สุจินต์ เจนวีรวัฒน์ : การปรับปรุงประชากรข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 และ KS 6 โดยวิธีการคัดเลือกซ้ำสลับแบบประยุกต์ (MODIFIED RECIPROCAL RECURRENT SELECTION IN SUWAN 1 AND KS 6 MAIZE POPULATIONS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 219 หน้า.

การปรับปรุงประชากรข้าวโพดสองประชากรที่มีเฮตเทอโรซิสต่อกัน (heterotic pattern) ไปพร้อม ๆ กันเพื่อใช้เป็นแหล่งในการพัฒนาสายพันธุ์ ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถพัฒนาลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ที่ดีอย่างต่อเนื่อง การคัดเลือกซ้ำสลับแบบประยุกต์ (modified reciprocal recurrent selection; MRRS) เป็นวิธีการคัดเลือกที่ใช้สายพันธุ์แท้ที่ดีเด่นเป็นตัวทดสอบ สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ฝั่งใดฝั่งหนึ่งหรือทั้งสองฝั่งของลูกผสมเดี่ยว วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ (1) เพื่อปรับปรุงข้าวโพดสองประชากรที่มีเฮตเทอโรซิสต่อกันสำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ (2) เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป (gca) สูง และ/หรือ สมรรถนะการรวมตัวจำเพาะ (sca) สูง และให้ผลผลิตสูง และ (3) เพื่อพัฒนาลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตสูง การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธี MRRS จำนวน 2 รอบคัดเลือก โดยใช้ประชากรข้าวโพดพันธุ์ Suwan1(S)C11 (ประชากร A) และพันธุ์ KS6(S)C3 (ประชากร B) ซึ่งมีสายพันธุ์แท้ Ki 47 และ Ki 46 เป็นสายพันธุ์ทดสอบตามลำดับ ในแต่ละรอบประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ การปรับปรุงประชากร การพัฒนาสายพันธุ์แท้ และการพัฒนาลูกผสม โดยประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือก และทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์แท้และลูกผสม ใน 2 สถานที่ ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) และศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในปลายฤดูฝน พ.ศ. 2545 และต้นฤดูฝน พ.ศ. 2548 การคัดเลือกใช้ผลผลิตเป็นหลัก โดยพิจารณาลักษณะสำคัญอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น โรคทางใบ การหักล้มของรากและลำต้น

การปรับปรุงประชากรเริ่มจากการผสมตัวเองต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ได้สายพันธุ์ชั่วที่ 1 (S_1) ของแต่ละประชากร ผสมสายพันธุ์ S_1 กับสายพันธุ์ทดสอบดังกล่าวตามลำดับ (S_1 testcrosses) และประเมินผลผลิตของลูก S_1 testcrosses จำนวน 250 คู่ผสม ของแต่ละประชากรในปลายฤดูฝน พ.ศ. 2544 ที่ไร่สุวรรณ คัดเลือกลูก testcrosses จำนวน 25 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตสูงในแต่ละประชากร และนำสายพันธุ์ S_2 ของสายพันธุ์ที่ให้ลูก testcross ผลผลิตสูงดังกล่าวมาผสมรวม (recombine) เพื่อสร้างประชากรรอบคัดเลือกที่ 1 นำประชากรรอบคัดเลือกที่ 0 และ 1 มาผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) และผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ ทำการทดสอบประชากรตัวเอง (populations per se) รอบคัดเลือกที่ 0 และ 1, ลูกผสมระหว่างประชากร (population crosses) และลูกผสมระหว่างประชากรกับสายพันธุ์ทดสอบ (population topcrosses) ผลการทดลองพบว่า ทุกประชากรของรอบคัดเลือกที่ 1 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะลูกผสมระหว่างประชากร โดย AC1 × BC1 ให้ผลผลิตสูงกว่า AC0 × BC0

