างตำแหน่งมีความสำคัญใน 14 คู่ผสม

สรุป

จากตาราง 1-6 สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะผลผลิตต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้นและน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลือง ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ โดยปฏิกริยาของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญมากที่สุด นอกจากนี้ ยีนแบบข่มและปฏิกริยาระหว่างยีนต่างตำแหน่ง มีความสำคัญในการควบคุมลักษณะดังกล่าวในบางคู่ผสม ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Brim and Cockerham (1961), Wilcox *et al.* (1971), Kaw and Menon (1981) และ รังสฤษดิ์ กาวิตะ (2525) จึงสามารถคัดเลือกลูกผสมเหล่านี้โดยใช้วิธีคัดเลือก

สำหรับพืชผสมตัวเองโดยทั่ว ๆ ไป เพราะวิธีการเหล่านี้สามารถใช้ปฏิกริยาของยีนแบบผลบวก และปฏิกริยาของยีนต่างตำแหน่งระหว่างผลบวกได้ดีอยู่แล้ว

เอกสารอ้างอิง

- รังสฤษดิ์ กาวิตะ. 2525. การถ่ายทอดลักษณะ “เมล็ดแข็ง” (hard seed) ในถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Brim, C.A. and C.C. Cockerham. 1961. Inheritance of quantitative characters in soybeans. *Crop Sci.* 1:187-190.
- Kaw, R.N. and P.M. Menon. 1981. Combining ability in soybean. *Indian J. of Gen. Br.* 40 (1):305-309.
- Limproongratana, S. and C. Maneephong. 1979. Inheritance of quantitative characters in F_1 hybrid of six varieties of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 13:34-40.
- Mather, K. and J.L. Jink. 1971. *Biometrical Genetics*. Cornell University Press, Ithaca, New York. 382 p.
- Wilcox, J.R., A.H. Probst, K.L. Athow and F.A. Laviolette. 1971. Recovery of recurrent parent phenotype during backcrossing in soybean. *Crop Sci.* 11 (4):502-507.

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และ $LSD_{.05}$ ของลักษณะผลผลิตต่อต้นของข้าวต่าง ๆ ใน 23 กลุ่มผสม

