การประมาณสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยวในข้าวโพดฝักอ่อน

Estimation of Combining Abilities of Baby Corn Inbred Lines and Single-cross Hybrids

ประสาทพร กออวยชัย

Prasatporn Koauychai

เลขหมู่ SB191.M2 ป46 2543 ฉ.2
Bib Key 204654
8 ส.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Plant Science

Prince of Songkla University

2543

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประมาณสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยวในข้าวโพดฝักอ่อน

ผู้เขียน นายประสาทพร กออวยชัย

สาขาวิชา พืชศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ดร. วินิจ เสรีประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรินทร์ ชุ้นสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร. วินิจ เสรีประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรินทร์ ชุ้นสุวรรณ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรพร เรืองเลิศปัญญากุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หอสมุด ศุภพิมังคลาน ยรรยงกระวีนุสรณ์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับเมื่อ
ห้องวิทยานิพนธ์ มอ.
วันที่ เลขที่ 8 ธ.ค. 2553

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประมาณสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยวในข้าวโพดฝักอ่อน

ผู้เขียน นายประสาทพร กออวยชัย

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยว ได้ดำเนินการที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 จากสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ของพันธุ์สุวรรณ 2 เชียงใหม่ 90 และลูกผสมของบริษัท รวมทั้งสิ้น 40 สายพันธุ์ คัดเลือกลูกผสมตัวเองชั่วที่ 4 ได้จำนวน 9 สายพันธุ์ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541 ทำการผสมแบบพบกันหมด ได้ลูกผสมเดี่ยว จำนวน 72 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตในเดือนมกราคม พ.ศ. 2542 โดยมีพันธุ์เปรียบเทียบ 9 พันธุ์ และมีสายพันธุ์พ่อแม่รวมอยู่ด้วยในการทดสอบ วางแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice 9 x 10 พบว่าจากการใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ได้ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูง 10 อันดับแรกคือ 9 x 4, 4 x 7, 3 x 4, 4 x 3, 4 x 9, 4 x 2, 1 x 2, 2 x 9, 5 x 7 และ 5 x 9 ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,032 – 1,344 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และอัตราส่วนของน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก มีค่าระหว่าง 5 : 1 ถึง 8 : 1 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักเล็ก จำนวนต้น ความสูงต้น ความสูงฝัก ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และวันที่เก็บฝักแรก พบว่ามีความแตกต่างระหว่างลูกผสมเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ลักษณะจำนวนฝักกลางและจำนวนฝักต่อต้น พบว่ามีความแตกต่างระหว่างลูกผสมเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ

ผลจากการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมพบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปของลักษณะน้ำหนักฝักดี น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักใหญ่ ความสูงฝักและวันที่เก็บฝักแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จำนวนฝักเล็กมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สมรรถนะการผสมเฉพาะ

ของลักษณะน้ำหนักฝักดี น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักใหญ่ ความสูงต้นและวันที่เก็บฝักแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อวิเคราะห์อิทธิพลการผสมสลับพบว่า ลักษณะความสูงฝัก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพลการผสมสลับ เมื่อใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพบว่า สายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดคือสายพันธุ์ที่ 4 รองลงมาคือ สายพันธุ์ที่ 5 คู่ผสมที่มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุด 3 อันดับแรกคือ 1 x 2, 3 x 4 และ 4 x 9 ตามลำดับ

ผลของการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความสำคัญระหว่างอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ออิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะของน้ำหนักฝักดี มีค่าเท่ากับ 0.405 แสดงว่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความสำคัญมากกว่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปเล็กน้อย

ค่าสหสัมพันธ์ของลำดับระหว่างค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์แท้กับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้ พบว่าจำนวนฝักใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จำนวนฝักเล็ก วันที่เก็บฝักแรกมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับน้ำหนักเปลือก และความสูงฝัก พบว่าค่าสหสัมพันธ์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าสหสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ลักษณะน้ำหนักฝักดีกับลักษณะอื่น ๆ พบว่าลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกสูงกับน้ำหนักฝักดีคือ น้ำหนักฝักหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และจำนวนฝักดี

Thesis Title	Estimation of Combining Abilities of Baby Corn Inbred Lines and Single-cross Hybrids
Author	Mr.Prasatporn Koauychai
Major Program	Plant Science
Academic Year	2000

Abstract

A program to develop baby corn single-cross hybrids was initiated at the Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla in 1997. Forty S_3 lines derived from Suwan 2 , Chiangmai 90 and commercial hybrids were self-pollinated in April 1997. Nine lines were selected from S_4 of different sources. The 9 selected S_4 lines were diallely crossed during January 1998 and June 1998, and 72 single-cross hybrids were obtained. Yield evaluation was carried out during January 1999 using a 9x10 simple rectangular lattice design. All F_1 hybrids and reciprocals together with the 9 inbreds and 9 check varieties were included in the evaluation. The ten single-cross hybrids with the highest weight of standard size young ears were 9x4, 4x7, 3x4, 4x3, 4x9, 4x2, 1x2, 2x9, 5x7 and 5x9. They yielded between 1,032-1,344 kg/ha and had a ratio of unhusked to husked weights between 5:1-8:1. The analysis on weight of unhusked young ears, weights of husked young ears, weight of standard size young ears, husk weight, total number of ears, number of standard size ears, number of large size ears, number of small size ears, number of stalks, plant height, ear height, period of harvest and days to first harvest showed highly significant differences among the crosses. Number of medium size ears and number of ears per stalk showed significant differences among crosses.

The results of diallel analysis showed that general combining ability (GCA) mean squares were highly significant for weights of standard size young ears, husk weights,

number of large size ears, ear height and days to first harvest. GCA mean squares for the number of small size ears were significant. Specific combining ability (SCA) mean squares were highly significant in weight of standard size young ears, husk weight, number of large size ears, plant heights and days to first harvest. Reciprocal effect mean squares were significant in ear heights. All other characters showed no reciprocal effects. Inbred lines which showed the highest GCA effects for weight of standard size young ears were line numbers 4 and 5. The three hybrids which showed the highest SCA effects were 1x2, 3x4 and 4x9.

The relative importance ratio for weight of standard size young ears was 0.405 indicating that SCA effects were more important than GCA effects.

The rank correlation between GCA effects and means of parents for number of large size ears was positive and highly significant. For number of small size ears, the rank correlation was positive and significant. Number of standard size ears and days to first harvest showed non-significant rank correlations.

Analysis of simple correlations between weight of standard size young ears and all other characters revealed that weight of husked young ears, weight of unhusked young ears and number of standard size ears were positively correlated with weight of standard size young ears.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบคุณ ดร.วินิจ เสรีประเสริฐ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรินทร์ ชุ้นสุวรรณ กรรมการปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการศึกษาวิจัย การเขียนและการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรพร เรืองเลิศปัญญากุล กรรมการสอบ ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2540- 2542 โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ และขอขอบคุณ คุณสุวรรณษา ชูเชิด คุณธงชัย ชูเชิด คุณปิยนุช จันทรัมพร คุณสกุลศักดิ์ ณ สงขลา คุณวิศิษย์ เกตุปัญญาพงศ์ พี่น้องและเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จการศึกษา

ประสาทพร กออวยชัย

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (3)
Abstract..... (5)
กิตติกรรมประกาศ..... (7)
สารบาญ..... (8)
รายการตาราง..... (9)
บทที่
1.บทนำ..... 1
บทนำต้นเรื่อง..... 1
ตรวจเอกสาร..... 2
วัตถุประสงค์..... 8
2.วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ..... 9
3.ผล..... 19
4.วิจารณ์..... 42
5.สรุป..... 46
เอกสารอ้างอิง..... 48
ภาคผนวก..... 51
ประวัติผู้เขียน..... 57

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. องค์ประกอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice 1 ชุดการทดลอง..... 13
2. องค์ประกอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมตามวิธีที่ 1 โมเดล 1 ของ Griffing (1956)..... 15
3. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี และอัตราส่วนน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก ของลูกผสมเดี่ยว 10 อันดับแรกและพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 9 พันธุ์..... 20
4. ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักดี สมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะและความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด10 อันดับแรก..... 21
5. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อน ของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 26
6. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อน ของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 27
7. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะจำนวนฝักอ่อน ของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 28
8. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะจำนวนฝักอ่อน ของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 29
9. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะจำนวนต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก จำนวนฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และวันที่เก็บฝักแรกของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 30
10. ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะจำนวนต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก จำนวนฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และวันที่เก็บฝักแรกของลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ..... 31
11. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะน้ำหนักฝักดีของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....32

รายการตาราง (ต่อ)

12. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะน้ำหนักเปลือกของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....33
13. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะจำนวนฝักใหญ่ของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....34
14. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะจำนวนฝักเล็กของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....35
15. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) และอิทธิพลการผสมสลับ (ใต้เส้นทะแยงมุม) ในลักษณะความสูงฝักของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....36
16. ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะวันที่เก็บฝักแรกของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว.....37
17. ค่าอัตราส่วนความสำคัญของอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ออิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะในลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพดฝักอ่อน..... 38
18. สหสัมพันธ์ของลำดับระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้กับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้..... 39
19. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนฝักดี น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก และน้ำหนักฝักดี.....40
20. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลางและจำนวนฝักเล็ก..... 41

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn หรือ young ear corn) เป็นข้าวโพดที่เก็บฝักมาบริโภคเมื่อฝักยังอ่อนอยู่ คือสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ไหมยังไม่โผล่จากเปลือกจนกระทั่งไหมโผล่จากเปลือก ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับการสนับสนุนให้มีการผลิตเพิ่มขึ้น เพราะเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ ตามสถิติการส่งออกพบว่าประเทศไทยส่งข้าวโพดฝักอ่อนไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นทุกปี โดยส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งในรูปฝักสดและบรรจุกระป๋อง (สมเกียรติ, 2536) ในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 59,585 เมตริกตัน มีรายได้จากการส่งออก 1,598 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2541) การเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนให้ตรงตามมาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรม โดยฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้วต้องมีความยาวตั้งแต่ 5 – 13 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1.0 – 1.5 เซนติเมตร มีความสม่ำเสมอของขนาดฝัก สีสัน ตลอดจนการเรียงตัวของเมล็ดฝักอ่อน ฝักต้องสด ปลายฝักไม่บิด (สุรพงษ์, 2540) แต่ปัญหาในการผลิตพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่เกษตรกรปลูก ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ คุณภาพฝักอ่อนไม่สม่ำเสมอและมีการใช้แรงงานสูง วิไล (2532) จึงเสนอแนะว่าควรปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนให้มีผลผลิตสูง มีคุณภาพของฝักอ่อนที่ดี ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ต้านทานต่อโรคและแมลง เพื่อที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูกในการเพิ่มผลผลิต

ในการศึกษานี้ แผนการผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) ได้ใช้เพื่อศึกษาสมรรถนะการผสมของข้าวโพดฝักอ่อนสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว ในการศึกษาสมรรถนะการผสมโดยใช้โมเดล 1 (fixed effect model หรือ model I) จุดประสงค์คือการเปรียบเทียบสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability : GCA) ของพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อแม่ และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability : SCA) ของสายพันธุ์ลูกผสม นอกจากนี้ยังศึกษาว่าการผสมสลับระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่จะมีผลต่อการแสดงออกในลักษณะใดบ้างในข้าวโพดฝักอ่อน

ตรวจเอกสาร

การวิเคราะห์ไดอัลลีล (diallel analysis)

แผนการผสมแบบพบกันหมด เกิดจากการนำสายพันธุ์จำนวน p สายพันธุ์ มาผสมแบบพบกันหมดทุกคู่ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการผสมแบบนี้ รู้จักกันในชื่อว่าการวิเคราะห์ไดอัลลีล (diallel analysis) ซึ่งจากการวิเคราะห์นี้ จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ (1) ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางพันธุกรรม (genetic parameters) และ (2) สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะของสายพันธุ์พ่อแม่และของคู่ผสมตามลำดับ (Singh and Chaudhary, 1979) สมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์หนึ่ง คือค่าเฉลี่ยของลูกที่เกิดจากการนำสายพันธุ์นั้นไปผสมกับสายพันธุ์อื่น ๆ จะเป็นสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์นั้น ส่วนสมรรถนะการผสมเฉพาะ หมายถึงการที่ลูกผสมเบี่ยงเบนไปจากค่าที่คาดหมายโดยสมรรถนะการผสมทั่วไปของพ่อแม่ (Sprague and Tatum, 1942) Rojas และ Sprague (1952) และ Hallauer และ Miranda (1981) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ กับปฏิกิริยาของยีนว่าความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นผลของปฏิกิริยาของยีนแบบผลบวก (additive gene action) ส่วนความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมเฉพาะเป็นผลของปฏิกิริยาของยีนแบบไม่เป็นผลบวก (non additive gene action) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของยีนแบบข่มหรือปฏิกิริยาของยีนแบบข่มข้ามคู่

จากการผสมแบบพบกันหมด จะมีประชากรที่เกิดขึ้น 3 แบบ คือ (1) สายพันธุ์ของพ่อแม่จำนวน p สายพันธุ์ (2) ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1s) จำนวน p (p-1) / 2 สายพันธุ์และ (3) ลูกผสมสลับ (reciprocal) ของลูกผสมชั่วที่ 1 อีกจำนวน p (p-1) /2 สายพันธุ์ การนำลูกผสมมาปลูกสามารถเลือกมาใช้ในวิธีต่าง ๆ ซึ่งให้ชื่อเรียกว่าวิธีที่ 1-4 (method 1-4) ของ Griffing (1956)

วิธีที่ 1. ปลูกทั้งหมด จะได้จำนวน p x p สายพันธุ์

วิธีที่ 2. ปลูกสายพันธุ์ของพ่อแม่ จำนวน p สายพันธุ์และลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1s) จำนวน p (p-1)/2 สายพันธุ์ จะได้จำนวนสายพันธุ์ทั้งหมด จำนวน p (p+1) /2 สายพันธุ์

วิธีที่ 3. ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1s) จำนวน p (p-1) / 2 สายพันธุ์ และปลูกลูกผสมสลับของ F_1s จำนวน p (p-1)/2 สายพันธุ์ ได้จำนวนลูกผสมทั้งหมด p(p-1) สายพันธุ์

วิธีที่ 4. ปลูกเฉพาะลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน p (p-1) / 2 สายพันธุ์