10.3% ($P < 0.05$) และยังพบการเพิ่มอิทธิพลของพันธุ์ (variety effects; v_i) และสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปของทั้งสองประชากรตัวเอง แต่อิทธิพลของเฮตเทอโรซิสของพันธุ์ (variety heterosis effects; h_i) เพิ่มขึ้นเฉพาะใน BC1 การสร้างประชากรรอบคัดเลือกที่ 2 ใช้วิธีเดียวกันกับการสร้างประชากรรอบคัดเลือกที่ 1 โดยประเมินผลผลิตของลูก C1-S_1 testcrosses ของแต่ละประชากรในต้นฤดูฝน พ.ศ. 2546 ทดสอบประชากรตัวเองรอบคัดเลือกที่ 0, 1 และ 2, ลูกผสมระหว่างประชากร และลูกผสมระหว่างประชากรกับสายพันธุ์ทดสอบ ผลการทดลองพบว่า AC2, AC2 × BC2 และ BC2 × Ki 46 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และยังพบการเพิ่มขึ้นของอิทธิพลของพันธุ์ และสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปในประชากร AC2 และ BC2 อีกด้วย ค่าเฮตเทอโรซิสเฉลี่ย (average heterosis, $\bar{h}$) มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และสมรรถนะการรวมตัวจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นใน AC2 × BC2 โดยประชากร B มีส่วนช่วยในเฮตเทอโรซิสของผลผลิตของลูกผสมระหว่างประชากรมากกว่าประชากร A ทั้งรอบคัดเลือกที่ 1 และ 2

สายพันธุ์ จำนวน 25 สายพันธุ์ ที่ใช้ผสมรวมในแต่ละประชากร ได้นำไปใช้ในการพัฒนาลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ที่คัดเลือกกับสายพันธุ์ทดสอบ (testcross hybrids; line × tester) และ 10 สายพันธุ์ที่ให้ลูก testcross ผลผลิตสูง 10 อันดับแรก นำไปสร้างลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ที่คัดเลือกจากทั้งสองประชากร (interpopulation hybrids; 10 A lines × 10 B lines) ผลการทดสอบผลผลิตของลูกผสมที่ได้จากประชากรรอบคัดเลือกที่ 0 และ 1 พบว่า ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกของทุกกลุ่มลูกผสมจากประชากรรอบคัดเลือกที่ 1 (ลูกผสมทั้งหมดที่ได้จากประชากรรอบคัดเลือกที่ 1, AC1 testcross hybrids, BC1 testcross hybrids และ C1 interpopulation hybrids) ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบกับลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกของแต่ละกลุ่มลูกผสมที่ได้จากประชากรรอบคัดเลือกที่ 0 ลูกผสมจากประชากรรอบคัดเลือกที่ 1 ที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกยังให้ผลผลิตสูงไม่แตกต่างจากลูกผสมเปรียบเทียบพันธุ์สุวรรณ 4452 แต่มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ($P < 0.05$) และลูกผสม testcross hybrids มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่า interpopulation hybrids การคัดเลือกโดยใช้ผลผลิตแสดงให้เห็นว่า ผลของยีนแบบข่ม (dominance) ของลักษณะผลผลิตเพิ่มขึ้นในขณะที่ผลของยีนแบบบวก (additive) ลดลง ซึ่งเป็นผลให้ได้ลูกผสม interpopulation hybrids ที่มีผลผลิตสูง สำหรับลักษณะอื่น ๆ พบว่า ผลของยีนแบบบวกมีบทบาทสำคัญในลักษณะวันสลัดละอองเกสร 50% วันออกไหม 50% ความสูงต้นและฝัก การหักล้มของต้นและราก โรคทางใบ ความชื้นเมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด

การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (pedigree selection) ได้นำมาใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ในแต่ละประชากร โดยคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ลูก testcross ที่มีผลผลิตสูง ผลการทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์พบว่า 25 สายพันธุ์ ของประชากร AC1 และ BC1 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงกว่า 25 สายพันธุ์ ของประชากร AC0 และ BC0 23% และ 28% ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Ki 47 และมี

วันสลัดละอองเกสร 50% และวันออกไหม 50% เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สายพันธุ์ที่คัดเลือกยังสามารถนำไปใช้ในการผลิตลูกผสม testcross hybrids และ interpopulation hybrids

การคัดเลือกโดยวิธี MRRS มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลผลิตทั้งในส่วนของประชากรและสายพันธุ์ตัวเอง และลูกผสม population cross, population topcross, testcross hybrid และ interpopulation hybrid ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงอิทธิพลของยีนแบบบวกและไม่เป็นแบบบวก การคัดเลือกวิธีนี้สามารถพัฒนาสายพันธุ์และลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงไปพร้อม ๆ กัน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SUJIN JENWEERAWAT : MODIFIED RECIPROCAL RECURRENT SELECTION IN SUWAN 1 AND KS 6 MAIZE POPULATIONS. THESIS ADVISOR : PROF. PAISAN LAOSUWAN, Ph.D., 219 PP.