Crosses	Mean						$LSD_{.05}$
	F_2	F_1	B_1	B_2	P_1	P_2	
Davis x SJ 2	18.0 $\pm$ 8.0	29.1 $\pm$ 11.4	26.4 $\pm$ 10.3	19.4 $\pm$ 6.7	23.7 $\pm$ 8.6	14.1 $\pm$ 5.2	10.7
Clark 63 x SJ 2	24.6 $\pm$ 10.8	31.9 $\pm$ 12.6	22.6 $\pm$ 13.1	15.1 $\pm$ 7.3	23.5 $\pm$ 11.3	10.0 $\pm$ 4.3	NS
Bossier x SJ 2	20.8 $\pm$ 8.9	21.5 $\pm$ 6.9	25.9 $\pm$ 8.6	15.4 $\pm$ 6.9	22.4 $\pm$ 8.1	14.5 $\pm$ 4.2	9.4
SJ 2 x Jupiter	13.7 $\pm$ 7.1	27.5 $\pm$ 9.0	24.3 $\pm$ 11.6	20.0 $\pm$ 9.1	25.6 $\pm$ 9.0	13.5 $\pm$ 4.5	8.9
Calland x SJ 2	18.5 $\pm$ 9.3	24.7 $\pm$ 9.2	26.6 $\pm$ 11.0	19.1 $\pm$ 7.9	18.1 $\pm$ 7.5	15.1 $\pm$ 7.7	13.3
SJ 2 x KS 473	18.6 $\pm$ 8.4	26.0 $\pm$ 8.4	19.7 $\pm$ 10.5	20.7 $\pm$ 9.0	21.9 $\pm$ 9.7	11.4 $\pm$ 3.4	7.2
Davis x SJ 4	15.5 $\pm$ 7.1	18.5 $\pm$ 4.9	18.4 $\pm$ 3.0	15.3 $\pm$ 4.4	16.3 $\pm$ 6.0	10.2 $\pm$ 3.3	10.4
Clark 63 x SJ 4	17.3 $\pm$ 5.9	21.9 $\pm$ 7.9	20.3 $\pm$ 8.3	20.9 $\pm$ 9.9	20.4 $\pm$ 7.6	15.7 $\pm$ 5.6	NS
Bossier x SJ 4	13.3 $\pm$ 6.4	21.7 $\pm$ 8.4	18.8 $\pm$ 7.4	12.3 $\pm$ 4.7	15.5 $\pm$ 6.0	10.4 $\pm$ 3.5	8.7
SJ 4 x Jupiter	14.7 $\pm$ 7.1	19.2 $\pm$ 6.2	20.7 $\pm$ 9.4	19.0 $\pm$ 12.1	12.4 $\pm$ 3.5	15.3 $\pm$ 4.6	NS
Calland x SJ 4	15.3 $\pm$ 6.1	20.9 $\pm$ 9.7	14.5 $\pm$ 6.9	19.7 $\pm$ 7.4	17.5 $\pm$ 4.1	14.3 $\pm$ 7.7	NS
