ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24 : 417 - 423 (2533)

การปรับปรุงประชากรข้าวโพดพันธุ์ผักอ่อนคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ โดยการคัดเลือกแบบ S_1 และ Full-sib

Population Improvement of Baby Corn Composite 1 DMR by S_1 and Full-sib Selections

สมจินตนา พรหมศร[1] ธวัช ลวะเปารยะ[1] สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์[1] และ ชำนาญ ฉัตรแก้ว[2]

Somjintana Promson, Tavat Lavapaurya, Suranant Subhadrabandhu and Chamnan Chutkaew

ABSTRACT

A comparison study of the two population improvement methods namely S_1 and full-sib selections was conducted to improve yield and quality of young ear corn and downy mildew resistance of Baby Corn Composite 1 DMR in one cycle of selection. The selection intensity was 10 and 20 percent for high quality and high yield. The selected progenies were divided into 4 groups. The first and second groups composed of 20 and 40 S_1 progenies having the qualified young ear weight of 200 and 169 kg/ha, respectively. The third and fourth groups composed of 10 and 20 full-sib progenies with their improved young ear weight of 294 and 296 kg/ha respectively. The random mating system was used in these four populations to develop new populations. Newly improved populations were tested in comparison to the 3 recommended varieties (Suwan 2, Thai Supersweet Composite 1 DMR and Rangsit 1) for yield and downy mildew resistance, in order to evaluate the efficacy of selection methods. The result revealed that all newly improved and original populations were not significantly different in yield. The one cycle improvement of S_1 and full-sib selections showed insignificant difference. However, S_1 recurrent selection showed higher potential for young ear weight with husk, unhusk and weight of acceptable young ears than full-sib selection method. At the 10 and 20 percent selection intensities, the yield of husked young ear in S_1 improved population was 9 and 16 percent higher than in the initial population. While the yield was 7 and 10 percent higher in the unhusk and 24 percent higher in the standardized young ear. The full-sib selection intensity at the 10% and 20%, gave the yield of husked young ear at 7% higher and 4% lower than the original population. While the yield of the unhusked young ear was 2% and 0% higher, and 10% and 7% higher in the standardized young ear.

The average downy mildew infection of newly improved population was a slightly higher than those of the original population. However, the infection of downy mildew to the newly improved populations in the S_1 selection at 20 percent selection intensity was decreased by 6%.

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการคัดเลือกแบบ S_1 และ Full-sib ในการปรับปรุงลักษณะผลผลิตและความต้านทานโรคราน้ำค้างของข้าวโพดพันธุ์ฝักอ่อนคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ ใน 1 รอบของการคัดเลือก จากการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก ปอกเปลือก และน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูง โดยใช้ความเข้มข้นของการคัดเลือก 10 และ 20% ได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และ 2 ประกอบด้วยสายพันธุ์ S_1 20 และ 40 สายพันธุ์ซึ่งมีน้ำหนักฝักอ่อนที่ดีได้มาตรฐาน 32 และ 27 กก./ไร่ กลุ่มที่ 3 และ 4 ประกอบด้วยสายพันธุ์ Full-sib 10 และ 20 คู่ มีน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐาน 47 และ 43 กก./ไร่ ทำการผสมรวมแต่ละกลุ่ม นำประชากรใหม่ทั้ง 4 ประชากรไปทดสอบผลผลิตและความต้านทานโรคราน้ำค้าง โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมและพันธุ์ร่วมทดสอบอีก 3 พันธุ์ คือพันธุ์สุวรรณ 2 ไทยซูปเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ และรังสิต 1 ผลการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างประชากรเดิมและประชากรใหม่ที่ปรับปรุงโดยวิธี S_1 และ FS 1 รอบ ไม่มีความแตกต่างระหว่างวิธีการคัดเลือกแบบ S_1 และ FS และไม่มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของการคัดเลือกที่ 10 และ 20% ในการปรับปรุงทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นการปรับปรุงพันธุ์เพียง 1 รอบ อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น โดยวิธี S_1 ให้ความก้าวหน้าในการคัดเลือกมากกว่าวิธี FS ซึ่งวิธี S_1 ที่ความเข้มข้นของการคัดเลือก 10 และ 20% ให้น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกสูงกว่าประชากรเดิม 9 และ 16% น้ำหนักฝักอ่อนปอกเปลือกสูงขึ้น 7 และ 10% และน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงขึ้น 24% วิธี FS ที่ความเข้มข้นของการคัดเลือก 10 และ 20% ให้น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกสูงและต่ำกว่าประชากรเดิม 7 และ 4% น้ำหนักฝักอ่อนปอกเปลือกสูงขึ้น 2 และ 0% น้ำหนักฝักอ่อนได้มาตรฐานสูงขึ้น 10 และ 7% ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคราน้ำค้างของประชากรใหม่ส่วนใหญ่สูงกว่าประชากรเดิมเล็กน้อย แต่ประชากรใหม่ที่ปรับปรุงโดยวิธี S_1 ที่ความเข้มข้น 20% พบว่ามีการเป็นโรคราน้ำค้างลดลง

