ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา	พืชไร่นา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง วิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า

Composite-Sibbed Line Methods and Their Potential Use in Commercial Sweetcorn Hybrids.

นามผู้วิจัย นางสาวชฎามาศ จิตต์เลขา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ (ศาสตราจารย์กฤษฎา สัมพันธารักษ์, Ph.D.)

กรรมการ (รองศาสตราจารย์วาสนา วงษ์ใหญ่, D.Agr.)

กรรมการ (รองศาสตราจารย์อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์, M.S.)

หัวหน้าภาควิชา (รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 22 **เดือน** มกราคม **พ.ศ.** 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

วิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า

Composite-Sibbed Line Methods and Their Potential Use in Commercial Sweetcorn Hybrids.

โดย

นางสาวชฎามาศ จิตต์เลขา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

ชฎามาศ จิตต์เลขา 2550: วิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ศาสตราจารย์กฤษฎา สัมพันธารักษ์, Ph.D. 117 หน้า

ถึงแม้ว่าความหวานเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของข้าวโพดหวาน แต่ความนุ่มของเนื้อแป้ง ความหนาของเปลือกเมล็ด ต่างมีความสำคัญต่อคุณภาพในการรับประทาน ดังนั้นจึงนำลักษณะที่ดีของข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว มาผสมผสานกันโดยการผสมข้ามในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อถ่ายยีนเปลือกบางและคุณภาพในการรับประทานจากข้าวโพดข้าวเหนียวเข้าสู่ข้าวโพดหวาน คัดเลือก BC_1S_1 จำนวน 3 ครอบครัวเพื่อสกัดสายพันธุ์อินเบรดต โดยการผสมตัวเองจนถึง BC_1S_4 และนำสายพันธุ์แต่ละชุดมาสกัดสายพันธุ์ต่อโดยวิธี 1) selfed bulk within family line 2) mass sibbing within line 3) topcross within line 4) recurrent sibbed line พบว่าสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากการทดสอบผลผลิต 10 สายพันธุ์แรก 4 สายพันธุ์มาจากวิธี recurrent sibbed line 5 สายพันธุ์มาจากวิธี mass sibbing within line 1 สายพันธุ์มาจากวิธี selfed bulk within family line และไม่มี สายพันธุ์อินเบรดจากวิธี topcross within line ใน 10 อันดับแรก แสดงว่าวิธี recurrent sibbed line และ mass sibbing within line มีประสิทธิภาพในการให้สายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตเหนือกว่าอีก 2 วิธี จากการผสมทดสอบสายพันธุ์ทั้งหมดกับสายพันธุ์ C# 309 ได้ 53 คู่ผสม และคัดเลือก 2 สายพันธุ์จากแต่ละวิธีด้วยสายตา โดยพิจารณาจากลักษณะเกษตรที่ดีนำมาผสมแบบพบกันหมดได้ 28 คู่ผสม ปรากฏว่าผลผลิตฝักสดสูงสุดของคู่ผสม 10 อันดับแรกของทั้งสองวิธีทดสอบ ส่วนใหญ่ได้มาจากสายพันธุ์ mass sibbing within line และ recurrent sibbed line นอกจากนี้ยังให้ลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดน้อยกว่าหรือเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ มีความหวานใกล้เคียงกันประมาณ 15 องศาบริกซ์ แต่มีความยาวของฝักที่เหนือกว่า ความลึกของเมล็ดโดยทั่วไปใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวนแถวเมล็ดในฝัก 14 แถว ไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ปลายฝักเปลือย (blank tip) อยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ มีความสม่ำเสมอในเกณฑ์ที่ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความหวานจากคะแนนการกัดชิมเป็นเกณฑ์ สายพันธุ์อินเบรดที่มาจากการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและจากวิธี topcross ภายในสายพันธุ์ ให้คู่ผสมทดสอบที่ได้รับคะแนนนิยมสูงสุด แสดงว่าผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดมีความสัมพันธ์ในทางลบกับคุณภาพในการกัดชิมของคู่ผสม ปริมาณองศาบริกซ์ไม่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพการกัดชิม ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์จึงควรพิจารณาที่คุณภาพการกัดชิมร่วมกับผลผลิตของสายพันธุ์แทนที่จะพิจารณาไปที่ลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

ชฎามาศ จิตต์เลขา
ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

16 / 11 / 07

Chadamas Jitlaka 2007: Composite- Sibbed Line Methods and Their Potential Use in Commercial Sweetcorn Hybrids. Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Professor Krisda Samphantharak, Ph.D. 117 pages.

Although sweetness is the most important factor for eating quality of sweet corn but soft texture and thickness of pericarp are as important for eating quality of sweet corn. Therefore, recombination of sweet and waxy corn was performed by crossing in different patterns to transfer thin pericarp and eating quality from waxy corn into sweet corn. The best 3 BC_1S_1 families were selected for further selfing till BC_1S_4 were obtained. Selected lines derived from each family were subjected to 1) selfed bulk within family line 2) mass sibbing within line 3) topcross within line and 4) recurrent sibbed line. The top-10 highest yield inbreds from replicated yield trial were separated into 5 from mass sibling line, 4 from recurrent sibbed line, 1 from selfed family line and none from topcross line. Therefore, mass sibbing within line and recurrent sibbed line methods were more efficient than the other 2 methods for yielding ability of inbred lines.

All selected 53 lines from 4 selection methods were testcrossed with composite line 309 (C#309) while the top-2 lines by visual selection from each method were diallel crossed to form 28 hybrids. Most of top-10 hybrids from each crossing methods were derived from mass sibbed lines and recurrent sibbed lines. They yielded higher fresh ears whereas other agronomic traits; pericarp thickness, sweetness (~ 15 degree brix), kernel rows (14 rows), blank tip and plant uniformity were similar to checks but longer ears and deeper depth of kernels. However, bite test indicated that hybrids from selfed family lines and testcrossed lines gave higher score of eating quality of testcross hybrids than lines derived from other 2 methods. Therefore yield of inbreds were negatively corelation with eating quality whereas degree brix has no corelation with bite test. Therefore, inbred selection should be based on bite test and yield of inbreds instead of selection for either one.

ชฎามาศ จิตลีเลขา — Student's signature

Krisda Samphantharak — Thesis Advisor's signature

16 / 11 / 07

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. กฤษฎา สัมพันธารักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาสอนสั่งและอบรมด้านการเรียนและการทำวิจัย และสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา วงษ์ใหญ่ กรรมการสาขาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ อรุณี วงศ์ปิยะสถิต กรรมการวิชารอง ที่กรุณาให้คำแนะนำด้านการเรียน และการดำเนินงานวิจัยตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศิริ แสงโชติ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ในการสอบสัมภาษณ์ขั้นสุดท้ายให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน และศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เจ้าหน้าที่และลูกจ้างทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ คุณนฤมล ศรีสมุทร คุณอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ ศิษย์พี่ทุกท่าน ผู้ร่วมโครงการข้าวโพด ตลอดจนทุกท่านที่แนะนำในการปฏิบัติงาน ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับ คุณพ่อ เฉลิมชัย คุณแม่ ทิพยวดี คุณสุธาดา คุณสุภัณฑา จิตต์เลขา ที่สนับสนุนและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่ง ในการศึกษาปริญญาโท จนกระทั่งเป็นวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ประโยชน์และความดีอันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มีพระคุณ ตลอดจนครู อาจารย์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และอบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ชฎามาศ จิตต์เลขา

พฤศจิกายน 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	44
สรุปผลการทดลอง	72
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	73
ภาคผนวก	81
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสัญลักษณ์ของยีนควบคุมลักษณะแป้งภายในเมล็ดข้าวโพด	5
2	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนความหวานต่างตำแหน่ง	7
3	ประวัติของสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกจากทั้งหมด 53 สายพันธุ์	45
4	ผลผลิต (ก.ก./ไร่) ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 สายพันธุ์แรก ที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 53 สายพันธุ์ร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agsh2 318	48
5	ผลผลิตและวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของ 8 สายพันธุ์ผสมรวมที่ผ่านการคัดเลือกด้วยสายตา โดยคัดเลือก 2 สายพันธุ์จากแต่ละวิธีคัดเลือกสายพันธุ์	49
6	ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน(เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	51
7	ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	54
8	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	55
9	คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	56
10	คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (sh2) 10 คู่ผสมแรกโดยพิจารณาจากความหวานสูงสุด จากทั้งหมด 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	61
12	ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบ ทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	62
13	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบ พันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	63
14	คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบ ทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	64
15	ผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดและวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์จาก 10 คู่ผสมแรกที่ได้จากการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ C#309	65
16	คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	68
17	ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก (เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	69
18	ลักษณะเกษตรของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรก พิจารณาความหวานและลักษณะคุณภาพ พันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

19 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) 71

ตารางผนวกที่

1 ผลผลิต(ก.ก./ไร่) ของสายพันธุ์อินเบรดจำนวน 53 สายพันธุ์ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agsh2 318 ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 82

2 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 88

3 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 90

4 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี2) ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 93

5 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
6	ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน(เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549	98
7	ลักษณะเกษตรของคู่ผสมของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และ พันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าง แห่งชาติ ใน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549	102
8	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549	107
9	คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าง แห่งชาติ ใน เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2549	112

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแสดงการผสมพันธุ์	36

วิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า

Composite- Sibbed Line Methods and Their Potential Use in Commercial Sweetcorn Hybrids.

คำนำ

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยวิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม 50 เปอร์เซ็นต์ต่อการผสมตัวเองแต่ละครั้ง (กฤษฎา, 2550) และเนื่องจากผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดมีความสำคัญต่อการผลิตลูกผสมเชิงการค้า การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดจึงควรคำนึงถึงศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมทางการค้า จากการศึกษาของนฤมล (2548) พบว่าสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างหรือสายพันธุ์ผสมรวมและลูกผสมอินเบรดฐานกว้างให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์อินเบรดที่ผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและมีความสม่ำเสมอค่อนข้างสูง จากการศึกษาก่อนหน้านี้ Kinman (1952) พบว่าน้ำหนักฝักของสายพันธุ์ผสมรวมจากการคัดเลือกรวมที่3 (C#3) มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์ S_4 นอกจากนี้ความแปรปรวนภายในสายพันธุ์ C#3 มีน้อยกว่า S_4 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสายพันธุ์ S_4 มีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมสูงกว่าสายพันธุ์ C#3 Kunwar and Samphantharak (2003) สร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างโดยใช้หลักการปรับปรุงประชากรโดยวิธี allternate S_1-diallel-sibbed method พบว่า ค่าเฉลี่ยลูกผสมเมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมเดี่ยวเปรียบเทียบให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่มีลูกผสมภายในกลุ่มระหว่างสายพันธุ์อินเบรด S_4 x Broad line 1 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ผสมรวมที่สม่ำเสมอมากขึ้น กฤษฎา (2550) เสนอให้ใช้วิธี topcross ภายในสายพันธุ์ โดยเริ่มจากสายพันธุ์ S_1 และต่อเนื่องในชั่วหลัง ๆ เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ผสมรวม นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธี recurrent sibbed line method ซึ่งประยุกต์จากวิธีของ Kunwar and Samphantharak (2003) เนื่องจากการผสมข้ามอย่างต่อเนื่องขาดประสิทธิภาพในการขจัดยีนแฝงที่ไม่พึงประสงค์ออกจากประชากร การผสมตัวเองสลับกับการผสมข้ามภายในสายพันธุ์น่าจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตของสายพันธุ์ผสมรวมให้ดีขึ้นเป็นการปรับปรุงสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง

เพื่อที่จะค้นหาวิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมที่มีประสิทธิภาพ การทดลองนี้จึงศึกษาวิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวม 4 วิธี คือ 1) selfed bulked within family line method 2) mass sibbing within line method 3) topcross within line method 4) recurrent sibbed line method โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวาน ทางการค้า

2. ปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดที่มีศักยภาพในการผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานพิเศษ

การตรวจเอกสาร

ลักษณะพันธุกรรมของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวาน เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีนในระบบการสังเคราะห์แป้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงจากยีนข่ม (dominant gene) ไปเป็นยีนแฝง (recessive gene) ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตภายในเอนโดสเปอร์มไม่สมบูรณ์ มีการสร้างแป้งจากน้ำตาลซูโครสช้าลง จึงเกิดการสะสมน้ำตาลซูโครสในปริมาณที่สูง ส่วนการสะสมในรูปแป้งกลับลดลง น้ำตาลที่อยู่ในเมล็ดข้าวโพดมีอยู่ 2 ชนิด คือ รีดิวซ์ซิ่งซูการ์ (reducing sugar) และซูโครส (surcrose) จากการที่เมล็ดข้าวโพดหวานมีการสะสมน้ำตาลซูโครสสูง มีผลทำให้เมล็ดเหี่ยวย่นเมื่อแก่เต็มที่ การเหี่ยวย่นของเมล็ดเกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมน้ำตาลในเอนโดสเปอร์ม หากเมล็ดเหี่ยวย่นมาก แสดงว่ามีปริมาณของน้ำตาลซูโครสสะสมในปริมาณที่สูง (อำพล, 2536)

ข้าวโพดหวานมียีนหลายยีนที่ควบคุมการสะสมแป้งและน้ำตาล ลักษณะแป้งภายในเมล็ดข้าวโพดควบคุมด้วยยีนมากกว่า 10 ตัว ทวีศักดิ์(2540) กล่าวว่า ความหวานของข้าวโพดจะเกิดได้จากยีนหลายตัว แต่ตัวที่มีความสำคัญ และมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน คือ

su (sugary gene) มีสองคู่คือ *su* และ *su2* มีรายงานตั้งแต่ปี พ.ศ.2467 ว่า *su* ทำให้เกิดการสะสม phytoglycogen ซึ่งเป็น water soluble polysaccharide และเป็นตัวที่ทำให้เนื้อข้าวโพดหวานนุ่ม

sh (shrunken gene) มีหลายคู่ คือ *sh*, *sh2*, *sh3*, *sh4* และ *sh5* มีผลทำให้แป้งลดน้อยลงและมีน้ำตาลเพิ่มขึ้น มีการค้นพบยีน *sh* ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2464 และในปี พ.ศ.2487 ก็มีการค้นพบ *sh2* ซึ่งภายหลังมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดหวานอย่างกว้างขวาง

bt (brittle gene) มี 3 คู่ คือ *bt*, *bt2* และ *bt4* เป็นยีนที่มีผลคล้ายกับยีน shrunken มาก และไม่สามารถบอกได้จากลักษณะของเมล็ดแต่อาจดูได้จากต้น ถ้าเป็น super sweet และมีต้นสีเขียวก็มีโอกาสเป็นได้ทั้ง *sh* และ *bt* แต่ถ้าต้นหรือดอกมีสีแดงจะเป็น *bt*

wx (waxy gene) ยีนชนิดนี้ทำให้เกิดการสะสมแป้งที่แตกต่างไปจากข้าวโพดธรรมดาและได้ค้นพบว่าเป็นแป้งพวก amylopectin ข้าวโพดที่มียีนชนิดนี้ ได้แก่ ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดข้าวเหนียว

du (dull gene) มีข้อมูลน้อยมากและไม่มีการกล่าวถึงผลกระทบของยีน แต่มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน

ae (amylose extender gene) เป็นยีนที่ทำให้ปริมาณของ amylose เพิ่มขึ้น

se (sugary enhancer gene) เป็นยีนใหม่สุดที่มีการค้นพบ จะต้องแสดงออกร่วมกับ *su* เสมอ มีผลทำให้เกิดการสะสมน้ำตาล maltose เพิ่มขึ้น

ยีนที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในพันธุ์การค้า สำหรับข้าวโพดหวานในประเทศไทย คือ *sh2* และ *bt2* โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *sh2* เนื่องจากมีน้ำตาลซูโครส มากกว่าลูกผสมข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sugary (*su*) มีการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้งหลังเก็บเกี่ยวอย่างช้า ๆ ทำให้สามารถเก็บได้นานภายใต้อุณหภูมิปกติ

ตารางที่ 1 แสดงสัญลักษณ์ของยีนควบคุมลักษณะแป้งภายในเมล็ดข้าวโพด

ยีน	สัญลักษณ์	โครโมโซม	ลักษณะเมล็ดเมื่อแก่เต็มที่
amylose extender	*ae*	5	สีเข้มด้านโปร่งแสงถึงทึบแสง
brittle	*bt*	5	เหี่ยวย่น สีเข้มด้าน ทึบแสง
brittle-2	*bt2*	4	เหี่ยวย่น สีเข้มด้าน ทึบแสง
dull	*du*	10	ทึบแสงด้าน
miniature seed	*mn*	2	เมล็ดเล็กผิดปกติ แต่งอกได้ดี
shrunken	*sh*	9	เมล็ดย่น ทึบแสง
shrunken-2	*sh2*	3	เหี่ยวย่น โปร่งแสงถึงทึบแสง
shrunken-4	*sh4*	5	เหี่ยวย่น ทึบแสง
sugary	*su*	4	ย่น เป็นมัน
sugary-2	*su2*	6	สีด้านเล็กน้อย
waxy	*wx*	9	ทึบแสง

ที่มา : Hannah (1993)

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) แตกต่างกับข้าวโพดหวานพิเศษ (extra sweet corn) ตรงที่ข้าวโพดหวานพิเศษมียีนแฝง *sh2* ในขณะที่ข้าวโพดหวานมียีนแฝง *su* Lampe(1931)พบว่าเมล็ดที่มียีน *sh2* มีน้ำตาลสะสมสูงเป็น 2 เ ท่าของเมล็ด *su1* โดยในระยะฝักสดมีน้ำตาลซูโครสในเอนโดสเปอร์มประมาณ 85 % ของน้ำตาลทั้งหมด และคงความหวานได้นานหลังการเก็บเกี่ยว Tsai and Nelson (1966) พบว่าสาเหตุที่ข้าวโพดหวานพิเศษสามารถคงความหวานได้นานเนื่องจาก *sh2* เอนโดสเปอร์มขาดเอนไซม์ ADPG pyrophesphorylase ทำให้มีการสร้างแป้งได้น้อยและมี water soluble polysaccharide (wsp) ในปริมาณต่ำ ยีน *sh2* จะแสดงลักษณะข่มต่อการทำงานของยีน *su1* Wann (1986) กล่าวว่า เมล็ดข้าวโพดหวานที่ประกอบด้วยยีน *sh2* จะงอกช้าและความสม่ำเสมอของการงอกน้อยกว่าเมล็ดข้าวโพดหวานที่ประกอบด้วยยีน *ae*, *du* และ *wx* ตามลำดับ นอกจากนี้ Wann (1987) พบว่าเมล็ดที่ประกอบด้วยยีน *ae*, *du* และ *wx* สามารถเก็บรักษาได้ในระยะสั้น ๆ และมีความแข็งแรงของต้นกล้าต่ำกว่าเมล็ดที่ประกอบด้วยยีน *su*

การสังเคราะห์แป้งในเมล็ดข้าวโพด

Hannah (1993) ขบวนการสังเคราะห์แป้งในเมล็ดข้าวโพด แบ่งออกเป็น ระดับชั้น (class) ได้แก่

ระดับชั้นที่ 1 (classI) เป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลให้อยู่ในรูปที่พร้อมจะเปลี่ยนเป็นแป้ง เกิดในไซโตพลาสซึม (cytoplasm) โดยมียีนสำคัญที่เกี่ยวข้องคือ shrunken-1(*sh1*), shrunken-2(*sh2*), brittle-1(*bt1*) และ brittle-2(*bt2*) ผลของยีนแฝงในกลุ่มนี้ทำให้น้ำตาลจำนวนมากไม่สามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่ amyloplast และเกิดการสะสมน้ำตาลที่ส่วนของไซโตพลาสซึม ลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตในระยะสุกแก่ของเมล็ด โดยเฉพาะที่ระยะ 18-22 วัน หลังจากการผสมเกสร ข้าวโพดหวานที่ถูกควบคุมด้วยยีนในกลุ่มนี้ มีปริมาณน้ำตาลที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดที่ถูกควบคุมด้วยยีนแฝงในระดับขั้นที่สอง (classII)

ระดับชั้นที่ 2 (classII) เกิดขึ้นในส่วนของอะมิโลพลาส (amyloplast) ประกอบด้วยยีน amylose extender (*ae*), dull (*du*), sugary (*su*) และ waxy (*wx*) เป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์แป้งยีนแฝงในระดับชั้นที่สองเป็นตัวชะลอการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งทำให้มีน้ำตาลสะสมใน amyloplast แต่ให้ปริมาณน้ำตาลสะสมที่น้อยกว่ายีนในระดับชั้นที่หนึ่ง

ข้าวโพดหวานที่เสริมยีนเพิ่มความหวาน

เมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดหวานชนิดนี้ มียีนที่เป็นยีนแฝงคู่แฝด (homozygous recessive) อยู่หนึ่งตำแหน่ง แต่อีกตำแหน่งหนึ่งเป็นยีนคู่ผสม (heterozygote) เมื่อนำเมล็ดไปปลูกผลิตฝักสด ยีนที่เป็นคู่สมจะแยกตัวตามกฎของ Mendel มีผลทำให้ 25 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดที่รับประทานมียีนแฝงคู่แฝด 2 คู่ (double recessive) ทำให้เมื่อรับประทานแล้วรู้สึกว่าข้าวโพดนั้นหวานขึ้นกว่าปกติ