SJ 4 x KS 473	20.1 $\pm$ 7.4	28.2 $\pm$ 8.4	17.1 $\pm$ 7.7	18.8 $\pm$ 7.0	12.9 $\pm$ 5.4	14.3 $\pm$ 3.5	10.1
Davis x SJ 5	15.7 $\pm$ 6.0	15.2 $\pm$ 7.9	20.1 $\pm$ 7.0	15.7 $\pm$ 5.3	7.9 $\pm$ 3.7	8.8 $\pm$ 4.9	3.6
Clark 63 x SJ 5	18.3 $\pm$ 8.9	26.0 $\pm$ 7.6	21.1 $\pm$ 7.0	24.5 $\pm$ 9.6	19.1 $\pm$ 5.9	17.0 $\pm$ 6.5	12.7
Bossier x SJ 5	15.5 $\pm$ 6.9	20.3 $\pm$ 9.6	16.7 $\pm$ 4.9	15.1 $\pm$ 7.3	17.7 $\pm$ 6.4	9.3 $\pm$ 3.5	8.9
SJ 5 x Jupiter	18.5 $\pm$ 7.0	19.7 $\pm$ 9.5	18.8 $\pm$ 8.0	17.5 $\pm$ 6.9	17.0 $\pm$ 5.0	13.7 $\pm$ 10.0	NS
Calland x SJ 5	23.1 $\pm$ 9.0	25.9 $\pm$ 8.2	25.7 $\pm$ 9.1	20.7 $\pm$ 7.0	21.2 $\pm$ 6.2	10.9 $\pm$ 4.2	NS
SJ 5 x KS 473	23.1 $\pm$ 11.0	33.7 $\pm$ 10.5	24.5 $\pm$ 11.1	24.4 $\pm$ 10.1	22.7 $\pm$ 8.4	16.2 $\pm$ 5.7	12.4
Davis x Wakashima	21.1 $\pm$ 9.7	30.4 $\pm$ 11.7	24.5 $\pm$ 12.1	22.8 $\pm$ 7.6	29.6 $\pm$ 9.9	15.1 $\pm$ 6.4	15.0
Clark 63 x Wakashima	21.9 $\pm$ 10.1	27.9 $\pm$ 10.1	33.3 $\pm$ 10.0	31.3 $\pm$ 7.8	28.3 $\pm$ 9.6	16.0 $\pm$ 5.3	NS
Bossier x Wakashima	19.1 $\pm$ 9.7	25.4 $\pm$ 8.4	19.3 $\pm$ 9.6	19.3 $\pm$ 8.6	23.3 $\pm$ 9.0	10.4 $\pm$ 2.9	NS
Wakashima x Jupiter	18.1 $\pm$ 7.6	28.0 $\pm$ 10.1	22.4 $\pm$ 5.5	17.1 $\pm$ 5.4	11.8 $\pm$ 6.3	15.2 $\pm$ 5.9	NS
Calland x Wakashima	20.2 $\pm$ 9.5	24.5 $\pm$ 10.1	28.4 $\pm$ 8.7	20.3 $\pm$ 6.5	24.5 $\pm$ 10.1	13.4 $\pm$ 5.6	12.9