การวิเคราะห์ทั้ง 4 วิธีนี้ อาจทำได้โดยใช้โมเดล 1 หรือโมเดล 2 (random effect model หรือ model II) โดยมีหลักเกณฑ์คือ ควรใช้วิธีวิเคราะห์แบบโมเดล 1 เมื่อพ่อแม่ที่ใช้ถูกเลือกมาโดยเจาะจง จะใช้สายพันธุ์นั้นในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป และการวิเคราะห์ด้วยโมเดล 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ ส่วนแบบโมเดล 2 ใช้เมื่อสายพันธุ์พ่อแม่ที่นำมาใช้เป็นสายพันธุ์ที่เลือกมาอย่างสุ่มจากประชากร และโมเดลนี้จะใช้เมื่อต้องการประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรม (พีระศักดิ์, 2532)

Griffing (1956) ชี้ให้เห็นว่าถ้าพ่อแม่ที่ใช้เป็นสายพันธุ์แท้ และวิเคราะห์แบบโมเดล 2 แล้ว ความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งหมดระหว่างลูกผสมทั้งหลายเท่ากับ $2\sigma^2_g + \sigma^2_s$ เมื่อ σ^2_g หมายถึงความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไป และ σ^2_s หมายถึงความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะ ดังนั้นอัตราส่วนความสำคัญระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะในการควบคุมการแสดงออกของลูกผสม สามารถแสดงออกให้เห็นได้จาก อัตราส่วน $2\sigma^2_g / (2\sigma^2_g + \sigma^2_s)$ อัตราส่วนนี้จะเป็นอัตราส่วนความสำคัญของปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสมเมื่อเปรียบเทียบกับปฏิกิริยาของยีนแบบอื่น ๆ แต่สำหรับโมเดล 1 อัตราส่วนนี้จะเป็นอัตราส่วนความสำคัญของสมรรถนะการผสมทั่วไปกับสมรรถนะการผสมเฉพาะ ถ้าอัตราส่วนนี้มีค่าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าสามารถใช้สมรรถนะการผสมทั่วไปเพียงอย่างเดียวในการทำนายการแสดงออกของลูกผสม (Barker, 1978) และในการวิเคราะห์โดยโมเดล 1 จะใช้ค่ากำลังสองเฉลี่ย (mean squares) แทนค่าประมาณของความแปรปรวนในการหาอัตราส่วนของความสำคัญดังกล่าว (พีระศักดิ์, 2525)

Baker (1978) เสนอว่าลูกผสมที่ดีที่สุด จะได้จากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด ถ้าสมรรถนะการผสมเฉพาะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างทางสถิติ ลูกผสมที่ดีที่สุดจะเกิดจากพ่อแม่ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและคู่ผสมนั้นก็มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวกับลูกผสมในข้าวโพดฝักอ่อนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวรรณษา (2541) ปลูกทดสอบผลผลิตของลูกผสมเดี่ยว 120 คู่ พบว่าจากการใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกได้ลูกผสมเดี่ยวที่ให้น้ำหนักฝักดีสูง 10 อับดับแรกคือ CM90-S_4-10xSW_2-S_4-31 , CM90- S_4-10xCM90- S_4-91 , CM90- S_4-84xSW_2-S_4-4 , CM90- S_4-10x CM90- S_4-84 , CM90- S_4-55xSW_2-S_4-31 , CM90- S_4 –91x CM90- S_4-31 , CM90- S_4-91x SW_2-S_4-31, CM90- S_4-91xSW_2-S_4-76 , CM90- S_4-184xSW_2-S_4-17 และ CM90- S_4-91xSW_2-S_4-156 โดยให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 696.9 – 818.4 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และอัตราส่วนของน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักหลังปอกเปลือกมีค่าระหว่าง 5:1 ถึง 7:1 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย จำนวนฝักเสีย จำนวนฝักอ่อนทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง จำนวนฝักเล็ก จำนวนฝักเสีย จำนวนต้น น้ำหนักต้นสด ความสูงต้นและความสูงฝัก พบว่ามีความแตกต่างระหว่างลูกผสมเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมพบว่าความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสมรรถนะการผสมทั่วไปและความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสมรรถนะการผสมเฉพาะของลักษณะเหล่านี้มีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะพบว่าสายพันธุ์ที่ให้สมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกได้แก่ CM90- S_4-10 , CM90- S_4-84 , CM90- S_4-91 และ CM90- S_4-184 และ SW_2-S_4-76 ลูกผสมเดี่ยวที่ให้สมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกสำหรับลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก คือ CM90- S_4-24xSW_2-S_4-17 , CM90- S_4-91xSW_2-S_4-76 , CM90- S_4-184xSW_2-S_4-17, CM90- S_4-84xSW_2-S_4-4 และ CM90- S_4-10x SW_2-S_4-31

สมพงษ์ (2533) ใช้สายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์ สร้างข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว ลูกผสมสามทางและลูกผสมคู่ โดยนำสายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์มาผสมแบบพบกันหมดได้ลูกผสม 45 คู่ นำไปปลูกทดสอบผลผลิต โดยมีพันธุ์ทดสอบร่วมอีก 4 พันธุ์ นำผลผลิตเฉลี่ยของลูกผสมเดี่ยวมาคาดคะเนผลผลิตของลูกผสมสามทางและลูกผสมคู่ ตามวิธีของ Jenkins (1934) โดยใช้ผลผลิตเฉลี่ยของลูกผสมเดี่ยวซึ่งไม่ได้เป็นฟอแม่ในลูกผสมคู่ หลังจากนั้นนำไปทดสอบผลผลิตโดยมีพันธุ์ KTX2602 เป็นพันธุ์ร่วมทดสอบ พบว่าคู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ (K239 x Ki22)(WF9-2 x Ki25) การทดสอบสมรรถนะการผสมทั่วไป พบว่าสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงได้แก่ Ki25 ,Ki22 และ WF9-2

ปัทมา (2531) ทดลองผสมประชากรข้าวโพดคุณภาพโปรตีนสูง 7 ประชากร แบบพบกันหมด ได้แก่ Pop 61, Pop 65, Pop 66, Mezcla, Pool 17, Pool 18 และ Thai Opaque Composite # 3 ปลูกทดสอบลูกผสมตรง 21 คู่ผสมและลูกผสมสลับพ่อแม่ 21 คู่ผสม กับประชากรของพ่อแม่ 7 พันธุ์ ในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนปี 2527 โดยวางแบบการทดลองแบบ 7x7 simple lattice เพื่อศึกษาสมรรถนะการผสมและพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะผลผลิตและลักษณะทางพืชไร่อื่น ๆ ที่สำคัญ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทำการวิเคราะห์เฉพาะชุดทดสอบปลายฤดูฝน ในลักษณะปริมาณโปรตีนในเมล็ด ปริมาณ tryptophan ในเมล็ด ทำการวิเคราะห์พันธุกรรมโดยวิธีของ Griffing (1956) วิธีการที่ 1 โมเดล 1 แยกแต่ละฤดูในทุกลักษณะ โดยผลการทดลองในต้นฤดูฝนพบอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะ และอิทธิพลการสลับพ่อแม่ ในลักษณะผลผลิต อายุออกดอกตัวผู้ อายุออกไหม และความสูงฝัก ส่วนลักษณะความสูงต้นไม่พบอิทธิพล น้ำหนัก 1000 เมล็ดพบเฉพาะอิทธิพลสมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะและอิทธิพลการผสมสลับพ่อแม่ข้างต้นเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าสมรรถนะการผสมทั่วไป ส่วนการทดสอบในปลายฤดูฝนพบเฉพาะอิทธิพลสมรรถนะการผสมทั่วไปเท่านั้น ในลักษณะอายุวันออกดอกตัวผู้ อายุออกไหม ความสูงต้น ความสูงฝักและปริมาณ tryptophan ในเมล็ด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ ส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสม โดยพันธุ์ Thai Opaque Composite # 3 และพันธุ์ Pop 66 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และเมื่อผสมกับพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าทั้งสองพันธุ์นี้มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง ให้ผลผลิตลูกผสมสูง ตลอดจนคู่ผสมระหว่าง Pop 66 x Thai Opaque Composite # 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด ดังนั้นพันธุ์ทั้งสองพันธุ์นี้เหมาะสมที่จะใช้ทำการปรับปรุงประชากร และพัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อผลิตลูกผสมที่มีผลผลิตและคุณโปรตีนสูงต่อไป

เทอดศักดิ์(2539) ศึกษาสมรรถนะการผสมในกลุ่มของสายพันธุ์ข้าวโพดเขตร้อนและเขตอบอุ่น โดยการนำสายพันธุ์แท้ของข้าวโพดมาแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 สายพันธุ์ ในแต่ละกลุ่มทำการผสมแบบพบกันหมดได้ 45 คู่ผสม ทดสอบกับพันธุ์ทดสอบร่วม วางแผนการทดลอง triple lattice ใน 2 สถานที่ พบว่ากลุ่มของสายพันธุ์แท้ที่พัฒนามาจากเขตร้อน (tropical lines) ของไทยให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงสุด (1,358 กก./ไร่) คู่ผสมเบอร์ 8 (CSL#1 x CSL#9) ในกลุ่มสายพันธุ์แท้ที่พัฒนามาจากเขตร้อน ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,920 กก./ไร่ ให้สมรรถนะการผสมเฉพาะเท่ากับ 414.8 กก./ไร่ และทั้งสองสายพันธุ์มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในกลุ่มด้วย โดยให้สมรรถนะการผสมทั่วไปเท่ากับ 149.3 และ 124.0 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างนั้น กลุ่มสายพันธุ์แท้ที่พัฒนามาจากเขตร้อน มีความต้านทานโรคราน้ำค้างได้สูงสุด ดังนั้นแนวทางการพัฒนาสายพันธุ์แท้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยทางด้านผลผลิต ควรจะเน้นการใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมจากเขตร้อนมากกว่าเชื้อพันธุกรรมจากเขตอบอุ่น

Widstrom และคณะ (1992) นำข้าวโพดสายพันธุ์แท้ 11 สายพันธุ์ มาผสมแบบพบกันหมด เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ฝักข้าวโพด (*Helicoverpa zea* Boddie) และด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) พบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไป มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกลักษณะ สมรรถนะการผสมเฉพาะมีนัยสำคัญยิ่งในหลายลักษณะ ยกเว้นในลักษณะของผลผลิตและอายุการเก็บเกี่ยว อิทธิพลของการผสมสลับมีนัยสำคัญยิ่งยกเว้นในลักษณะของผลผลิต สำหรับสายพันธุ์แท้ที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงทั้งสองชนิดนี้ จะมีลักษณะต่าง ๆ ที่ทดสอบในระดับที่ดี เหมาะสำหรับการคัดเลือกเพื่อพัฒนาเป็นลูกผสมเดี่ยวต่อไป

Williams และคณะ (1989) ศึกษาถึงสมรรถนะการผสมต่อการต้านทานต่อหนอนกระทู้ข้าวโพด (*Spodoptera frugiperda* (J . E . Smith)) และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Diatraea grandiosella* Dyar) โดยตัวหนอนทั้งสองชนิดนี้จะกัดกินใบและเจาะลำต้นข้าวโพดทำให้เกิดความเสียหาย ผลผลิตลดลง โดยนำสายพันธุ์ที่ต้านทาน 4 สายพันธุ์มาผสมกับสายพันธุ์ที่อ่อนแอ 4 สายพันธุ์ ผสมได้ 28 ลูกผสมเดี่ยว พบว่าเฉพาะสมรรถนะการผสมทั่วไปเท่านั้นที่มีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนสมรรถนะการผสมเฉพาะไม่มีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Thome และคณะ (1992) ซึ่งศึกษาถึงความต้านทานของข้าวโพดในการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบว่าสมรรถนะการผสมทั่วไปเท่านั้นมีนัยสำคัญ ส่วนสมรรถนะการผสมเฉพาะไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเพื่อให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลง จึงควรใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่มีการใช้ประโยชน์จากยีนที่มีปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสมเช่นการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) หรือการผสมกลับแบบประยุกต์ (modified backcross) โดยให้พันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปของผลผลิตสูงเป็นพันธุ์รับ (recurrent parent)

Ulrich และคณะ (1990) ศึกษาลักษณะของความต้านทานโรคใบจุดสีเทาในข้าวโพด โดยนำสายพันธุ์แท้ 9 สายพันธุ์มาผสมแบบพบกันหมด ได้ 36 ลูกผสมเดี่ยว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าสมรรถนะการผสมทั่วไปมีนัยสำคัญ สมรรถนะการผสมเฉพาะไม่มีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Donahue และคณะ (1991) ซึ่งพบว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญได้แก่อุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเข้าทำลายของโรคใบจุดสีเทาอย่างมีนัยสำคัญ อัตราส่วนของค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปมีค่าเป็น 30 เท่าของสมรรถนะการผสมเฉพาะ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าลักษณะการต้านทานของข้าวโพดต่อโรคใบจุดสีเทา ถูกควบคุมโดยปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสม จากผลที่ได้สอดคล้องกับ Thompson และคณะ (1987) ซึ่งศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรคใบจุดสีเทาในข้าวโพด พบว่าลักษณะการต้านทานโรคถูกควบคุมโดยปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสม ดัง

นั้นการจะปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเพื่อให้ต้านทานต่อโรคใบจุดสีเทา ต้องคำนึงถึงการถ่ายทอดลักษณะปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสม ซึ่งอาจใช้วิธีคัดเลือกแบบวงจร หรือการผสมกลับแบบประยุกต์

วัตถุประสงค์

1.เพื่อประมาณค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของข้าวโพดฝักอ่อนสายพันธุ์แท้ที่ได้ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว และประมาณสมรรถนะการผสมเฉพาะของลูกผสมเดี่ยวที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้

2.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์แท้กับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ ที่วัดโดยตรง

3.เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพดฝักอ่อน

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน เมษายน พ.ศ. 2540 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2542

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างจากพันธุ์สุวรรณ 2 (SW2) จำนวน 12 สายพันธุ์ ได้แก่ SW2(2)-S_3-4, SW2(2)-S_3-6,SW_2 (2)-S_3-131, SW2(2)-S_3-134, SW2(2)-S_3-165, SW2(2)-S_3-220, SW2(2)-S_3-224, SW2(2)-S_3-230, SW2(2)-S_3-231, SW2(2)-S_3-232, SW2(2)-S_3-235 และ SW2(2)-S_3-251 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างจากพันธุ์เชียงใหม่ 90 (CM90) จำนวน 13 สายพันธุ์ ได้แก่ CM90(2)-S_3-3, CM90(2)-S_3-4, CM90(2)-S_3-18, CM90(2)-S_3-46, CM90(2)-S_3-47, CM90(2)-S_3-74, CM90(2)-S_3-81, CM90(2)-S_3-137, CM90(2)-S_3-160, CM90(2)-S_3-161, CM90(2)-S_3-165, CM90(2)-S_3-173, CM90(2)-S_3-205 ,

2. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างมาจากเมล็ดพันธุ์ลูกผสมของบริษัท จำนวน 15 สายพันธุ์ ได้แก่ Cargill23(2)-S_3-3-1, Cargill23(2) -S_3-3-3, Cargill23(2)-S_3-3-5, Pacific 421(2)-S_3-1-2, Pacific 421(2)-S_3-2-4, Pioneer(2)-S_3-1-1, Pioneer (2) -S_3-1-2, Pioneer (2) -S_3-8-2, CP45(2)-S_3-6-2, CP45(2)-S_3-6-3, CP45(2)-S_3-6-5, JT(2)-S_3-9-2, ข้าวเหนียว(2)-S_3-2, ข้าวเหนียว (2)-S_3-7, ข้าวเหนียว(2)-S_3-8

3. เมล็ดพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ Pioneer, CM90, CP45, เกษตรศาสตร์,สุวรรณ 2, ฝักทอง 515, SW2 –S4-17 x CM90-S_4-24, Pacific 421, และ SW2-S_4-84 x CM90-S_4-10

วิธีการ

ฤดูที่ 1 (เมษายน – กรกฎาคม 2540) สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ของสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ของพันธุ์สุวรรณ 2 , เชียงใหม่ 90 และลูกผสมของบริษัท

1. ปลูกข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างจากสายพันธุ์สุวรรณ 2 จำนวน 12 สายพันธุ์

ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างจากสายพันธุ์เชียงใหม่ 90 จำนวน 13 สายพันธุ์ และข้าวโพดสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่สร้างจากสายพันธุ์ลูกผสมของบริษัท จำนวน 15 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 40 สายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์ปลูก 4 แถว แต่ละแถวยาว 5 เมตร โดยใช้ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร ปลูก 2 ต้นต่อหลุม และผสมตัวเองของแต่ละสายพันธุ์ โดยคัดเลือกต้นที่ดี 3 – 5 ต้นต่อแถว ซึ่งจะได้เมล็ดชั่วที่ 4

2. คัดเลือกสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ไว้จำนวน 9 สายพันธุ์ (ตารางภาคผนวกที่ 1) โดยดูจากจำนวนฝักต่อต้นและความต้านทานต่อโรคทางใบ นำเมล็ดผสมตัวเองจากสายพันธุ์แท้ชั่วที่ 3 ที่คัดเลือกไว้ไปปลูกเพื่อผสมแบบพบกันหมดในฤดูต่อไป

ฤดูที่ 2 (มกราคม – เมษายน 2541) และฤดูที่ 3 (มิถุนายน – กันยายน 2541)

ผสมแบบพบกันหมด เพื่อสร้างเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว

1. ปลูกข้าวโพดที่ได้จากฤดูที่ 1 จากสายพันธุ์สุวรรณ 2 จำนวน 4 สายพันธุ์ พันธุ์เชียงใหม่ 90 จำนวน 2 สายพันธุ์และพันธุ์ข้าวโพดจากบริษัทจำนวน 3 สายพันธุ์ ในแต่ละสายพันธุ์ปลูก 15 แต่ละแถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร ปลูก 1 ต้นต่อหลุม โดยแบ่งปลูกสัปดาห์ละ 5 แถว

2. ผสมสายพันธุ์ข้าวโพดแบบพบกันหมดทุก ๆ สายพันธุ์โดยมีการสลับพ่อแม่ จำนวน 72 คู่ผสม

3. เก็บเมล็ดลูกผสมที่ได้ไว้ทดสอบผลผลิตในฤดูปลูกที่ 4

ฤดูที่ 4 ทดสอบผลผลิตลูกผสมเดี่ยว (มกราคม – เมษายน 2542)

ปลูกทดสอบผลผลิต โดยมีลูกผสมทั้งหมด 72 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ 9 สายพันธุ์ ได้แก่ #1(CP45(2)-S_3-6-5), #2(Pioneer(2)-S_3–1-2),#3(Cargill(2)-S3-3-1),#4(CM90(2)-S3-47,#5(CM90(2)-S3-205), #6(SW2(2)-S3-165), #7(SW2(2)-S3-232), #8(SW2(2)-S3-235) และ #9(SW2(2)-S3-251) พันธุ์เปรียบเทียบอีก 9 สายพันธุ์ ได้แก่ Pioneer, CM90, CP45, เกษตรศาสตร์, สุวรรณ 2, ฝักทอง515, SW2 –17 x CM90-24, Pacific 421, และ SW2-84 x CM90-10 รวมเป็น 90 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice 9 x 10 มี 2 ซ้ำ โดยปลูก 2 แถวต่อพันธุ์ แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร ปลูก 2 ต้นต่อหลุม

การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมดินปลูก โดยไถ 2 ครั้ง คือไถดะ ไถแปร และพรวน 1 ครั้ง แล้วยกร่องระยะระหว่างร่อง 75 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมสูตร 15 –15 –15 อัตรา 312.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขุดหลุมในแต่ละแถว ซึ่งมีระยะห่าง 25 เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 3 – 4 เมล็ด หลังปลูกฉีดพ่นยาควบคุมวัชพืช Alachor ในอัตราสารออกฤทธิ์ 1.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เพื่อควบคุมวัชพืช ให้น้ำแบบพ่นฝอย หลังจากงอก 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม สำหรับแปลงที่ใช้ผสมพันธุ์และ 2 ต้นต่อหลุมสำหรับแปลงทดสอบผลผลิต หลังจากงอก 20 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียสูตร 46 – 0 – 0 อัตรา 187.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และมีการกำจัดวัชพืชด้วยจอบ จนถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว ในการทดสอบผลผลิตในฤดูปลูกที่ 4 มีการถอดยอด (detasselling) โดยการดึงเอาช่อดอกตัวผู้ออกก่อนที่ช่อดอกจะโผล่พ้นใบธง

ลักษณะที่ศึกษาและการบันทึกข้อมูล

1.ความสูงต้น โดยวัดจากพื้นดินจนถึงข้อของใบธง สุ่มวัด 10 ต้นต่อแปลงย่อย มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.ความสูงฝัก โดยวัดจากพื้นดินจนถึงข้อที่ติดฝักสูงสุด สุ่มวัด 10 ต้นต่อแปลงย่อย มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3.ความต้านทานต่อโรคทางใบ โดยให้เป็นลำดับคะแนนดังนี้

1 = ต้านทานต่อโรคดีมาก คือไม่เป็นโรคใบจุด (leaf spot) และโรคใบไหม้ (leaf blight)

2 = ต้านทานต่อโรคได้ดี คือเป็นโรคใบจุด ใบไหม้เล็กน้อย

3 = ต้านทานต่อโรคปานกลาง คือเป็นโรคใบจุด ใบไหม้ปานกลาง

4 = ต้านทานต่อโรคน้อยมาก คือเป็นโรคใบจุด ใบไหม้มาก

4.น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์

5.น้ำหนักฝักอ่อนหลังจากปอกเปลือก มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์

6.อัตราส่วนของน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก โดยเอาน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังจากปอกเปลือก

7.น้ำหนักฝักดี คือน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานอุตสาหกรรมกำหนด โดยฝักมีขนาด 5 -12 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-1.5 เซนติเมตร จุดไข่ปลาเรียงตัวสวยงาม มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ต่อเฮกตาร์

8.น้ำหนักฝักเสีย คือน้ำหนักฝักที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานอุตสาหกรรมกำหนด มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์

9.น้ำหนักเปลือก (น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกลบด้วยน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก)

10.จำนวนฝักดี คือจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานอุตสาหกรรมกำหนด มีหน่วยเป็นฝักต่อเฮกตาร์

11.จำนวนฝักเสีย คือจำนวนฝักที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานอุตสาหกรรมกำหนด มีหน่วยเป็นฝักต่อเฮกตาร์

12.จำนวนฝักอ่อนทั้งหมด รวมทั้งจำนวนฝักดีและฝักเสีย มีหน่วยเป็นฝักต่อเฮกตาร์

13.จำนวนฝักใหญ่ คือฝักที่มีความยาว 9 – 12 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 –1.5 เซนติเมตร มีหน่วยเป็นจำนวนฝักต่อเฮกตาร์

14.จำนวนฝักกลาง คือฝักที่มีความยาว 7 – 9 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 – 1.5 เซนติเมตร มีหน่วยเป็นจำนวนฝักต่อเฮกตาร์

15.จำนวนฝักเล็ก คือฝักที่มีความยาว 5 – 7 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 – 1.5 เซนติเมตร มีหน่วยเป็นจำนวนฝักต่อเฮกตาร์

16.วันที่เก็บฝักแรก นับจากวันที่มีการให้น้ำจนถึงวันที่เก็บเกี่ยวฝักอ่อนครั้งแรกในแปลง มีหน่วยเป็นวัน

17.วันออกดอกตัวผู้ นับจากวันที่ให้น้ำครั้งแรกจนถึงวันที่ข้าวโพดออกไหม 50% ของจำนวนต้นทั้งหมด มีหน่วยเป็นวัน

18.ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว นับจากวันที่เริ่มเก็บฝักอ่อนจนถึงวันที่เก็บฝักอ่อนเป็นวันสุดท้าย มีหน่วยเป็นวัน

19.น้ำหนักต้นสด ตัดต้นที่ให้ฝักอ่อนเมื่อเก็บฝักอ่อนหมดแล้วนำไปชั่ง โดยตัดต้นให้ชิดพื้นดิน มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์

20.น้ำหนักช่อดอกตัวผู้สด เก็บช่อดอกที่โผล่พ้นใบธงนำไปชั่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์

21. จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต นับจากจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย มีหน่วยเป็น จำนวนต้นต่อเฮกตาร์

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลการทดสอบผลผลิตของลูกผสมเดี่ยว และพันธุ์เปรียบเทียบ ในลักษณะความสูงต้น ความสูงฝัก น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังจากปอกเปลือก อัตราส่วนของน้ำหนักฝัก

อ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักดี จำนวนฝักเสีย จำนวนฝักอ่อนทั้งหมด จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง จำนวนฝักเล็ก วันเริ่มเก็บฝักอ่อนช่วงวันเก็บฝักอ่อน น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอกตัวผู้สด จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต นำมาวิเคราะห์ผลการทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice (สุรพล, 2526)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

องค์ประกอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่1 องค์ประกอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice 1 ชุดการทดลอง (สุรพล, 2526)

Source of Variation	d.f.	MS
Replication	$n-1$	
Treatments (unadj.)	k^2+k-1	
Blocks within rep. (adj.)	nk	E_b
Component (b)	nk	
Intrablock (error)	$(n-1)(k^2-1)-k$	E_e
Total	$nk(k+1)-1$	

k = จำนวนสิ่งทดลองต่อบล็อก n = จำนวนกลุ่มต่อชุด

การตัดสินความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง มีวิธีการดังนี้คือ

1. ถ้าความคลาดเคลื่อนระหว่างบล็อก (E_b) มีค่ามากกว่าความคลาดเคลื่อนภายในบล็อก (E_e) แสดงว่าอิทธิพลของบล็อกมีมาก ดังนั้นต้องปรับค่าสิ่งทดลอง (adjusted treatments) ตามแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice ส่วนการทดสอบความแตกต่างทางสถิติจะใช้ค่า effective error mean square (E_e) ทดสอบความแปรปรวนของสิ่งทดลองที่ปรับค่าแล้ว (treatments (adjusted) mean square) และในการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ปรับค่าแล้ว

2. ถ้าความคลาดเคลื่อนระหว่างบล็อก มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความคลาดเคลื่อนภายในบล็อกแสดงว่า ความคลาดเคลื่อนระหว่างบล็อกมีค่าน้อย ดังนั้นจะวิเคราะห์ผลตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block) โดยไม่ต้องปรับค่าสิ่งทดลอง การทดสอบความแตกต่างทางสถิติจะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่มาจาก block within rep. SS (adj.) รวมกับ

intrablock SS หารด้วย d.f. ของทั้งสองรวมกัน เพื่อทดสอบความแปรปรวนของสิ่งทดลองที่ไม่ปรับค่า และในการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสิ่งทดลองขั้นต่อไป จะใช้ค่าสิ่งทดลองที่ไม่ได้ปรับค่า

การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม

ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างสายพันธุ์แท้ 9 สายพันธุ์ จำนวน 72 คู่ผสม และสายพันธุ์ที่เป็นพ่อแม่ทั้ง 9 สายพันธุ์ นำไปปลูกทดสอบโดยใช้แผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice ข้อมูลของการปลูกทดสอบลูกผสมนำมาวิเคราะห์หาค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ โดยวิธีการที่ 1 โมเดล 1 ของ Griffing (1956) มี โมเดลของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + r_{ij} + s_{ij} + \frac{1}{b}\sum_k e_{ijk}$$

โดย Y_{ij} = ค่าสังเกตจากลูกผสม ระหว่างสายพันธุ์ที่ i^{th} กับสายพันธุ์ที่ j^{th} เฉลี่ยจากทุกซ้ำ

i, j = 1,2,...,p (จำนวนพ่อแม่)

k = 1,2,...,b (จำนวนซ้ำ)

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

g_i = อิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์แท้ที่ i^{th}

g_j = อิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์แท้ที่ j^{th}

r_{ij} = อิทธิพลเนื่องจากการผสมสลับของสายพันธุ์แท้ i^{th}กับ j^{th}

s_{ij} = อิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะ ของลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่ i^{th} กับสายพันธุ์แท้ที่ j^{th}

e_{ijk} = อิทธิพลของความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับค่าสังเกตที่ ij^{th} ในซ้ำที่ k^{th}

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนจะมีองค์ประกอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม ตามวิธีที่ 1 โมเดล 1 ของ Griffing (1956)

Source of variation	*d.f.*	SS	MS	EMS model I
GCA	$(p-1)$	SS_g	MS_g	$\sigma^2 + 2p\left(\frac{1}{p-1}\right)\sum_i g_i^2$
SCA	$\frac{p(p-1)}{2}$	SS_s	MS_s	$\sigma^2 + \left(\frac{2}{p(p-1)}\right)\sum_i \sum_j S_{ij}^2$
reciprocal	$\frac{p(p-1)}{2}$	SS_r	MS_r	$\sigma^2 + \left(\frac{2}{p(p-1)}\right)\sum_i \sum_{j<} r_{ij}^2$
error	m		MS_e	σ^2