ข้าวโพดหวานพวกนี้มียีน *su* เป็นพื้นฐาน เพราะนักปรับปรุงพันธุ์ต้องการปรับปรุงพันธุ์ให้ข้าวโพดหวานนั้นมีความนุ่มและหวานขึ้น โดยการนำยีน *sh2* หรือซูการ์รีเอ็นฮานเซอร์ (sugaryenhancer, *se*) มาช่วยเสริม ตัวอย่างข้าวโพดหวานชนิดนี้ คือ พันธุ์ Sugar Loaf, Honey comb และ Sugar Time เป็นต้น ในประเทศไทย ข้าวโพดข้าวเหนียวหวานขอนแก่น อาจจัดอยู่ในประเภทนี้ได้โดยมียีน *sh2* ร่วมกับยีน *su* หรือ *wx* เป็นยีนแฝงคู่แฝด 2 คู่ (double recessive) (ทวีศักดิ์, 2540)

พันธุ์ที่จำหน่ายเป็นการค้าในสหรัฐอเมริกาที่ใช้ยีนเสริมความหวานระหว่าง *su se* และ *ae du wx* สำหรับ *su se* ให้ข้าวโพดหวานที่มีความหวานสูงขึ้น มี water soluble polysaccharide สูง ทำให้นุ่ม แต่มีการสูญเสียความหวานอย่างรวดเร็ว ส่วน *ae du wx* นั้น การปรับปรุงพันธุ์ทำได้ยากมาก เพราะการสร้างให้เมล็ดข้าวโพดมียีน 3 ตัวอยู่ในสภาพยีนแฝงทั้งหมดนั้น ค่อนข้างยาก ต้องใช้เวลานาน และมีปัญหาเรื่องความงอกต่ำ (ทวีศักดิ์ , 2540) ปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนความหวานชนิดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนความหวานต่างตำแหน่ง

ยีน	ปฏิกิริยาร่วม	ลักษณะเมล็ด
ae bt	ข่มโดยยีน *bt*	ย่น และขุ่นด้าน
ae su	ร่วมแสดงออก	ย่นเล็กน้อย ใส
bt su	ร่วมแสดงออก	เหี่ยวย่นมาก ค่อนข้างใส
bt2 su	ข่มโดยยีน *bt2*	ย่น ค่อนข้างใส
sh2su	ร่วมแสดงออก	เหี่ยวย่นมา ใสมันแต่ทึบแสงบ้าง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ยีน	ปฏิกิริยาร่วม	ลักษณะเมล็ด
su wx	ข่มโดยยีน *su*	เหี่ยว ค่อนข้างมันและทึบแสง
ae du wx	ร่วมแสดงออก	ย่น ทึบแสง ถึงขุ่น
ae sh2 wx	ข่มโดยยีน *sh2*	ย่น ทึบแสง
ae su su2	ร่วมแสดงออก	ย่นเล็กน้อยใสหรือขุ่นเล็กน้อย

ที่มา : ดัดแปลงและเพิ่มเติมจาก Kaukis and Davis (1986)

เนื่องจากเมล็ดลูกผสมข้าวโพดหวานที่มียีนความหวาน 2 ชนิดอยู่ร่วมกันมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำมาก จึงนิยมใช้การเสริมยีนเพียงบางส่วนโดยให้เมล็ดข้าวลูกผสมโพดหวานมียีน 1 ตำแหน่ง เป็น homozygote และที่อีกหนึ่งตำแหน่งเป็น heterozygote ซึ่ง heterozygote จะกระจายตัวภายในฝักของข้าวโพดหวานที่ใช้บริโภค ดังนั้น 25 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดในฝักจะแสดงลักษณะของยีนแฝง 2 ชนิด ส่งผลให้มีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งการผลิตลูกผสมทำได้โดย การผสมระหว่างสายพันธุ์อินเบรดที่มียีนแฝงคู่แฝด 1 ตำแหน่ง (เช่น *su*) และยีนข่มคู่แฝดที่ตำแหน่งอื่น ๆ (เช่น *sh2*) กับสายพันธุ์อินเบรดที่มียีนแฝงคู่แฝดทั้ง 2 ตำแหน่ง เป็น *su* และ *sh2* ลูกผสมที่ได้มีพันธุกรรม *susuSh2Ssh2* หลังจากเมล็ดได้รับการผสม 75 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดภายในฝักจะแสดงลักษณะพันธุกรรม *susuSh2_* และ 25 เปอร์เซ็นต์ จะแสดงลักษณะพันธุกรรม *susush2sh2* ซึ่งหากยีน *su* เป็นยีนแฝงคู่แฝด 75 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดจะมีปริมาณ phytoglycogen สูง ดังนั้น 75 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดจะมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม เป็นผลจากยีน *su* และอีก 25 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดเป็นข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) ลูกผสมทางการค้าส่วนใหญ่มียีนควบคุมความหวานแบบ *susuSh2sh2* แต่ทั้งนี้ลูกผสมที่มียีนควบคุมความหวานแบบ *Susush2sh2* หรือ *susuSese* ก็นิยมนำมาใช้เช่นกัน (Hallauer, 2001)

คุณภาพของข้าวโพดหวาน

คุณภาพของข้าวโพดหวานฝักสดเพื่อการบริโภคเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของฝักสดให้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภค Tracy (1994) กล่าวว่า การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานต้องคัดเลือกเพื่อปรับปรุง

คุณภาพและรูปทรงของฝัก องค์ประกอบเบื้องต้นของคุณภาพฝักสดที่ผู้บริโภคนิยมคือ ลักษณะเนื้อเมล็ด (kernel texture), กลิ่นรส (flavor), และความหอม (aroma) (Wann *et al*., 1971;Flora and Wiley, 1974) สำหรับความหวาน (sweetness), ความนุ่ม (tenderness), ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด (pericarp thickness), สีของซังและเมล็ด (cob and kernel color) และลักษณะของฝัก (ear appearance) ต่างก็เป็นตัวกำหนดคุณภาพฝักสดและการแปรรูปอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานเช่นเดียวกัน (ทวีศักดิ์, 2540 : Azanza *et al*., 1994)

ความหวาน

Flora and Wiley (1974) กล่าวว่า ความหวานเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของรสชาติข้าวโพดหวานเนื่องจากปริมาณน้ำตาลและแป้งในเมล็ด น้ำตาลที่มีบทบาทต่อความหวานของข้าวโพดหวาน คือ ซูโครส และฟรุกโตส ซึ่งควบคุมด้วยยีนแฝง (recessive genes) ทำให้กระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตในเอนโดสเปอร์มเกิดได้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปเป็นแป้งถูกจำกัดจึงเกิดการสะสมน้ำตาลซูโครสภายในเมล็ดมากขึ้น และเมื่อเมล็ดแก่เต็มที่จะมีลักษณะเหี่ยวย่น (Camenon and Haward, 1954) ข้าวโพดหวานเดิมจะมีน้ำตาลในเมล็ดสูงและมีการสะสมไฟโตไกลโคเจน (phytoglycogen) ซึ่งเป็น water soluble polysaccharide (WSP) มีผลทำให้แป้งลดน้อยลง เนื่องจากยีน sugary (*su*) บนโครโมโซมคู่ที่ 4 ต่อมามีการค้นพบยีนที่มีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดตัวใหม่ ๆ เช่น ยีน shrunken (*sh*, *sh2*, *sh4*), ยีน brittle (*bt1*, *bt2*, *bt4*), ยีน waxy (*wx*), ยีน dull(*du*), ยีน amylase extender (*ae*) และยีน sugary enhancer (*se*) (Tracy, 1994)

Park *et al*. (1994) ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในเมล็ดของข้าวโพดหวาน GCB 70 (*su*) และข้าวโพดหวานพิเศษ NES (*sh2*) เพื่อกำหนดหาช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับการบริโภค พบว่า ช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวาน GCB 70 และข้าวโพดหวานพิเศษ NES คือ 15-20 วันและ 20-25 วัน ภายหลังจากการผสมเกสร ตามลำดับ และพบว่าปริมาณน้ำตาลของเมล็ดบนส่วนต่าง ๆ ของฝักของข้าวโพดหวานมีความแตกต่างกัน ส่วนที่พบว่ามีปริมาณน้ำตาลมาก คือ ส่วนปลายฝัก ส่วนกลางฝัก และบางส่วนของส่วนโคนของฝัก ตามลำดับ

ความนุ่ม

ความนุ่มเป็นผลมาจากลักษณะแป้งภายในเมล็ด โดยปกติแล้วองค์ประกอบของแป้งในข้าวโพดหวานซึ่งควบคุมด้วยยีนแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ข้าวโพดหวานปกติ (*susu*) มีความนุ่มของเมล็ดสูงเนื่องจากข้าวโพดหวานประเภทนี้มี water soluble polysaccharides (WSP) สูงมาก ในข้าวโพดหวานพิเศษทั้งประเภท *sh2* หรือ *bt* นั้นส่วนใหญ่มีความกรอบค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับข้าวโพดหวานปกติ เนื่องจากองค์ประกอบของแป้งและเปลือกหุ้มเมล็ดแตกต่างกัน การปรับปรุงความนุ่มโดยให้ความหวานยังคงอยู่อาจใช้ยีน *bt* ร่วมกับยีน *su* เพราะเมื่อนำยีนคู่นี้มาอยู่ด้วยกันแล้วเมล็ดข้าวโพดหวานจะมีซูโครสสูงมาก และในขณะเดียวกันก็มี WSP สูงพอสมควร แต่การนำ *bt* มาร่วมกับ *su* จะทำให้ความงอกของเมล็ดลดลงอย่างมาก (Tsai and Glover, 1974) ส่วนข้าวโพดข้าวเหนียวหรือข้าวโพดเทียน ควบคุมด้วยยีน *wx* 1 คู่ มีองค์ประกอบทางเคมีของแป้ง amylopectin แทบทั้งหมด ส่งผลให้เมล็ดมีความเหนียวนิ่มเมื่อสุก (ราเชนทร์, 2539)

Shannon and Garwood (1983) เสนอวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม โดยใช้สายพันธุ์แท้ที่มีเปลือกเมล็ดอ่อนนุ่มเป็นต้นพ่อ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์จากต้นแม่ซึ่งมีเปลือกเหนียว เพื่อลดปัญหาในการถูกทำลาย แต่ลูกผสมจะมีเปลือกที่บางลง

ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

Culpper and Magoon (1942) รายงานว่า ความอ่อนนุ่ม เป็นปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินคุณภาพของข้าวโพดหวาน ความอ่อนนุ่มของข้าวโพดหวานประกอบด้วยปัจจัยมากกว่าหนึ่งปัจจัย Gomez *et al*. (1963) พบว่า ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ด เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความอ่อนนุ่มของข้าวโพดหวาน นอกจากนี้ลักษณะเนื้อแป้ง (texture) ของเอนโดสเปอร์มและความฉ่ำน้ำก็มีอิทธิพลต่อความอ่อนนุ่มของข้าวโพดหวานเช่นกัน แต่เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมการสูญเสียความชื้นของเมล็ด พันธุกรรมที่มีผลต่อระดับน้ำตาลและ WSP ต่างก็มีบทบาทในการควบคุมการสูญเสียความชื้นและมีผลต่อความอ่อนนุ่มของเมล็ด Bailey and Bailey (1938), Ito and Brewbaker (1981) ให้ความเห็นตรงกันว่า ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด มีความสัมพันธ์ในทางลบกับความนุ่ม

Helm and Zuber (1972) ประเมินความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรม (heritability) ลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดของข้าวโพด พบว่าความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดมีดัชนีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้โดยการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection)

Ito and Brewbaker (1981) ศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์และสายพันธุ์ต่าง ๆ ของข้าวโพดหวาน พบว่ามีความแตกต่างกันมาก และจากการศึกษาทางด้านปรับปรุงพันธุ์พบว่าลักษณะนี้สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยไม่ยากนัก และมีดัชนีความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมสูงพอควร และสามารถลดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดได้โดยวิธีการคัดรวม (mass selection) จาก 74 ไมครอน ในรอบการคัดเลือกที่ศูนย์ (CO) เป็น 53 ไมครอน ในรอบการคัดเลือกที่ 3 (C3) คิดเป็น 6.8 ไมครอนต่อรอบการคัดเลือก

Ito and Brewbaker (1991) ศึกษาความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดในลูกผสมข้าวโพดที่เกิดจากสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวาน AA8 (55 ไมครอน) และ 677a (51 ไมครอน) ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดบาง กับสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไร่ 4 สายพันธุ์ คือ B37, B68, H55 และ Hi26 ซึ่งมีความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ระหว่าง 82-132 ไมครอน พบว่า ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ดมีดัชนีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 55.2 เปอร์เซ็นต์

กลิ่นและรสของข้าวโพด

กลิ่นและรสที่ดีมีความสำคัญต่อการบริโภคฝักสด ผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องและการนำไปประกอบอาหารอื่น ๆ ทวีศักดิ์(2536) รายงานว่า กลิ่นเฉพาะตัวของข้าวโพดหวานเกิดจากสารประกอบไดเมททิลซัลไฟด์ (dimethy sulfide ; DMS) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของS-methyl methionine sulfoniumsalt ด้วยความร้อนได้ homoserine และ DMS ความเข้มข้นของสารตั้งต้นในแต่ละพันธุ์มีผลต่อกลิ่นรสมากกว่าปริมาณความร้อน การเพิ่มปริมาณความร้อนไม่ได้เพิ่มปริมาณ DMS ซึ่งมักสลายตัวหมดในช่วงแรกของการแปรรูป Dignan and Wiley (1976) และ Williams and Nelson (1973) พบว่า ระดับของไดเมททิลซัลไฟด์ มีความแตกต่างกันในข้าวโพดหวานแต่ละพันธุ์และช่วงการเก็บเกี่ยว ซึ่งปริมาณไดเมททิลซัลไฟด์จะลดลงเมื่ออายุของเมล็ดข้าวโพดหวานมากขึ้น

Self *et al*. (1963) รายงานว่า ปริมาณของไดเมททิลซัลไฟด์มีอยู่ในข้าวโพดหวานที่ประกอบอาหารในปริมาณสูง Bills and Keenan (1968) รายงานว่า ปริมาณไดเมททิลซัลไฟด์ในข้าวโพดหวานที่ผ่านการแปรรูปมีปริมาณ 5.7-14.2 ppm ในข้าวโพดหวานแช่แข็งมีเพียง 0.3-0.8 ppm นอกจากนี้ Flora and Wiley (1974) กล่าวว่า ในข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ข้าวโพดหวานแช่แข็ง และข้าวโพดฝักสด มีปริมาณไดเมททิลซัลไฟด์ อยู่ระหว่าง 0.43-17.0 ppm และจะลดลงเมื่อข้าวโพดหวานเข้าสู่ช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยา

เชื้อพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน

การปรับปรุงพันธุ์ เริ่มต้นจากการค้นหาเชื้อพันธุกรรม (germplasm) เพื่อนำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ โดยทั่วไปพ่อแม่พันธุ์ที่ดีควรเป็นพันธุ์ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่า สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตที่ดีในพื้นที่ที่กำหนด ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการค้า พันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์ที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ในกรณีดังกล่าวอาจทำให้สายพันธุ์ต่าง ๆ มีลักษณะใกล้เคียงกันมากขึ้นและเพื่อหาสายพันธุ์ที่แปลกใหม่ อาจมีความจำเป็นต้องหาจากแหล่งอื่น ๆ เข้ามาเสริม เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) (กฤษฎา, 2544) เชื้อพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานอาจหาได้จาก

1. พันธุ์พื้นบ้าน (primitive cultivar หรือ land races) พันธุ์พื้นบ้านเป็นพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาในแต่ละท้องถิ่นเป็นเวลานาน โดยกระบวนการผสมผสานระหว่างการคัดเลือกโดยธรรมชาติและมนุษย์ มีการกระจายแพร่พันธุ์ออกไปยังท้องถิ่นต่าง ๆ ตามการอพยพของมนุษย์ ในระยะเวลาที่ยาวนาน พันธุ์ก็จะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม ทั้งโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น (disruptive selection) พันธุ์พื้นบ้านมีการปรับตัวได้ดีเฉพาะถิ่นและคงไว้ซึ่งพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างมากมาย (กฤษฎา, 2546) พันธุ์เหล่านี้มีทั้งข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเทียน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานได้ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้ดีในแต่ละท้องถิ่น

2. พันธุ์ปรับปรุงหรือพันธุ์การค้า (improved variety หรือ commercial variety) พันธุ์ปรับปรุงหรือพันธุ์การค้า เป็นพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงปรุง และคัดเลือกโดยนักปรับปรุงพันธุ์พืชมาแล้ว พันธุ์ปรับปรุงและพันธุ์การค้าเหล่านี้ นักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมเริ่มแรกได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการปรับตัว และผลผลิต (ทวีศักดิ์, 2540)

3. สายพันธุ์จากการทดลอง (advanced breeding lines) เป็นสายพันธุ์ที่อยู่ในระยะการปรับปรุงพันธุ์ขั้นสุดท้าย ซึ่งมีอนาคตสำหรับใช้เป็นพันธุ์ปลูกใหม่ ๆ หรือเพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสม หรือเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป หรืออาจเรียกสายพันธุ์เหล่านี้ว่า สายพันธุ์ชั้นแนวหน้า (elite lines) ซึ่งหมายถึง สายพันธุ์ที่มีศักยภาพที่ผ่านการทดสอบมาแล้วอย่างดี เพียงแต่รอการทดสอบขั้นสุดท้ายหรือรอการปล่อยออกเป็นพันธุ์ปลูกใหม่ ๆ (กฤษฎา, 2546)

ณัฏฐนี (2546) และคฑารัตน์ (2546) ใช้วิธีการสร้างประชากรโดยนำพันธุ์ข้าวโพดหวานจากต่างประเทศที่ควบคุมด้วยยีน shrunken-2 (*sh2*) มาผสมกับสายพันธุ์ข้าวโพดไร่ พบว่าเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่มีศักยภาพในการใช้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจากต่างประเทศทำให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและต้านทานโรคและแมลงต่าง ๆ

ชื่นจิต (2546) แสดงให้เห็นว่า การใช้เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่ ข้าวโพดหวานพิเศษ รวมถึงการใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว ที่มีการปรับตัวได้ดีภายในประเทศ เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อการปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรด สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดีกว่าการใช้เชื้อพันธุกรรมจากต่างประเทศที่มีการปรับตัวต่ำ อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์จากต่างประเทศยังเป็นประโยชน์ สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำลักษณะทางคุณภาพบางอย่างมาใช้ การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์อินเบรดที่ได้รับการคัดเลือกจากงานทดลองต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดใหม่ ๆ ทำให้คุณภาพและผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดดีขึ้น และจะนำไปสู่ลูกผสมพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ดีขึ้นด้วย

4. พันธุ์ต่างประเทศ (exotic variety) เป็นพันธุ์นำเข้า พันธุ์เหล่านี้มักปรับตัวเข้ากับสภาพการเพาะปลูกในประเทศไทยไม่สู้ดี มักประสบปัญหาจากโรคและแมลงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคใบลาย และแมลงเจาะฝัก ทำให้ฝักเน่าเสียหาย แต่ก็มีบางพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับประเทศไทยได้ดี ในบางฤดูปลูก ถึงแม้ว่าพันธุ์นำเข้าจะมีปัญหาในการปรับตัว นักปรับปรุงพันธุ์ก็ควรนำพันธุ์เหล่านี้มาใช้บ้าง เพราะพันธุ์ต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากสหรัฐอเมริกา เป็นผลของการปรับปรุงพันธุ์มากกว่า 100 ปี พันธุ์เหล่านี้มีคุณสมบัติยอดเยี่ยมในเรื่องคุณภาพ ขนาดเมล็ด รูปทรงฝัก (ทวีศักดิ์, 2540)

โชคชัย และคณะ (2537) ใช้วิธีการสร้างประชากรโดยนำพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมต่างประเทศที่ควบคุมด้วยยีน sugary-1 เช่น Silver Queen White Hybrid (SQWH), Jubilee และ

Kandy Korn มาผสมกับพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เช่น พันธุ์สุวรรณ2, พันธุ์สุวรรณ3, และ Thai Supersweet Comp1 DMR จากนั้นทำการพัฒนาและปรับปรุงประชากรโดยวิธีการคัดเลือกรวม 3-6 ชั่ว เพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม และมีลักษณะทางพืชไร่ต่าง ๆ ที่ดี แล้วทำการสกัดสายพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าลักษณะทางพืชไร่ดีขึ้นกว่าเดิม เช่น วันออกไหม ความสูงต้นและฝัก ระบบรากและลำต้น ความต้านทานโรคและแมลง สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคทางใบต่าง ๆ

พิเชษฐ์ และคณะ (2538) ได้สร้างประชากรข้าวโพดหวานเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวาน โดยการนำข้าวโพดหวานมาจากต่างประเทศเพื่อผสมรวมกับข้าวโพดหวานซึ่งต้านทานโรคราน้ำค้าง Thai Super Sweet Composite# 1DMR (TSSC#1DMR)และประชากรข้าวโพดไร่ TF Composite# 1DMR เพื่อสร้างเป็นประชากรใหม่เรียกว่า ประชากรA และประชากรB จากการปรับปรุงประชากรในแบบ S1 recurrent selection รอบที่1 พบว่า pop A (S)C_1, pop B (S) C_2 ตลอดจนพันธุ์สังเคราะห์ซึ่งสร้างจากสายพันธุ์ผสมตัวเอง 1 ครั้ง ของประชากรทั้งสอง มีระดับความต้านทานโรคราน้ำค้าง และผลผลิตฝักสดปอกเปลือกมากกว่า TSSC#1DMR การประเมินคุณภาพและลักษณะทางเกษตรที่สำคัญ พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุการออกไหม ความสูง และความหวานดีขึ้น