NS = ไม่มีความแตกต่างระหว่างข้ออย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมลักษณะผลผลิตต่อต้น ใน 23 คู่ผสม

Crosses	Genetic effects							
	m	d	h	i	j	l		
Davis x SJ 2	-0.8 ± 7.4	4.8** ± 07	45.1 ± 19.8	19.7** ± 7.4	4.4 ± 5.9	-15.3 ± 13.0		
Clark 63 x SJ 2	39.6** ± 11.4	6.7** ± 1.4	-52.4 ± 30.4	-22.9* ± 11.4	1.7 ± 9.2	44.7* ± 19.7		
Bossier x SJ 2	19.1** ± 5.6	3.9** ± 0.9	4.2 ± 13.9	-0.6 ± 5.5	13.1 ± 3.9	-1.8 ± 8.7		
SJ 2 x Jupiter	-14.3 ± 7.3	6.0** ± 0.8	70.0** ± 20.7	33.8** ± 7.3	-3.5 ± 6.7	-28.2* ± 13.8		
Calland x SJ 2	-0.5 ± 5.9	1.5 ± 1.5	15.0** ± 14.9	17.2** ± 5.7	12.0* ± 4.7	-25.7** ± 9.4		
SJ 2 x KS 473	10.4 ± 8.8	5.2** ± 1.2	17.4 ± 23.5	6.3 ± 8.7	-12.5 ± 7.2	-1.8 ± 15.1		
Davis x SJ 4	7.4 ± 4.5	3.0** ± 0.4	21.1 ± 10.9	5.8 ± 4.6	-0.3 ± 2.8	-10.0 ± 6.8		
Clark 63 x SJ 4	4.7 ± 5.5	2.3* ± 1.1	33.0* ± 15.2	13.3* ± 5.4	-5.9 ± 5.0	-15.9 ± 10.0		
Bossier x SJ 4	4.1 ± 4.3	2.5** ± 0.6	19.3 ± 11.5	8.9* ± 4.2	7.8* ± 3.5	1.7 ± 7.8		
SJ 4 x Jupiter	-6.7 ± 8.7	-1.4 ± 0.9	59.9* ± 23.8	20.6* ± 8.6	6.5 ± 7.4	-33.9* ± 15.7		
Calland x SJ 4	8.8 ± 5.5	1.6 ± 1.0	13.9 ± 15.4	7.1 ± 5.5	-13.8** ± 5.0	-1.8 ± 10.1		
SJ 4 x KS 473	31.9** ± 6.0	0.7 ± 0.5	-35.8* ± 16.2	-18.3** ± 5.9	0.1 ± 4.9	32.1* ± 10.8		
Davis x SJ 5	-0.6 ± 5.4	-0.4 ± 0.8	49.2** ± 13.6	8.9 ± 5.3	9.8* ± 4.0	-33.4** ± 9.1		
Clark 63 x SJ 5	0.2 ± 4.5	1.0 ± 0.7	46.5** ± 11.1	17.9** ± 4.4	-8.8** ± 3.1	-20.9** ± 7.3		
Bossier x SJ 5	12.0* ± 5.9	0.2** ± 0.5	5.9 ± 16.0	1.5 ± 5.9	-5.1 ± 4.9	2.4 ± 10.6		
SJ 5 x Jupiter	16.7** ± 5.1	1.6 ± 1.8	4.2 ± 13.4	-1.3 ± 4.7	-0.6 ± 5.0	-1.2 ± 8.9		
Calland x SJ 5	15.8 ± 9.0	5.1** ± 0.8	19.3 ± 20.1	0.3 ± 8.9	-0.1 ± 4.2	-9.1 ± 11.6		
SJ 5 x KS 473	13.9* ± 6.3	3.3** ± 0.6	16.9 ± 16.1	5.6 ± 6.3	-6.3 ± 4.5	2.9 ± 10.3		
Davis x Wakashima	12.3 ± 8.6	7.3 ± 0.8	17.1 ± 23.7	10.0 ± 8.5	-11.2 ± 7.4	0.9 ± 15.8		
Clark 63 x Wakashima	-19.2* ± 9.5	6.2* ± 1.2	117.5** ± 24.5	41.4** ± 9.5	-8.5 ± 6.7	-70.5** ± 16.8		
Bossier x Wakashima	15.9 ± 9.4	6.5** ± 1.1	3.1 ± 24.3	0.9 ± 9.3	-12.9 ± 7.1	6.4 ± 15.7		
Wakashima x Jupiter	6.7 ± 6.5	-1.7 ± 1.6	24.0 ± 18.7	6.8 ± 6.3	14.0* ± 6.3	-2.7 ± 15.4		
Calland x Wakashima	3.4 ± 7.1	5.6** ± 1.0	47.0* ± 18.4	15.60* ± 7.3	5.1 ± 5.5	.8* ± 11.8		