เมื่อ

$$SS_g = \frac{1}{2p}\sum_i (Y_{i.} + Y_{.i})^2 - \frac{2}{p^2}Y_{..}^2$$

$$SS_s = \frac{1}{2}\sum_i \sum_j Y_{ij}(Y_{ij} + Y_{ji}) - \frac{1}{2p}\sum_i (Y_{i.} + Y_{.j})^2 + \frac{1}{p^2}Y_{..}^2$$

$$SS_r = \frac{1}{2}\sum_i \sum_{j<} (Y_{ij} - Y_{ji})^2$$

กำหนดให้ p = จำนวนสายพันธุ์ของพ่อแม่

m = *d.f.* ของ error จากตาราง ANOVA (ตารางที่ 1)

SS_g, SS_s, SS_r = ค่าผลรวมกำลังสอง (sum of square) เนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะและการผสมสลับตามลำดับ

MS_g, MS_s, MS_r = ค่ากำลังสองเฉลี่ย (mean square) เนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะและการผสมสลับตามลำดับ

MS_e = ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (error mean square) จากแผนการทดลองแบบ simple rectangular lattice (ตารางที่ 2)

$MS'_e = MS_e / b$

การหาค่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไป หาได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\hat{g}_i = \frac{1}{2p}(Y_{i.} + Y_{.i}) - \frac{1}{p^2}Y_{..}$$

การหาค่าความคลาดเคลื่อนของสมรรถนะการผสมทั่วไป

$$S.E._{\hat{g}_i} = \left(\frac{p-1}{2p^2}\sigma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

การทดสอบสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน Ho : $g_i = 0$

ทดสอบโดยใช้สถิติ t โดย

$$t = \frac{\hat{g}_i}{S.E._{\hat{g}_i}}$$

การหาค่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะ หาได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\hat{S}_{ij} = \frac{1}{2}(Y_{ij} + Y_{ji}) - \frac{1}{2p}(Y_{i.} + Y_{.i} + Y_{j.} + Y_{.j}) + \frac{1}{p^2}Y_{..}$$

การหาความคลาดเคลื่อนของสมรรถนะการผสมเฉพาะ

$$S.E._{\hat{S}_{ij}} = \left[\frac{1}{2p^2}(p^2 - 2p + 2)\sigma^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

การทดสอบสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน Ho:$S_{ij}=0$

ทดสอบโดยใช้สถิติ t โดย

$$t = \frac{\hat{S}_{ij}}{S.E._{\hat{S}_{ij}}}$$

การหาอิทธิพลของการผสมสลับ หาได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\hat{r}_{ij} = \frac{1}{2}\left(Y_{ij} - Y_{ji}\right).$$

การหาค่าความคลาดเคลื่อนของการผสมสลับ

$$S.E._{r_y} = \left(\frac{1}{2}\sigma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

การทดสอบสมมติฐาน Ho : $r_{ij} = 0$

ทดสอบโดยใช้สถิติ t โดย

$$t = \frac{\hat{r}_{ij}}{S.E._{\hat{r}_y}}$$

อัตราส่วนความสำคัญ (relative importance)

ค่าอัตราส่วนความสำคัญ เป็นตัวบอกถึงความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปกับสมรรถนะการผสมเฉพาะ โดยถ้าค่านี้มีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าสามารถใช้สมรรถนะการผสมทั่วไปเพียงอย่างเดียวในการทำนายคุณลักษณะของลูกผสม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

อัตราส่วนความสำคัญ = $2\,Var_{gca} / (2\,Var_{gca} + Var_{sca})$

เมื่อ Var_{gca} = วาเรียนซ์เนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไป

Var_{sca} = วาเรียนซ์เนื่องจากสมรรถนะการผสมเฉพาะ

สหสัมพันธ์ของลำดับ (rank correlation)

สหสัมพันธ์ของลำดับใช้ตรวจสอบตัวแปร X และ Y ว่ามีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ วิธีการนี้ตัวแปร X และ Y จะถูกจัดลำดับ (rank) ตามความมากน้อยของข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างค่าลำดับของ X และ Y เรียกว่า ดัชนีสหสัมพันธ์ของลำดับ และแทนด้วย r_s ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$r_s = 1 - \frac{6\left(\sum d^2\right)}{n\left(n^2 - 1\right)}$$

เมื่อ r_s =ดัชนีสหสัมพันธ์ของลำดับ

d =ความแตกต่างระหว่างค่าบอกลำดับของ X และ Y

n =จำนวนคู่ของ X และ Y

ในการทดลองนี้ X จะหมายถึงค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (g_i) ของสายพันธุ์แท้ และ Y จะหมายถึงค่าเฉลี่ยของลักษณะ (phenotypic value) ที่ได้จากการวัดโดยตรง

การทดสอบนัยสำคัญของ r_s ทำโดยการเปรียบเทียบค่า r_s ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤตของ r_s ในตารางผนวก P ของ Siegel (1956) ถ้าค่าที่คำนวณได้สูงกว่าค่าวิกฤตของ r_s ในตารางที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าค่า r_s ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญ

ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis)

ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ เป็นปรากฏการณ์ที่ลูกผสมให้ลักษณะดีเด่นกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ที่มาผสมกัน อย่างไรก็ดี มักจะวัดความดีเด่นเหนือพ่อแม่โดยเปรียบเทียบกับพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า ในกรณีนี้สามารถคำนวณได้จากสูตร

Heterosis (%) = $[(F_1\text{-HP})/HP] \times 100$

เมื่อ F_1 = ค่าเฉลี่ยของลูกผสม

HP = ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า

บทที่ 3

ผล

ผลการทดลองจากการทดสอบผลผลิตในฤดูปลูกที่ 4 (มกราคม – เมษายน 2542)

ในการทดสอบผลผลิตของลูกผสมเดี่ยวที่ได้จากการผสมแบบพบกันหมด ของสายพันธุ์พ่อแม่ 9 สายพันธุ์ โดยมีลูกผสมทั้งหมด 72 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 9 พันธุ์ (ตารางภาคผนวกที่ 2) จากการใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก พบว่า ลูกผสมเดี่ยวที่ให้น้ำหนักฝักดีสูง 10 อันดับแรกคือ 9 x 4, 4 x 7, 3 x 4, 4 x 3, 4 x 9, 4 x 2, 1 x 2, 2 x 9, 5 x 7 และ 5 x 9 โดยให้ผลผลิตระหว่าง 1,032 - 1,344 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และอัตราส่วนของน้ำหนักทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือกมีค่าระหว่าง 5:1-8:1 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดีและอัตราส่วนน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก ของลูกผสมเดี่ยว 10 อันดับแรกและพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 9 พันธุ์

คู่ผสม	น้ำหนักฝักอ่อน (กิโลกรัม/เฮกตาร์)			อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก
	น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก	น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก	น้ำหนักฝักดี	
9 x 4	7,663	1,489	1,344	6:1
4 x 7	8,472	1,447	1,309	6:1
3 x 4	6,858	1,358	1,277	5:1
4 x 3	8,131	1,358	1,200	7:1
4 x 9	5,593	1,270	1,146	5:1
4 x 2	7,142	1,231	1,128	7:1
1 x 2	8,189	1,247	1,075	8:1
2 x 9	5,833	1,190	1,064	6:1
5 x 7	7,014	1,111	1,050	7:1
5 x 9	6,575	1,222	1,032	6:1
CM90	6,752	1,219	1,132	6:1
ฝักทอง515	5,705	1,219	1,038	5:1
SW2-S_4-84xCM90-S_4-10	6,026	1,095	1,020	6:1
SW2-S_4-17xCM90-S_4-24	5,959	1,094	951	6:1
เกษตรศาสตร์ 1	6,096	983	882	7:1
Pac421	6,223	1,083	862	7:1
Pioneer	5,668	866	767	7:1
CP45	4,637	771	738	6:1
สุวรรณ 2	3,998	661	576	8:1
C.V.(%)	26.65	30.57	28.80	-
L.S.D. 0.05	2,932.79	548.34	457.14	-
0.01	3,863.14	727.98	606.83	-

จากตารางที่ 3 หากใช้พันธุ์ CM90 ซึ่งเป็นพันธุ์ผสมเปิด และพันธุ์ฝักทอง 515 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมของบริษัทเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด 10 อันดับแรก

จากตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด 10 อันดับแรก พบว่ามี # 4 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เป็นพ่อหรือแม่ของลูกผสมเดี่ยวที่ให้น้ำหนักฝักดีสูงสุดลำดับที่ 1 ถึง 6 สำหรับ# 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้สมรรถนะการผสมทั่วไปสูงรองลงมาจาก # 4 และมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เป็นพันธุ์พ่อหรือแม่ของลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงเป็นอันดับที่ 9 และ 10

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักดี สมรรถนะการผสมทั่วไป สมรรถนะการผสมเฉพาะและความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด 10 อันดับแรก

ลูกผสมเดี่ยว	น้ำหนักฝักดี (กก./เฮกตาร์)	g_i	g_j	s_{ij}	ความดีเด่นเหนือพ่อแม่ [a]
9 x 4	1,344	-36.989	253.583**	242.609*	31.924
4 x 7	1,309	253.583**	-42.474	94.9	28.545
3 x 4	1,277	-46.917	253.583**	246.485*	25.395
4 x 3	1,200	253.583**	-46.917	246.485*	17.88
4 x 9	1,146	253.583**	-36.989	242.609*	12.489
4 x 2	1,128	253.583**	14.665	2.078	10.722
1 x 2	1,075	-55.502	14.665	288.922**	208.183
2 x 9	1,064	14.665	-36.989	172.681	84.515
5 x 7	1,050	102.514**	-42.474	31.212	17.856
5 x 9	1,032	102.514**	-36.989	85.544	15.835

* ' ** =ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

g_i , g_j =ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์ที่ *i* และ *j*

s_{ij} =ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของลูกผสมเดี่ยว *i* x *j*

[a] =คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพ่อแม่ข้างที่ให้ผลผลิตสูงกว่า

ลูกผสมเดี่ยว 9 x 4 ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด โดยให้ผลผลิต 1,344 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ เมื่อดูสมรรถนะการผสมทั่วไปของพ่อแม่ทั้ง 2 สายพันธุ์พบว่า # 4 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ แม้ว่า # 9 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ำก็ตาม แต่คู่ผสมนี้มีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดีและมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้คู่ผสมนี้ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด

ลูกผสมเดี่ยว 4 x 7, 3 x 4, 4 x 3, 4 x 9 และ 4 x 2 ซึ่งเป็นลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงเป็นลำดับที่ 2 ถึง 6 ตามลำดับ สังเกตได้ว่าลูกผสมเดี่ยวเหล่านี้มี # 4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเป็นพ่อหรือแม่อยู่ และลูกผสมเหล่านี้มีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี โดยเฉพาะในคู่ผสม 3 x 4, 4 x 3 และ 4 x 9 มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้คู่ผสมดังกล่าวให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูง

ลูกผสมเดี่ยว 1 x 2 และ 2 x 9 เป็นลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงเป็นอันดับ 7 และ 8 ตามลำดับ โดยลูกผสมเดี่ยวทั้งสองนี้มีพ่อและแม่เป็นพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ำ แต่ลูกผสมเดี่ยวทั้งสองมีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง โดยเฉพาะลูกผสมเดี่ยว 1 x 2 ซึ่งให้สมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุดและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ลูกผสมเดี่ยว 2 x 9 ให้สมรรถนะการผสมเฉพาะสูงเช่นกันแม้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อศึกษาถึงค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ พบว่าทั้งสองพันธุ์นี้ให้ค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่สูงถึง 208.183 และ 84.515 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ลูกผสมเดี่ยว 5 x 7 และ 5 x 9 เป็นลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงเป็นอันดับที่ 9 และ 10 ตามลำดับ โดยลูกผสมเดี่ยวทั้งสองนี้มี # 5 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงเป็นพ่อหรือแม่ ทำให้ลูกผสมดังกล่าวให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ พบว่าลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดี มีความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมในลักษณะเหล่านี้ ส่วนน้ำหนักฝักเสียไม่มีความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง (ตารางที่ 5)

เมื่อแยกความแปรปรวนของสิ่งทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่าลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว ความแปรปรวนภายในพันธุ์เปรียบเทียบ

พบว่า ลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักเสีย มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความแปรปรวนภายในลูกผสมเดี่ยว พบว่า น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักฝักดีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งส่วนลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม (ตารางที่ 6) พบว่า ความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไปของลักษณะน้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมเฉพาะของน้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดี มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักเล็ก (ตารางที่ 7) มีความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จำนวนฝักกลาง มีความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนฝักเสียไม่มีความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง

เมื่อแยกความแปรปรวนของสิ่งทดลอง (ตารางที่ 8) พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว ในลักษณะจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง จำนวนฝักเล็ก จำนวนฝักเสีย ความแปรปรวนภายในพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่า ลักษณะจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จำนวนฝักเล็ก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนจำนวนฝักเสีย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความแปรปรวนภายในลูกผสมเดี่ยว พบว่าจำนวนฝักใหญ่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จำนวนฝักเล็ก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนจำนวนฝักทั้งหมด จำนวนฝักดี จำนวนฝักกลาง และจำนวนฝักเสีย ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม (ตารางที่ 8) พบว่าความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไปของลักษณะจำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักเล็ก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมเฉพาะของลักษณะจำนวนฝักใหญ่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนจำนวนฝักเล็กไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะจำนวนต้น ความสูงต้น ความสูงฝัก ระยะเวลาเก็บเกี่ยว วันที่เก็บฝักแรก พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ลักษณะฝักต่อต้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนน้ำหนักต้นสดและน้ำหนักช่อดอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 9)

เมื่อแยกความแปรปรวนของสิ่งทดลอง (ตารางที่ 10) พบว่าจำนวนต้นและน้ำหนักต้นสดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว ส่วนลักษณะน้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก ฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยวและวันที่เก็บฝักแรก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความแปรปรวนภายในพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่า ลักษณะจำนวนต้น น้ำหนักต้นสดน้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก ฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยวและวันที่เก็บฝักแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความแปรปรวนภายในลูกผสมเดี่ยวพบว่าความสูงฝักและวันเก็บเกี่ยวฝักแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนจำนวนต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ฝักต่อต้นและระยะเวลาเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม (ตารางที่ 10) พบว่า ความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมทั่วไปของลักษณะความสูงฝักและวันที่เก็บฝักแรกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความแปรปรวนเนื่องจากสมรรถนะการผสมเฉพาะของลักษณะความสูงฝักและวันที่เก็บฝักแรก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อิทธิพลการผสมสลับพบว่าความสูงฝักมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนวันที่เก็บฝักแรก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสมสำหรับลักษณะน้ำหนักฝักดี แสดงไว้ในตารางที่ 11 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก ได้แก่ # 4 และ # 5 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกคือ 1 x 2, 3 x 4, 4 x 9, 5 x 6 และ 1 x 6