5. พันธุ์ข้าวโพดไร่ (field corn) Treat and Tracy(1993) ใช้เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่เพื่อปรับปรุงความแข็งแรงของลำต้นและระบบรากของข้าวโพดหวาน โดยเปรียบเทียบลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่าง ข้าวโพดไร่ (dent corn) กับข้าวโพดหวาน (sweet corn) และข้าวโพดหวานกับข้าวโพดหวาน พบว่าลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวโพดไร่กับข้าวโพดหวาน มีลักษณะลำต้นและระบบรากที่แข็งแรงกว่าลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวโพดหวานกับข้าวโพดหวาน โดยมีค่าเฉลี่ยของต้นที่หักล้ม (lodging) เท่ากับ 4.4 และ 18.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่ ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน

คฑารัตน์ (2546) ปรังปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานเพื่อคุณภาพฝักสดและต้านทานโรค โดยนำสายพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมจากสหรัฐอเมริกา ปรับตัวเข้ากับสภาพการเพาะปลูกในประเทศไทยได้ และมักประสบปัญหาโรคและแมลงมาก นำมาผสมกับสายพันธุ์ข้าวโพดไร่ โดยมีเชื้อ

พันธุกรรมนำเข้าและข้าวโพดไร่อย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้คู่ผสมที่เมื่อนำมาสกัดสายพันธุ์อินเบรด ให้สายพันธุ์อินเบรดรุ่นที่ 4 (S_4) ทำให้ลูกผสม S_4xS_4 ที่มีลักษณะทรงต้นแข็งแรง ต้านทานต่อโรค

นลิณี (2547) พัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดหวานปกติ (*su*) และข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) โดยใช้สายพันธุ์ข้าวโพดหวานผสมและผสมกลับไปหาสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไร่โดยใช้ผลของซีเนียช่วยแยกเมล็ดข้าวโพดหวานออกจากเมล็ดข้าวโพดไร่ พบว่า การผสมกลับ 2 ครั้ง ไปหาสายพันธุ์ข้าวโพดไร่และผสมตัวเองอีก 1 ครั้ง เพียงพอสำหรับการคัดเลือกเพื่อให้ได้สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานที่มีลักษณะทางเกษตรที่ดีของสายพันธุ์ข้าวโพดไร่ ตลอดจนลักษณะทางคุณภาพที่ดีจากสายพันธุ์ข้าวโพดหวาน

มัณชิมา (2546) ปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดและลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียวโดยการใช้เชื้อพันธุกรรมจากข้าวโพดต่างประเภท 2 แบบ คือ 1. แบบผสมเดี่ยวที่มีเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่ และข้าวโพดข้าวเหนียวอย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 2. แบบผสมคู่ที่มีเชื้อพันธุกรรมจากข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดหวานนำเข้า และข้าวโพดหวานภายในประเทศ อย่างละ 25 เปอร์เซ็นต์ คัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดโดยวิธีการคัดแยกครอบครัว และใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ความเข้มข้น 1 N(KI 10 กรัม ต่อ I_2 3 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร) ช่วยในการคัดเลือกยีน waxy พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ได้มีลักษณะทางคุณภาพในการกัดชิม และความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด รวมทั้งลักษณะการต้านทานโรคราน้ำค้างและราสนิม และสามารถให้ผลผลิตที่สูงด้วย แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้าวโพดต่างประเภทเพื่อเพิ่มฐานพันธุกรรมให้กว้างขึ้นส่งผลทางบวกในการเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมให้กับสายพันธุ์อินเบรด เป็นผลให้ลูกผสมที่ได้จากสายพันธุ์อินเบรดเหล่านี้มีผลผลิตและคุณภาพที่ดี

กฤษฎา(2544) กล่าวว่า การปรับปรุงพันธุ์ในระยะเวลาสั้น การใช้สายพันธุ์นำเข้าที่มีการปรับตัวต่ำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ ทำให้ค่าเฉลี่ยของประชากรต่ำ มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง แต่จะให้สายพันธุ์ที่ดีน้อย แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงสายพันธุ์อย่างเป็นขั้นตอนเพื่อปรับสมดุลของยีน และเพิ่มการปรับตัวของสายพันธุ์ใหม่ หรืออาจกล่าวได้ว่า การปรับตัวของสายพันธุ์ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญยิ่งกว่าความหลากหลายทางพันธุกรรม แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของยีน ที่ช่วยให้มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (protective gene) เพื่อปกป้องให้ยีนที่ทำหน้าที่ในทางสรีระวิทยา (functional gene) เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Troyer (1999) สรุปว่า การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมมีความสำคัญมากกว่าความหลากหลายทางพันธุกรรม นั่นคือ เชื้อพันธุกรรมที่นำมาใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์ ควรจะต้องมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ การถ่ายทอดยีนบางส่วนเท่าที่จำเป็นเข้าสู่สายพันธุ์เดิม จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้กับสายพันธุ์เดิม ความหลากหลายทางพันธุกรรมพืช (genetic diversity) ในทางปรับปรุงพันธุ์พืช น่าจะหมายถึงการเพิ่มศักยภาพในการให้ผลผลิต โดยการเสริมลักษณะเท่าที่จำเป็นมากกว่าการสร้างความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรม(genetic variability) ให้กับพืช ซึ่งส่วนมากแล้วเป็นการลดศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืช ความหลากหลายทางพันธุกรรมจึงควรอยู่ในกรอบของสภาพแวดล้อมที่กำหนด การปรับปรุงพันธุ์จึงเป็นการเสริมยีน ที่มีศักยภาพเข้าสู่สายพันธุ์เดิมแทนที่จะค้นหายีนกลุ่มใหม่ ๆ ที่ผิดแผกไปจากเดิม

การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับ

กฤษฎา (2546) กล่าวว่า การผสมกลับ (backcrossing) คือ การนำลูกที่ได้จากการผสมผสมกลับไปหาพ่อหรือแม่ของมันเอง โดยสภาพธรรมชาติ พืชต่างชนิดที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกันหรือเป็นเครือญาติกัน จะผสมข้ามกันได้บ้างในอัตราที่ต่ำ และไม่สามารถอยู่รอดได้ การผสมกลับไปหาพ่อหรือแม่เป็นการเพิ่มอัตราส่วนของยีนจากพ่อหรือแม่ข้างใดข้างหนึ่งให้สูงขึ้น ทำให้สมดุลของยีนในลูกผสมดีขึ้นจึงมีโอกาสอยู่รอดได้สูง และถ้าการผสมกลับเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก็จะเหลือยีนเพียงจำนวนเล็กน้อยของพืชชนิดหนึ่งถ่ายทอดเข้าไปสู่อีกพืชชนิดหนึ่ง การผสมข้ามตามด้วยการผสมกลับจึงเป็นกระบวนการเชื่อมต่อในการถ่ายทอดยีน จากพืชชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่ง (gene introgression) ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอย่างต่อเนื่อง

การผสมกลับประกอบด้วยสายพันธุ์ผู้ให้ (donor parent) คือ สายพันธุ์ที่ให้ยีนบางส่วนไปยังสายพันธุ์ผู้รับ (recipient parent) และสายพันธุ์ผู้รับ คือ สายพันธุ์ที่ลูกผสมที่เกิดขึ้นจะต้องผสมกลับไปหาอย่างต่อเนื่องจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า สายพันธุ์ผสมซ้ำ (recurrent parent) ลูกผสมที่เกิดขึ้นจึงเป็นลูกผสมกลับ (backcross hybrid) ถ้าผสมกลับครั้งที่ 1 เรียกว่าลูกผสมกลับครั้งที่ 1 (BC_1) ถ้าผสมกลับ 2 ครั้ง เรียกว่า ลูกผสมกลับครั้งที่ 2 (BC_2) เป็นต้น (กฤษฎา, 2546)

โดยหลักการ การที่จะผสมกลับกี่ครั้งขึ้นอยู่กับว่า สายพันธุ์ผู้ให้มีการปรับตัวได้ดีเพียงใด มีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับสายพันธุ์ผู้รับมากน้อยขนาดไหน ถ้าสายพันธุ์ผู้ให้มีการปรับตัว

ต่ำ และมีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง จำนวนการผสมกลับย่อมต้องมากครั้งขึ้น เพื่อปรับสมดุลของยีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสมข้ามพืชต่างชนิดหรือพืชที่นำเข้ามาจากเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกับที่นำมาใช้อย่างมาก โดยทั่วไปถ้าไม่มีเหตุผลอื่นใดพิเศษ การผสมกลับเพียง 1-2 ครั้ง น่าจะเพียงพอและยังเปิดโอกาสให้มีการกระจายพันธุ์ที่เกินขีดจำกัด ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์(กฤษฎา, 2546)

วิธีผสมกลับเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดลักษณะทางคุณภาพ นอกจากนี้การผสมกลับทำให้สามารถกำหนดเปอร์เซ็นต์ของยีนจากสายพันธุ์ผู้ให้ไปยังสายพันธุ์ผู้รับก่อนที่จะผสมตัวเองเพื่อสกัดอินเบรด การปรับปรุงสายพันธุ์โดยวิธีผสมกลับ อาจทำได้อย่างตรงไปตรงมาตามขั้นตอนมาตรฐานหรืออาจซับซ้อน ขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการถ่ายทอดลักษณะและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ที่ใช้ (กฤษฎา,2544)

Hooker (1961) ใช้วิธีผสมกลับแบบพื้นฐาน เพื่อถ่ายทอดยีน Ht ซึ่งต้านทานต่อเชื้อ *Helminthosporuim turcicum* Pass. เข้าสู่อินเบรด B73 โดยไม่มีปัญหาแทรกซ้อนในขณะที่การถ่ายทอดลักษณะต้านทานต่อ European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hubner) จากสายพันธุ์ Amargo 41.2504B เข้าสู่อินเบรด B14 มีปัญหาค่อนข้างซับซ้อน Penny and Dicke (1956) ผสมพันธุ์ต้านทานกลับไปหา B14 2 ครั้ง ก่อนผสมตัวเองและคัดเลือกแบบจดประวัติ ได้สายพันธุ์ที่ต้านทานใหม่ B68 ในขณะเดียวกันผสมข้ามระหว่างลูกผสมกลับ ก่อนผสมตัวเองและได้คัดเลือกแบบจดประวัติ ได้สายพันธุ์ที่ต้านทานใหม่ ในการปรับปรุงลักษณะต้านทานในรอบที่ 2 โดยใช้อินเบรด B37 ผสมข้ามกับ CI 31A คัดสายพันธุ์ต้านทานใน F_2 และผสมกลับไปหา B37 ตามด้วยการคัดเลือกแบบจดประวัติ ได้สายพันธุ์ที่ต้านทาน B76 ที่มีความต้านทานที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน

การใช้ “ซีเนีย” เป็นเครื่องหมายพันธุกรรม

ซีเนีย (xenia) เป็นปรากฏการณ์ที่พันธุกรรมของเชื้อสืบพันธุ์เพศผู้ แสดงลักษณะทางพันธุกรรมออกมาในเนื้อเยื่อของต้นแม่ ในรุ่นที่ทำการผสม ทำให้สามารถติดตามพันธุกรรมเหล่านั้นได้ในทุก ๆ รุ่นที่มีการผสมพันธุ์ ไม่ว่าลักษณะนั้น ๆ เป็นลักษณะข่มหรือลักษณะแฝง ตัวอย่างที่เด่นชัดคือลักษณะการแสดงออกของเอนโดสเปอร์มของเมล็ดข้าวโพด

ในกรณีที่ต้องการผสมข้ามระหว่างข้าวโพดไร่กับข้าวโพดหวาน เพื่อนำลักษณะที่ดีในข้าวโพดไร่เข้าสู่ข้าวโพดหวาน โดยใช้ผลจาก “ซีเนีย” ช่วยทำให้การคัดพันธุ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะลักษณะแสดงออกได้ทันที ในรุ่นที่มีการผสมพันธุ์ โดยไม่จำเป็นต้องไปปลูกในรุ่นลูก เช่น เมื่อผสมข้าวโพดไร่กับข้าวโพดหวาน *Sh2Sh2* x *sh2sh2* ลูกในรุ่น F_1 แสดงลักษณะเป็นข้าวโพดไร่ (*Sh2sh2*) เมื่อผสมตัวเอง เมล็ดภายในฝักของต้น F_1 จะมีลักษณะพันธุกรรม 1*Sh2Sh2* : 2*Sh2sh2* : 1*sh2sh2* ทำให้สามารถแยกเมล็ดข้าวโพดหวาน ออกจากเมล็ดข้าวโพดไร่ได้ในรุ่น F_1 (กฤษฎา, 2546)

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน ไม่มีความจำเป็นต้องแยกโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดแต่ละประเภท เพราะข้าวโพดแต่ละประเภท โดยปกตินิยมใช้ยีนความหวานเพียงตัวเดียว ดังนั้นสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไม่ว่าข้าวโพดประเภทใด สามารถนำมาเปลี่ยนให้เป็นข้าวโพดประเภทต่าง ๆ ได้โดยวิธีผสมกลับ และไม่มีความจำเป็นต้องหาคู่ผสมใหม่เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมของข้าวโพดหวาน (กฤษฎา, 2548)

สภาพแวดล้อมไร้การแข่งขัน

สภาพแวดล้อมที่จะทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงสุด หรือสภาพแวดล้อมในอุดมคติ คือ สภาพแวดล้อมที่พืชทุกต้นภายในประชากรสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างเท่าเทียมกัน นับตั้งแต่พันธุกรรมของพืชที่เหมือนกันระดับพัฒนาการของพืชที่เท่ากัน สภาพแวดล้อมภายในแปลงปลูกสม่ำเสมอ และอื่น ๆ สำหรับสภาพแวดล้อมไร้การแข่งขัน คือ สภาพที่พืชแต่ละต้นปลูกห่างกันจนไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกัน เพื่อตัดการรบกวนซึ่งกันและกันให้เหลือเท่ากับศูนย์ ถ้าระยะห่างระหว่างพืชไม่เพียงพอสำหรับพืชนั้น ๆ สภาพแวดล้อมไร้การแข่งขัน ตอบสนองสภาพแวดล้อมในอุดมคติหนึ่งประการ คือ การรบกวนซึ่งกันและกันเท่ากับศูนย์ เปิดโอกาสให้พืชใช้ทรัพยากรอย่างเท่าเทียมกันมากที่สุด เมื่อสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกมีความสม่ำเสมอสูง เป็นการลดช่องว่างระหว่างสภาพแวดล้อมของประชากรพันธุกรรมเดี่ยว กับสภาพแวดล้อมประชากรพันธุกรรมคละในสภาพปลูกที่หนาแน่น (กฤษฎา, 2544)

Fasoula (1990) ทำการทดลองขยายพันธุ์แท้ของข้าวสาลีในสภาพการปลูกหนาแน่น และสรุปว่า พวกให้ผลผลิตสูงในสภาพไร้การแข่งขัน ให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกอย่างหนาแน่นในสภาพพันธุกรรมเดี่ยว และพวกให้ผลผลิตต่ำ ก็จะให้ผลผลิตต่ำในสภาพปลูกหนาแน่น แต่เมื่อปลูกในสภาพแข่งขัน (ปลูกสลับแถวกับพันธุ์ดั้งเดิม) พวกให้ผลผลิตสูงในสภาพไร้การแข่งขันให้ผลผลิต

ต่ำในสภาพแข่งขัน และกลับกันสำหรับพวกให้ผลผลิตต่ำในสภาพไร้การแข่งขันค่าความสัมพันธ์ผลผลิตต่อต้นในสภาพไร้การแข่งขัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสภาพปลูกหนาแน่นของพันธุกรรมเดี่ยว แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับสภาพปลูกหนาแน่นของพันธุกรรมคละ แสดงให้เห็นว่าการทดสอบพืชสายพันธุ์แท้ที่หลากหลายสายพันธุ์โดยใช้แถวเดี่ยวคละกันในแปลงทดลองอาจทำให้ค่าของผลผลิตไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง เมื่อนำพืชนั้นไปปลูกในสภาพพันธุกรรมเดี่ยว การทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์แท้ จึงควรทดสอบในสภาพไร้การแข่งขันระหว่างสายพันธุ์

Tollenaar (1992) ทำการทดลองปลูกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว 4 พันธุ์ ที่ระดับความหนาแน่น 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 18 และ 25 ต้น/ม^2 เป็นช่วงของสภาพตั้งแต่ไร้การแข่งขันจนถึงการแข่งขันอย่างรุนแรง ลำดับผลผลิตของข้าวโพดแต่ละพันธุ์ ไม่เปลี่ยนแปลงตามความหนาแน่น แต่ผลผลิตที่สภาพไร้การแข่งขันต่างกันมากที่สุด ทำให้แยกพืชแต่ละลักษณะพันธุกรรมได้อย่างชัดเจนที่สุด นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในทางบวกของพืชที่ปลูกในสภาพไร้การแข่งขัน กับการปลูกอย่างหนาแน่นในสภาพพันธุกรรมเดี่ยว

การวางผังและการคัดเลือกแบบรวงผึ้ง

Fasoula and Fasoula (1995) คัดเลือกพืชในผังรวงผึ้ง (honeycomb selection designs) เพื่อแก้ปัญหาความแปรปรวนของพื้นที่ทดลอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การคัดเลือกขาดประสิทธิภาพ ระบบการคัดเลือกที่ดีต้องมีประสิทธิภาพในการแยกแยะลักษณะพันธุกรรมที่ดีเด่นออกมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม

แผนการคัดเลือกที่เหมาะสม ควรเป็นแผนการคัดเลือกที่ทำให้หน่วยการทดลองต่าง ๆ มีสภาพแวดล้อมที่ทัดเทียมกัน โดยมีวิธีสุ่มตัวอย่างของความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ แผนการคัดเลือกในผังรวงผึ้ง มีเอกลักษณ์เฉพาะสำหรับการเรียงตัวของพื้นที่ปลูกของแต่ละหน่วยทดลอง ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ทำให้มีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง มีการจัดระยะปลูกแบบหยอดหลุมปลูก (hill plots) อย่างมีระบบ ถึงแม้แผนการปลูกดังกล่าวจะจัดหน่วยทดลองในผังการปลูก อย่างเป็นระบบ (systematic) แต่ก็สามารถสุ่มตัวอย่างของความแตกต่างของพื้นที่ปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้เกิดจำนวนซ้ำเคลื่อนที่ (moving replicated unit)

เนื่องจากมีการสุ่มตัวอย่างของความแตกต่างของพื้นที่ปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าความแปรปรวนของแต่ละหน่วยทดลองจึงแสดงค่าของเสถียรของพันธุ์ได้อย่างมั่นใจ ดังนั้นแทนการค้นหาแผนการทดลองที่เข้าไปแก้ไขความแตกต่างของสภาพแวดล้อม นักปรับปรุงพันธุ์ควรจะเลือกแผนการทดลองที่ใช้ความแปรปรวนของพื้นที่ปลูกให้เป็นประโยชน์ เพื่อการวิเคราะห์หาค่าเสถียรของพันธุ์ ตั้งแต่การคัดเลือกในรุ่นแรก ๆ การคัดเลือกในผังรวงผึ้งมีคุณสมบัติดังกล่าวอย่างครบถ้วน (กฤษฎา, 2546)

Batzios (1993) ใช้ฝ้ายจากคู่ผสมเดียวกันเพียง 1 คู่ เป็นพืชทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวิธีจดประวัติในผังรวงผึ้ง กับวิธีจดประวัติตามปกติ และวิธีเก็บ 1 เมล็ด/ต้น ทำการคัดเลือกในสองท้องที่ ตั้งแต่รุ่น F_2-F_5 ทดสอบสายพันธุ์รุ่น F_6 ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ และ 10 สายพันธุ์ จากวิธีอื่น ๆ อีก 2 วิธี สายพันธุ์จาก 2 วิธีหลังให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ นอกจากนี้ สายพันธุ์จากวิธีจดประวัติในผังรวงผึ้งยังมีความเหนือกว่าในลักษณะน้ำหนักของสมอฝ้าย และความยาวเส้นใยยิ่งกว่านั้นทั้ง 10 สายพันธุ์ จากวิธีจดประวัติตามปกติ มาจาก F_2 8 ต้น แสดงถึงประสิทธิภาพของผังรวงผึ้งที่สามารถแยกต้นที่ดีได้ตั้งแต่รุ่น F_2 หรือ F_3

Gill *et al*. (1995) ทำการเปรียบเทียบวิธีจดประวัติในผังรวงผึ้ง (honeycomb pedigree) กับวิธีจดประวัติตามปกติ วิธีเก็บ 1 เมล็ด/ต้น และวิธีเก็บรวมโดยใช้ถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) 3 คู่ผสม เป็นพืชทดลอง ทำการทดลองผลผลิตของพืชรุ่น F_5 และ F_6 จากแต่ละวิธี ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ วิธีจดประวัติในผังรวงผึ้งให้ประสิทธิภาพสูงสุด ในขณะที่วิธีการอื่น ๆ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

Fery and Janick (1971) แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว โดยใช้ระยะระหว่างต้นเท่ากันทุกทิศทาง (equidistance spacing) เพื่อให้มีการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเท่าเทียมกัน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกเป็นแถวที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป การปลูกแบบจัดระยะให้เท่ากันทุกทิศทาง ทำให้สามารถเพิ่มประชากรต่อพื้นที่ได้มากกว่า พืชทนต่อสภาพกดดันเนื่องจากสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า กล่าวโดยสรุปคือ ถ้าสามารถทำทุกอย่างภายในแปลงปลูกให้สม่ำเสมอได้ เช่น อายุปลูก พันธุกรรมของพืช และการเขตกรรมอื่น ๆ ช่วยให้การเพิ่มความหนาแน่นของประชากร ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงสุด ทั้งนี้ พืชพันธุ์นั้น ๆ ต้องมีความทนทานต่อสภาพกดดันเนื่องจากสิ่งแวดล้อมสูงด้วย