* = Significant at 5 % level of probability

** = Significant at 1 % level of probability

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และ $LSD_{.05}$ ของลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้นของข้าวต่างๆ ใน 23 คู่ผสม

Crosses	Mean						$LSD_{.05}$
	F_2	F_1	B_1	B_2	P_1	P_2	
Davis x SJ 2	153 $\pm$ 73	225 $\pm$ 84	217 $\pm$ 90	151 $\pm$ 54	226 $\pm$ 82	110 $\pm$ 41	84
Clark 63 x SJ 2	185 $\pm$ 72	233 $\pm$ 87	172 $\pm$ 84	100 $\pm$ 47	227 $\pm$ 99	75 $\pm$ 29	NS
Bossier x SJ 2	165 $\pm$ 66	150 $\pm$ 46	216 $\pm$ 66	121 $\pm$ 60	213 $\pm$ 79	101 $\pm$ 30	65
SJ 2 x Jupiter	126 $\pm$ 61	241 $\pm$ 68	215 $\pm$ 109	176 $\pm$ 67	215 $\pm$ 81	115 $\pm$ 30	86
Calland x SJ 2	150 $\pm$ 80	201 $\pm$ 72	231 $\pm$ 95	150 $\pm$ 58	176 $\pm$ 69	146 $\pm$ 87	114
SJ 2 x KS 473	137 $\pm$ 65	187 $\pm$ 53	160 $\pm$ 73	145 $\pm$ 63	236 $\pm$ 101	80 $\pm$ 20	65
Davis x SJ 4	122 $\pm$ 53	165 $\pm$ 41	154 $\pm$ 45	117 $\pm$ 35	139 $\pm$ 50	83 $\pm$ 25	67
Clark 63 x SJ 4	127 $\pm$ 44	171 $\pm$ 62	159 $\pm$ 60	151 $\pm$ 67	177 $\pm$ 67	122 $\pm$ 43	72
Bossier x SJ 4	104 $\pm$ 44	170 $\pm$ 55	158 $\pm$ 53	87 $\pm$ 39	134 $\pm$ 45	86 $\pm$ 26	74
SJ 4 x Jupiter	124 $\pm$ 55	173 $\pm$ 49	163 $\pm$ 56	155 $\pm$ 74	116 $\pm$ 31	125 $\pm$ 28	NS
Calland x SJ 4	123 $\pm$ 44	170 $\pm$ 68	123 $\pm$ 55	147 $\pm$ 58	158 $\pm$ 60	118 $\pm$ 64	NS
SJ 4 x KS 473	152 $\pm$ 55	187 $\pm$ 54	138 $\pm$ 52	124 $\pm$ 44	112 $\pm$ 44	87 $\pm$ 18	70
Davis x SJ 5	132 $\pm$ 43	130 $\pm$ 60	168 $\pm$ 53	127 $\pm$ 48	70 $\pm$ 28	89 $\pm$ 41	54
Clark 63 x SJ 5	132 $\pm$ 64	181 $\pm$ 56	163 $\pm$ 50	170 $\pm$ 68	145 $\pm$ 46	119 $\pm$ 39	NS
Bossier x SJ 5	110 $\pm$ 49	135 $\pm$ 56	129 $\pm$ 33	105 $\pm$ 51	147 $\pm$ 49	72 $\pm$ 23	59
SJ 5 x Jupiter	147 $\pm$ 54	173 $\pm$ 72	154 $\pm$ 63	139 $\pm$ 51	139 $\pm$ 38	108 $\pm$ 76	NS
Calland x SJ 5	167 $\pm$ 54	187 $\pm$ 57	197 $\pm$ 68	156 $\pm$ 55	161 $\pm$ 48	79 $\pm$ 34	NS
SJ 5 x KS 473	150 $\pm$ 68	208 $\pm$ 86	175 $\pm$ 74	149 $\pm$ 64	172 $\pm$ 58	100 $\pm$ 32	72
Davis x Wakashima	138 $\pm$ 64	213 $\pm$ 77	161 $\pm$ 77	144 $\pm$ 50	185 $\pm$ 61	116 $\pm$ 45	68
Clark 63 x Wakashima	150 $\pm$ 73	178 $\pm$ 60	220 $\pm$ 69	214 $\pm$ 45	195 $\pm$ 64	110 $\pm$ 33	NS
Bossier x Wakashima	123 $\pm$ 65	168 $\pm$ 51	139 $\pm$ 66	142 $\pm$ 73	167 $\pm$ 60	74 $\pm$ 18	72
Wakashima x Jupiter	135 $\pm$ 55	221 $\pm$ 78	176 $\pm$ 47	128 $\pm$ 46	89 $\pm$ 45	122 $\pm$ 38	NS
Calland x Wakashima	141 $\pm$ 64	167 $\pm$ 68	193 $\pm$ 52	138 $\pm$ 43	165 $\pm$ 62	96 $\pm$ 37	83

NS = ไม่มีความแตกต่างระหว่างข้ออย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 แสดงอิทธิพลของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้น ใน 23 คู่ผสม