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสมสำหรับลักษณะน้ำหนักเปลือกแสดงไว้ในตารางที่ 12 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก ได้แก่ # 4 และ # 5 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกคือ 1 x 2, 1 x 6, 3 x 4, 1 x 7 และ 7 x 9

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสม สำหรับลักษณะจำนวนฝักใหญ่ แสดงไว้ในตารางที่ 13 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก ได้แก่ # 9 และ # 4 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกคือ 3 x 4, 4 x 9, 1 x 2, 2 x 9 และ 5 x 9

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสม สำหรับลักษณะจำนวนฝักเล็ก แสดงไว้ในตารางที่ 14 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก ได้แก่ # 6 และ # 5 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกคือ 3 x 8, 4 x 7, 6 x 8, 1 x 7 และ 5 x 6

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะและอิทธิพลการผสมสลับของแต่ละคู่ผสม สำหรับลักษณะความสูงฝัก แสดงไว้ในตารางที่ 15 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวก ได้แก่ # 5 และ # 9 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวก 5 อันดับแรกคือ 4 x 9, 7 x 8, 3 x 4, 7 x 4และ 1 x 4 อิทธิพลการผสมสลับมีผลต่อความสูงฝักในคู่ผสม 7 x 6 และ 9 x 4

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสม สำหรับลักษณะวันที่เก็บฝักแรก แสดงไว้ในตารางที่ 16 สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นลบ ได้แก่ # 4 และ # 8 ซึ่งหมายถึงการเป็นสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้เร็ว พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นลบ 5 อันดับแรกคือ 1 x 2, 2 x 7, 2 x 9, 3 x 4 และ 2 x 8 ซึ่งเป็นคู่ผสมที่สามารถทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่าพันธุ์อื่น

ตารางที่ 5 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อน ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ

SOV	d.f.	นน.ฝักอ่อนทั้งเปลือก	นน.ฝักอ่อนหลังปอกเปลือก	นน.เปลือก	นน.ฝักดี	นน.ฝักเสีย
Replication	1	96043711.013**	3004004.460**	65141182.144**	2790736.529**	3758.734^{ns}
Treatment						
unadjusted	89	4635569.019**	143066.417**	3334396.404**	118836.872**	7188.367^{ns}
adjusted	89	4334459.737**	142321.590**	3069222.559**	116105.143**	7404.696^{ns}
Block within rep.(adj.)	18	4582798.543	120973.133	3331915.413	85110.829	9125.454
Error						
effective	71	2163410.112	75626.830	1518775.251	52563.256	7577.548
RCB design	89	2466478.570	79914.374	1751450.003	55692.894	7650.165
Intrablock	71	1929946.746	69505.111	1350768.632	48234.826	7276.149
C.V.(%)		26.65	30.57	26.67	28.80	84.01

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักฝักอ่อน ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ

SOV	d.f.	นน.ฝักอ่อนทั้งเปลือก	นน.ฝักอ่อนหลังปอกเปลือก	นน.เปลือก	นน.ฝักดี	นน.ฝักเสีย
Treatments(adj)	89	4334459.737**	142321.590**	3069222.559**	116105.143**	7404.696^{ns}
Check vs Cross	1	241207.819^{ns}	99679.812^{ns}	30240.589^{ns}	80190.234^{ns}	1188.875^{ns}
Among check	8	36493433.48**	1151457.149**	24730241.21**	903811.818**	17862.885**
Among cross	80	2336358.957^{ns}	74090.92^{ns}	1660393.887**	60605.983**	3770.628^{ns}
GCA	8	-	-	6513417.725**	228031.635**	-
SCA	36	-	-	1560917.397**	59092.483**	-
Reciprocal effect	36	-	-	681422.196^{ns}	24904.119^{ns}	-
error	71	1081705.056	37813.415	759387.6255	26281.628	3788.774
C.V.(%)		26.65	30.57	26.67	28.80	84.01

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะจำนวนฝักอ่อนของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ

SOV	d.f.	จำนวนฝักทั้งหมด	จำนวนฝักดี	จำนวนฝักใหญ่	จำนวนฝักกลาง	จำนวนฝักเล็ก	จำนวนฝักเสีย
Replication	1	38089021093.339**	41223169733.339**	3086262464.272**	6886168716.050**	137504672.089^{ns}	87642284.450^{ns}
Treatment							
unadjusted	89	3493660762.585**	3209838268.812**	618118055.782**	4071896972.475*	551842076.582**	67305338.014^{ns}
adjusted	89	3484279231.637**	3138903844.255**	-	4045244808.485*	550537648.156**	69234242.413^{ns}
Block within rep.(adj.)	18	2528422103.226	2061437830.447	135519588.356	3538472810.544	217423719.517	81276798.092
Error							
effective	71	1426747727.473	1240491345.364	-	2543904317.795	189375228.810	65959110.625
RCB design	89	1544838804.283	1322159571.227	150860651.542	2617328706.129	190396067.437	66750347.439
Intrablock	71	1295479658.072	1134736913.959	154749935.167	2383799214.868	183543986.628	63067585.301
C.V.(%)		29.93	30.36	68.26	60.42	79.66	80.51

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะจำนวนฝักอ่อน ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ

SOV	d.f.	จำนวนฝักทั้งหมด	จำนวนฝักดี	จำนวนฝักใหญ่	จำนวนฝักกลาง	จำนวนฝักเล็ก	จำนวนฝักเสีย
Treatments(adj)	89	3484279231.637**	3138903844.255**	618118055.782**	4045244808.485*	550537648.156**	69234242.413^{ns}
Check vs Cross	1	380349.673^{ns}	38969830.7^{ns}	343320475^{ns}	209966586.7^{ns}	9516869.631^{ns}	38513626.39^{ns}
Among check	8	19156156648**	16871472561**	1094552340**	8148102381**	509679425.6*	88626092.25^{ns}
Among cross	80	1794374233^{ns}	1611870467^{ns}	293196079**	2129220298^{ns}	283798306.5*	36529603.6^{ns}
GCA	8	-	-	1691243785.864**	-	1659379825.223**	-
SCA	36	-	-	194303590.198**	-	148288229.259^{ns}	-
Reciprocal effect	36	-	-	81408268.548^{ns}	-	113620378.171^{ns}	-
error	71	713373863.7	620245672.7	77374967.58	1271952159	94687614.41	32979555.31
C.V.(%)		29.93	30.36	68.26	60.42	79.66	80.51

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะจำนวนต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก ฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยวและวันที่เก็บฝักแรก ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์ทดสอบ

SOV	d.f.	จำนวนต้น	นน.ต้นสด	นน.ช่อดอก	ความสูงต้น	ความสูงฝัก	ฝัก/ต้น	ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	วันที่เก็บฝักแรก
Replication	1	52485252588.122**	16846311.627^{ns}	6520609.426**	2198.005**	9.540^{ns}	0.006^{ns}	0.939^{ns}	8.889**
Treatment									
unadjusted	89	373139735.701^{ns}	57062447.131^{ns}	246552.736^{ns}	273.310**	253.989**	0.433^{ns}	4.883**	15.090**
adjusted	89	612102897.614**	61959004.706^{ns}	-	270.488**	245.631**	0.432*	4.847**	-
Block within rep.(adj.)	18	1101209286.408	69973282.190	194050.702	237.316	130.868	0.44	2.784	0.779
Error									
effective	71	316580710.285	43358395.948	-	142.494	70.864	0.283	1.913	-
RCB design	89	440639193.263	45905993.227	196417.204	151.953	77.571	0.298	1.984	1.777
Intrablock	71	273170718.944	39804427.011	197017.163	130.312	64.059	0.262	1.781	2.029
C.V.(%)		19.52	27.34	32.99	7.16	9.66	28.10	15.59	2.83

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 ค่ากำลังสองเฉลี่ยจากการแยกความแปรปรวนของลักษณะจำนวนต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักช่อดอก ความสูงต้น ความสูงฝัก ฝักต่อต้น ระยะเวลาเก็บเกี่ยว และ วันเก็บเกี่ยววันแรก ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ

SOV	d.f.	จำนวนต้น	นน.ต้นสด	นน.ช่อดอก	ความสูงต้น	ความสูงฝัก	ฝักต่อต้น	ระยะเวลาเก็บเกี่ยว	วันเก็บเกี่ยวฝักแรก
Treatments(adj)	89	612102897.614**	61959004.706^{ns}	246552.736^{ns}	270.488**	245.631**	0.432*	4.847**	15.090**
Check vs Cross	1	985406909.396*	93913718.379*	38.241^{ns}	0.967^{ns}	6.049^{ns}	0.149^{ns}	0.356^{ns}	0.123^{ns}
Among check	8	7815832494.494**	842748550.334**	2213670.403**	31023.194**	8613.48**	3.361**	94.111**	2426.819**
Among cross	80	285060355.719^{ns}	30878984.598^{ns}	117569.794^{ns}	136.948^{ns}	130.204**	0.285^{ns}	2.44^{ns}	7.767**
GCA	8	-	-	-	-	644.730**	-	-	42.121**
SCA	36	-	-	-	-	89.644**	-	-	6.382**
Reciprocal effec	36	-	-	-	-	56.855*	-	-	1.229^{ns}
error	71	158290355.1	21679197.974	98508.5815	71.247	35.432	0.1415	0.9565	1.0145
C.V.(%)		19.52	27.34	32.99	7.16	9.66	28.10	15.59	2.83

*,** มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

^{ns} ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 11 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะน้ำหนักฝักดีของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**-55.502**	288.922**	155.169	-154.566	-237.167*	176.456	142.891	89.514	-84.727
2	Cargill23(2)-S4-3-1		**14.665**	-77.952	2.078	53.208	-61.926	65.457	24.102	172.681
3	Pioneer(2)-S4-1-2			**-46.917**	246.485*	-31.142	-100.445	2.579	129.601	-192.169
4	CM90(2)-S4-47				**253.583****	-120.511	41.563	94.9	-78.097	242.609*
5	CM90(2)-S4-205					**102.514****	197.484	31.212	121.541	85.544
6	SW2(2)-S4-165						**-98.103****	-141.669	137.554	13.698
7	SW2(2)-S4-232							**-42.474**^{ns}	76.869	67.113
8	SW2(2)-S4-235								**-90.774***	-100.593
9	SW2(2)-S4-251									**-36.989**

*, ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

S.E.g_i-g_j = 54.038

S.E.s_{ij}-s_{ik} = 152.844

S.E.s_{ij}-s_{kl} = 142.973

ตารางที่ 12 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะน้ำหนักเปลือกของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**258.473**	-1567.606**	787.851	-411.421	-1123.691*	1113.816*	940.912	425.751	-920.381
2	Cargill(2)-S4-3-1		**3.705**	-417.901	53.223	663.883	-178.378	457.613	-390.56	436.897
3	Pioneer(2)-S4-1-2			**-618.249****	944.12	-424.064	-85.7	213.074	703.426	-680.439
4	CM90(2)-S4-47				**1208.389****	-56.133	37.622	439.866	477.582	3.538
5	CM90(2)-S4-205					**601.994****	545.234	3.174	750.197	646.501
6	SW2(2)-S4-165						**-397.045***	-916.662	792.327	323.813
7	SW2(2)-S4-232							**-152.622**	-227.883	835.104
8	SW2(2)-S4-235								**-323.738**	-191.425
9	SW2(2)-S4-251									**-580.905****

*, ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

S.E.g_i-g_j = 290.476

S.E.s_{ij}-s_{ik} = 821.590

S.E.s_{ij}-s_{kl} = 768.527

ตารางที่ 13 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะจำนวนฝักใหญ่ของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**-6008.271****	12897.021*	-1732.478	-12361.978*	-3362.061	3859.993	-139.839	3563.771	2600.577
2	Cargill23(2)-S4-3-1		**-563.799**	-1176.95	-14473.2**	3526.966	-1917.978	82.188	1119.299	8823.104
3	Pioneer(2)-S4-1-2			**5399.2****	31563.799**	2563.716	-8547.228	2452.688	-2510.2	-10473.395
4	CM90(2)-S4-47				**13362.2****	-8066.283	-7176.728	-9176.811	-2473.2	26230.354**
5	CM90(2)-S4-205					**-3304.466**	-176.811	3156.354	2526.716	5230.521
6	SW2(2)-S4-165						**-11526.771****	5045.16	1748.771	1452.827
7	SW2(2)-S4-232							**-7193.438****	1415.688	-547.256
8	SW2(2)-S4-235								**-6563.799***	-2510.39
9	SW2(2)-S4-251									**16399.145****

*, ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

S.E.g_i-g_j = 2932.101

S.E.s_{ij}-s_{ik} = 8293.235

S.E.s_{ij}-s_{kl} = 7757.611

ตารางที่ 14 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะจำนวนฝักเด็กของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**4093.769**	-5984.267	-1740.03	1083.878	-4842.96	1338.41	9756.923	7682.961	-4795.951
2	Cargill23(2)-S4-3-1		**-4906.85***	2724.866	3718.667	-8757.761	7365.674	9761.138	-8936.929	3702.789
3	Pioneer(2)-S4-1-2			**-10437.204****	-1416.521	-9602.293	-8786.035	-5066.908	12053.825	8373.848
4	CM90(2)-S4-47				**-1551.297**	-10111.153	9556.334	10675.571	-1354.91	1541.815
5	CM90(2)-S4-205					**6478.17****	9631.605	5172.551	5276.011	-3679.111
6	SW2(2)-S4-165						**18649.052****	-17312.417**	10133.629	-15224.524*
7	SW2(2)-S4-232							**628.553**	-3621.115	94.93
8	SW2(2)-S4-235								**981.781**	-2193.109
9	SW2(2)-S4-251									**-13935.976****

*, ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

S.E.g_i-g_j = 3243.585

S.E.s_{ij}-s_{ik} = 9174.245

S.E.s_{ij}-s_{kl} = 8581.720

ตารางที่ 15 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) และอิทธิพลการผสมสลับ (ใต้เส้นทะแยงมุม) ในลักษณะความสูงฝักของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**1.139**	5.408	-3.257	6.637	0.81	5.494	1.666	-5.128	5.499
2	Cargill23(2)-S4-3-1	2.144	**3.483****	5.527	3.598	5.881	2.759	-8.536*	-1.467	3.641
3	Pioneer(2)-S4-1-2	-0.053	4.28	**-2.466**	8.414*	-3.122	-0.863	5.583	3.643	-11.878**
4	CM90(2)-S4-47	8.62*	-2.822	4	**-0.961**	-9.589*	-3.431	-6.309	3.549	9.648*
5	CM90(2)-S4-205	8.064	-5.465	-4.256	2.379	**8.992****	1.052	2.022	3.577	0.519
6	SW2(2)-S4-165	5.003	-6.117	-2.782	7.372	1.941	**-2.166**	1.142	0.33	0.299
7	SW2(2)-S4-232	6.455	-0.175	-3.482	5.783	1.627	11.509**	**-11.232****	9.589*	6.658
8	SW2(2)-S4-235	0.623	-6.833	7.277	-5.917	-1.433	-0.134	-6.347	**-3.354***	-3.582
9	SW2(2)-S4-251	5.956	4.538	6.11	-8.883*	4.36	3.704	6.625	2.541	**6.566****

*, ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

S.E.g_i-g_j = 1.984

S.E.s_{ij}-s_{ik} = 5.612

S.E.s_{ij}-s_{kj} = 5.249

S.E.r_{ij}-r_{kl} = 5.952

ตารางที่ 16 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (แนวเส้นทะแยงมุม) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (เหนือเส้นทะแยงมุม) ในลักษณะวันที่เก็บฝักแรกของสายพันธุ์แท้และลูกผสมเดี่ยว

#	สายพันธุ์	CP45(2)-S4-6-5	Cargill23(2)-S4-3-1	Pioneer(2)-S4-1-2	CM90(2)-S4-47	CM90(2)-S4-205	SW2(2)-S4-165	SW2(2)-S4-232	SW2(2)-S4-235	SW2(2)-S4-251
1	CP45(2)-S4-6-5	**0.098**	-3.126**	0.262	0.067	0.956	0.123	-0.765	-0.348	2.04**
2	Cargill23(2)-S4-3-1		**2.765****	**-0.654**	0.401	-0.959	-0.543	-2.182	-1.515	-1.876**
3	Pioneer(2)-S4-1-2			**0.626****	-1.709**	0.429	0.345	-0.293	0.123	0.262
4	CM90(2)-S4-47				**-2.179****	0.484	-1.348	-0.987	-0.57	1.317*
5	CM90(2)-S4-205					**-0.817****	-0.459	-0.598	-0.932	-0.543
6	SW2(2)-S4-165						**-0.734****	0.317	-0.765	0.873
7	SW2(2)-S4-232							**-0.845****	1.095	0.234
8	SW2(2)-S4-235								**-0.762****	0.901
9	SW2(2)-S4-251									**1.848****

* , ** ค่าประมาณแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตามลำดับ

ค่าประมาณที่ไม่มีเครื่องหมาย * หรือ ** แสดงว่าไม่แตกต่างจากศูนย์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$S.E.g_i-g_j = 0.335$

$S.E.s_{ij}-s_{ik} = 0.949$

$S.E.s_{ij}-s_{kl} = 0.888$

อัตราส่วนความสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนความสำคัญของลักษณะที่ศึกษา (ตารางที่ 17) พบว่าลักษณะที่เกี่ยวข้องกับจำนวนฝัก คือจำนวนฝักใหญ่และจำนวนฝักเล็ก อิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปจะสูงกว่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ ในขณะที่น้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดี ให้อัตราส่วนความสำคัญต่ำกว่า 0.5 แสดงถึงความสำคัญของสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงกว่าสมรรถนะการผสมทั่วไป ลักษณะความสูงฝักและวันที่เก็บเกี่ยวฝักแรก ค่าอัตราส่วนความสำคัญแสดงถึงความสำคัญที่เท่าๆ กันระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ อาจกล่าวได้ว่าในกลุ่มสายพันธุ์เหล่านี้ ปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสมและปฏิกิริยาของยีนแบบอื่นๆ มีอิทธิพลในการควบคุมลักษณะน้ำหนักเปลือก น้ำหนักฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักเล็ก ความสูงฝักและวันที่เก็บเกี่ยวฝักแรก

ตารางที่ 17 ค่าอัตราส่วนความสำคัญของอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ออิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะในลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพดฝักอ่อน

ลักษณะที่ศึกษา	อัตราส่วนความสำคัญ
น้ำหนักเปลือก	0.443
น้ำหนักฝักดี	0.405
จำนวนฝักใหญ่	0.605
จำนวนฝักเล็ก	0.764
ความสูงฝัก	0.555
วันที่เก็บเกี่ยวฝักแรก	0.459

สหสัมพันธ์ของลำดับ

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลำดับระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้ (ตารางที่ 18) พบว่าลักษณะจำนวนฝักใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ลักษณะจำนวนฝักเล็กและวันที่เก็บฝักแรก มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนน้ำหนักเปลือก จำนวนฝักดีและความสูงฝัก ค่าสหสัมพันธ์ของลำดับไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 18 สหสัมพันธ์ของลำดับระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้

ลักษณะ	สหสัมพันธ์ของลำดับ
น้ำหนักเปลือก	0.133^{ns}
จำนวนฝักดี	0.183^{ns}
จำนวนฝักใหญ่	0.933**
จำนวนฝักเล็ก	0.716*
ความสูงฝัก	0.433^{ns}
วันที่เก็บฝักแรก	0.795*

*, ** คือ มีนัยสำคัญและมีนัยสำคัญยิ่งตามลำดับ

ns คือไม่มีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสมเดี่ยว

จากการศึกษาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (simple linear correlation) ระหว่างลักษณะจำนวนฝักดี น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก และน้ำหนักฝักดี ของลูกผสมเดี่ยว 72 คู่ผสม สายพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่า ลักษณะจำนวนฝักดี น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือกมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักฝักดี (ตารางที่ 19) และนอกจากนี้ได้ศึกษาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของจำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง และจำนวนฝักเล็ก พบว่า ลักษณะจำนวนฝักกลางและจำนวนฝักเล็กมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนฝักดี โดยที่จำนวนฝักใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนฝักดีและจำนวนฝักกลาง แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับจำนวนฝักเล็ก นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนฝักกลางมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนฝักเล็ก (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนฝักดี น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก และน้ำหนักฝักดี

	นน.ฝักอ่อนทั้งเปลือก	นน.ฝักอ่อนหลังปอกเปลือก	นน.ฝักดี
จำนวนฝักดี	0.903**	0.832**	0.853**
นน.ฝักอ่อนทั้งเปลือก		0.895**	0.890**
นน.ฝักอ่อนหลังปอกเปลือก			0.975**

d.f. = 88

* คือ มีนัยสำคัญ

** คือ มีนัยสำคัญยิ่ง

ns คือไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนฝักดี จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง และจำนวนฝักเล็ก

	จำนวนฝักกลาง	จำนวนฝักเล็ก	จำนวนฝักดี
จำนวนฝักใหญ่	-0.170 ^{ns}	-0.523 **	0.093 ^{ns}
จำนวนฝักกลาง		0.261*	0.646**
จำนวนฝักเล็ก			0.441**

d.f. = 88

* คือ มีนัยสำคัญ

** คือ มีนัยสำคัญยิ่ง

^{ns} คือไม่มีนัยสำคัญ

บทที่ 4

วิจารณ์

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวจำนวน 72 คู่ผสม ซึ่งเกิดจากการผสมแบบพบกันหมดระหว่างสายพันธุ์ S_4 จำนวน 9 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ที่เป็นพ่อแม่ 9 สายพันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบ 9 สายพันธุ์ ที่แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด 5 อันดับแรก ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่เป็นพันธุ์ผสมเปิดทุกพันธุ์ พันธุ์ผสมเปิดที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือพันธุ์เชียงใหม่ 90 ให้ผลผลิต 1,132 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีมาเป็นอันดับ 6 ของการทดสอบลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด และข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด 5 อันดับแรกนี้ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบที่เป็นพันธุ์ลูกผสมของบริษัททุกพันธุ์ พันธุ์ลูกผสมของบริษัทที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุดคือพันธุ์ฝักทอง 515 ให้ผลผลิต 1,038 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยให้ผลผลิตมาเป็นอันดับ 10 ของการทดสอบลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวที่ได้จากการทดลองนี้ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของภาคใต้ได้ดีกว่าพันธุ์ที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวที่ให้ผลผลิตสูง 10 อันดับแรกไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะข้าวโพดฝักอ่อนที่ดีควรมีอัตราส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือกต่ำกว่า 8 : 1 ซึ่งสอดคล้องกับสุวรรณษา (2541) ซึ่งรายงานว่าพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวข้าวโพดฝักอ่อนที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมีอัตราส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อน้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกอยู่ในช่วง 5 : 1 ถึง 7 : 1

เมื่อวิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไปของแต่ละสายพันธุ์ ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ผลิตลูกผสมเดี่ยว ซึ่งสายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดคือ # 4 รองลงมาคือ # 5 เมื่อใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว 10 อันดับแรกที่ให้ผลผลิตสูงสุด มีพ่อหรือแม่เป็น # 4 และ # 5 ร่วมอยู่ด้วยถึง 8 คู่ผสม

เมื่อวิเคราะห์สมรรถนะการผสมเฉพาะของแต่ละคู่ผสม เมื่อใช้น้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์คู่ผสมที่มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุด 3 อันดับคือ 1 x 2 , 3 x 4 และ 4 x 9 ตามลำดับ โดยเป็น 3 ใน 10 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุดในการทดสอบด้วย

เมื่อวิเคราะห์สมรรถนะการผสมของลูกผสมเดี่ยวทั้งหมด หากดูจากสมรรถนะการผสมทั่วไปเพียงอย่างเดียว พันธุ์ลูกผสมที่น่าจะให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีสูงสุด ควรจะเป็นคู่ผสมที่เกิดจากการผสมระหว่าง # 4 กับ # 5 เพราะพันธุ์ทั้งสองให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงเป็นอันดับ 1 และ 2 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าลักษณะน้ำหนักฝักดีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของสมรรถนะการผสมเฉพาะ แม้ว่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของคู่ผสมนี้จะไม่มีนัยสำคัญ แต่สมรรถนะการผสมเฉพาะของคู่ผสมนี้ให้ค่าติดลบ จึงมีผลให้การให้ผลผลิตน้ำหนักฝักดีของคู่ผสมนี้ลดต่ำลงไป ผลการทดลองที่ได้ เป็นไปตามที่ Baker (1978) ได้เสนอว่าลูกผสมที่ดีที่สุดจะได้จากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด ถ้าสมรรถนะการผสมแบบเฉพาะไม่มีนัยสำคัญ แต่ถ้าสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ลูกผสมที่ดีที่สุดจะได้จากลูกผสมที่มีสมรรถนะการผสมสูงทั้งสองแบบ

เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลการผสมสลับของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว พบว่ามีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาน้อยมาก โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อลักษณะความสูงฝักเพียงลักษณะเดียว ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าอิทธิพลการผสมสลับในข้าวโพดฝักอ่อนไม่มีผลต่อการแสดงออกในพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว สอดคล้องกับ ปัทมา (2531) ซึ่งพบว่าอิทธิพลการผสมสลับมีนัยสำคัญต่อการแสดงออกในลักษณะความสูงฝักของข้าวโพดฝักอ่อน แต่อิทธิพลการผสมสลับข้างต้นก็ยังเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าสมรรถนะการผสมทั่วไป และผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ พีระศักดิ์ (2525) ซึ่งกล่าวว่า ในงานทดลองในทางพืชไม่นิยมแยกลูกผสมสลับออกจากกันเพราะ maternal effect ในพืชมีน้อยกว่าในสัตว์

เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนความสำคัญ ค่าที่ได้อยู่ในช่วง 0.405 – 0.764 แสดงว่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลูกผสมเดี่ยวในข้าวโพดฝักอ่อน อัตราส่วนความสำคัญนี้ ในกรณีที่พันธุ์ที่นำมาผสมในแผนการผสมเป็นพันธุ์ที่ได้มาอย่างสุ่ม ค่านี้จะเป็นอัตราส่วนที่แสดงความสำคัญของปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสมและสามารถนำไปอ้างอิงถึงประชากรเดิมได้ แต่กรณีที่พันธุ์ที่นำมาใช้เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกมาอย่างเจาะจง การอ้างอิงเรื่องปฏิกิริยาของยีนจะจำกัดอยู่เฉพาะประชากรของสายพันธุ์ที่เลือกมาเท่านั้น

ประชากรที่อ้างอิงถึงในกรณีที่สายพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อแม่ถูกคัดเลือกมาอย่างเจาะจง อาจหมายถึงประชากรของพันธุ์สังเคราะห์ที่เกิดจากการนำเอาพันธุ์เหล่านี้มาผสมกันอย่างสุ่ม ประชากรเช่นนี้จัดเป็นประชากรในชั้นลูกหลานที่สืบต่อไป (Wright,1985)

เมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลำดับระหว่างสมรรถนะการผสมทั่วไปกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้พบว่า ลักษณะจำนวนฝักใหญ่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สำหรับลักษณะจำนวนฝักเล็กและวันที่เก็บฝักแรก พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลำดับเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับลักษณะน้ำหนักเปลือก จำนวนฝักดี และความสูงฝัก ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักฝักดีกับลักษณะจำนวนฝักดี น้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก พบว่าน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือกมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักฝักดีมากที่สุด สอดคล้องกับ สุวรรณษา (2541) ซึ่งพบว่าน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือกมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักฝักดีและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมาคือน้ำหนักฝักอ่อนทั้งเปลือกและจำนวนฝักดี ซึ่งมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งกับน้ำหนักฝักดี

เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักดี กับจำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลางและจำนวนฝักเล็ก พบว่าจำนวนฝักกลางมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งกับจำนวนฝักดีมากที่สุด รองลงมาคือจำนวนฝักเล็ก โดยจำนวนฝักใหญ่ไม่มีนัยสำคัญกับน้ำหนักฝักดี จำนวนฝักใหญ่และจำนวนฝักเล็กมีสหสัมพันธ์ในทางลบและมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จำนวนฝักกลางมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญกับจำนวนฝักเล็ก โดยที่จำนวนฝักใหญ่ไม่มีนัยสำคัญกับจำนวนฝักกลาง

ในการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนฝักซึ่งได้แก่ จำนวนฝักใหญ่ จำนวนฝักกลาง จำนวนฝักเล็ก พบว่ามีความแปรปรวนของลักษณะเหล่านี้ค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากเป็นลักษณะที่ผันแปรไปตามการจัดการเช่น เวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์ต่างกันอาจไม่เหมือนกัน อีกประการหนึ่ง อาจเนื่องมาจากแต่ละพันธุ์มีสัดส่วนของการเป็นฝักใหญ่ : ฝักกลาง : ฝักเล็ก ไม่เหมือนกัน ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะเหล่านี้สูง การควบคุมความคลาดเคลื่อนในการทดลองเกี่ยวกับลักษณะที่มีความแปรปรวนสูงเช่นนี้ อาจทำได้โดยการ

เพิ่มจำนวนซ้ำในแผนการทดลอง หรือการกำหนดขนาดของหน่วยทดลองให้เหมาะสม

บทที่ 5

สรุป

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยว ที่ได้ดำเนินการระหว่างปี 2540 - 2542 ที่แปลงทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สรุปได้ดังนี้

1. จากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์แท้ 9 สายพันธุ์ พบว่าเมื่อใช้ลักษณะน้ำหนักฝักดีเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงและมีค่าเป็นบวกคือ สายพันธุ์ที่ 4 รองลงมาคือ สายพันธุ์ที่ 5 คู่ผสมที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงและมีค่าเป็นบวกสามอันดับแรกได้แก่ 1 x 2 , 3 x 4 และ 4 x 9 โดยพบว่าคู่ผสมที่ให้น้ำหนักฝักดีสูงที่สุด 10 อันดับแรกของการทดลอง มีสายพันธุ์ที่ 4 หรือ 5 เป็นสายพันธุ์พ่อหรือแม่ร่วมอยู่ถึง 8 คู่ผสม และมี 2 คู่ผสมที่มีสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง

2. จากการศึกษาอิทธิพลของการผสมสลับ พบว่าลักษณะความสูงฝักเพียงลักษณะเดียวที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับลักษณะอื่น ๆ ไม่พบว่ามีอิทธิพลของการผสมสลับ จึงสามารถสรุปได้ว่าลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาในข้าวโพดฝักอ่อน มีอิทธิพลของการผสมสลับน้อยมาก นั่นคือลักษณะส่วนใหญ่จะถูกควบคุมโดยยีนที่อยู่ในนิวเคลียส

3. จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความสำคัญ พบว่าลักษณะน้ำหนักฝักดีมีค่าอัตราส่วนความสำคัญเท่ากับ 0.405 แสดงถึงอิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความสำคัญมากกว่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไป ลักษณะที่อิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงกว่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมเฉพาะได้แก่ จำนวนฝักใหญ่และจำนวนฝักเล็ก ส่วนน้ำหนักเปลือก ความสูงฝักและวันที่เก็บฝักแรก อิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั้งสองแบบมีความสำคัญพอๆ กัน

4. จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ของลำดับ ระหว่างค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้ พบว่าจำนวนฝักใหญ่มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ลักษณะจำนวนฝักเล็ก จำนวนฝักเสียและน้ำหนักต้นสดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนลักษณะอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ ไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่สามารถประเมินค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปโดยดูจากค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แท้ได้

5. เมื่อศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักฝักดีกับลักษณะต่าง ๆ พบว่าลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกและมีนัยสำคัญยิ่งคือลักษณะน้ำหนักฝักอ่อนหลังปอกเปลือก รองลงมาคือน้ำหนักฝักทั้งเปลือกและจำนวนฝักดี

เอกสารอ้างอิง

ปัทมา ศิริธัญญา. 2531. การศึกษาสมรรถนะการผสมของประชากรข้าวโพดคุณภาพโปรตีนสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2525. พันธุศาสตร์ปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2532. การใช้แผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. วิทยาศาสตร์เกษตร 22 : 408 – 419.

เทอดศักดิ์ สุวรรณเทพ. 2539. สมรรถนะการผสมในกลุ่มของสายพันธุ์ข้าวโพดเขตร้อนและเขตอบอุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล สาธิตสิริกุล. 2532. การผลิตและการตลาดข้าวโพดฝักอ่อนในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเกียรติ กสิกรานันท์. 2536. การผลิตข้าวโพดฝักอ่อน. เกษตรก้าวหน้า 8 : 1-8.

สมพงษ์ ทองช่วย. 2533. การสร้างข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว ลูกผสมสามทาง และลูกผสมคู่จากสายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2540. ข้าวโพดฝักอ่อนและมาตรฐานโลก. เคหะเกษตร 10 : 137-142.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2526. สถิติการวางแผนการทดลอง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณษา ฟองมณี . 2541. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวจากพันธุ์ผสมเปิด 2 พันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2539/2540. กรุงเทพฯ : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร.

Baker , R.J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18 : 533-536.

Donahue, P.J., E.L. Stromberg and S.L. Myers. 1991. Inheritance of reaction to gray leaf spot in diallel cross of 14 maize inbreds. Crop Sci. 31 : 926-931.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463-493.

Hallauer, A.R. and J.B.Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa : Iowa State Univ.

Jenkins , M.T.1934. Methods of estimating the performance of double cross in corn. J. Amer. Soc. Agron. 26 : 199-204.

Rojas, B.A. and G.F.Sprague.1952. A comparison of variance components in corn yield trials : III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. J. 44 : 462-466.

Siegel, S.1956. Nonparametric statistics for the behavioral science. Tokyo : Mc Graw-Hill,Inc.

Singh, R.K. and B.D. Chaudhary.1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. New Delhi : Kalyani Publishers.

Sprague, G.F . and A . Tatum. 1942. General vs specific combining ability in single crosses of corn . Agron. J . 34 : 923-932.

Thome, C.R., M.E. Smith. and J.A. Mihm. 1992. Leaf feeding resistance to multiple insect species in a maize diallel. Crop Sci. 32 : 1460-1463.

Thompson , D.L., R.R. Bergquist ., G.A. Payne., D.T. Bowman and M.M. Goodman.1987. Inheritance of resistance to gray leaf spot in maize. Crop Sci. 27 : 243-246.

Ulrich, J.F., A. Hawk and R.B. Carroll. 1990. Diallel analysis of maize inbreds for resistance to gray leaf spot. Crop Sci. 30 : 1198-1200.

Widstrom, N.W., K. Bondari and W.W. McMillian. 1992. Hybrid performance among maize populations selections for resistance to insects. Crop Sci. 32 : 85-89.

Williams, W.P., P.M. Buckley and F.M. Davis.1989. Combining ability for resistance in corn to fall armyworm and southwestern corn borer. Crop Sci. 29 : 913-915

Wright, J.1985. Diallel designs, analyses, and reference populations. Heredity. 54 : 307-311

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงสายพันธุ์ที่คัดเลือก ความต้านทานต่อโรคทางใบ และจำนวนฝักจากการสังเกตด้วยสายตาของสายพันธุ์ S_3 ในฤดูปลูกที่ 1

สายพันธุ์	หมายเลข [a]	คะแนนความต้านทานต่อโรคทางใบ [b]	จำนวนฝัก/ต้น
ข้าวเหนียว(2)-S_3-2	-	2	2
ข้าวเหนียว(2)-S_3-7	-	2	2
ข้าวเหนียว(2)-S_3-8	-	2	3
Cargill23(2)-S_3-3-1	#2	2	3
Cargill23(2)-S_3-3-3	-	1	2
Cargill23(2)-S_3-3-5	-	1	3
CM90(2)- S_3-160	-	2	2
CM90(2)-S_3-137	-	2	2
CM90(2)-S_3-205	#5	2	3
CM90(2)-S_3-3	-	3	4
CM90(2)-S_3-4	-	2	2
CM90(2)-S_3-46	-	2	2
CM90(2)-S_3-47	#4	1	3
CM90(2)-S_3-74	-	1	1
CM90(2)-S_3-81	-	3	2
CP45(2)-S_3-6-2	-	2	2
CP45(2)-S_3-6-3	-	2	2
CP45(2)-S_3-6-5	#1	1	3
JT(2)-S_3-9-2	-	3	2
P#421(2)-S_3-1-2	-	3	1
P#421(2)-S_3-2-4	-	2	2
Pioneer(2)-S_3-1-1	-	2	2
Pioneer(2)-S_3-1-2	#3	1	3
Pioneer(2)-S_3-8-2	-	2	2

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์	หมายเลข [a]	คะแนนความต้านทานต่อโรคทางใบ [b]	จำนวนฝัก/ต้น
CM90(2)-S_3-161	-	1	2
CM90(2)-S_3-165	-	1	2
CM90(2)-S_3-173	-	1	2
CM90(2)-S_3-78	-	2	3
SW2(2)-S_3-131	-	2	3
SW2(2)-S_3-134	-	2	3
SW2(2)-S_3-165	#6	2	4
SW2(2)-S_3-220	-	1	2
SW2(2)-S_3-224	-	1	2
SW2(2)-S_3-230	-	3	2
SW2(2)-S_3-231	-	2	2
SW2(2)-S_3-232	#7	2	4
SW2(2)-S_3-235	#8	1	3
SW2(2)-S_3-251	#9	2	3
SW2(2)-S_3-34	-	1	2
SW2(2)-S_3-6	-	1	2

[a] : หมายเลขของสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือก

[b] : 1 = ต้านทานดีมาก 2 = ต้านทานดี 3 = ต้านทานปานกลาง 4 = ต้านทานน้อยมาก

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

เบอร์	ประวัติ	นน.ฝักอ่อน (กก./เฮกตาร์)					อัตราส่วน	จำนวนฝัก (ฝัก/เฮกตาร์)						จำนวนฝัก/ต้น	วันที่เก็บฝักแรก	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	นน.ข่อดอก (กก./เฮกตาร์)	ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว	จำนวนต้น (ต้น/เฮกตาร์)	นน.ต้นสด (กก./เฮกตาร์)
		นน.ทั้งเปลือก	นน.หลังปอกเปลือก	นน.ฝักดี	นน.ฝักเสีย	นน.เปลือก		รวมจำนวนฝัก	จำนวนฝักดี				จำนวนฝักเสีย								
									รวม	ฝักใหญ่	ฝักกลาง	ฝักเล็ก									
1	5x6	6889.15	1101.05	1017.19	78.16	5778.96	7:1	197009	182547	3334	101516	76477	12164	2	44	164	97	1314	12	78311	18744.46
2	pioneer	5668.72	866	767.77	95.59	4800.7	7:1	99135	91711	25334	51634	5532	6840	1	47	169	91	1102	10	49735	27170.22
3	7x9	5596.51	1013.63	827.31	181.66	4569.1	7:1	121722	109736	28000	67005	5453	19086	2	47	175	96	1316	10	47629	21292.27
4	9x4	7663.01	1489.22	1344.29	142.06	6166.4	6:1	166545	153427	92667	54485	4464	10535	3	46	180	111	1345	9	55923	19696.16
5	CM90	6752.68	1219.12	1132.49	88.4	5542.15	6:1	202272	195245	12667	146291	38168	6696	2	44	170	90	1609	10	71716	20693.7
6	5x3	5437.78	917.76	895.68	22.24	4516.54	6:1	115625	110899	22000	83312	5103	4032	2	46	161	95	1425	8	42826	27644.23
7	CP45	4637.26	771.71	738.95	33.4	3862.77	6:1	99285	90916	21334	63106	4583	7372	2	51	160	86	1156	7	57878	21342.97
8	6x2	3820.59	669.79	645.14	26.95	3150.72	6:1	108964	100949	3333	69339	26833	7286	1	49	172	97	1484	8	67811	34005.14
9	เกษตรศาสตร์ 1	6096.77	983.77	882.11	96.38	5114.35	7:1	152151	137178	12000	90699	35615	14228	2	43	172	85	1423	10	73414	31636.29
10	1x2	8189.89	1247.8	1075.47	180.5	6945.26	8:1	159529	143540	26000	115640	14260	17986	2	45	183	99	1484	8	64712	29908.47
11	6x3	5022.07	777.15	595.95	192.78	4255.14	9:1	107487	87446	2000	365406	16439	22893	2	46	154	84	1572	8	57950	28351.12
12	5x7	7014.9	1111.66	1050.72	70.5	5901.71	7:1	170741	160138	10667	116110	44360	13139	2	44	165	88	1602	11	78510	32939.84
13	1x7	6349.98	798.17	813.69	0	5556.68	8:1	164234	146496	667	122256	26704	588	2	44	162	85	1670	9	74804	30210.39
14	6x4	6679.24	1075.32	959.26	132.06	5624.75	7:1	163291	151646	15334	114730	35742	14749	3	42	148	73	1629	12	79464	27607.92
15	#6	2517.42	338.64	327.13	25.9	2187.54	8:1	63311	61301	0	15084	58011	4752	1	47	147	76	1258	6	66708	21025.12
16	สุวรรณ2	3998.47	661.07	576.64	99.3	3346.86	8:1	84837	85985	1333	68878	26156	1292	2	46	152	76	504	7	72093	24523.87
17	4x3	8131.54	1358.72	1200.93	174.33	6784.98	7:1	157984	147350	54000	108444	0	13340	2	44	173	88	1725	10	93225	32686.04
18	ฝักทอง	5705.39	1219.43	1038.17	190.22	4499.54	5:1	89170	82247	74667	21138	0	9614	1	50	185	102	1488	8	98762	34683.85
19	#9	3703.8	689.12	507.92	168.31	2998.28	7:1	77721	64443	19334	41401	1722	11708	2	47	173	89	878	8	95736	23571.09
20	8x1	6314.76	849.02	701.55	134.93	5449.25	9:1	136220	119184	4000	85049	26846	14606	2	45	154	79	1550	10	99617	26121.31
21	SW2-17xCM90-24	5959.51	1094.83	951.11	132.22	4843.58	6:1	131599	122374	9333	91205	18489	8195	2	44	180	94	2155	10	105068	30469.12
22	8x5	7109.07	1113.3	964.68	138.93	5981.06	7:1	183759	166065	8000	122684	31500	14977	2	45	182	98	1412	10	102629	32939.67
23	6x5	5953.04	1032.48	958.72	68.7	4948.81	6:1	163483	149215	1334	119824	27871	13805	2	45	171	93	2285	10	97289	24603.88
24	5x2	6590.19	989.81	920.09	63.06	5589.56	7:1	149502	142870	7334	117511	15472	5808	1	46	181	111	1647	10	125266	35421.07
25	9x7	5709.14	837.58	720.1	111.28	4861.46	8:1	98496	88888	24000	57972	2952	8481	1	49	170	82	1549	7	95784	26053.14
26	Pac421	6223.77	1083.32	862.62	216.17	5133.03	7:1	127508	113586	22667	85539	1869	13062	1	47	156	79	1399	11	103383	30248.65