ธนพงษ์ (2546) ศึกษาในสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไร่ จำนวน 49 สายพันธุ์ ทำการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดทั้งหมดโดยวิธีทดลองแบบผังรวงผึ้งแยกกลุ่ม R-49 วิธีคัดเลือกที่ใช้มี 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 คัดเลือกด้วยสายตา คัดเลือก 1 ต้น จาก 19 ต้น ภายในแถวเดียวกัน โดยดูลักษณะทางพืชไร่ที่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก วิธีที่ 2 คัดเลือกโดยวิธีวงกลมเคลื่อนที่ระดับความเข้มข้น 5.3 เปอร์เซ็นต์ และวิธีที่ 3 คัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคาดคะเน(prediction criterion) ผลการทดลองพบว่า การคัดเลือกทั้ง 3 วิธี ให้สายพันธุ์อินเบรดที่แตกต่างกันเพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์ในทำนองเดียวกัน ถ้าพิจารณาจาก 10 สายพันธุ์ อินเบรดที่ผ่านการคัดเลือกจากแต่ละวิธีการ ไม่ว่าจะเปรียบเทียบกับวิธีการใดใน 3 วิธีการ ความแตกต่างของสายพันธุ์อินเบรดก็มีอยู่เพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน จึงสรุปได้ว่าแต่ละวิธีคัดเลือกให้ผลการคัดเลือกที่แตกต่างกัน และวิธีคัดเลือกโดยใช้วงกลมเคลื่อนที่ ให้ประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากสายพันธุ์อินเบรดที่ได้รับการคัดเลือกมีความหลากหลายของสายพันธุ์อินเบรดสูง

ปฏิสัมพันธ์ของยีนกับการปรับปรุงพันธุ์

การปรับปรุงพันธุ์นั้น จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับตัวแปรจำนวนมาก ตั้งแต่เชื้อพันธุกรรมที่หลากหลาย และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ปัญหาของการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นอยู่กับว่า จะหาสมดุลระหว่างยีนบวกสะสม กับลักษณะปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนที่ดีที่สุด ในเชื้อพันธุกรรมแต่ละกลุ่มมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้อย่างไร

Perterson (1992) และ Mangeldorf (1952) รายงานว่า ผลบวกสะสมของยีนข่มในระดับต่างๆ เป็นปัจจัยหลักในความเหนือระดับของลูกผสม แต่ไม่อาจปฏิเสธปฏิสัมพันธ์ของยีนในระดับต่าง ๆ ที่ยังคงมีผลต่อความเหนือระดับของลูกผสมไม่มากก็น้อย ขึ้นอยู่กับเชื้อพันธุ์ที่นำมาใช้ หากไม่สามารถนำยีน (allele) ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของยีนแต่ละชุด (allelic series) เข้ามาอยู่ร่วมกันได้ก็จะยังมีการแสดงออกในแบบมีปฏิสัมพันธ์ของยีนระหว่างชุด (epistasis) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับพัฒนาการของแต่ละเชื้อพันธุกรรม ในระดับพัฒนาการสูงสุด คือ สามารถนำเอายีนที่ดีที่สุดของยีนแต่ละชุด ในแต่ละสภาพแวดล้อมเข้ามาอยู่ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ลักษณะปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนในแต่ละชุดหมดไป เนื่องจากยีนทำหน้าที่รับช่วงซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่องในลักษณะของผลบวกสะสม (additive effect) ได้อย่างสมบูรณ์

Jenkins (1940) เสนอแนะว่า การสกัดสายพันธุ์อินเบรดเพื่อให้ได้สายพันธุ์อินเบรดที่ดีนั้น ควรผสมตัวเองสลับกับการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ในชั่วแรก ๆ ก่อนนำกลับมาผสมกันใหม่ น่าจะช่วยเพิ่มความถี่ของยีนที่ดี และเพิ่มโอกาสการจัดกลุ่มใหม่ของยีนที่ดีภายในประชากร และเชื่อว่าลูกผสมที่ดีมาจากผลบวกสะสมของยีนข่ม (dominance hypothesis) จึงเสนอให้ใช้ประชากรฐานกว้างเป็นสายพันธุ์ทดสอบซึ่งขัดแย้งกับความคิดของ Hull (1945) ที่เชื่อในสมมติฐานยีนข่มเกิน จึงเสนอให้ใช้สายพันธุ์อินเบรดหรือลูกผสมเดี่ยวเป็นสายพันธุ์ทดสอบ และเพื่อลดข้อแย้งในทางทฤษฎี Comstock *et al*. (1949) จึงเสนอวิธีคัดเลือกแบบวงจรสลับ โดยการปรับปรุงประชากร 2 ประชากร ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีต่อกันไปพร้อม ๆ กัน โดยใช้ประชากร A ทดสอบประชากรB และใช้ประชากร B ทดสอบประชากร A เรียกว่า การคัดเลือกแบบวงจรสลับ เป็นการคัดเลือกเพื่อเพิ่มความถี่ของยีนทั้งสองระบบในทั้ง 2 ประชากรไปพร้อม ๆ กัน ก่อนนำมาสกัดสายพันธุ์อินเบรดจากแต่ละประชากรและสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ดี ในขณะเดียวกัน Sprague and Tatum (1942) ได้เสนอวิธีวัดค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability) เป็นการวัดยีนบวกสะสม (additive effect) และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability) เป็นการวัดยีนที่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (non-additive effect) ของสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ จากผลการทดลองต่อเนื่อง Sprague and Russell (1956) แสดงให้เห็นว่า ความก้าวหน้าในการคัดเลือกส่วนมากมาจากการสะสมยีนข่ม ลักษณะข่มเกินที่พอจะพบเป็นผลเนื่องมาจากมียีนที่มีระดับการข่มต่ำ อยู่ในตำแหน่งที่สลับกัน ทำให้การแสดงออกเป็นลักษณะของการเสริมกัน (unlinkes epistasis) หรือเนื่องจากการยึดเกาะกันในลักษณะแฝง-ข่ม (linked epistasis) นอกจากนี้ Gardner and Lonnquis (1959) ยังแสดงให้เห็นว่าลักษณะข่มเกินที่พบในลูกผสม มาจากการยึดเกาะกันของยีนในแบบ แฝง-ข่ม และได้รับการยืนยันจากการทดลองในทำนองเดียวกันของ Moll *et al*. (1965) และให้ความเห็นว่า การสร้างลูกผสมที่มาจากเชื้อพันธุกรรมคนละแหล่ง ทำให้มีโอกาสสูงมากที่ลูกผสมจะแสดงลักษณะข่มเกินเทียม ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูง ควบคู่ไปกับการทดสอบสมรรถนะการผสมโดยตรงกับสายพันธุ์อินเบรดที่จะใช้เข้าคู่ผสม น่าจะเป็นวิธีการที่ตรงไปตรงมา ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

Carangal *et al*. (1971) พบว่าการคัดเลือกแบบ S_1 และการใช้สายพันธุ์ทดสอบ สามารถเพิ่มสมรรถนะการผสมของประชากรได้ใกล้เคียงกัน Burton *et al*. (1971) เปรียบเทียบวิธีคัดเลือกแบบ S_1 และการคัดเลือกแบบ half-sib โดยการผสม S_0 กับสายพันธุ์ทดสอบลูกผสมคู่ หลังการ

คัดเลือก 4 รอบ การคัดเลือกแบบ S_1 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 10.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีคัดเลือกแบบ half-sib ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 5.7 เปอร์เซ็นต์

Russel (1993) ทำการปรับปรุงประชากรผสมเปิด (Alph) และประชากรจากลูกผสมเดี่ยว (WF9 x B7) โดยใช้อินเบรด B14 เป็นสายพันธุ์ทดสอบของทั้งสองประชากร ทำการปรับปรุงประชากรทั้งสองเป็นเวลา 5 รอบคัดเลือก ถ้าหากปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนของแต่ละประชากร กับสายพันธุ์ทดสอบมีความสำคัญต่อผลผลิตของประชากรทั้งสอง ควรจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน และต่างก็ควรจะมียีนที่เข้าคู่ได้ดีกับสายพันธุ์ทดสอบ และประชากรทั้งสองไม่น่าจะมีสมรรถนะการผสมที่ดีซึ่งกันและกัน เพราะมียีนในกลุ่มที่คล้ายคลึงกัน ผลปรากฏว่าประชากรทั้งคู่ ต่างก็มีผลผลิตที่ดีขึ้นจากการคัดเลือก โดยใช้สายพันธุ์ทดสอบเดียวกัน นอกจากนี้ เมื่อผสมระหว่างประชากรในรุ่นหลัง ๆ ยังให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูงขึ้นมากกว่า การผสมระหว่างประชากรเริ่มต้นประชากรทั้งสองยังสามารถให้สมรรถนะการผสมที่ดีกับสายพันธุ์อินเบรดอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายีนบวกสะสมมีส่วนสำคัญต่อผลผลิตของลูกผสมมากกว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีน ดังนั้น การรวมประชากรทั้งสองเข้าด้วยกัน และปรับปรุงประชากรเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยไม่จำเป็นต้องใช้การทดสอบสมรรถนะการผสม น่าจะเป็นวิธีที่ประหยัดกว่า และให้อินเบรดใหม่ ๆ ที่ดีกว่า

จากการศึกษา กลุ่มของยีนที่ยึดติดกัน และมีผลกระทบต่อผลผลิต (quantitative trait loci,QTL) Stuber *et al*. (1992) พบว่าในข้าวโพดอย่างน้อยจะมียีน QTL อยู่ 1 กลุ่ม ที่มีผลต่อผลผลิตบนแต่ละโครโมโซม ยีนบางกลุ่มมีผลอย่างมากต่อผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ยีนเหล่านี้บางกลุ่มเป็นการยึดติดกันระหว่างยีนข่มและยีนแฝง (repulsion phase) เมื่อผสมข้ามทำให้เกิดลักษณะข่มเกินเทียม การคัดพันธุ์โดยการทดสอบสมรรถนะการผสม จึงเป็นการอนุรักษ์กลุ่มยีนดังกล่าวในทางตรงกันข้าม การคัดพันธุ์โดยใช้ผลผลิตของสายพันธุ์เป็นเกณฑ์โดยตรง ทำให้มีโอกาสได้กลุ่มของยีนที่ติดกันในลักษณะ ยีนข่ม-ยีนข่ม (coupling phase) เมื่อเกิดการจัดกลุ่มใหม่ของยีน (crossing over) เกิดขึ้น ทำให้มีโอกาสได้อินเบรดที่แข็งแรงและมีผลผลิตที่ดีขึ้น

การใช้ประโยชน์สายพันธุ์อินเบรดเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

Rasmusson and Philips (1997) นำเสนอข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นว่า ในข้าวบาร์เลย์สองแถว การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่ดีเพียงไม่กี่สายพันธุ์ ทำให้ได้พันธุ์ปลูกจำนวนมากอย่างต่อเนื่อง เช่น ในยุโรป พันธุ์ “Triumph” ถูกใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์อย่างกว้างขวาง เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ของ

ข้าวบาร์เลย์สำหรับทำข้าวมอลท์ (malt) ในประเทศแคนาดา และสหรัฐอเมริกา พันธุ์ “Klages” ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์อย่างกว้างขวาง (Gilmour *et al*., 1995) พันธุ์ “Morex” ซึ่งเป็นข้าวบาร์เลย์ชนิดหกแถวถูกใช้อย่างกว้างขวางในเขตตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกา (Horsley *et al*., 1995) และจากการศึกษาของ Fischbeck (1992) สรุปได้ว่า พันธุ์ข้าวบาร์เลย์ทั้งหมดในยุโรปส่วนมากได้มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์จากแหล่งพันธุกรรมต่าง ๆ แต่มีพ่อแม่เพียงไม่กี่สายพันธุ์เท่านั้นที่เกี่ยวข้องอยู่กับผลสำเร็จทางการค้า แสดงว่า สายพันธุ์ทางการค้าส่วนใหญ่มีความเกี่ยวพันกันในทางพันธุกรรม

โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ ของรัฐมิเนโซตา สหรัฐอเมริกาและรัฐแมนิโตบาของแคนาดา มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดมาตั้งแต่เริ่มต้นสตวรรษที่ 20 โดยมีสายพันธุ์เริ่มต้นที่นำเข้ามาจากแมนจูเรีย (CI 2947), พันธุ์ “Odessa”, “O.A.C.21” และ “Lion” จากประเทศรัสเซีย พันธุ์ "Oderbrucker" จากเยอรมันนี พันธุ์ “Trebi” จากตุรกีและพันธุ์ “Peatland” จากสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งพิจารณาจากสภาพภูมิศาสตร์แล้ว พันธุ์เหล่านี้น่าจะมีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง ถึงแม้ว่า อาจมีประวัติของสายพันธุ์ซ้ำซ้อนกันบ้าง จากการศึกษาประวัติของสายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันมีสายพันธุ์อยู่เพียง 5 สายพันธุ์ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องอยู่กับข้าวบาร์เลย์ของอเมริกาเหนือถึงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (Martin *et al*., 1991) พันธุ์ที่นำมาใช้ในทางการค้าปี 1956 คือ “Traill” ของอเมริกาและ “Parkland” ของแคนาดา มีความสัมพันธ์กันในทางพันธุกรรมอย่างใกล้ชิด และมีส่วนในการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ “Larker” ซึ่งใช้กันอย่างกว้างขวางในระหว่างปี 1964-1979 พันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ต่างถูกทยอยนำมาใช้เพื่อการค้า ครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวบาร์เลย์ส่วนใหญ่ของอเมริกาเหนือมาตั้งแต่เมื่อ 50 ปีที่แล้ว รวมถึงพันธุ์ “Manker” ในปี 1974 และ “Morex” ในปี 1978

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดของสหรัฐอเมริกา ข้าวโพดพันธุ์ Reid Yellow Dent เป็นผลมาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ Southern dent (Gordon Hopkins seed) ที่ปรับตัวได้ดีในรัฐทางตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกากับสายพันธุ์ Northren flint พันธุ์ Little Yellow ซึ่งเป็นพันธุ์ท้องถิ่นของอินเดียนพื้นเมือง (Troyer, 1999) และได้ผ่านการคัดเลือกเพื่อให้ได้ลักษณะ อายุเก็บเกี่ยวปานกลาง เมล็ดเรียบเหลืองสดใส มีแกนเล็กสีแดง มีเมล็ดเล็กและน้ำหนักดี มีจำนวนแถวเมล็ด 18-22 แถว ติดเมล็ดเต็มปลายฝัก มีก้านฝักเล็กเพื่อสะดวกในการปอกเปลือก มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะสูง พันธุ์ Reild yellow Dent ชนะการประกวดที่ Chicago World’s Fair ในปี 1893 หลังจากนั้น ได้รับการกระจายพันธุ์และปลูกครอบคลุม 75 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวโพด

ของสหรัฐอเมริกานานกว่า 50 ปี ก่อนที่จะถูกแทนที่ด้วยพันธุ์ลูกผสม อย่างไรก็ตาม ในปี 1936 มีสายพันธุ์อินเบรดที่สกัดมาจากพันธุ์ Reid Yellow Dent ที่ใช้ผลิตลูกผสมทางการค้าเพียง 36 จาก 331 สายพันธุ์ หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด เพราะนักปรับปรุงพันธุ์ในยุคนั้นสนใจการสกัดสายพันธุ์อินเบรดจากพันธุ์ที่ปรับตัวภายในท้องถิ่น และค้นหาคู่ผสมที่มาจากพันธุ์ที่แตกต่างกันมาก ๆ เพื่อหวังให้ได้ลูกผสมที่มีความเหนือระดับสูง พันธุ์ Reid Yellow Dent ได้รับการแยกออกเป็นสายพันธุ์ย่อยอีกจำนวนมาก ปัจจุบันเป็นแหล่งกำเนิดของสายพันธุ์อินเบรดที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ของพันธุ์ลูกผสมในสหรัฐอเมริกากว่า 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ สายพันธุ์อินเบรดเหล่านี้ยังได้รับการผสมข้ามซึ่งกันและกันเพื่อพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดใหม่ ๆ

พันธุ์ Iodent Reid คัดแยกออกมาจากพันธุ์ Reid Yellow Dent ในปี ค.ศ. 1902 เพื่อให้มีอายุเก็บเกี่ยวเร็ว และถูกนำมาสกัดสายพันธุ์อินเบรดตั้งแต่ปี ค.ศ.1922 ปัจจุบันสายพันธุ์ต่าง ๆ จาก Iodent Reid เป็นพ่อแม่ของพันธุ์ลูกผสมในสหรัฐอเมริกาประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรด Iodent ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1940-1980s โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์พี่น้องที่มีอายุเก็บเกี่ยวช้าและเร็ว ในแต่ละขั้นตอนใช้วิธีผสมกลับไปหาสายพันธุ์เก็บเกี่ยวช้าและคัดเลือกสายพันธุ์เก็บเกี่ยวเร็ว โดยวิธีบันทึกประวัติ สายพันธุ์ในชั่วหลัง ๆ จึงมีพันธุกรรมที่แคบ แต่ก็ยังสามารถปรับปรุงได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 40 ปี เป็นตัวอย่างของการปรับปรุงสายพันธุ์ด้วยวิธีการสะสมยีนที่ดีอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้แหล่งพันธุกรรมที่ปรับตัวได้ดีเพียงไม่กี่สายพันธุ์ Troyer (1999) เรียกวิธีการนี้ว่า การอนุรักษ์กลุ่มของยีน (genome conservasion) พันธุ์ผสมเปิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมของลูกผสมข้าวโพดในสหรัฐอเมริกา มีอายุโดยเฉลี่ยเกือบ ๆ 100 ปี และสายพันธุ์อินเบรดส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 60-70 ปี การใช้แหล่งพันธุกรรมเก่า ๆ เพียงไม่กี่พันธุ์ แสดงให้เห็นว่า การปรับตัวของสายพันธุ์มีความสำคัญเหนือกว่าความหลากหลายทางพันธุกรรม การปรับตัวได้ดีต่อสภาพแวดล้อม หมายถึง ผลผลิตที่สูงขึ้น

ปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรด

การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดของข้าวโพด ที่มีฐานทางพันธุกรรมแคบ โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์พี่น้องเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับสายพันธุ์อินเบรด และเพื่อที่จะรักษาระดับความสม่ำเสมอของลักษณะโดยทั่วไปไว้ในระดับที่ยอมรับได้ สายพันธุ์พี่น้องที่นำมาผสมกัน ควรต้องมีลักษณะโดยทั่วไปใกล้เคียงกันหรือคล้าย ๆ กัน เป็นการสร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง (broad line) เพื่อนำไปสู่การให้คู่ผสมที่ดี วิธีนี้ดีกว่าการสกัดอินเบรดโดยการผสมตัวเองหลาย ๆ

ชั่ว เนื่องจากการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องเพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ ทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อการผสมตัวเองแต่ละครั้ง เป็นเหตุให้สายพันธุ์นั้น ๆ มีความอ่อนแอสูง มีผลผลิตต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสายพันธุ์พ่อแม่มียีนแฝงที่ทำให้เกิดการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมอยู่สูง การสร้างลูกผสมในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นลูกผสมเดี่ยว ซึ่งต้องการสายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตสูง และมีความแข็งแรง ดังนั้น การสร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างที่มีความสม่ำเสมอในเกณฑ์ที่ดีจึงสามารถไปผลิตลูกผสมในเชิงการค้าได้ (กฤษฎา, 2548) Kinman (1952) เสนอให้ใช้สายพันธุ์สังเคราะห์ (composite sibbed line) ซึ่งหมายถึง ประชากรที่ได้จากการผสมข้ามของสายพันธุ์ที่มาจาก S_1 ต้นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม Stringfield (1974) เรียกสายพันธุ์ดังกล่าวว่า อินเบรดฐานกว้าง (broad line) โดยทฤษฎี เมื่อเกิดการผสมข้ามอย่างอิสระประชากรของพืชผสมข้ามจะเข้าสู่สมดุลทางพันธุกรรมภายใน 1 ชั่ว ตาม Hardy-Weinberg equilibrium

Kinman (1952) จึงเสนอให้ใช้วิธีผสมข้ามภายในสายพันธุ์ที่มาจาก S_1 ต้นเดียวกัน เพื่อรักษาระดับผลผลิตของ S_1 เอาไว้ โดยการปลูกสายพันธุ์ S_1 ฝักละ 2 แถว และใช้ละอองเกสรจากแถวที่ 1 ผสมไปหาฝักแถวที่ 2 และกลับกัน เมล็ดที่ได้เรียกว่า เมล็ดผสมรวมภายในสายพันธุ์หรือสายพันธุ์สังเคราะห์ หรืออินเบรดฐานกว้าง และเพื่อพิสูจน์ผลดีของแนวคิดดังกล่าว จึงทำการผสมตัวเองของพืชในแถวแรก พร้อม ๆ กับผสมข้ามไปหาพืชในแถวที่สอง หลังจากผสมดังกล่าวไปสามชั่ว ได้สายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างชั่วที่ 3 (C#3) และ S_4 ผสมทดสอบสายพันธุ์ดังกล่าวกับสายพันธุ์ทดสอบลูกผสมเดี่ยว

ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำหนักฝักของสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างชั่วที่ 3 (C#3) เท่ากับ 182.8 กรัม/ฝัก ในขณะที่ S_4 มีน้ำหนักต่อฝักเพียง 99.0 กรัม/ฝัก นอกจากนี้ ความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ C#3 ยังใกล้เคียงหรือดีกว่าสายพันธุ์ S_4 ที่มาจาก S_1 ต้นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสายพันธุ์ S_4 มีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมสูงกว่าสายพันธุ์ C#3 เมื่อนำสายพันธุ์ S_1, S_3 และ C#2 ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบลูกผสมเดี่ยว ค่าเฉลี่ยของลูกผสมทดสอบจากสายพันธุ์ทั้งสามกลุ่มตลอดจนสายพันธุ์ทดสอบ มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่าง ซึ่งเป็นไปตามคาด เนื่องจากค่าสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ ส่วนมากเป็นผลมาจากผลบวกของยีนข่มสะสม การกระจายตัวในชั่วหลัง ๆ จึงเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้น สมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ผสมตัวเองที่คัดมาเพียงไม่กี่ต้นต่อสายพันธุ์ในแต่ละชั่ว จึงมีโอกาสสูงที่จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์เริ่มต้น แต่ข้อได้เปรียบของสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง คือ สามารถทำให้ได้คู่ผสมที่ดีในเวลาอันรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการค้นหาสายพันธุ์แท้ที่ดี ก่อนนำไปผลิตลูกผสม

Kunwar and Samphantharak (2003) สร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างโดยใช้หลักการปรับปรุงประชากรโดยวิธีคัดเลือกแบบ S_1 ประยุกต์ เริ่มต้นจากคู่ผสมเดี่ยว 5 คู่ผสมทำการผสมตัวเองได้ S_1 คัดเลือก S_1 5 ต้น จากแต่ละคู่ผสมเริ่มต้น ผสมแบบพบกันหมดภายในแต่ละคู่ผสมทดสอบผลผลิตคู่ผสมเดี่ยว (F_1) ที่เกิดขึ้นใหม่พร้อมกับผสมตัวเอง และคัดเลือก S_1 5 ต้น จากแต่ละคู่ผสม ได้อินเบรดฐานกว้างทั้งหมด 5 ประชากร จากแต่ละคู่ผสมเดี่ยวเริ่มต้น ผสมแบบพบกันหมดในระหว่างกลุ่ม (Interset) ที่มาจากคู่ผสมเริ่มต้นต่างกัน และภายในกลุ่มเดียวกัน (Intraset) ที่มาจากคู่ผสมเริ่มต้นเหมือนกัน ค่าเฉลี่ยลูกผสมทั้งสองแบบเมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมเดี่ยวเริ่มต้นให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่มีลูกผสมภายในกลุ่มระหว่างสายพันธุ์อินเบรด S_4 x Broad line 1 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ

กฤษฎา (2548) ได้เสนอแนวความคิดเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการ โดยแยกสายพันธุ์ S_1 จากประชากรเริ่มต้น (ควรเป็นลูกผสมเดี่ยวที่ดี) ออกเป็นชุด ชุดละ 3 ฝัก จะแยกออกเป็นกี่ชุด ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถในการดำเนินการ สมมติว่าแยกออกเป็น 5 ชุด ก็จะใช้ S_1 จำนวน 15 ฝัก ปลูก S_1 ในสภาพไร้การแข่งขันและผสมแบบพบกันหมดภายในชุด ปลูกทดสอบผลผลิตของคู่ผสมที่ได้ในสภาพปลูกหนาแน่นพร้อมทั้งผสมตัวเอง เลือกฝัก S_1 3 ฝักต่อชุด นำเข้าปลูกในสภาพไร้การแข่งขัน และผสมแบบพบกันหมด เพื่อเริ่มการคัดเลือกในรอบต่อไป ถ้าหากมีการผสมภายในชุดอย่างต่อเนื่อง ก็จะเป็นการผสมแบบก้าวหน้าระหว่าง 3 สายพันธุ์พี่น้อง S_1(progressive three sister line cross) โดยมีการคัดเลือกผลผลิตจาก S_1 พร้อม ๆ กับการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ จนกว่าพืชในแต่ละชุดมีความสม่ำเสมอเป็นที่น่าพอใจ ใช้เป็นอินเบรดฐานกว้างทำการผสมระหว่างชุดที่มาจากคู่ผสมเดียวกัน ลูกผสมที่ได้เป็นลูกผสมจากประชากรเริ่มต้นเดียวกันนำเข้าทดสอบผลผลิตพร้อมทั้งผสมตัวเองเลือก S_1 จาก 5 คู่ผสมแรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดคู่ผสมละ 3 ฝัก ทั้งหมด 5 ชุด นำเข้าคัดเลือกซ้ำตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ถ้าหากมีประชากรเริ่มต้นจำนวนมาก อาจใช้วิธีการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบเพื่อหาคู่ผสมที่ดี นำชุดที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีจากแต่ละประชากรเริ่มต้นเข้าผสมแบบพบกันหมด เพื่อค้นหาลูกผสมที่ดีระหว่างประชากรเริ่มต้น ถ้าหากพบคู่ผสมที่ดีก็สามารถแยกชุดออกมาเพื่อใช้ผลิตลูกผสมต่อไป ซึ่งอาจเป็นลูกผสมภายในประชากรเริ่มต้นเดียวกัน หรือลูกผสมระหว่างประชากรเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีการดังกล่าวมีลักษณะเป็นการคัดเลือกสลับระหว่าง S_1และ F_1 ในการผสมแบบพบกันหมด จึงเรียกว่า alternate S_1-diallel selection ลูกผสมที่ได้จากแต่ละรอบการคัดเลือก เรียกว่า ลูกผสมฐานกว้าง (broad line hybrid) นอกจากนี้ อาจนำสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างที่ให้คู่ผสมที่ดีแยกออกมาคัดหาสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างลูกผสมเดี่ยวที่มีความสม่ำเสมอสูงต่อไป

การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง อาจใช้วิธีผสมตัวเองและเก็บรวมภายในครอบครัว หรือผสมข้ามภายในแต่ละครอบครัว ตั้งแต่ชั่ว F_3 เป็นต้นไป โดยใช้ต้นที่ดีที่สุดผสมกับอีก 2-3 ต้น ภายในครอบครัวเดียวกัน วิธีแรกทำให้พืชเคลื่อนเข้าสู่การตรึงตัวทางพันธุกรรมอย่างรวดเร็ว และสายพันธุ์จะอ่อนแอ แต่ประชากรโดยรวมจะแข็งแรงขึ้น เมื่อนำไปผสมข้ามอย่างอิสระภายในประชากร ก่อนนำไปใช้ผลิตลูกผสม ส่วนวิธีที่สอง สายพันธุ์จะเข้าสู่การตรึงตัวทางพันธุกรรมอย่างช้า ๆ และสายพันธุ์อินเบรดมีความแข็งแรงสูงกว่าวิธีแรก ทั้งสองวิธีจะมีความสม่ำเสมอของสายพันธุ์สูง ถ้าหากมีการคัดเลือกที่เหมาะสม และเหมาะสำหรับการคัดเลือกเมื่อมีสายพันธุ์จำนวนมาก

การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง

การผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องเพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ ทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อการผสมตัวเองแต่ละครั้ง ในทางทฤษฎีค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์อินเบรดที่สกัดได้จะมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ของลูกผสมที่นำมาสกัดสายพันธุ์อินเบรด ในทางปฏิบัติส่วนมากจะคัดสายพันธุ์อินเบรดเพียงไม่กี่สายพันธุ์ในแต่ละชั่วของการผสมตัวเอง ดังนั้น จึงมีโอกาสสูงมากที่สายพันธุ์อินเบรดในช่วงสุดท้าย จะมีผลผลิตอยู่ที่ประมาณค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ ทำให้อินเบรดส่วนมากมักมีความอ่อนแอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสายพันธุ์พ่อแม่มียีนแฝงที่ทำให้เกิดการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมอยู่สูง (กฤษฎา, 2548)

Phuong and Samphantharak (2006) พัฒนาลูกผสมชั่วแรก ๆ ของข้าวโพดไร่โดยใช้สายพันธุ์ผสมรวม เริ่มจากการนำลูกผสมเดี่ยวทางการค้า 6 พันธุ์ มาพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวม โดยการใช้วิธี Modified S_1-full sib selection ผลผลิตของลูกผสมในชั่วแรก ๆ จากสายพันธุ์ผสมรวม และสายพันธุ์อินเบรดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลผลิตจากการผสมแบบพบกันหมดของทั้งสองกลุ่มให้ผลที่คล้ายกัน สายพันธุ์ผสมรวมให้ผลผลิต วันออกดอก และความสูงที่ดีกว่าสายพันธุ์ S_3 การคัดเลือกโดยวิธี Modified S_1-full sib selection เป็นวิธีที่เหมาะสมในการสร้างลูกผสมชั่วแรก ๆ และการพัฒนาสายพันธุ์อินเบรด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) S_8 จำนวน 5 สายพันธุ์ ที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมีประวัติพันธุ์ดังนี้

สายพันธุ์อินเบรด	ประวัติสายพันธุ์
Agsh2 201	S_2-KSSC941/TSSC-2//TSSC-82
Agsh2 302	S_2-T18/Agron8//CompositeS_2/TSSC-S_2-2
Agsh2 303	S_2-T18/Agron20//Ornamental IndiaS_1/TSSC-S_2-2
Agsh2 304	S_2-T18/Agron8//XTRA Sweet-S_1/TSSC-S_2-6
Agsh2 306	S_2-T18/Agron20//Composite-S_2/TSSC-S_2-55

2. สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว (*wx*) S_7 จำนวน 5 สายพันธุ์ ที่ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมีประวัติพันธุ์ดังนี้

สายพันธุ์อินเบรด	ประวัติสายพันธุ์
Agwx 11	S_2-T16/Ag19//Sugar73-S_1/TSSC-S_2-55
Agwx 12	S_2-T17/Ag8//Sugar73-S_1/TSSC-S_2-55
Agwx 13	S_2-T3/Ag8//Agro-S2/TSSC-S_2-6
Agwx 15	S_2-T18/Ag20//Sugar73-S_1/TSSC-S_2-2
Agwx 18	S_2-T16/Ag8//Sugar73-S_1/TSSC-S_2-55

3. ข้าวโพดหวานลูกผสมที่ผสมกับสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 55 คู่ผสม จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีดังนี้

คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์
1	Agsh2 309/Agsh2 318// wx719
2	Agsh2 201/Agsh2 314// wx 719
3	Agsh2 304/Agsh2 309// wx 719
4	Agsh2 201/Agsh2 303// wx 719
5	Agsh2 302/Agsh2 303// wx 719
6	Agsh2 304/Agsh2 318// wx 719
7	Agsh2 304/Agsh2 314// wx 720
8	Agsh2 303/Agsh2 318// wx 720
9	Agsh2 201/Agsh2 304// wx 720
10	Agsh2 303/Agsh2 309// wx 720
11	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx13
12	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx11
13	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx15
14	Agsh2 201/Agsh2 304//Agwx15
15	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx13
16	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx18
17	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx13
18	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx5
19	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx11
20	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx15
21	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx13
22	Agsh2 304/Agsh2 314//Agwx15
23	Agsh2 309/Agsh2 314//Agwx15
24	Agsh2 314/Agsh2 318//Agwx15
25	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx13
26	Agsh2 201/Agsh2 305//Agwx13
27	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx13
28	Agsh2 301/Agsh2 303//Agwx15

คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์
29	Agsh2 309/Agsh2 318// wx 720
30	Agsh2 201/Agsh2 314// wx 720
31	Agsh2 304/Agsh2 309// wx 720
32	Agsh2 201/Agsh2 303// wx 720
33	Agsh2 302/Agsh2 303// wx 720
34	Agsh2 304/Agsh2 314// wx 719
35	Agsh2 303/Agsh2 318// wx 719
36	Agsh2 201/Agsh2 304// wx 719
37	Agsh2 303/Agsh2 309// wx 719
38	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx11
39	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx15
40	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx13
41	Agsh2 201/Agsh2 304//Agwx13
42	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx11
43	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx15
44	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx11
45	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx15
46	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx9
47	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx13
48	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx11
49	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx15
50	Agsh2 304/Agsh2 318//Agwx15
51	Agsh2 309/Agsh2 318//Agwx15
52	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx11
53	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx15
54	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx11
55	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx15

4. ข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้า ที่ใช้ร่วมในการทดสอบผลผลิตได้แก่ พันธุ์ ATS5 ของบริษัทเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน จำกัด และพันธุ์ Hybrix3 ของบริษัทแปซิฟิคซีด จำกัด

5. ข้าวโพดหวานที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบคือ พันธุ์อินทรี 2 ของศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานที่ใช้เป็นสายพันธุ์ทดสอบ ได้แก่ composite line 309 (C#309) ซึ่งเป็นสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง (broad line) จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานที่ใช้เป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ Agsh2 309 และ Agsh2 318 จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เช่น
   - ถุงผสมตัวผู้และตัวเมีย
   - ปุ๋ยและสารเคมีควบคุมวัชพืช
   - เครื่องวัดเปอร์เซนต์น้ำตาล (hand refractometer)
   - เครื่องวัดความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด
   - เครื่องชั่งน้ำหนัก
   - เครื่องปลูกด้วยมือ
   - ป้ายกระดาษ
   - ตลับเมตร
   - ลวดสลิง
   - ปูนขาว
   - ไม้ปักแปลง

วิธีการ

ฤดูปลูกที่ 1 (กันยายน 2546 – ธันวาคม 2546)

ปลูกสายพันธุ์อินเบรดจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยปลูก อินเบรด *sh2* จำนวน 5 สายพันธุ์ และ สายพันธุ์ อินเบรด *wx* จำนวน 5 สายพันธุ์ โดยมีระยะปลูก 0.75 x 0.25 เมตร แถวยาว 5 เมตร (ระยะปลูกปกติ) อัตราปลูก 2-3 เมล็ด/หลุม ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ผสมระหว่างสายพันธุ์อินเบรด *sh2* และ อินเบรด *wx* ได้ทั้งหมด 25 คู่ผสม

ฤดูปลูกที่ 2 (มกราคม 2547 – เมษายน 2547)

กลุ่มที่ 1 นำคู่ผสมที่ได้จากสายพันธุ์อินเบรด *sh2* กับ อินเบรด *wx* จำนวน 25 คู่ผสม ผสมกลับ (back cross) ไปยังสายพันธุ์ อินเบรด *sh2* ได้เมล็ด BC_1 และผสมตัวเองได้เมล็ด S_1 อย่างละ 3 ฝักต่อคู่ผสม

กลุ่มที่ 2 นำคู่ผสมสามทางระหว่าง *sh2* ชั่วที่1 (F_1) และสายพันธุ์อินเบรด *wx* จำนวน 55 คู่ผสม จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาปลูกในระยะปลูกปกติ และผสมกลับ (back cross) ไปยังคู่ผสม *sh2* ชั่วที่ 1 (F_1) ได้เมล็ด BC_1 และผสมตัวเองได้เมล็ด S_1 อย่างละ 3 ฝักต่อคู่ผสม

ฤดูปลูกที่ 3 (พฤษภาคม 2547 – สิงหาคม 2547)

คัดแยกเมล็ดข้าวโพดหวานพิเศษนำเมล็ดสายพันธุ์ S_1 และ BC_1 ของทั้ง 2 กลุ่ม ปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) จำนวน 3 ฝัก/สายพันธุ์ ระยะปลูกปกติคัดเลือกลักษณะที่ดีของแต่ละคู่ผสมโดยพิจารณาจากลักษณะทางเกษตร ผสมตัวเองได้เมล็ด S_2 และ BC_1S_1

ฤดูปลูกที่ 4 (กันยายน 2547 – ธันวาคม 2547)

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีคัดเลือกสายพันธุ์โดยนำสายพันธุ์ S_2 และ BC_1S_1 มาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) ในผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ (non-replicated honeycomb desigh) ระยะปลูก 0.866 เมตร แถวยาว 5 เมตร คัดเลือกครอบครัวที่ดี โดยพิจารณาจากลักษณะคุณภาพประกอบกับลักษณะเกษตรอื่น ๆ คัดเลือกให้เหลือ 3 ครอบครัวแล้วทำการผสมตัวเองได้สายพันธุ์ S_3 และ BC_1S_2 คัดเลือกต้น BC_1S_2 จาก 3 ครอบครัว และได้คัดทิ้ง S_3 ทั้งหมดเนื่องจากอ่อนแอต่อโรค

ฤดูปลูกที่ 5 (กุมภาพันธ์ 2548 – พฤษภาคม 2548)

ปลูกสายพันธุ์ BC_1S_2 แบบฝักต่อแถว (ear to row) ในผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ คัดเลือกต้นที่ดีจากแต่ละสายพันธุ์ ผสมตัวเองได้เมล็ด BC_1S_3

ฤดูปลูกที่ 6 (กรกฎาคม 2548 – ตุลาคม 2548)

ปลูกสายพันธุ์ BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว (ear to row) ในผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำคัดเลือกต้นที่ดีโดยพิจารณาจากลักษณะคุณภาพประกอบกับลักษณะเกษตรอื่น ๆ และกัดชิมฝักสดคัดเลือกแล้วทำการผสมตัวเองได้สายพันธุ์ BC_1S_4

ฤดูปลูกที่ 7 (ธันวาคม 2548 – มีนาคม 2549)

นำเมล็ดจากสายพันธุ์ BC_1S_4 จาก 3 ครอบครัวที่ได้รับการคัดเลือกอย่างละ 15 ฝัก/ครอบครัว นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) ในผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ แยกแต่ละฝักออกเป็น 4 ส่วน เพื่อคัดเลือกอินเบรดใน 4 วิธี คือ

วิธีที่1 Selfed bulk within family line method (SFM)
วิธีที่2 Mass sibbing within line method (MSM)
วิธีที่3 Topcross within line method (TCM)
วิธีที่4 Recurrent sibbed line method (RSM)

ส่วนที่ 1 นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) เพื่อทำการคัดเลือกโดยวิธีที่ 1 (selfed bulk within family line method) โดยคัดเลือกต้นที่ดีที่สุด 3 ต้น ภายในแถวเดียวกัน แล้วทำการผสมตัวเองได้เมล็ด BC_1S_5 หลังจากนั้นนำเมล็ดที่ได้มารวมกัน ได้ 15 สายพันธุ์/ ครอบครัว คัดเลือกให้เหลือ 5 สายพันธุ์/ครอบครัว

ส่วนที่ 2 ทำการคัดเลือกโดยวิธีที่ 2 (mass sibbing within line method) นำมาปลูกฝักละ 2 แถว (สมมุติให้เป็นแถว A และ B) จากนั้นเลือกต้นที่ดีทีสุดจากแถว A 3 ต้น เพื่อใช้เป็นต้นพ่อ นำละอองเกสร (pollen) มาคลุกรวมกัน (bulk) แล้วนำไปผสมกับต้นที่ดีที่สุดของแถว B จำนวน 3 ต้น ได้เมล็ด C#1 จากนั้นนำเมล็ดที่ได้นำมารวมกันได้ 15 composite sibbed lines/ครอบครัว คัดเลือกให้เหลือ 5 สายพันธุ์/ครอบครัว

ส่วนที่3 ทำการคัดเลือกโดยวิธีที่ 3 (topcross within line method)นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว เลือกต้นที่ดีที่สุด 1 ต้นภายในแถวเดียวกันเพื่อใช้เป็นต้นพ่อ นำละอองเกสรไปผสมกับต้นที่ดีอีก 3 ต้น ภายในแถวเดียวกัน จากนั้นนำเมล็ดที่ได้มารวมกันได้ 15 topcross lines/ ครอบครัว คัดเลือกให้เหลือ 5 สายพันธุ์/ครอบครัว

ส่วนที่ 4 ทำการคัดเลือกวิธีที่ 4 (recurrent sibbed line method) โดยปลูกแบบฝักต่อแถว แบ่งเป็น 5 ชุด/ ครอบครัว โดยที่ 1 ชุด ประกอบด้วย 3 แถว เลือกต้นที่ดีที่สุดจากแถวที่ 1 นำละอองเกสรผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 3 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีทีสุดในแถวที่ 3 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 1 ซึ่งเป็นการผสมแบบต้นต่อต้นจากต้นที่ดีที่สุดของแต่ละแถวภายในชุดเดียวกัน นำเมล็ด F_1 มารวมกันได้ 5 recurrent sibbed lines/ครอบครัว

การคัดเลือกทั้งหมดใช้การคัดเลือกด้วยสายตาและการกัดชิมได้ 20 สายพันธุ์/ครอบครัว รวมทั้งหมด 3 ครอบครัว จำนวน 60 สายพันธุ์

ฤดูปลูกที่ 8 (พฤษภาคม 2549 - สิงหาคม 2550)

- นำเมล็ดที่ได้จากการคัดเลือกทั้ง 4 วิธี มาปลูกในผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ แล้วผสมกับพันธุ์ทดสอบ คือ Composite line 309 (C#309) ได้ 60 คู่ผสมทดสอบ (testcross)

- คัดเลือกโดยใช้สายตาเพื่อให้เหลือ วิธีละ 2 สายพันธุ์ และผสมแบบพบกันหมด (diallel) ได้ทั้งหมด 28 คู่ผสม

- ในขณะเดียวกันทำการผสมและคัดเลือกสายพันธุ์ของแต่ละวิธีต่อไป โดยที่วิธีที่ 4 (recurrent sibbed line method) ในฤดูปลูกนี้จะทำการผสมตัวเองได้เป็นเมล็ด S_1

ฤดูปลูกที่ 9 (ตุลาคม 2550 – กุมภาพันธ์ 2550)

- ปลูกทดสอบผลผลิตของคู่ผสมทดสอบ 60 คู่ผสม โดยปลูกร่วมกับลูกผสมการค้า 2 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ ATS5 และ Hybrix3 และพันธุ์เปรียบเทียบอินทรี 2 วางแผนการทดลองแบบ RCBDจำนวน 4 ซ้ำ การปลูกเป็นแบบแถวเดี่ยว โดยปลูกพันธุ์เปรียบเทียบ 1 แถวแล้วสลับคู่ผสมเข้าทดสอบ 4 คู่ผสม (striptest อัตรา 1:4) ระยะปลูก 0.75x0.30 เมตร แถวยาว 5 เมตร