Crosses	Genetic effects						
	m	d	h	i	j	l	
Davis x SJ 2	44 ± 61	58** ± 6	255 ± 163	125* ± 61	15 ± 49	-74 ± 107	
Clark 63 x SJ 2	347** ± 75	77** ± 12	-533** ± 197	-196* ± 74	-10 ± 61	418** ± 128	
Bossier x SJ 2	140** ± 44	56** ± 8	89 ± 112	17 ± 43	77* ± 34	-79 ± 70	
SJ 2 x Jupiter	-96 ± 64	68** ± 7	551** ± 182	279** ± 64	-57 ± 59	-214 ± 120	
Calland x SJ 2	-1 ± 50	15 ± 15	401** ± 127	162** ± 48	132** ± 43	-199* ± 80	
SJ 2 x KS 473	94 ± 64	78** ± 11	78 ± 169	64 ± 63	-126* ± 53	15 ± 108	
Davis x SJ 4	55 ± 36	28** ± 3	156 ± 90	56 ± 36	16 ± 24	-46 ± 157	
Clark 63 x SJ 4	36 ± 39	28** ± 9	228* ± 108	114** ± 38	-40 ± 36	-93 ± 72	
Bossier x SJ 4	35 ± 33	24** ± 5	142 ± 89	75* ± 32	93** ± 28	-7 ± 60	
SJ 4 x Jupiter	-20 ± 57	-5 ± 7	383* ± 152	141* ± 57	23 ± 45	-190 ± 100	
Calland x SJ 4	89 ± 44	19 ± 10	55 ± 123	49 ± 43	-88* ± 43	25 ± 81	
SJ 4 x KS 473	183** ± 40	12** ± 4	-129 ± 105	-84* ± 39	2 ± 31	133** ± 69	
Davis x SJ 5	15 ± 41	-10 ± 6	352** ± 110	64 ± 41	100* ± 33	-237** ± 74	
Clark 63 x SJ 5	-6 ± 32	13** ± 5	366** ± 80	138** ± 32	-40 ± 22	-179** ± 51	
Bossier x SJ 5	83* ± 41	38** ± 4	58 ± 110	27 ± 41	-27 ± 33	-6 ± 72	
SJ 5 x Jupiter	127** ± 39	15 ± 16	35 ± 103	-3 ± 36	-1 ± 38	11 ± 68	
Calland x SJ 5	83 ± 64	41** ± 6	234 ± 163	37 ± 63	0 ± 46	-129 ± 85	
SJ 5 x KS 473	91* ± 40	36** ± 4	121 ± 103	45 ± 39	-20 ± 29	-4 ± 66	
Davis x Wakashima	89 ± 56	34** ± 5	70 ± 155	61 ± 56	-35 ± 48	53 ± 103	
Clark 63 x Wakashima	-118* ± 64	44** ± 8	777** ± 159	269** ± 64	-77 ± 43	-481** ± 106	
Bossier x Wakashima	49 ± 67	46** ± 8	177 ± 176	71 ± 66	-98 ± 52	-58 ± 113	
Wakashima x Jupiter	35 ± 53	-17 ± 11	221 ± 156	70 ± 52	131* ± 51	-26 ± 113	
Calland x Wakashima	32 ± 46	34** ± 7	300* ± 115	98* ± 45	40 ± 33	-166* ± 73	

* = Significant at 5 % level of probability

** = Significant at 1 % level of probability

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และ $LSD_{.05}$ ของน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวต่างๆ ใน 23 คู่ผสม