คำนำ

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชผักอุตสาหกรรมอีกชนิดหนึ่งซึ่งทำรายได้เข้าประเทศไทยปีละหลายร้อยล้านบาท สามารถจำหน่ายในรูปผักสด ผักสดแช่แข็ง และบรรจุกระป๋อง ข้าวโพดฝักอ่อนสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีในพื้นที่มีการชลประทานเพียงพอ ผลพลอยได้จากส่วนของเปลือก ไหม ช่อดอกตัวผู้และต้นสด สามารถนำไปใช้เป็นอาหารสด หรืออาหารหมักสำหรับโคและกระบือ การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในระยะเริ่มแรกนั้นเกษตรกรใช้พันธุ์ข้าวโพดหวาน ฮาวายเอียนชูการ์ ซึ่งจะประสบปัญหาเกี่ยวกับอายุเก็บเกี่ยวที่ยาวนานถึง 22 วัน การเป็นโรคราน้ำค้าง และผลผลิตต่ำ จากความต้องการของตลาดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงได้ผสมและสร้างพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ขึ้นมาในปี พ.ศ. 2527 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง อายุสั้น ฝักดก ฝักเกิดขึ้นพร้อมกันเป็นจำนวน 2–5 ฝักต่อต้น และต้านทานโรคราน้ำค้างพอสมควร

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงประชากรข้าวโพดทั่ว ๆ ไป ได้แก่ การสร้างประชากรข้าวโพดให้มีผลผลิตสูงขึ้น ลักษณะต่าง ๆ ดีขึ้น เช่น ความต้านทานโรคและแมลง เปอร์เซ็นต์ต้นหักล้มน้อยลง วันออกไหมและอายุเก็บเกี่ยวสั้น คุณภาพของผลผลิตเป็นที่ยอมรับของตลาด และสามารถปรับตัวเข้ากับ

สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้กว้างขวาง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น (Allard, 1960 ; Spraque and Eberhart, 1977) การปรับปรุงแบบพันธุกรรมที่มีในต้นพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำมาใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจมีมานานแล้ว โดยวิธีง่ายที่สุดคือการคัดเลือกหมู่ จนกระทั่งถึงวิธีการสลับซับซ้อนที่นักปรับปรุงพันธุ์ได้พยายามพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อให้การปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Smith, 1966) ในการศึกษาเพื่อปรับปรุงลักษณะต่าง ๆ ของประชากรในครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการคัดเลือกประชากรแบบ S_1 และ Full-sib (FS) เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตเป็นอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการปลูกประชากรที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา เริ่มต้นประมาณ 14,000 ต้น เมื่อปลายฤดูฝนปี 2529 และเมื่ออายุ 1 สัปดาห์ใส่เชื้อโรคราน้ำค้างให้ข้าวโพดโดยวิธี direct method คัดเลือกต้นที่แข็งแรง ฝักดก ต้านทานโรคราน้ำค้าง ทำการผสมตัวเองในฝักบนหลังจากผสมฝักล่างแบบ S_1 ในฤดูแล้ง ปี 2529 ทดสอบผลผลิตและคุณภาพของสายพันธุ์ S_1 200 สายพันธุ์ และ FS 100 คู่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block โดยแบ่งสิ่งทดลองออกเป็นชุด (set) คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 และ FS ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพได้มาตรฐานโดยใช้ความเข้มข้นของการคัดเลือก 10 และ 20% ในต้นฤดูฝน ปี 2530 ปลูก remnant seed ของสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อผสมรวมโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 และ 2 ประกอบด้วยสายพันธุ์ S_1 20 และ 40 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 3 และ 4 ประกอบด้วยสายพันธุ์ FS 10 และ 20 คู่ จากฤดูแล้งปี 2530 ทดสอบผลผลิตและคุณภาพประชากรใหม่ทั้ง 4 ประชากร เปรียบเทียบกับประชากรเดิม ร่วมกับพันธุ์ทดสอบอีก 3 พันธุ์ คือ รังสิต 1, สุวรรณ 2 และ ข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์ไทยซุปเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ทำ 4 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร แถวยาว 6.5 เมตร มี 4 แถว ต่อ 1 แปลงย่อย โดยปลูกหลุมละ 2 ต้น เก็บข้อมูลเฉพาะ 2 แถวกลาง ปลายฤดูฝน 2531 ปลูกทดสอบการเป็นโรคราน้ำค้างในแปลงทดสอบโรคราน้ำค้าง โดยมีพันธุ์ CM 109 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์นับจากวันงอก จึงตรวจนับการเป็นโรคราน้ำค้างครั้งแรก และเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ตรวจนับการเป็นโรคราน้ำค้างครั้งที่ 2

ผลและวิจารณ์

การทดสอบผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของประชากรใหม่ทั้ง 4 ประชากร เปรียบเทียบกับประชากรเดิมและพันธุ์ร่วมทดสอบ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างประชากรเดิมและประชากรที่ปรับปรุงใหม่โดยวิธีการคัดเลือกแบบ S_1 และ FS ใน 1 รอบ ไม่มีความแตกต่างระหว่างวิธีการคัดเลือกแบบ S_1 และ FS และไม่มีความแตกต่างระหว่างความเข้มของการคัดเลือกที่ 10 และ 20% ในการปรับปรุงลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก ปอกเปลือก และน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐาน ทั้งนี้เพราะเป็นการปรับปรุงพันธุ์เพียง 1 รอบ แต่ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ลักษณะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ประชากรใหม่ที่ปรับปรุงพันธุ์โดยวิธี S_1 ที่ความเข้มข้น 10 และ 20% ให้น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกสูงกว่าประชากรเดิม 9 และ 16% น้ำหนักฝักอ่อนปอกเปลือกสูงขึ้น 7 และ

10% และน้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงขึ้น 24% วิธี FS ที่ความเข้มข้น 10 และ 20% ให้น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกสูงและต่ำกว่าประชากรเดิม 7 และ 4% น้ำหนักฝักอ่อนปอกเปลือกสูงกว่าพันธุ์เดิม 2 และ 0% น้ำหนักฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงกว่าพันธุ์เดิม 10 และ 0% ตามลำดับ (Table 1)

ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตได้แก่ จำนวนฝักอ่อนทั้งหมด จำนวนฝักอ่อนต่อต้น จำนวนฝักอ่อนที่ไม่ได้มาตรฐาน ของประชากรเดิมและประชากรใหม่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จำนวนฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานของประชากรใหม่แตกต่างทางสถิติกับประชากรเดิมที่ 0.05 วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบ S_1 ให้จำนวนฝักอ่อนได้มาตรฐานแตกต่างทางสถิติกับวิธี FS ที่ 0.05 โดยที่การปรับปรุงพันธุ์แบบ S_1 ที่ความเข้มข้น 10 และ 20% ให้จำนวนฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงขึ้น 28 และ 26% วิธี FS ที่ความเข้มข้น 10 และ 20% ให้จำนวนฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงขึ้น 9 และ 10% (Table 2) ดังนั้นวิธี S_1 สามารถคัดยีนที่แฝงอยู่ได้เร็วกว่าวิธี FS เนื่องจากการผสมตัวเอง 1 ครั้ง เพื่อให้แสดงลักษณะของตัวเอง *(per se)* และลักษณะแฝงแสดงออกมาได้เต็มที่ทำให้สามารถคัดลักษณะที่ไม่ต้องที่แฝงอยู่ออกได้ ส่วนวิธี FS ลักษณะที่ไม่ดีแสดงออกมาให้เห็นน้อยกว่าเนื่องจากถูกบดบังด้วย heterosis