MRRS/INBRED TESTER/POPULATION/LINE/HYBRID/GCA/SCA

The simultaneous improvement of two heterotic maize populations as the sources for developing inbred lines can help breeders to continuously develop single-cross hybrids which have high yields and good agronomic traits. Modified reciprocal recurrent selection (MRRS) is a selection method using elite inbred lines as testers to develop lines for one or both sides of single-cross hybrids. The objectives of this study were (i) to improve two heterotic maize populations as germplasm sources for new inbred lines, (ii) to develop inbred lines with high general combining ability (gca) and/or high specific combining ability (sca) and high yield, and (iii) to develop high-yielding single-cross hybrids. In this study, two cycles of MRRS were conducted in Suwan1(S)C11 (population A) and KS6(S)C3 (population B) maize populations with respective inbred testers, Ki 47 and Ki 46. Each cycle consisted of three major parts: population improvement, inbred line development and hybrid development. Progress from selection, inbred lines and hybrids were evaluated at two locations: National Corn and Sorghum Research Center (Suwan Farm) and Nakhon Sawan Field Crops Research Center, in late rainy season, 2002 and early rainy season, 2005. The selection was based mainly on grain yields and other important traits, such as foliar diseases, root and stalk lodging, etc. which were also assessed.

The population improvement started with selfing plants which had good agronomic traits to develop S_1 lines of each population. The S_1 lines were crossed with

the respective inbred testers and 250 S_1 testcrosses of each population were evaluated for yield in late rainy season, 2001 at Suwan Farm. The 25 top yielding testcrosses were selected from each and their corresponding S_2 lines were recombined to form C1 populations. The C0 and C1 populations were crossed among them in a diallel scheme and crossed with the respective inbred testers. The C0 and C1 populations per se, their population crosses and their topcrosses were evaluated. The results showed the improvement for grain yield for all C1 populations especially population cross. The cross of AC1 × BC1 yielded higher than the AC0 × BC0 for 10.3% ($P < 0.05$). Variety effects (v_i) and gca effects were also improved for both populations per se, while variety heterosis effect (h_i) was improved only for BC1. The C2 populations were formed in the same manner as their C1 populations. The C1-S_1 testcrosses of each population were evaluated for yields in early rainy season, 2003. The C0, C1 and C2 populations per se, their population crosses and their topcrosses were evaluated. The results showed that the AC2, AC2 × BC2 and BC2 × Ki 46 were improved for grain yields. The AC2 and BC2 were also improved for variety effects and gca effects. Average heterosis ($\bar{h}$) was highly significant, and sca effects seemed to be improved for the AC2 × BC2. The population B contributed more than the population A in the population crosses for heterosis of grain yields in both C1 and C2.

The 25 lines used for recombining in each population were further used to develop testcross hybrids (line × tester), and 10 lines which corresponded to the top 10 testcrosses were used to develop interpopulation hybrids (10 A lines × 10 B lines). Yield trials of C0 and C1 hybrids showed significant improvement for grain yields in all top 10 C1 hybrid groups (C1 hybrids, AC1 testcross hybrids, BC1 testcross hybrids and C1 interpopulation hybrids) compared with the top 10 C0 hybrid groups. The top

10 C1 hybrids also had as high yields as the hybrid check, Suwan 4452, but higher mean for plant height ($P < 0.05$). The testcross hybrids had higher potential for yields than the interpopulation hybrids. The selection for grain yields showed that dominance variance of this trait increased while additive variance decreased, which resulted in the development of high-yielding interpopulation hybrids. For other traits, additive variance had a major role for days to 50% anthesis and silking, plant and ear heights, stalk and root lodging, foliar diseases, grain moisture, and grain shelling percentage.

Pedigree selection was used for line development in each population. The lines developed were selected on the basis of their testcross performance. The results from yield trials of the selected lines showed that the 25 lines of AC1 and BC1 had a higher mean for grain yields than the 25 lines of AC0 and BC0 for 23% and 28%, respectively, relative to the inbred check, Ki 47. However, the number of days to 50% anthesis and silking increased significantly. In addition, the selected lines can be used in both testcross and interpopulation hybrids.

The MRRS program was effective in improving grain yield of both populations and lines per se and hybrid combinations (population crosses, population topcrosses, testcross hybrids and interpopulation hybrids). These suggested that the selection was effective in improving both additive and nonadditive gene effects. Potential high-yielding hybrids and their parental lines can be developed simultaneously from the program.

School of Crop Production Technology — Student's Signature Sujin Jenweerawat

Academic Year 2009 — Advisor's Signature Kaisan Kasawan

Co-advisor's Signature Chokechai Aekatasanawan