Crosses	Mean						$LSD_{.05}$
	F_2	F_1	B_1	B_2	P_1	P_2	
Davis x SJ 2	11.7 ± 2.0	12.9 ± 1.6	12.4 ± 1.9	13.0 ± 1.4	10.5 ± 1.1	12.8 ± 1.9	2.4
Clark 63 x SJ 2	13.2 ± 1.8	13.5 ± 1.4	12.6 ± 1.8	15.0 ± 2.1	10.2 ± 1.2	13.3 ± 1.7	2.2
Bossier x SJ 2	12.6 ± 1.6	14.6 ± 1.6	11.9 ± 1.2	13.0 ± 1.7	10.5 ± 0.9	14.5 ± 1.3	1.3
SJ 2 x Jupiter	10.8 ± 1.9	11.3 ± 1.3	11.5 ± 1.8	11.2 ± 2.0	10.1 ± 1.2	11.7 ± 1.5	1.8
Calland x SJ 2	12.5 ± 1.9	12.3 ± 1.3	11.6 ± 1.3	12.6 ± 1.8	10.3 ± 1.0	11.0 ± 2.3	2.0
SJ 2 x KS 473	14.0 ± 2.1	13.8 ± 1.7	11.9 ± 1.7	14.3 ± 1.1	9.3 ± 1.0	14.2 ± 1.9	3.5
Davis x SJ 4	12.6 ± 1.6	11.2 ± 1.3	11.9 ± 1.5	13.3 ± 0.9	11.7 ± 1.3	12.1 ± 1.0	NS
Clark 63 x SJ 4	13.8 ± 2.2	12.9 ± 1.3	12.7 ± 1.0	13.4 ± 1.3	11.6 ± 1.1	12.9 ± 1.3	1.9
Bossier x SJ 4	12.9 ± 2.2	12.7 ± 2.0	12.0 ± 2.0	14.7 ± 3.2	11.4 ± 1.0	12.0 ± 1.4	2.1
SJ 4 x Jupiter	11.5 ± 2.1	11.0 ± 0.7	12.5 ± 2.5	11.6 ± 2.6	11.6 ± 1.0	12.0 ± 1.5	NS
Calland x SJ 4	12.3 ± 1.7	12.2 ± 1.3	11.4 ± 1.8	13.5 ± 2.1	11.5 ± 1.5	12.2 ± 1.3	2.0
SJ 4 x KS 473	14.7 ± 2.0	15.2 ± 1.9	12.4 ± 1.9	14.3 ± 2.0	11.5 ± 1.3	16.3 ± 2.1	4.5
Davis x SJ 5	11.8 ± 1.6	11.5 ± 1.1	11.9 ± 1.1	12.4 ± 1.1	11.0 ± 1.5	9.5 ± 1.5	NS
Clark 63 x SJ 5	14.1 ± 2.1	14.5 ± 1.9	13.0 ± 1.5	14.6 ± 2.3	13.2 ± 0.5	14.1 ± 1.6	2.4
Bossier x SJ 5	14.0 ± 2.6	14.9 ± 2.1	12.9 ± 2.4	14.6 ± 2.7	11.8 ± 1.0	12.9 ± 2.2	2.9
SJ 5 x Jupiter	12.6 ± 1.7	11.1 ± 1.7	12.1 ± 1.5	12.5 ± 1.8	12.2 ± 1.1	12.0 ± 1.5	1.4
Calland x SJ 5	13.6 ± 0.6	13.8 ± 1.3	13.4 ± 0.9	13.5 ± 1.8	13.2 ± 1.0	14.1 ± 1.2	NS
SJ 5 x KS 473	14.8 ± 1.9	16.3 ± 2.1	13.8 ± 1.7	16.4 ± 1.6	13.4 ± 1.2	15.8 ± 1.5	4.2
Davis x Wakashima	15.5 ± 2.5	14.2 ± 2.0	15.1 ± 1.2	16.0 ± 2.2	16.0 ± 1.5	13.1 ± 2.1	2.5
Clark 63 x Wakashima	14.7 ± 2.8	15.6 ± 1.1	15.1 ± 1.0	14.5 ± 3.7	14.7 ± 1.4	14.6 ± 2.5	NS
Bossier x Wakashima	15.7 ± 3.0	15.0 ± 1.3	14.1 ± 1.1	14.0 ± 2.0	14.1 ± 2.7	14.1 ± 2.1	NS
Wakashima x Jupiter	13.7 ± 1.9	12.6 ± 0.4	12.8 ± 1.6	13.7 ± 2.2	13.2 ± 2.0	12.2 ± 1.4	NS
Calland x Wakashima	14.6 ± 1.7	14.6 ± 1.7	14.7 ± 1.9	14.6 ± 1.5	14.7 ± 1.8	14.0 ± 1.8	NS

NS = ไม่มีความแตกต่างระหว่างข้ออย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6 แสดงอิทธิพลของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ใน 23 คู่ผสม