- ทดสอบผลผลิตของคู่ผสมจากการผสมแบบพบกันหมด 28 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยปลูกทดสอบผลผลิตคู่ผสมแบบ strip test ปลูกพันธุ์เปรียบเทียบ 3 แถวแล้วสลับด้วยคู่ผสมเข้าทดสอบ 6 คู่ผสม คู่ผสมละ 3 แถว (อัตรา1:6) ระยะปลูก 0.75x0.30 เมตร แถวยาว 5 เมตร พันธุ์เปรียบเทียบคือ พันธุ์อินทรี 2

- ทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรด ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์แต่ละวิธีทั้ง 4 วิธี โดยแต่ละวิธีมี จำนวน 5 สายพันธุ์ ทั้งหมด 20 สายพันธุ์/ครอบครัว ทั้งหมด 3 ครอบครัว รวม 60 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ โดยปลูกทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดแบบ strip tes t ระยะปลูกปกติ สายพันธุ์เปรียบเทียบคือ composit 309 และ composite 318 โดยปลูกสายพันธุ์เปรียบเทียบ composit line 309 สลับกับสายพันธุ์อินเบรด 4 สายพันธุ์ แล้วตามด้วยสายพันธุ์เปรียบเทียบ composite line 318 สายพันธุ์ละ 1 แถว ปลูกสลับไปจนครบเป็น 1 ซ้ำ

Breeding Scheme

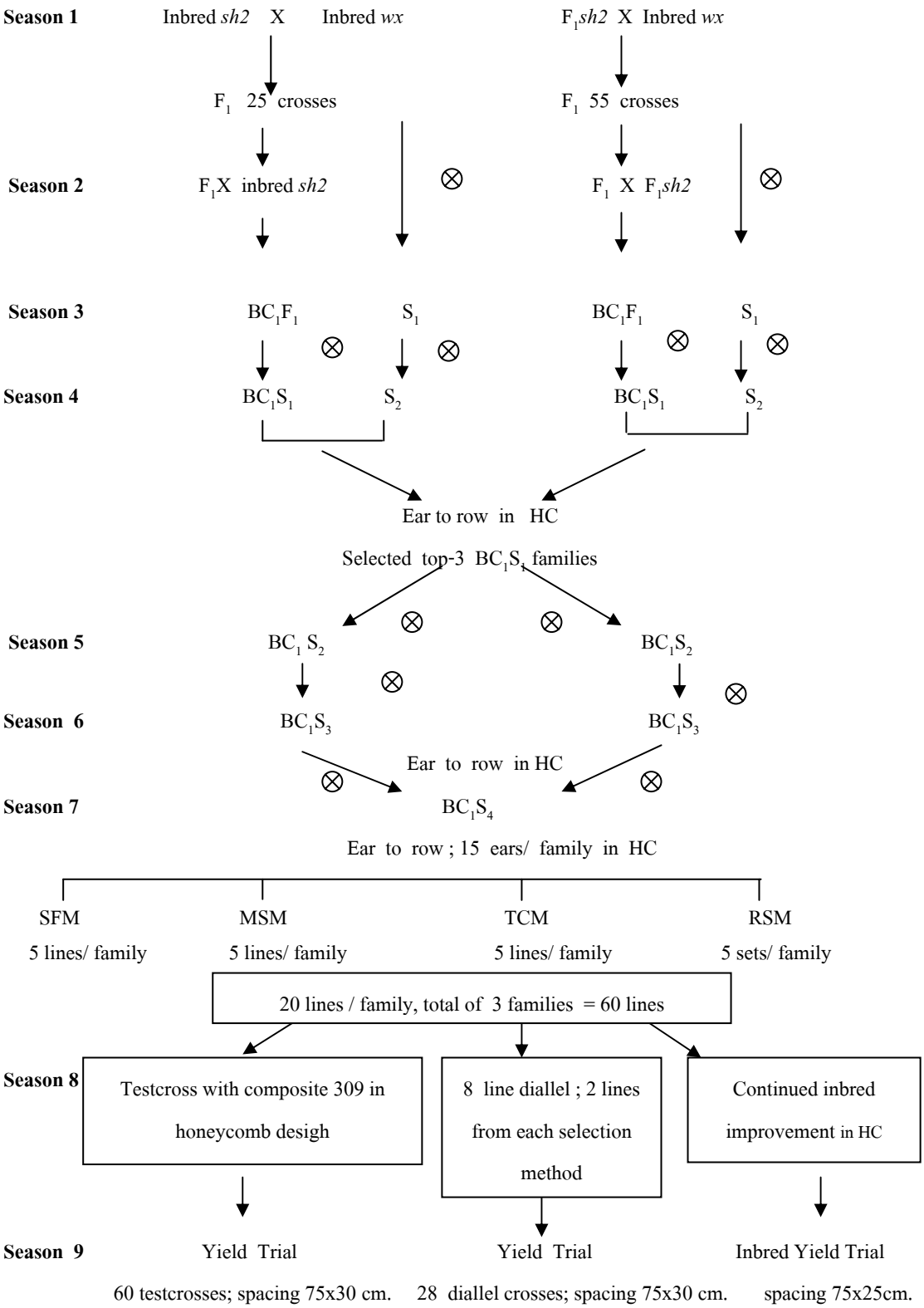

Fig 1 Breeding scheme for the development of composite-sibbed lines and the derived hybrids.

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ จากแปลงทดสอบผลผลิตดังนี้

1. ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ชั่งน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกหลังจากการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยของแต่ละคู่ผสม เทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยคิดจากสูตร

$$\text{ผลผลิต(กก./ไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก x 1600}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}}$$

2. ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักฝักสดที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยคิดจากสูตร

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก x 1600}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว (ม}^2\text{)}}$$

3. อัตราแลกฝัก คำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราแลกฝัก(\%)} = \frac{\text{ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (กก./ไร่)}}{\text{ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก (กก./ไร่)}} \times 100$$

4. ความแข็งแรงของต้นอ่อน ให้คะแนน 1- 5

โดยที่ 1 = ต้นแข็งแรงที่สุด
2 = ต้นแข็งแรงดี
3 = ต้นแข็งแรงปานกลาง
4 = ต้นอ่อนแอ
5 = ต้นอ่อนแอที่สุด

5. วันออกไหม นับจำนวนวัน จากวันให้น้ำวันแรกจนถึงวันที่จำนวนต้น 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทั้งหมดในแปลงย่อยออกไหมยาว 2-3 ซม.

6. วันออกดอกตัวผู้ นับจำนวนวันจากวันให้น้ำวันแรกจนถึงวันที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทั้งหมดในแปลงย่อยให้ละอองเกสรครึ่งหนึ่งของช่อดอก

7. โรคทางใบ ต้นที่เป็นโรคทางใบ ให้คะแนนเมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 70-80 วัน หรือตอนไหมแห้ง และ/หรือช่อดอกตัวผู้แห้ง โรคที่ตรวจสอบได้แก่ โรคใบไม้ โรคราสนิม และโรคราน้ำค้าง ให้คะแนนการเป็นโรค 1-5 โดยที่

1 = เป็นโรคน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์
2 = เป็นโรค 5-10 เปอร์เซ็นต์
3 = เป็นโรค 10-20 เปอร์เซ็นต์
4 = เป็นโรค 30-50 เปอร์เซ็นต์
5 = เป็นโรคมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

8. จำนวนต้น นับจำนวนต้นครั้งแรกเมื่อถอนแยก โดยถอนแยกให้เหลือ 21 ต้นต่อแถวยาว 5 เมตร และนับอีกครั้งที่ระยะเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อย

9. จำนวนฝัก นับจำนวนฝักในแต่ละแปลงย่อยที่ระยะเก็บเกี่ยว

10. ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงใบธง (บนสุดของลำต้น) วัดเมื่อดอกตัวผู้แห้ง เป็นเซนติเมตร จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

11. ความสูงฝัก วัดจากพื้นดินถึงข้อของฝักบนสุด วัดพร้อมกับความสูงต้น เป็นเซนติเมตร จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

12. ลักษณะต้น บันทึกถึงความสม่ำเสมอของทรงต้นต่อแถว ลำต้นตั้งตรง ความสูงของต้นและฝักการต้านทานต่อโรคและแมลง ให้คะแนน 1-5 โดยที่

1 = ทรงต้นสม่ำเสมอดีมาก ลำต้นตั้งตรง ต้านทานต่อโรคและแมลงดีมาก ฝักไม่แนบชิดกับลำต้น ตำแหน่งฝักสม่ำเสมอและง่ายในการเก็บเกี่ยว

2 = ทรงต้นสม่ำเสมอดี ลำต้นตั้งตรง ต้านทานต่อโรคและแมลงดี ฝักไม่แนบชิดกับลำต้น ตำแหน่งฝักสม่ำเสมอและง่ายในการเก็บเกี่ยว

3 = ทรงต้นสม่ำเสมอปานกลาง ลำต้นตั้งตรง ต้านทานต่อโรคและแมลงปานกลาง ฝักไม่แนบชิดกับลำต้น ตำแหน่งฝักค่อนข้างสม่ำเสมอ

4 = ทรงต้นสม่ำเสมอน้อย ลำต้นตั้งตรง ต้านทานต่อโรคและแมลงน้อย ฝักแนบชิดกับลำต้น ตำแหน่งฝักสูงและไม่สม่ำเสมอ

5 = ทรงต้นไม่สม่ำเสมอ ลำต้นไม่ตั้งตรง ต้านทานต่อโรคและแมลงน้อยมาก ฝักแนบชิดกับลำต้น ตำแหน่งฝักสูงและไม่สม่ำเสมอ

13. ลักษณะฝักสดปอกเปลือก โดยพิจารณารูปทรงฝัก ขนาดฝัก การติดเมล็ด สีของเมล็ด จำนวนแถวของเมล็ด และการมีแมลงเข้าทำลายฝัก ให้คะแนน 1-5 โดยที่

1 = ฝักรูปทรงกระบอก ขนาดฝักสม่ำเสมอดีมาก ความยาวฝักมากกว่า 20 เซนติเมตร ความกว้างฝักมากกว่า 4.5 เซนติเมตร เมล็ดติดเต็มปลายฝัก สีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ จำนวนแถวมากกว่า 16 แถว เมล็ดเรียงเป็นแถวตรงตั้งแต่ปลายฝักจนถึงโคนฝัก และส่วนปลายฝักไม่มีแมลงเข้าทำลาย

2 = ฝักรูปทรงกระบอก ขนาดฝักสม่ำเสมอดี ความยาวฝัก 19 - 20 เซนติเมตร ความ

กว้างฝัก 4.3 - 4.5 เซนติเมตร ส่วนที่ไม่ติดเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.5-1 เซนติเมตร เมล็ดสีเหลืองอ่อน สม่ำเสมอ จำนวนแถว 14 - 16 แถว เมล็ดเรียงเป็นแถวตรงตั้งแต่ปลายฝักจนถึงโคนฝัก และส่วนปลายฝักไม่มีแมลงเข้าทำลาย

3 = ฝักรูปทรงกระบอก ขนาดฝักค่อนข้างสม่ำเสมอ ความยาวฝัก 16 - 18 เซนติเมตร ความกว้างฝัก 4.0 - 4.2 เซนติเมตร ส่วนที่ไม่ติดเมล็ดอยู่ระหว่าง 1 - 2 เซนติเมตร เมล็ดสีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ จำนวนแถว 14 แถว เมล็ดเรียงเป็นแถวตรงตั้งแต่ปลายฝักจนถึงโคนฝัก และส่วนปลายฝักมีแมลงเข้าทำลายเล็กน้อย

4 = ฝักรูปทรงกระบอก ขนาดฝักสม่ำเสมอน้อย ความยาวฝัก 15-17 เซนติเมตร ความกว้างฝักน้อยกว่า 4.0 เซนติเมตร ส่วนที่ไม่ติดเมล็ดมากกว่า 2 เซนติเมตร เมล็ดสีเหลือง จำนวนแถวน้อยกว่า 14 แถว เมล็ดเรียงเป็นแถวตรง แต่แถวห่าง และส่วนปลายฝักมีแมลงเข้าทำลายมาก

5 = ฝักเป็นรูปกรวย ขนาดฝักไม่สม่ำเสมอ ความยาวฝักน้อยกว่า 15 เซนติเมตร ความกว้างฝักน้อยกว่า 4.0 เซนติเมตร ส่วนที่ไม่ติดเมล็ดมากกว่า 2 เซนติเมตร เมล็ดสีเหลือง จำนวนแถวน้อยกว่า 14 แถว เมล็ดไม่เรียงเป็นแถวตรงและแถวห่าง และส่วนปลายฝักมีแมลงเข้าทำลายมาก

14. เปลือกหุ้มฝัก ให้คะแนน 1-5 ให้คะแนนความสม่ำเสมอของเปลือกหุ้มฝัก
โดยที่ 5 = เปลือกหุ้มฝักยาว แน่น หุ้มฝักไว้ได้มิดชิด
4 = เปลือกหุ้มฝักค่อนข้างมิดชิด
3 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดปานกลาง
2 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดเล็กน้อย
1 = เปลือกหุ้มฝักไม่ดี ปลายฝักโผล่พ้นเปลือกหุ้มฝัก

15. เปอร์เซ็นต์เมล็ด (การฝาน) โดยการคัดเลือกฝักที่ดี 5 ฝัก ชั่งน้ำหนักทั้งเปลือกบันทึก แล้วปอกเปลือกและฝานเอาเฉพาะส่วนของเนื้อเมล็ด โดยใช้มาตรฐานลักษณะการฝานของเครื่องฝานเมล็ดในโรงงาน ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ฝานดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดที่ฝานได้}}{\text{น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก}} \times 100$$

16. ความอ่อนนุ่ม วัดโดยใช้ผู้ทดลอง 2 คน ทดสอบการกัดชิม (bite test) ข้าวโพดหวาน 4 ฝัก ให้คะแนน 1-5 โดยที่

1 = เมล็ดหวานกรอบ และเปลือกเมล็ดบางไม่ติดฟัน
2 = เมล็ดหวานกรอบ และเปลือกเมล็ดติดฟันเล็กน้อย
3 = เมล็ดหวานนุ่ม และเปลือกเมล็ดติดฟันเล็กน้อย
4 = เมล็ดมีรสหวานเล็กน้อย และเปลือกเมล็ดหนาติดฟัน
5 = เมล็ดไม่มีรสหวาน และเปลือกเมล็ดหนาติดฟันมาก

17. การทดสอบรสชาติและกลิ่น วัดโดยใช้ผู้ทดลอง 2 คน ทดสอบรสและกลิ่น ใช้เกณฑ์ความชอบตัดสิน ให้รสชาติคะแนน 1-5 โดยที่

1 = รสชาติและกลิ่นดีเยี่ยม
2 = รสชาติและกลิ่นดี
3 = รสชาติและกลิ่นปานกลาง
4 = รสชาติและกลิ่นไม่ดี
5 = รสชาติและกลิ่นไม่เป็นที่ต้องการ

18. วัดปริมาณน้ำตาลในเมล็ด วัดปริมาณน้ำตาลในเมล็ดด้วย hand refractometer มีค่าเป็น องศาบริกซ์ (degree brix)

19. วัดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดด้านต้นอ่อน (germinal) และเปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน (abgerminal) โดยใช้เครื่องวัดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ผลการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของลูกผสมข้าวโพดหวานพิเศษ

การวัดผลโดยวิธี strip test (Yates, 1936) คำนวณได้ดังนี้ ข้อมูลผลผลิตของสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบจะต้องปรับค่าก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ การปรับค่าผลผลิตของแต่ละคู่ผสมใช้วิธีเปรียบเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบในแถวข้างเคียงแล้วปรับค่าไปที่ค่าเฉลี่ยของพันธุ์เปรียบเทียบทั้งหมดในแปลงทดลองวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ผลผลิตเฉลี่ยที่ปรับค่าของสายพันธุ์ a} = \frac{a}{(C1 + C2) / 2} \times \bar{c}$$

เมื่อ

a, b…= ผลผลิตของสายพันธุ์ที่เข้าทดสอบสายพันธุ์ที่ 1 ...n

C_1 และ C_2 = ผลผลิตเฉลี่ยของสายพันธุ์ตรวจสอบในแถวข้างเคียงของสายพันธุ์ที่เข้าทดสอบ

$\bar{c}$ = ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์ตรวจสอบทั้งหมด $(C_1 + C_2 + \ldots + C_n) / n$

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (6.12) ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

3. วิเคราะห์ผลผลิตโดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (6.12) ตามแผนการทดลองแบบ RCBD

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

สถานที่ทดลอง

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ตำบลปางอโศก อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน 2546 สิ้นสุดเดือน กุมภาพันธ์ 2550

ผลและวิจารณ์

จากสายพันธุ์เริ่มต้นซึ่งมีอินเบรดข้าวโพดหวาน (*sh2*) 5 สายพันธุ์ และคู่ผสมเดี่ยวข้าวโพดหวาน (*sh2*) 55 คู่ผสม จากการผสมข้ามไปหาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว 5 สายพันธุ์ และผสมกลับแต่ละคู่ผสมไปหาข้าวโพดหวานของแต่ละคู่ผสม ได้คู่ผสมเท่าที่ผสมได้ 80 คู่ผสม จากการผสมตัวเองของคู่ผสมเดี่ยวและคู่ผสมสามทางไปจนถึง S_4 สายพันธุ์ทั้งหมดอ่อนแอมากจึงคัดทิ้งไปทั้งหมดและคัดเลือกคู่ผสมที่ดีที่สุดของ BC_1S_2 มา 3 คู่ผสม ได้แก่ Agsh2 201 / Agwx 11 // Agsh2 201, Agsh2 306 / Agwx 11 // Agsh2 306 และ Agsh2 201 / Agsh2 318 // Agwx 11 /// Agsh2 201 / Agsh2 318 จาก BC_1S_2 ของแต่ละคู่ผสมใช้วิธีคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรด 4 วิธี คือ 1) selfed bulk within family line method (SFM) ใช้รหัสสายพันธุ์ KRSIS 2) mass sibbing within line method (MSM) ใช้รหัสสายพันธุ์ KRSIM 3) topcross within line method (TCM) ใช้รหัสสายพันธุ์ KRSIT 4) recurrent sibbed line method (RSM) ใช้รหัสสายพันธุ์ KRSIR คัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดออกมา 5 สายพันธุ์ต่อวิธีต่อคู่ผสม ควรได้สายพันธุ์ทั้งหมด 60 สายพันธุ์ แต่สายพันธุ์เท่าที่คัดได้มีเพียง 53 สายพันธุ์ โดยมี 15 สายพันธุ์จาก 2 วิธีแรก 13 สายพันธุ์จากวิธีที่ 3 และอีก 10 สายพันธุ์จากวิธีที่ 4

หลังจากทดสอบผลผลิต คัดสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดออกมา 10 สายพันธุ์ โดยแต่ละสายพันธุ์มีประวัติสายพันธุ์และที่มาของสายพันธุ์จากวิธีคัดเลือกต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประวัติของสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกจากทั้งหมด 53 สายพันธุ์

สายพันธุ์อินเบรด	ประวัติสายพันธุ์	วิธีการพัฒนาสายพันธุ์
KRSIM 1	Agsh2 201/Agwx11	Mass sibbing within line method
KRSIM 20	Agsh2 201/Agwx 11	Mass sibbing within line method
KRSIR 1	Agsh2 201/Agwx11	Recurrent sibbed line method
KRSIR 2	Agsh2 201/Agwx11	Recurrent sibbed line method
KRSIM 10	Agsh2 306/Agwx11	Mass sibbing within line method
KRSIR 6	Agsh2 306/Agwx11	Recurrent sibbed line method
KRSIS 14	Agsh2201/Agsh2 318//Agwx11	Selfed bulk within family line method
KRSIM 13	Agsh2201/Agsh2 318//Agwx11	Mass sibbing within line method
KRSIM 18	Agsh2201/Agsh2 318//Agwx11	Mass sibbing within line method
KRSIR 9	Agsh2201/Agsh2 318//Agwx11	Recurrent sibbed line method

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว Agwx เบอร์ต่าง ๆ มีความอ่อนแอสูงมาก สายพันธุ์อินเบรดที่สกัดจากคู่ผสมที่ไม่ได้รับการผสมกลับไปหา Agsh2 อ่อนแอจนไม่สามารถที่จะรักษาไว้ได้ การผสมกลับเพื่อเพิ่มระดับการปรับตัวของคู่ผสมก่อนการสกัดสายพันธุ์อินเบรดจึงมีความจำเป็นมากกว่าการรักษาความแปรปรวนของพันธุกรรมของคู่ผสม เป็นการตอกย้ำความสำคัญของการปรับตัวของสายพันธุ์พ่อแม่เหนือความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งเสนอแนะโดย Troyer (1999) นอกจากนี้ผลการทดลองในตารางที่ 3 ยังแสดงให้เห็นว่าในสภาพที่อ่อนแอของสายพันธุ์ข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว วิธีสกัดสายพันธุ์อินเบรดที่นำไปสู่การตรึงตัวทางพันธุกรรมอย่างรวดเร็วดังเช่น วิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและการ topcross ภายในสายพันธุ์ส่งผลให้ได้สายพันธุ์อินเบรดที่อ่อนแอ ดังจะเห็นได้จากในจำนวนสายพันธุ์อินเบรด 10 สายพันธุ์แรก มีเพียง 1 สายพันธุ์ ที่มาจากการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและไม่มีแม้แต่สายพันธุ์เดียวจากวิธี topcross ภายในสายพันธุ์ แต่วิธีคัดเลือกแบบวงจรและผสมรวมภายในสายพันธุ์ให้ผลใกล้เคียงกัน ผลการทดลองนี้จึงสนับสนุนแนวคิดของ Stringfield (1974); Kinman (1952); Gardner (1976); Kunwar and Samphantharak(2003); Phuong and Samphantharak(2006) นั่นคือวิธีสกัดสายพันธุ์อินเบรดโดยให้มีการตรึงตัวทาง