ลักษณะทางเกษตร ได้แก่ อายุเก็บเกี่ยว ช่วงการเก็บเกี่ยว จำนวนครั้งที่เก็บเกี่ยว ความสูงต้น ความสูงฝักบนสุด ความแข็งแรงของต้น ของประชากรใหม่และประชากรเดิมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3)

พันธุ์ CM 109 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้างเป็นโรค 100% ประชากรเดิมเป็นโรค 77% ประชากรใหม่ที่ปรับปรุงโดยวิธี FS และ S_1 ที่ความเข้มข้น 10% เป็นโรค 84 และ 78% ที่ความเข้มข้น 20% เป็นโรค 79 และ 72% ตามลำดับ ซึ่งการปรับปรุงวิธี S_1 ที่ความเข้มข้น 20% สามารถลดการเป็นโรคลงได้ 5% ต่อรอบการคัดเลือกเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรเดิม (Table 4) อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่าประชากรที่ปรับปรุงใหม่ ส่วนใหญ่เป็นโรคราน้ำค้างสูงกว่าประชากรเดิม ซึ่ง วิทิตร (2530) กล่าวว่า ความต้านทานโรคนี้ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (polygenes) ลูกผสมของพ่อแม่ที่ต้านทานจะแสดงระดับความต้านทานสูง เมื่อนำมาผสมรวมกันใหม่จะเกิดการจับคู่ของยีนขึ้นใหม่ ดังนั้นลักษณะไม่ต้านทานจึงแสดงออกมาให้เห็น นอกจากนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากเทคนิคในการปลูกเชื้อโรคราน้ำค้างโดยตรง (direct method) ซึ่งอาจไม่ดีนักในฤดูแรก ประกอบกับสภาพแวดล้อมอาจไม่เหมาะสมในการสร้างสปอร์แพร่เชื้อ ทำให้พบต้นที่เป็นโรคในฤดูแรกน้อยมากคือประมาณ 10% ซึ่งแสดงว่าต้นที่ไม่เป็นโรคที่คัดเลือกนั้นอาจจะต้านทานแบบ escape ทำให้การสร้างสายพันธุ์ S_1 และ FS โดยคัดเลือกต้นที่ต้านทานนั้นอาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวในการปรับปรุงพันธุ์รอบต่อไปควรจะทดสอบความต้านทานโรคของสายพันธุ์ก่อน แล้วคัดเลือกสายพันธุ์ที่ต้านทานมาผสมรวมกัน ซึ่ง ธนันท์ (2531) ได้ใช้วิธี S_1 ในการปรับปรุงความต้านทานโรคราน้ำค้างของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์รังสิต 1 โดยทำการทดสอบ S_1 จำนวน 232 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ต้านทานได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวน 30 สายพันธุ์ เป็นโรคราน้ำค้างเฉลี่ย 46% กลุ่มที่ 2 จำนวน 30 สายพันธุ์เป็นโรคราน้ำค้างเฉลี่ย 37.8% ผสมรวมกันแต่ละกลุ่มได้ พันธุ์ RSI-KUI และ RSI-KU2 ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบโรคราน้ำค้างพบว่า มีความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นคือเป็นโรคเพียง 43 และ 35% ต่ำกว่าพันธุ์เริ่มปรับปรุงคือ RS1 (S) C_1 (MJ) ซึ่งเป็นโรค 51%

Table 1 Yield of improved population, initial population and recommended varieties of baby corn. (planted during November 1987 - January 1988).