Crosses	Genetic effects						
	m	d	h	i	j	l	
Davis x SJ 2	7.7** ± 1.6	-1.1** ± 0.2	10.7** ± 4.1	4.0* ± 1.6	1.0 ± 1.2	-5.6 ± 2.6	
Clark 63 x SJ 2	9.3** ± 1.9	-1.5** ± 0.3	11.3* ± 5.1	2.4 ± 1.9	-1.6 ± 1.6	-7.1* ± 3.3	
Bossier x SJ 2	12.9** ± 1.0	-1.9** ± 0.1	-3.0 ± 2.7	-0.4 ± 1.1	1.7* ± 0.8	4.7 ± 1.8	
SJ 2 x Jupiter	8.7** ± 1.5	-0.8** ± 0.2	5.9 ± 4.2	2.2 ± 1.5	2.1 ± 1.3	-3.2 ± 2.7	
Calland x SJ 2	12.4** ± 1.1	-0.4 ± 0.3	0.5 ± 5.5	-1.8 ± 1.1	-1.3 ± 0.9	-0.6 ± 1.7	
SJ 2 x KS 473	15.4** ± 1.2	-2.5** ± 0.3	-3.9 ± 4.0	-3.6* ± 1.7	0.1 ± 1.1	2.3 ± 2.5	
Davis x SJ 4	12.1** ± 1.1	-0.2* ± 0.1	2.9 ± 2.6	-0.2 ± 1.1	-2.4** ± 0.7	-3.7* ± 1.7	
Clark 63 x SJ 4	15.3** ± 1.3	-0.7** ± 0.2	-3.4 ± 2.9	-3.0* ± 1.3	-0.1 ± 0.7	1.1 ± 1.7	
Bossier x SJ 4	9.8** ± 2.1	-0.3* ± 0.1	9.4 ± 5.9	1.9 ± 2.1	-4.6* ± 1.9	6.5 ± 3.9	
SJ 4 x Jupiter	9.9** ± 2.3	-0.2 ± 0.3	5.4 ± 6.1	1.9 ± 2.3	2.2 ± 1.9	4.3 ± 3.9	
Calland x SJ 4	11.5** ± 1.5	-0.3 ± 0.3	2.6 ± 4.1	0.4 ± 1.5	-3.4* ± 1.3	-2.0 ± 2.7	
SJ 4 x KS 473	19.3** ± 1.6	2.4** ± 0.2	-14.3** ± 4.4	-5.4** ± 1.6	1.1 ± 1.4	10.1** ± 2.9	
Davis x SJ 5	8.9** ± 1.3	0.7** ± 0.3	8.9** ± 3.0	1.3 ± 1.3	-2.5** ± 0.9	-6.4** ± 1.9	
Clark 63 x SJ 5	15.1** ± 0.8	-0.4** ± 0.1	-3.4 ± 6.3	-1.5 ± 1.0	-2.3** ± 0.7	2.8 ± 1.7	
Bossier x SJ 5	13.2** ± 3.2	-0.5** ± 0.2	1.4 ± 8.3	-0.8 ± 3.2	-2.4 ± 2.4	0.3 ± 5.3	
SJ 5 x Jupiter	13.3** ± 1.2	0.1 ± 0.3	-0.9 ± 3.1	-1.2 ± 1.1	-0.9 ± 1.0	-1.5 ± 2.0	
Calland x SJ 5	14.3** ± 1	-0.5** ± 0.2	-2.3 ± 3.3	-0.7 ± 1.1	0.8 ± 1.1	1.8 ± 2.2	
SJ 5 x KS 473	13.5** ± 1.0	-1.4** ± 0.1	2.5 ± 2.6	0.9 ± 1.0	-2.4** ± 0.7	0.3 ± 1.7	
Davis x Wakashima	14.0** ± 1.9	1.5** ± 0.2	5.6 ± 5.2	0.5 ± 1.9	-4.8** ± 1.6	-5.5 ± 3.4	
Clark 63 x Wakashima	14.3** ± 1.8	0.1 ± 0.3	0.6 ± 4.7	0.4 ± 1.7	1.1 ± 1.4	0.8 ± 3.1	
Bossier x Wakashima	20.8** ± 2.3	0.0 ± 0.4	-14.5** ± 5.4	-6.7* ± 2.3	0.1 ± 1.4	8.6** ± 3.2	
Wakashima x Jupiter	13.7** ± 1.9	0.5 ± 0.4	0.3 ± 5.6	-1.0 ± 1.9	-2.8 ± 1.9	-1.4 ± 3.7	
Calland x Wakashima	13.5** ± 1.1	0.4 ± 0.2	2.4 ± 2.6	0.8 ± 1.1	-0.6 ± 0.8	-13 ± 1.7	

* = Significant at 5 % level of probability

** = Significant at 1 % level of probability