พันธุกรรมอย่างช้า ๆ จะทำให้ได้สายพันธุ์อินเบรดที่แข็งแรง นอกจากนี้การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน สามารถทำให้สายพันธุ์ผสมรวมมีความสม่ำเสมอได้ไม่แพ้การคัดแยกสายพันธุ์โดยวิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่อง

ผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีคัดเลือก

ผลผลิตสูงสุดของสายพันธุ์อินเบรด 10 อันดับแรก แสดงไว้ในตารางที่ 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์อินเบรดที่มาจากวิธี RSM มีผลผลิต 273-362 ก.ก./ไร่ ส่วนที่ มาจากวิธี MSM มีผลผลิต 273-353 ก.ก./ไร่ สำหรับผลผลิตของหนึ่งสายพันธุ์จากวิธี SFM มีผลผลิต 277 ก.ก./ไร่ และไม่มีสายพันธุ์ที่มาจากวิธี TCM ใน 10 อันดับแรก ผลผลิตดังกล่าวแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่า RSM และ MSM มีประสิทธิภาพในการให้สายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตเหนือกว่าวิธี TCM และ SFM นอกจากนี้สายพันธุ์ทั้ง 10 ยังให้ผลผลิตที่สูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ

วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์

วันออกดอกที่พร้อมกันของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียของสายพันธุ์อินเบรดเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับลดความซับซ้อนในการขยายพันธุ์ สายพันธุ์อินเบรดที่มาจากวิธี RSM มีวันออกดอกเพศผู้ 54-55 วัน และวันออกดอกเพศเมีย 55-56 วัน ที่มาจากวิธี MSM มีวันออกดอกเพศผู้ 54-55 วัน และวันออกดอกเพศเมีย 55-57 วัน จากวิธี SFM มีวันออกดอกเพศผู้ 54 วัน และวันออกดอกเพศเมีย 56 วัน วันออกดอกเพศผู้และเพศเมียของแต่ละสายพันธุ์ซึ่งใกล้เคียงหรือพร้อมกัน (ตารางที่ 4) เป็นลักษณะที่ต้องการเพื่อความสะดวกในการขยายพันธุ์

ความสูงต้นและความสูงฝัก

ความสูงต้นและความสูงฝักของสายพันธุ์อินเบรดมีความสำคัญในการป้องกันการหักล้มและสะดวกในการเก็บเกี่ยว จากข้อมูลในตารางที่ 4 เห็นได้ว่าสายพันธุ์อินเบรดที่มาจากวิธี RSM มีความสูงต้น 140-159 เซนติเมตร และความสูงฝัก 58-80 เซนติเมตร จากวิธี MSM มีความสูงต้น 135-165 เซนติเมตร และความสูงฝัก 53-76 เซนติเมตร จากวิธี SFM มีความสูงต้น 144 เซนติเมตร และความสูงฝัก 66 เซนติเมตรซึ่งมีความสูงของต้นไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะต่าง ๆ จัดอยู่ว่าอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม กล่าวโดยสรุปก็คือ เมื่อประมวลข้อมูลของลักษณะ

ต่าง ๆ ของสายพันธุ์อินเบรดทั้ง 10 สายพันธุ์ สายพันธุ์ทั้งหมดมีลักษณะบางอย่างเทียบเท่าหรือเหนือกว่าสายพันธุ์อินเบรดเปรียบเทียบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะผลผลิตที่เหนือกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4 ผลผลิต (ก.ก./ไร่) ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10สายพันธุ์แรก ที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 53 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agsh2 318

สายพันธุ์	ผลผลิต(ก.ก./ไร่)	วันออกดอก(50%)		ความสูงต้น(ซม.)	ความสูงฝัก(ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIR 9	362 a	55 b-f	56 a-d	140	59 b-g
KRSIM 5	353 ab	54 c-h	55 a-d	165	76 a-c
KRSIM 12	313 a-c	55 b-f	56 a-d	149	62 b-g
KRSIM 13	292 a-d	54 d-h	55 b-d	139	60 b-g
KRSIR 1	287 a-e	53 e-h	55 b-d	154	64 b-g
KRSIM 10	283 a-e	53 e-h	55 a-d	171	47 g-f
KRSIS 14	278 a-g	55 c-h	57 a-d	144	66 b-g
KRSIR 6	277 a-g	53 f-h	56 cd	143	63 b-g
KRSIR 2	273 a-h	54 d-h	55 a-d	160	80 ab
KRSIM 1	273 a-h	55 c-g	57 a-c	136	53 c-g
Agsh2 318	216 c-n	54 d-h	54 cd	142	61 b-g
Mean	215.16	54.74	56.12	143	61.63
%C.V.	27.61	2.23	2.61	17.15	19.15

ผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดจากการคัดเลือกด้วยสายตา

ในการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากผลผลิตต่างก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน ดังเช่น ทรงต้น ปราศจากโรค คุณภาพในการรับประทาน ความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ ดังนั้น สายพันธุ์ที่ดีจึงอาจไม่ใช่สายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุด จากการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดจากแต่ละวิธีการด้วยสายตา โดยเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 2 สายพันธุ์จากแต่ละวิธี ได้สายพันธุ์อินเบรด KRSIS6 KRSIS14 KRSIM8 KRSIM14 KRSIT14 KRSIT15 KRSIR7 และ KRSIR10 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 โดยมีผลผลิตอยู่ในช่วง 164- 278 ก.ก./ไร่ และมีเพียงสายพันธุ์ KRSIS 14 เท่านั้น ที่ผ่านการคัดเลือกจากทั้งสองวิธี

วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของสายพันธุ์อินเบรดที่ได้จากการคัดเลือกด้วยสายตา

สายพันธุ์ผสมรวมแต่ละสายพันธุ์มีวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกัน วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของดอกเพศผู้ 53-56 วัน และดอกเพศเมีย 55-57 วัน ซึ่งมีวันออกดอกเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียงกัน แต่สายพันธุ์ KRSIR 10 มีวันออกดอกเพศผู้และเพศเมียห่างกัน 4 วัน

ตารางที่ 5 ผลผลิตและวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของ 8 สายพันธุ์ผสมรวมที่ผ่านการคัดเลือกด้วยสายตา โดยคัดเลือก 2 สายพันธุ์จากแต่ละวิธีคัดเลือกสายพันธุ์

สายพันธุ์	ผลผลิต(ก.ก./ไร่)	วันออกดอก(50%)	
		เพศผู้	เพศเมีย
KRSIS 6	227	54	55
KRSIS 14	278	55	57
KRSIM 8	178	56	57
KRSIM 14	245	55	56
KRSIT 14	216	55	57
KRSIT 15	164	55	57
KRSIR 10	277	53	57
KRSIR 7	213	55	55

ผลผลิตของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

สายพันธุ์ที่คัดได้ด้วยสายตาจากตารางที่ 5 นำมาผสมแบบพบกันหมดได้ 28 คู่ผสม ผลผลิต 10 อันดับแรกของคู่ผสมแสดงไว้ในตารางที่ 6 โดยมีผลผลิตฝักสดดีสูงสุด 10 อันดับแรก 992-1261 ก.ก./ไร่ หรือเท่ากับ 114-145 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์เปรียบเทียบอินทรี 2 โดยคู่ผสมที่ได้ส่วนใหญ่มาจากสายพันธุ์ที่คัดโดยวิธี MSM , RSM, TCM และมีเพียงสายพันธุ์เดียวที่มาจากวิธี SFM คือ KRSIS 14 สายพันธุ์ทั้งหมดมีอัตราแลกฝัก 63-69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์เมล็ดฝาน 32 - 41 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ วันออกดอกเพศผู้และเพศเมียเมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบแล้วมีค่าสูงกว่า แต่มีวันเก็บเกี่ยวที่ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลผลิตทางการค้าที่แท้จริงของข้าวโพดหวานอยู่ที่ผลผลิตของฝักที่ได้ขนาดและมีลักษณะที่ดี (ฝักปอกเปลือกดี) สำหรับโรงงานแปรรูป อัตราแลกฝักและเมล็ด มีความสำคัญและต้องนำเข้ามาร่วมพิจารณา เมื่อพิจารณารวมทั้งสามลักษณะเข้าด้วยกันจะเห็นได้ว่า คู่ผสมทั้ง 10 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง 4 อันดับแรก มีความเหนือกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาในภาพรวม KRSIS 14 x KRSIM 8 ให้ผลผลิตสูงถึง 114 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่ให้ลักษณะทางคุณภาพอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 9 ใกล้เคียงหรือดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ สำหรับคู่ผสมอื่น ๆ ถึงแม้ให้ผลผลิตที่ดีแต่มีจุดด้อยในบางลักษณะ เป็นที่น่าสังเกตว่าสายพันธุ์อินเบรดจากการผสมตัวเอง มีสมรรถนะการผสมเฉพาะในด้านผลผลิตค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้จากมีเพียงสายพันธุ์ KRSIS 14 ติดเข้ามาอยู่ในคู่ผสม 10 อันดับแรกเพียงคู่เดียวและไม่มีสายพันธุ์ KRSIS 6 อยู่ในคู่ผสม 10 อันดับแรกเลย ในขณะที่สายพันธุ์จาก MSM, TCM และ RSM ต่างก็ปรากฏในคู่ผสม 10 อันดับแรกในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 6 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)[1/]			จำนวน	% of check	อัตราแลกฝัก	เมล็ดฝาน	วันออกดอก(50%)		วัน
	ฝักเขียว[2/]	ฝักปอกเปลือก[3/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	ฝักปอกเปลือกดี	ฝักปอกเปลือกดี	(%)	(%)	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว
KRSIM 8 x KRSIT 15	1921 a-i	1268 a-d	1261 a	15	145	63 b	37	53 a-d	54 a-e	73
KRSIM 8 x KRSIR 10	1892 ab	1205 ab	1222 a	16	140	64 b	37	53 a-d	54 a-e	73
KRSIM 14 x KRSIR 7	1848 a-d	1209 ab	1191 a-c	14	137	65 ab	40	53 a-d	54 b-e	73
KRSIM 8 x KRSIM 14	1647 a-i	1126 a-c	1184 a-c	17	136	68 ab	38	52 c-f	53 c-e	72
KRSIT 14 x KRSIT 15	1751 a-g	1199 ab	1144 a-d	14	131	69 ab	32	53 a-d	54 b-e	73
KRSIM 14 x KRSIR 10	1760 a-f	1178 ab	1136 a-d	13	130	68 ab	41	52 b-f	53 c-e	72
KRSIT 14 x KRSIR 7	1787 a-e	1156 a-e	1080 a-c	13	124	65 ab	38	53 a-d	55 a-c	74
KRSIM 14 x KRSIT 15	1689 a-h	1166 a-c	1051 a-f	12	121	69 ab	38	53 a-e	54 b-e	73
KRSIM 8 x KRSIT 14	1639 a-i	1027 a-d	1003 a-f	15	115	63 b	37	52 b-f	53 c-e	72
KRSIS 14 x KRSIM 8	1598 b-j	1078 a-d	992 a-f	16	114	67 ab	40	54 a-c	54 a-d	73
อินทรี 2	1598 b-j	1018 a-d	937 a-f	14	100	64 ab	39	51 f	53 df	72
Mean	1589.76	1043.79	919.45			65.48	36.42	53.19	54.19	72.62
%C.V.	13.45	16.48	23.81			9.56	18.1	1.72	1.81	9.04

หมายเหตุ [1/] ผลผลิตเฉลี่ยที่คำนวณจากการปรับค่าตามสูตรของ Yates, 1936

[2/] ฝักเขียว = ฝักสดรวมเปลือก

[3/] ฝักปอกเปลือก = ฝักสดปอกเปลือก

[4/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

ลักษณะเกษตรของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

ลักษณะเกษตรดังแสดงไว้ในตารางที่ 7 มีเกณฑ์การให้คะแนนจาก 1 ที่ดีที่สุดลดหลั่นลงไปจนถึง 5 โรคทางใบได้แก่ โรคราสนิม (rust) โรคใบไหม้ (lb) และโรคราน้ำค้าง (downy mildew) จะเห็นว่าโรคทางใบอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ความสม่ำเสมอของต้น (uniform) ตำแหน่งฝักอยู่ในเกณฑ์ดี ความสูงต้นโดยทั่วไปสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะเกษตรอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ

ลักษณะคุณภาพของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นค่าที่ได้จากเครื่องวัดเปลือกหุ้มเมล็ด โดยวัดจากด้านต้นอ่อน (germinal) และ ด้านตรงข้ามต้นอ่อน (abgerminal) ได้ค่าความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดด้าน ต้นอ่อน 123-136 ไมครอน และด้านตรงข้ามต้นอ่อน 113-126 ไมครอน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ ความหวานวัดเป็นองศาบริกซ์ ได้ 14-15 องศาบริกซ์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ ความยาวฝักติดเมล็ดมีค่า 15-18 เซนติเมตร ความกว้างของฝัก 4 เซนติเมตร ความลึกของเมล็ด 0.8-0.9 เซนติเมตร และจำนวนแถว 12-14 แถว ใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งลักษณะปลายฝักเปลือย (blank tip) ควรมีค่าไม่เกิน 2 เซนติเมตร และคู่ผสม KRSIM 14 x KRSIR 10 มีค่าปลายฝักเปลือยอยู่ที่ 1.4 เซนติเมตร ความหนาของเปลือกเมล็ดมีผลต่อคุณภาพในการรับประทานแต่ความเหนียวของเปลือกเมล็ดมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน ความเหนียวของเปลือกเมล็ดจะสัมผัสได้ด้วยการกัดชิม สำหรับความหวานในเกณฑ์ทั่วไปอยู่ระหว่าง 14-16 องศาบริกซ์ ขนาดของฝักในมิติต่าง ๆ สำหรับตลาดฝักสด ขึ้นอยู่กับความนิยมของแต่ละบุคคลซึ่งแตกต่างกันแต่ขนาดฝักที่เหมาะสมโดยทั่วไปน่าจะมีความยาวติดเมล็ดตั้งแต่ 18 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวนแถวน่าจะอยู่ที่ 16-18 แถว โดยมีความลึกของเมล็ดตั้งแต่ 0.8 เซนติเมตรขึ้นไป

คุณภาพในการรับประทานของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมแบบพบกันหมดให้คะแนนโดยผู้ชิม 2 ท่าน ชิมข้าวโพดหวานหลังนึ่ง มีเกณฑ์การให้คะแนน 1-5 โดย 1 คือระดับที่ดีที่สุด และลดหลั่นลงไปจนถึง 5 คู่ผสม KRSIS 14 x KRSIM 8 มีคะแนนความหวานจากการชิมใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ (2.75) มีความนุ่ม ความกรอบ และความบางของเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ในเกณฑ์ดีที่สุด และมี 4 คู่ผสมที่เปลือกหุ้มเมล็ดบางกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ มี 4 คู่ผสมที่กรอบกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ และ 1 คู่ผสมที่กรอบเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ และลักษณะสีของเมล็ดที่ไล่ระดับตั้งแต่สีเหลืองจนถึงขาวนั้นเป็นเพราะสายพันธุ์ผสมรวมเริ่มต้นมีลักษณะสีต่าง ๆ ตามลักษณะสายพันธุ์ ซึ่งถ้าหากต้องการลักษณะที่สม่ำเสมอของสีใดสีหนึ่งสามารถคัดแยกเมล็ดสีต่าง ๆ จากสายพันธุ์พ่อแม่ได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความหวาน(brix) ในตารางที่ 8 กับคะแนนความหวานจากการชิมในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน อาจเป็นได้ว่า บางสายพันธุ์มีการแขวนลอยอยู่สูงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานที่อ่านได้สูงแต่ไม่จำเป็นต้องมีความหวานสูง ค่าองศาบริกซ์จึงไม่น่าจะเป็นดัชนีความหวานที่ดีสำหรับข้าวโพดหวาน (คฑารัตน์, 2546)

ตารางที่ 7 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวมและพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]	ความสูงต้น(ซม.)	ความสูงฝัก(ซม.)
	Rust	Lb	Downy				
KRSIM 8 x KRSIT 15	2.5 ab	1.5b-f	1.2	2.7 b-d	1.7	173 ab	84 a-c
KRSIM 8 x KRSIR 10	2.1 a-d	2 a-c	1	3.3ab	2.2	156 c-g	70 e-h
KRSIM 14 x KRSIR 7	2 b-d	2.1 ab	1	2.2c-e	2.2	155 d-g	61 g-i
KRSIM 8 x KRSIM 14	2 b-d	1.8 a-d	1	2.3c-e	1.7	178 ab	81 a-d
KRSIT 14 x KRSIT 15	1.9 b-d	2 a-c	1.2	2.2c-e	2.3	186 a	90 a
KRSIM 14 x KRSIR 10	2 b-d	1.6 a-f	1	2.2c-e	1.3	157 c-g	62 g-i
KRSIT 14 x KRSIR 7	2.2 a-d	2.3 a	1.3	2.3c-e	1.9	167 b-e	77 b-e
KRSIM 14 x KRSIT 15	2.3 a-c	1.3 c-f	1.2	2.3c-e	1.7	180 ab	85 a-c
KRSIM 8 x KRSIT 14	2.5 ab	1.3 c-f	1.2	2de	1.3	176 ab	75 c-e
KRSIS 14 x KRSIM 8	2.1a-d	1.7 a-e	1	3.6a	2	155 d-g	65 f-i
อินทรี 2	2 b-c	1.1 d-f	1	2 d-e	1.8	155 d-g	59 h-i
Mean	2.09	1.59	1.1	2.46	1.68	163.7	70.76
%C.V.	14.71	24.7	23.73	17.53	25.88	5.51	9.16

หมายเหตุ [1/] คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

Lb = leaf blight

Clean = ความสะอาดของต้น

ตารางที่ 8 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวมและพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน	ความยาวฝัก(ซ.ม.)			ความกว้างฝัก	ความลึกเมล็ด	จำนวน
	Germinal	Abgerminal	(องศาบริกซ์)	ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]	(ซม.)	(ซม.)	แถว
KRSIM 8 x KRSIT 15	136.5	126.1	14.6	17.5 i	15.2 g	2.3 a-d	3.9 g	0.8 b-d	12 g
KRSIM 8 x KRSIR 10	133.7	122.7	14.9	19.3 b-h	17 b-f	2.3a-d	4.1 b-g	0.8 a-d	14 c-g
KRSIM 14 x KRSIR 7	129.6	120	15.1	18.8 d-i	17.4 a-f	1.4 dc	4.3 ab	0.9 a-d	14 ab
KRSIM 8 x KRSIM 14	133.5	124.5	15.3	19.9 a-g	17.8 a-f	2 b-d	4.2 a-g	0.9 a-d	12 e-g
KRSIT 14 x KRSIT 15	123.7	113.3	15	20.4 a-e	18.3 a-c	2 a-d	4.4 a	0.9 a-c	14 a-e
KRSIM 14 x KRSIR 10	136.2	125.5	14.5	20 a-e	17.8 a-f	2.2 a-d	4.2 a-g	0.8 dc	14 a-c
KRSIT 14 x KRSIR 7	128.9	123.5	15	20.9 ab	17.8 a-f	3.1 ab	4.3 ab	0.9 a-d	14a-d
KRSIM 14 x KRSIT 15	133.5	122.9	14.7	19.8 a-g	18 a-e	1.8 b-d	4.3 a-d	0.9 a-d	14 b-f
KRSIM 8 x KRSIT 14	133.7	123.6	14.7	19.9 a-f	18.1 a-e	1.9 b-d	4.1 a-g	0.8 a-d	12 e-g
KRSIS 14 x KRSIM 8	131.6	121.3	15.2	19.6 a-h	17 b-f	2.7 a-c	4.2 a-g	0.9 a-d	14 ab
อินทรี 2	127.9	119.3	15.7	18 hi	16.7 d-g	1.4 dc	4.3 a-c	0.9 ab	14 a-e
Mean	131.26	122.13	14.85	19.54	17.5	2	4.1	0.8	14
%C.V.	6.57	6.29	5.1	5.29	5.47	42.62	3.4	9.22	4.66

หมายเหตุ [1/] Germinal = เปลือกเมล็ดด้านต้นอ่อน, Abgerminal = เปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน

[2/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวสุดของฝัก - ความยาวติดเมล็ด

ตารางที่ 9 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIM 8 x KRSIT 15	4.5	4.25	3	3.5	4.75	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	pericarp หนา และความหวานต่ำ
KRSIM 8 x KRSIR 10	4	4	3	3	4.5	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นแรงเล็กน้อย รูปทรงฝักไม่สวย
KRSIM 14 x KRSIR 7	4.25	4	2.25	3.5	4.15	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีสวย รูปทรงฝักพอใช้ ความหวานต่ำ
KRSIM 8 x KRSIM 14	3.75	2.5	2	3.25	3.5	สีเหลืองอ่อนไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมื่อรับประทานเคี้ยวง่าย และมีกลิ่น
KRSIT 14 x KRSIT 15	3.5	2.5	1.75	3	3.95	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	-
KRSIM 14 x KRSIR 10	3	1.25	1.75	1.75	3.1	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	นุ่ม pericarp บาง ความหวานต่ำ
KRSIT 14 x KRSIR 7	4	4.25	2.5	3	4.5	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ ฝักสวย
KRSIM 14 x KRSIT 15	3.5	3.25	2.5	3	3.75	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นเล็กน้อย เนื้อไม่แน่น
KRSIM 8 x KRSIT 14	3.5	3.75	1.75	2.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงอ่อน ไหมสีน้ำตาล	รสชาติไม่หวาน
KRSIS 14 x KRSIM 8	2.75	2	1.5	2	2.5	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย สีสวย กลิ่นดี
อินทรี 2	2.91	3	2	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้มไหมน้ำตาล	สีสวย pericarp ค่อนข้างหนา