Varietal selection	Yield (kg/rai)					
	Unhusked ear	Percent of control	Husked ear	Percent of control	Acceptable ear	Percent of control
B-Cl (S) C_1 (10)-F_1	1,168	109	160	107	96	124
B-Cl (S) C_1 (20)-F_1	1,244	116	165	110	96	124
B-Cl (FS) C_1 (10)-F_1	1,151	107	153	102	85	110
B-Cl (FS) C_1 (20)-F_1	1,033	96	150	100	77	100
B-Cl Co	1,071	100	150	100	77	100
S-TC1 DMR	817	76	117	78	41	53
RSl (S) C_1 (KUl)-F_1	1,546	144	226	150	137	170
SW2 (S) C_7-F_3	1,016	95	126	84	76	99
Means	1,131	-	156	-	86	-
C.V. (%)	12	-	11	-	14	-
L.S.D. .05	203	-	26	-	18	-
.01	276	-	35	-	24	-

Table 2 Total ear number, ears per plant, number of acceptable ears and percentages of those.

Varietal selection	Total ear numbers	Percent of control	Ears per plant	Number of acceptable ears	Percent of control
B-Cl (S) C_1 (10)-F_1	36,662	109	2.2	20,860	128
B-Cl (S) C_1 (20)-F_1	36,504	109	2.1	20,622	126
B-Cl (FS) C_1 (10)-F_1	32,435	97	1.9	17,818	109
B-Cl (FS) C_1 (20)-F_1	34,528	103	2.0	18,014	110
B-Cl Co	33,501	100	2.0	16,355	100
S-TC 1 DMR	13,748	41	0.8	5,491	34
RSl (S) C_1 (KUl)-F_1	34,845	104	2.1	21,176	129
SW2 (S) C_7-F_3	29,116	87	1.7	16,672	102
Means	31,417	-	1.9	17,126	-
C.V. (%)	10	-	11	13	-
L.S.D. .05	4,651	-	0.3	20	-
.01	6,330	-	0.4	28	-

Table 3 Agronomic characteristics of improved population, initial, population and recommended varieties of baby corn. (planted during November 1987 - January 1988).

Varietal selection	Days to harvest (days)	Harvesting period (days)	Number of harvested days (days)	Plant vigor (1-5)	Plant height (cm)	Ear height (cm)
B-Cl (S) C_1 (10)-F_1	59	11	11	2.3	139	78
B-Cl (S) C_1 (20)-F_1	58	11	11	2.3	143	81
B-Cl (FS) C_1 (10)-F_1	58	10	10	2.1	132	73
B-Cl (FS) C_1 (20)-F_1	57	12	12	2.3	138	78
B-Cl Co	57	11	11	2.4	138	79
S-TC 1 DMR	69	7	7	2.7	183	105
RSl (S) C_1 (KU1)-F_1	62	12	12	1.9	163	100
SW2 (S) C_7-F_3	56	11	11	2.0	140	74
Means	59	11	11	-	147	84
C.V. (%)	2	12	11	-	5	7
L.S.D. .05	1.6	1.9	1.7	-	11	8
.01	2.2	2.6	2.4	-	15	11

Table 4 Downy mildew infection percentage in the improved population, initial population and recommended varieties of baby corn. (planted during July 1988 - September 1988).

Varietal selection	Downy mildew infection (%)	Percent of control (%)
B-Cl (S) C_1 (10)-F_1	78	101
B-Cl (S) C_1 (20)-F_1	72	94
B-Cl (FS) C_1 (10)-F_1	84	109
B-Cl (FS) C_1 (20)-F_1	79	103
B-Cl Co	77	100
S-TC 1 DMR	57	74
RSl (S) C_1 (KUl)-F_1	8	10
SW2 (S) C_7 - F_3	21	27
CM 109	100	130

เอกสารอ้างอิง

วิทิตร ใจอารีย์. 2530. การสำรวจข้าวโพดพันธุ์สังเคราะห์อายุการเก็บเกี่ยวสั้นจากสายพันธุ์ผสมตัวเอง ชั่วที่ 2 ของประชากร Amarillo Cristallino-2 (FS)C_3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนันท์ หาญเกริกไกร. 2531. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนให้ได้ผลผลิตสูงและต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York. 185 p.

Smith, D.C. 1966. Plant breeding : Development and success, pp. 3-54. *In* K.J. Frey, (ed.), Plant Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.

Spraque, G.F. and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding, pp. 305-362. *In* G.F. Spraque (ed.). Corn and Corn Improvement. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.