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

เบอร์	ประวัติ	นน.ฝักอ่อน (กก./เฮกตาร์)					อัตราส่วน	จำนวนฝัก (ฝัก/เฮกตาร์)						จำนวน ฝัก/ต้น	วันที่ เก็บฝัก แรก	ความ สูงต้น (ซม.)	ความ สูงฝัก (ซม.)	นน. ช่อดอก (กก./ เฮกตาร์)	ระยะ เวลา การ เก็บเกี่ยว	จำนวน ต้น (ต้น/ เฮกตาร์)	นน. ต้นสด (กก./ เฮกตาร์)
		นน. ทั้งเปลือก	นน. หลังปอก เปลือก	นน. ฝักดี	นน. ฝักเสีย	นน. เปลือก		รวม จำนวน ฝัก	จำนวนฝักดี				จำนวน ฝักเสีย								
									รวม	ฝักใหญ่	ฝักกลาง	ฝักเล็ก									
27	6x7	5252.59	794.02	730.43	51.49	4452.55	7:1	114695	107816	6667	78232	21984	6003	1	45	173	86	1484	8	98854	26413.14
28	1x6	7883.41	1066.67	896.73	166.12	6806.48	9:1	176754	151848	6000	106067	42422	24471	2	46	170	96	1885	11	115711	35447.9
29	2x6	5702.9	759.32	636.25	119.61	4933.25	9:1	128586	113256	3333	61048	50213	14035	2	48	168	85	1633	10	102392	29196.13
30	6x9	5411.77	986.13	761.91	223.8	4422.43	7:1	96712	76420	35334	32499	1934	20711	1	49	178	95	1198	8	106016	21557.21
31	6x8	5098.85	736.92	692.02	44.28	4353.36	8:1	129458	124136	666	70683	53533	3740	2	44	163	82	1634	11	96337	23083.15
32	6x1	5115.75	751.74	721.09	34.65	4371.41	7:1	126516	123953	1333	82489	40571	3235	2	47	157	86	1687	9	104997	26880.69
33	9x1	4217.98	622.95	510.95	114.39	3590.36	9:1	67202	55608	35333	21510	839	11904	2	51	183	94	1011	6	101441	25964.55
34	2x5	7215	1034.02	992.81	50.74	6177.01	7:1	172195	168959	26667	107971	4985	3244	3	50	175	100	1086	8	115092	34329.96
35	SW2-84xCM90-10	6026.59	1095.07	1020.19	79.41	4930.25	6:1	147875	142324	35334	91537	16569	5825	2	48	157	87	1269	9	98825	23525.47
36	5x1	4521.92	618.01	495.18	119.79	3904.06	9:1	81061	67887	5334	54898	11351	13433	2	47	163	90	1066	10	88895	25889.95
37	9x6	4135.45	641.29	567.42	71.48	3496.7	7:1	79925	72665	12000	51364	11874	7854	1	49	173	88	1445	7	94384	27724.73
38	5x4	7391.7	1268.19	1023.46	242.69	6125.95	7:1	175757	158073	17333	129012	12998	17418	2	45	163	83	1312	10	113265	25208.28
39	9x8	3130.1	425.14	342.09	84.07	2714.54	9:1	36549	32571	24000	2463	0	5428	1	49	172	84	933	8	82623	26967.37
40	9x3	1621.8	285.16	216.62	67.55	1334.46	8:1	22470	23262	14667	5834	0	341	1	51	148	73	679	5	58516	12356.09
41	9x5	6177.59	978.89	841.26	143.08	5218.88	7:1	95686	86771	40000	50454	689	10617	2	47	183	99	1219	9	97603	22357.51
42	9x2	5151.04	856.66	808.45	52.04	4302.49	6:1	111040	105759	33333	72141	2290	6621	2	50	171	96	1127	7	113514	29441.37
43	#1	3048.69	307.32	298.56	13.06	2750.2	10:1	56033	55110	0	32602	23104	1961	2	48	138	72	1333	6	80632	22073.45
44	3x4	6858.04	1358.61	1277.49	87.08	5510.95	5:1	163045	157808	81334	69502	8020	6541	2	43	177	96	1358	12	106498	27535.62
45	5x8	6194.22	903.91	874	28.3	5303.25	7:1	143566	142038	12000	104861	28803	2816	2	44	176	95	1522	11	115835	30300.1
46	1x5	5573.04	776.91	696.63	74.5	4796.89	8:1	137592	124479	4000	87967	34938	12812	2	47	174	106	886	10	105363	16734.79
47	4x1	6766.01	861.17	803.51	52.21	5905.53	8:1	166758	159887	14667	120948	25395	5710	2	45	160	85	1513	10	99643	15685.01
48	3x1	6242.39	925.88	880.85	42.65	5324.32	7:1	132217	128384	13334	100400	7783	4386	2	47	168	82	1206	10	92934	17310.77
49	4x2	7142.68	1231.12	1128.35	98.38	5907.62	7:1	176804	163743	22000	133770	9038	13300	2	47	169	96	1399	9	115295	24166.15
50	1x9	3933.58	784.62	706.73	75.31	3151.41	6:1	84297	76101	25333	46583	4715	6748	2	50	180	106	1816	7	116988	24636.7
51	1x4	6350.7	924.28	855.63	69.08	5432.76	8:1	146707	138240	10000	113410	16688	8912	2	45	176	102	1550	10	110359	19384.77
52	1x8	5336.6	844.54	757.04	88.4	4499.12	7:1	152366	140257	12667	94538	33501	12252	2	46	159	80	1865	9	95077	24216.85
53	7x1	6656.03	901.53	848.26	55.84	5764.25	8:1	146713	132955	7334	96771	37084	14167	2	46	152	72	1759	9	90743	31345.68

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

เบอร์	ประวัติ	นน.ฝักอ่อน (กก./เฮกตาร์)					อัตราส่วน	จำนวนฝัก (ฝัก/เฮกตาร์)						จำนวนฝัก/ต้น	วันที่เก็บฝักแรก	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	นน.ช่อดอก (กก./เฮกตาร์)	ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว	จำนวนต้น (ต้น/เฮกตาร์)	นน.ต้นสด (กก./เฮกตาร์)
		นน.ทั้งเปลือก	นน.หลังปอกเปลือก	นน.ฝักดี	นน.ฝักเสีย	นน.เปลือก		รวมจำนวนฝัก	จำนวนฝักดี				จำนวนฝักเสีย								
									รวม	ฝักใหญ่	ฝักกลาง	ฝักเล็ก									
54	3x2	4525.36	808.03	621.28	181.75	3728.5	7:1	87233	75186	23334	49464	5867	12441	1	50	167	89	909	7	99213	21243.5
55	#4	6684.38	1139.88	1018.76	114.77	5542.08	7:1	157761	146626	40000	108377	619	10696	2	45	156	73	925	9	89939	15342.37
56	8x3	5805.96	1039.9	873.03	160.86	4763.56	6:1	125594	108034	23334	82692	3076	16261	2	48	156	77	1818	8	84152	22159.26
57	4x5	7710.6	1105.28	1019.83	82.51	6609.95	8:1	175719	160531	21333	120810	11464	15604	2	43	165	88	1194	11	96710	30118.35
58	8x2	4985.89	1140.74	971.72	164.07	3838.02	5:1	135640	130557	16000	108847	6719	5183	2	47	171	92	2001	9	103071	24507.06
59	4x6	6420.59	1119.24	1006.95	109.15	5300.59	6:1	203799	187581	8667	127661	52396	14632	3	43	172	88	1065	11	93298	14177.61
60	8x4	6840.17	1055.72	895.68	161.51	5799.68	8:1	158189	146065	24000	106800	19434	12793	2	43	169	92	1611	11	92091	18508.49
61	4x7	8472.63	1447.44	1309.58	138.21	7029.06	6:1	235202	222403	20667	170948	31182	12803	2	43	160	74	816	10	102653	19957.76
62	#3	2918.93	588.66	560.1	30.57	2336.84	5:1	60882	55769	16000	41182	0	5384	1	49	162	78	684	8	75719	15353.27
63	4x8	7267.93	1123.73	845.86	272.3	6152.19	8:1	178069	151999	19334	124542	11547	26325	2	43	163	80	769	11	96056	16984.42
64	8x6	5794.87	784.26	777.45	9.59	5017.13	8:1	137054	135558	1333	95950	40827	2300	2	45	162	82	1161	10	87803	21831.47
65	#5	5805.39	999.23	890.92	111.45	4812.59	7:1	141553	130966	5334	79598	47285	10532	2	47	166	104	2142	8	111817	28048.4
66	#8	1858.65	245.4	204.02	47.57	1626.81	9:1	31012	27463	1334	19048	338	5208	1	47	155	70	798	5	74068	18274.12
67	2x9	5833.48	1190.98	1064.38	130.78	4644.31	6:1	128266	122822	50667	71087	2260	6788	2	49	187	105	1004	9	112135	28329.5
68	3x5	4616	793.98	725.35	74.61	3830.22	7:1	101092	94513	22000	70566	2604	6236	2	48	167	86	1704	10	90229	29533.38
69	2x1	6947.93	1030.38	992.81	48.18	5941.71	7:1	141482	139664	21333	115706	6975	3731	1	48	171	95	859	9	101489	22064.26
70	3x6	3285.33	527.16	485.23	50.92	2770.27	7:1	76835	72651	3334	54060	17243	5734	1	48	153	79	1430	7	89533	22814.79
71	#2	2799.63	386.4	348.82	49.02	2428.73	8:1	58175	53368	7334	42754	4307	6321	1	63	154	77	1093	6	85517	22375.7
72	3x7	4808.21	839.82	656.76	186.62	3985.31	7:1	99362	78931	17334	63447	1755	21929	2	46	159	75	1612	10	83121	21873.52
73	1x3	5703.41	934.17	796.77	134.48	4759.24	7:1	126374	114947	16667	85239	10880	11202	2	49	150	82	1392	9	105794	23092.37
74	8x7	5139.56	828.66	779.23	46.86	4300.8	6:1	127540	121690	4667	98887	14671	4766	1	46	167	88	1471	7	102007	21575.92
75	2x3	4178.99	742.01	730.43	12.07	3434.01	6:1	91665	86853	18667	55671	3725	5443	1	49	182	98	1470	8	99832	22001.68
76	2x4	7079.8	1214.66	984.43	228.71	5850.42	7:1	164253	136211	9334	103042	20313	28356	2	48	162	90	1488	9	104126	20857.06
77	7x3	4966.96	832.13	741.73	90.72	4126.5	7:1	106412	91902	18667	66522	3324	13137	1	47	173	82	1503	8	88886	22527.61
78	7x5	5001.56	778.41	703.9	79.42	4230.79	7:1	110136	105053	9334	80328	15029	5965	2	45	170	85	741	9	85679	12791.82
79	7x2	5434.51	879.03	725.26	157.06	4551.05	7:1	114156	104708	18000	78682	5297	9968	1	46	154	71	1149	8	77390	16475.68
80	7x6	2162.24	316.33	277.19	42.9	1842.19	8:1	56482	50058	666	28476	16777	6642	2	46	161	63	689	9	68575	14774.42

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

เบอร์	ประวัติ	นน.ฝักอ่อน (กก./เฮกตาร์)					อัตราส่วน	จำนวนฝัก (ฝัก/เฮกตาร์)						จำนวนฝัก/ต้น	วันที่เก็บฝักแรก	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	นน.ข่อดอก (กก./เฮกตาร์)	ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว	จำนวนต้น (ต้น/เฮกตาร์)	นน.ต้นสด (กก./เฮกตาร์)
		นน.ทั้งเปลือก	นน.หลังปอกเปลือก	นน.ฝักดี	นน.ฝักเสีย	นน.เปลือก		รวมจำนวนฝัก	จำนวนฝักดี				จำนวนฝักเสีย								
									รวม	ฝักใหญ่	ฝักกลาง	ฝักเล็ก									
81	4x9	5593.01	1270.36	1146.52	121.7	4323.04	5:1	146682	136321	54000	78736	2475	10830	1	49	178	93	1251	7	101445	17267.75
82	2x8	4625.73	639.83	496.38	134.47	3968.19	9:1	89993	76395	6667	61554	2388	11524	2	48	169	79	986	10	86291	17341.99
83	#7	3005.28	424.24	361.75	53.85	2563.26	7:1	97826	59803	666	42536	9512	5088	2	48	140	53	1182	7	80838	19958.87
84	2x7	6336.02	1031.61	922.15	105.89	5293.75	7:1	172618	162967	1333	106653	39899	8431	2	47	163	70	1494	9	86396	21251.3
85	7x4	6240.53	1028.51	874.56	146.36	5189.61	7:1	159872	149658	8000	111358	23154	8678	3	43	124	63	1124	10	70023	19706.68
86	3x9	5141.2	991.42	803.34	182.3	4133.76	6:1	106698	89350	42667	36171	2832	14126	1	48	177	85	1439	8	100650	32977.23
87	8x9	5268.14	947.37	773.31	172.91	4320.72	6:1	135088	113833	25333	79977	4536	20288	2	49	176	89	1127	7	91643	21041.44
88	7x8	4228.35	698.12	680.12	15.22	3518.11	6:1	115108	112822	5333	78998	16138	957	2	47	166	76	1230	8	81420	19591.97
89	3x8	4760.39	762.26	682.9	77.06	3986.72	6:1	124101	113506	4000	64792	36951	8964	2	46	180	92	1425	9	111472	24157.38
90	5x9	6575.14	1222.73	1033	189.11	5343.7	6:1	147781	135537	31334	85692	11868	10879	2	47	190	107	1262	10	117005	23019.55
	C.V.(%)	26.65	30.57	28.80	84.01	26.67		30	30	68	60	80	81	28.10	2.83	7.16	9.66	32.99	15.59	20	27.34
	L.S.D. 0.05	2932.79	548.34	457.14	173.57	2457.30		75316	70228	24405	100569	27439	16194	1.06	2.64	23.80	16.78	880.60	2.75	35478	13129.53
	L.S.D. 0.01	3893.14	727.89	606.83	230.40	3261.95		99979	93224	32330	133500	36424	21497	1.40	3.50	31.59	22.28	1166.56	3.66	47095	17428.82

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายประสาทพร กออวยชัย

วัน เดือน ปีเกิด 31 กรกฎาคม 2517

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต(พืชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	2539