หมายเหตุ [1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

ลักษณะต่าง ๆ ของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม พิจารณาจากคะแนนการชิม

เนื่องจากลักษณะคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งความหวานเป็นสิ่งที่สำคัญในการพิจารณาข้าวโพดหวาน การคำนึงถึงผลผลิตเพียงอย่างเดียวนั้นจึงไม่สามารถจะตัดสินคู่ผสมที่ดีได้ จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคู่ผสม KRSIS6 X KRSIS14, KRSIS14 X KRSIM8 และ KRSIM14 X KRSIT14 ให้ความหวานอยู่ในระดับคะแนนต่ำกว่า 3 หรือ 14-15 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ซึ่งใกล้เคียงพันธุ์เปรียบเทียบ(อินทรี 2) และมีลักษณะคุณภาพการรับประทานหลังนึ่งอยู่ในระดับที่ดี นอกจากนั้นยังมีลักษณะกลิ่นที่ดีของข้าวโพดและมีผลผลิตของฝักปอกเปลือกดีซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 เท่ากับ 899, 992 และ 766 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งหมด คู่ผสม KRSIS 14 x KRSIM 8 จึงเป็นคู่ผสมที่น่าสนใจสูงสุด

ตารางที่ 10 คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกโดยพิจารณาจากความหวานสูงสุด จากทั้งหมด 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIS6 X KRSIS14	2.75	2.75	2.25	1.75	3.5	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นข้าวโพดข้าวเหนียวและรูปทรงฝัก
KRSIS14 X KRSIM8	2.75	2	1.5	2	2.5	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย สีสวย กลิ่นดี
KRSIM14 X KRSIT14	2.9	2.25	1.75	2	2.9	สีเหลือง ไหมสีน้ำตาล	นุ่มเคี้ยวง่ายแต่ติดฟันมีกลิ่นดีความหวานสูง
KRSIM14 X KRSIR10	3	1.25	1.75	1.75	3.1	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	นุ่มบาง
KRSIS14 X KRSIT14	3.5	2.5	2.5	1.5	2.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติคล้ายข้าวโพดข้าวเหนียว
KRSIM8 X KRSIT14	3.5	3.75	1.75	2.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงอ่อน ไหมสีน้ำตาล	รสชาติไม่หวาน
KRSIM8 X KRSIR7	3.5	3.5	2	3.5	4	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	กรอบ
KRSIM14 X KRSIT15	3.5	3.25	2.5	3	3.75	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น เนื้อไม่แน่น
KRSIT14 X KRSIM8	3.5	2.5	1.75	3	3.95	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	กรอบค่อนข้างนุ่ม
KRSIT14 X KRSIR10	3.75	3.25	2.25	2.75	4.25	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	pericarp หนา
อินทรี 2	2.91	3	2	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้ม ไหมสีน้ำตาล	สีสวย pericarp ค่อนข้างหนา

หมายเหตุ [1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

ผลผลิตของคู่ผสมทดสอบ

ในการหาคู่ผสมให้กับสายพันธุ์เดิมซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดีอยู่แล้ว การผสมทดสอบกับสายพันธุ์เดิมเป็นวิธีที่ใช้กันตามปกติทั่วไป นำสายพันธุ์ทั้งหมด 53 สายพันธุ์ จากวิธีคัดเลือกทั้ง 4 วิธี เข้าผสมทดสอบกับสายพันธุ์ composite line 309 (C#309) ได้คู่ผสม 10 คู่แรกมาจากวิธีพัฒนาสายพันธุ์แบบ RSM 3 คู่ผสม MSM 3 คู่ผสม TCM และ SFM อย่างละ 2 คู่ผสม โดยคู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุดมาจากสายพันธุ์ของ RSM โดยมีช่วงผลผลิตฝักสดสูงสุด 10 อันดับแรก 1288-1373 ก.ก./ไร่ หรือเท่ากับ 126-134 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์เปรียบเทียบ ดังแสดงในตารางที่ 11 จะเห็นว่าผลผลิตฝักสดที่ได้นั้นสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและสูงกว่าพันธุ์ทดสอบร่วม 2 พันธุ์ คือ ATS 5 และHybrix 3 มีอัตราแลกฝักและเปอร์เซ็นต์เมล็ดฝานสูงกว่าพันธุ์ทดสอบร่วม และพันธุ์เปรียบเทียบแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลักษณะเกษตรของคู่ผสมผสมทดสอบ

ลักษณะเกษตรมีเกณฑ์การให้คะแนนจาก 1 ดีที่สุดจนถึง 5 ลดหลั่นไปตามตามลำดับ โรคทางใบได้แก่ โรคราสนิม (rust) โรคใบไหม้ (leaf blight) และโรคราน้ำค้าง (downy mildew) จะเห็นว่าโรคทางใบอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ความสม่ำเสมอของต้น (uniform) ตำแหน่งฝักอยู่ในเกณฑ์ดี ความสูงต้นโดยทั่วไปสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและพันธุ์ทดสอบร่วม แต่มีระดับความสูงของฝักที่ใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ลักษณะเกษตรอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ

วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เพศผู้ ส่วนใหญ่มากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบแต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ทดสอบร่วม วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เพศเมียส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบและพันธุ์ทดสอบร่วม โดยที่ระยะห่างของวันออกดอกเพศผู้และเพศเมียไม่เกิน 2 วัน

ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบ

คุณภาพความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดน้อยกว่าหรือเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ ความหวานใกล้เคียงกันประมาณ 15 องศาบริกซ์ ความยาวฝัก 19-22 เซนติเมตร ความลึกของเมล็ดโดยทั่วไปใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบประมาณ 0.8 เซนติเมตร จำนวนแถว 14 แถวไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ ปลายฝักเปลือย (blank tip) ประมาณ 2 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้

คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมทดสอบให้คะแนนโดยผู้ชิม 2 ท่าน ชิมข้าวโพดหวานหลังนึ่ง มีเกณฑ์การให้คะแนน 1-5 โดย 1 คือระดับที่ดีที่สุด และลดหลั่นไปจนถึง 5 มี 1 คู่ผสม ที่มีคุณภาพความหวานดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ และมี 3 คู่ผสมที่เปลือกหุ้มเมล็ดบางกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์ ATS 5 มีเปลือกหุ้มเมล็ดบางกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ มี 2 คู่ผสมที่กรอบกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ คู่ผสมส่วนใหญ่มีความนุ่มที่ดีเด่นกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและพันธุ์ร่วมทดสอบ และคู่ผสม KRSIS15 x C#309 มีคุณภาพการรับประทานหลังนึ่งที่ดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ โดยมีรสชาติที่อร่อย เนื้อสัมผัสนุ่ม มีคุณภาพความหวานที่ดี และมีกลิ่นหอม

โดยภาพรวมสายพันธุ์จากแต่ละวิธีคัดเลือกให้คู่ผสมทดสอบกับ C#309 ไม่แตกต่างกัน แต่คู่ผสม KRSIS 15 x C#309 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์การค้าและพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่มีลักษณะเกษตรต่าง ๆ ตลอดจนความหวานใกล้เคียงกับสายพันธุ์การค้าและพันธุ์เปรียบเทียบ

ตารางที่ 11 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ผลผลิต(กิโลกรัม/ไร่)			% of check	อัตราแลกฝัก	เมล็ดฝาน
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]	ฝักปอกเปลือกดี	(%)	(%)
KRSIR 8 x C#309	1913 ab	1418 a	1377 a	134	74	43
KRSIS 15 x C#309	1944 a	1349 a	1343 a	131	70	42
KRSIM 15 x C#309	1831 ab	1399 a	1340 ab	131	74	38
KRSIR 3 x C#309	1878 ab	1391 a	1335 ab	131	74	44
KRSIT 6 x C#309	1840 a-d	1386 a	1317 ab	129	75	45
KRSIS 11 x C#309	1661 a-h	1359 a	1311 ab	128	89	45
KRSIM 1 x C#309	1901 ab	1417 a	1307 ab	128	74	42
KRSIR 9 x C#309	1914 ab	1372 a	1304 ab	128	71	46
KRSIM 4 x C#309	1907 ab	1344 a	1304 ab	128	71	41
KRSIT 15 x C#309	1922 ab	1381 a	1289 a-c	126	72	38
ATS5	1585 a-i	1137 a-g	1055 a-g	103	72	40
Hybrix3	1766 a-e	1230 a-d	1084 a-g	106	70	41
อินทรี 2	1685 a-g	1066 a-i	1022 a-h	100	63	39
Mean	1623.16	1165.73	1091.14		72.26	42.01
%C.V.	18.99	18.49	20.47		10.84	12.26

หมายเหตุ [1/] ฝักเขียว = ฝักสดรวมเปลือก

[2/] ฝักปอกเปลือก = ฝักสดปอกเปลือก

[3/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

ตารางที่ 12 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบ ทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
			เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	Lb	Downy		
KRSIR 8 x C#309	161	77 cd	51 g-k	52 e-h	71 ab	2.1	1.5 c-e	1.1	2.3 cd	1.6 c-e
KRSIS 15 x C#309	170	85 cd	54 a	54 a-c	73 ab	1.8	1.6 c-e	1.1	2.1 cd	1.9 c-e
KRSIM 15 x C#309	174	88 bc	53 a-d	53 a-e	72 ab	2.1	1.3 de	1.1	2.5 cd	1.9 c-e
KRSIR 3 x C#309	165	80 cd	51 d-I	53 b-g	72 ab	2	1.4 c-e	1.1	2.1 cd	1.6 c-e
KRSIT 6 x C#309	157	75 cd	50 h-k	52 d-h	71 ab	1.8	1.5 c-e	1	2 cd	1.6 c-e
KRSIS 11 x C#309	164	74 cd	50 h-k	52 e-i	71 ab	1.9	1.5 c-e	1	2 cd	1.5 de
KRSIM 1 x C#309	167	78 cd	51 d-j	52 e-i	71 ab	1.8	1.5 c-e	1	1.9 d	1.5 de
KRSIR 9 x C#309	163	80 cd	51 e-k	53 b-g	72 ab	2.6	1.1 e	1	2.4 cd	1.6 c-e
KRSIM 4 x C#309	174	86 b-d	53 a-e	54 a-d	73 ab	1.8	1.4 c-e	1	2 cd	1.5 de
KRSIT 15 x C#309	166	75 cd	51 e-k	53 b-f	72 ab	2.4	1.9 b-e	1.1	2.4 cd	1.9 c-e
ATS5	159	77 cd	51 f-k	52 e-i	71 ab	2.3	1.5 c-e	1.1	2.3 cd	1.5 de
Hybrix3	177	81 cd	51 d-j	52 e-h	71 ab	2.3	1.4 c-e	1	2.9 bc	1.8 c-e
อินทรี 2	162	78 cd	50 h-k	52 d-h	71 ab	2.1	2 b-d	1.1	2.3 cd	1.6 c-e
Mean	167	80.4	51.84	52.79	71.64	2.1	1.75	1.11	2.35	1.77
%C.V.	5.9	10.69	1.79	1.99	3.29	19.58	28.66	21.39	21.65	22.65

หมายเหตุ [1/] คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

Lb = leaf blight

Clean = ความสะอาดของต้น

ตารางที่ 13 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ(อินทรี 2)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน	ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]	ความกว้างฝัก	ความลึกเมล็ด	จำนวน
	Germinal	Abgerminal	(องศาบริกซ์)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	แถว
KRSIR 8 x C#309	123.2	112.5	15.5 a-l	19.9 b-e	17.9 f-n	2	4.3	0.9	14 d-f
KRSIS 15 x C#309	128.9	123.4	15.2 c-o	22.1 b-d	20.2 a	1.9	4.3	0.9	14 d-f
KRSIM 15 x C#309	128.8	119.2	15.3 b-n	22.6 bc	20 ab	2.6	4.2	0.8	14 d-f
KRSIR 3 x C#309	131.6	121	15.5 a-l	20 b-e	17.9 f-n	2	4.3	0.7	16 cd
KRSIT 6 x C#309	126.8	111.9	15.3 b-n	21 b-e	19.1 a-f	2	4	0.8	14 e-g
KRSIS 11 x C#309	135.8	125.6	16 a-d	22.8 b	19.1 a-g	3.7	4.3	0.8	14 d-f
KRSIM 1 x C#309	120.7	104.8	14.8 g-p	20.2 b-e	18.6 d-l	1.6	4.4	0.8	14 de
KRSIR 9 x C#309	126.8	121.6	15.4 b-n	21.7 b-e	19.3 a-e	2.4	4.1	1.1	14 d-f
KRSIM 4 x C#309	121.3	116.1	15.3 b-n	20.5 b-e	17.5 h-q	3	4.3	1	14 d-f
KRSIT 15 x C#309	132.5	122.2	15 d-o	22.8 b	19.6 a-d	3.2	4.2	0.8	14 d-f
ATS5	126.4	116.2	13.9 p	17.9 e	16.5 o-r	1.4	4.4	1	14 de
Hybrix3	130.6	120.4	15.2 c-o	18.4 de	17.3 k-r	1.1	4.8	0.9	18 a
อินทรี 2	132	125.2	15.8 a-f	18 e	16.8 n-r	1.2	4.2	0.9	14 e-g
Mean	127.43	116.73	15.21	20.48	18.08	2.4	4.21	0.86	14.15
%C.V.	9.56	10.23	3.71	11.09	4.34	95.01	13.02	23.49	5.57

หมายเหตุ [1/] Germinal = เปลือกเมล็ดด้านต้นอ่อน

Abgerminal = เปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน

[2/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวสุดของฝัก – ความยาวติดเมล็ด

ตารางที่ 14 คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรกจากคู่ผสมทดสอบพันธุ์ทั้งหมด 53 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIR 8 x C#309	4	2.5	1.5	2.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย มีกลิ่นเล็กน้อย ความหวานต่ำ
KRSIS 15 x C#309	2	1.75	2	1.5	2.25	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นหอม รสชาติอร่อย นุ่มและหวาน
KRSIM 15 x C#309	3.25	2.25	2	2.75	4.15	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติเหมือนข้าวโพดที่ต้มไม่สุก
KRSIR 3 x C#309	3.5	2	3	1.5	3.75	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นหอม รูปทรงฝักอ้วน มีกลิ่นเล็กน้อย หวาน
KRSIT 6 x C#309	3	2.5	3.25	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาลอ่อน	สีเมล็ดเข้มไม่ค่อยสวย เคี้ยวง่าย ความหวานต่ำ
KRSIS 11 x C#309	3	2.5	3	1.25	2.9	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาลอ่อน	นุ่ม ลักษณะเมล็ดใหญ่ ความหวานต่ำ
KRSIM 1 x C#309	2.75	2.25	2	1.75	4	สีเหลืองไล่ระดับถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เคี้ยวง่าย ความหวานสูง
KRSIR 9 x C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIM 4 x C#309	3.5	2.15	1.75	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาลอ่อน	มีกลิ่นเล็กน้อย pericarpเหนียว ความหวานต่ำ
KRSIT 15 x C#309	4.1	4	2.5	2.75	4.5	สีเหลืองไล่ระดับถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ มีกลิ่น pericarpหนา ความหวานต่ำ
ATS5	1.5	1.75	1.5	2	2.75	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาลอ่อน	มีกลิ่นเล็กน้อย pericarpเหนียว ความหวานสูง
Hybrix3	2	2.25	1.5	2.25	2.2	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาลอ่อน	สีและฝักสวย รสชาติฉ่ำน้ำ กรอบ ฝักป้อม
อินทรี 2	2.3	2.25	1.95	2.05	2.55	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้ม ไหมสีน้ำตาล	สีสวย pericarpค่อนข้างหนาและเหนียว

หมายเหตุ [1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

ผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดและวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ที่อยู่ใน 10 คู่ผสมทดสอบแรก

ผลผลิตสูงสุดของสายพันธุ์อินเบรดมาจากวิธี MSM และ RSM สายพันธุ์ KRSIR 9 ให้ผลผลิตสูงถึง 362 ก.ก./ไร่ ในขณะที่ KRSIM 1 ให้ผลผลิต 272 ก.ก./ไร่ วันออกดอกของแต่ละสายพันธุ์ใกล้เคียงกัน จะเห็นว่าสายพันธุ์อินเบรดจากคู่ผสมทดสอบไม่ใช่สายพันธุ์อินเบรดเดียวกันกับสายพันธุ์อินเบรดจากการผสมแบบพบกันหมด ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตของคู่ผสมนั้นขึ้นอยู่กับการเข้าคู่ผสมของแต่ละสายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่ดีในการเข้าคู่ผสมทดสอบก็ไม่จำเป็นจะต้องเป็นสายพันธุ์เดียวกับการผสมแบบพบกันหมด สายพันธุ์อินเบรด KRSIS 15 ซึ่งให้คู่ผสมทดสอบที่ดีมีผลผลิตค่อนข้างสูง 200 ก.ก./ไร่

ตารางที่ 15 ผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดและวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์จาก 10 คู่ผสมแรกที่ได้จากผสมทดสอบกับสายพันธุ์C# 309

สายพันธุ์	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก(50%)	
		เพศผู้	เพศเมีย
KRSIS 15	200	54	
KRSIS 11	129	54	55
KRSIM 1	272	55	57
KRSIM 4	102	58	58
KRSIM 15	228	55	55
KRSIT 6	224	55	56
KRSIT 15	164	55	57
KRSIR 3	203	52	55
KRSIR 8	207	55	57
KRSIR 9	362	55	56

ลักษณะต่าง ๆ ของ 10 คู่ผสมทดสอบโดยพิจารณาจากคะแนนความหวานเป็นเกณฑ์

เมื่อพิจารณาจากคะแนนความหวานของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรกที่มีความหวานในระดับคะแนนไม่เกิน 2.75 ดังแสดงในตารางที่ 16 แสดงให้เห็น 5 คู่ผสมได้แก่ KRSIS 4 x C#309, KRSIS 12 x C#309, KRSIS 15 x C#309, KRSIT 5 x C#309 และ KRSIM 13 x C#309 มีความหวานมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและนอกจากนั้นผู้ทดสอบยังมีความพอใจในรสชาติและองค์ประกอบของคุณภาพในการรับประทานเหนือกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ คู่ผสม KRSIS 4 x C#309 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ร่วมทดสอบ ATS 5 , Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ลักษณะคุณภาพการรับประทานที่ดีทั้งความหวาน บาง กรอบ นุ่ม และเมื่อพิจารณาคุณภาพโดยรวมแล้วเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบ นอกจากนั้นค่าความหวานประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ จำนวนแถว 14 แถว ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม KRSIS 15 x C#309, KRSIS 4 x C#309 และ KRSIS 12 x C#309 ซึ่งมีความหวานมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตฝักปอกเปลือก และเปอร์เซ็นต์เมล็ดฝานที่สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ในทำนองเดียวกัน 10 คู่ผสมแรกที่มีความหวานในระดับคะแนนไม่เกิน 2.75 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดฝานสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) เช่นกัน และสูงกว่าพันธุ์ทดสอบร่วมเล็กน้อย ลักษณะเกษตรโดยทั่วไปใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ

เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อพิจารณาคะแนนความหวานเป็นเกณฑ์ คู่ผสมที่ดีมาจากสายพันธุ์อินเบรดของวิธีคัดเลือก SFM มีถึง 4 ใน 10 คู่ผสม รองลงไปตามลำดับ มาจากวิธี TCM, MSM และ RSM แต่ทั้งหมดให้คุณภาพในการรับประทาน (ตารางที่ 16) ตลอดจนผลผลิตของฝักปอกเปลือกดีใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 17) เป็นไปได้ว่า ผลผลิตที่ลดลงในการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องทำให้ความหวานของสายพันธุ์เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันผลผลิตที่เพิ่มขึ้นของสายพันธุ์อินเบรดจาดวิธีคัดเลือก MSM และ RSM ทำให้ความหวานของสายพันธุ์ลดลง ถ้าหากเป็นเช่นนี้ การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดหวานควรต้องคัดความหวานด้วยวิธีคัดเลือกแบบ SFM ก่อน 3-4 ชั่ว ก่อนนำเข้าปรับปรุงผลผลิตในแบบ MSM หรือ RSM ตัวอย่างดังเช่นสายพันธุ์ทดสอบ C#309 ซึ่งผสมตัวเองในแบบ SFM จนถึง 10 ชั่วก่อนนำเข้าปรับปรุงผลผลิตโดยวิธี RSM ทำให้ได้ทั้งความหวานและผลผลิตที่ดี และเป็นสายพันธุ์อินเบรดที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี ดังจะเห็นได้จากลูกผสมทดสอบส่วนใหญ่ให้ผลผลิตและคุณภาพที่ดีกว่าลูกผสมเปรียบเทียบ โดยมีลักษณะเกษตรต่าง ๆ ไม่แตกต่างไปจากพันธุ์การค้าและพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 18)

นอกจากนี้ ยังมีความยาวฝักติดเมล็ดที่เหนือกว่า มีความยาวปลายฝักเปลือยในเกณฑ์ที่ดี ส่วนลักษณะอื่น ๆ ของฝักและเมล็ดอยู่ในเกณฑ์เดียวกับพันธุ์ร่วมทดสอบทั้งหมด (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 16 คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้า ATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIS 4 x C#309	1.75	1.5	2	1.25	2	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีอ่อน/ไหมน้ำตาล	มีกลิ่น pericarp บาง นุ่ม ความหวานสูง
KRSIS 6 x C#309	2.25	2.25	1.75	1.5	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	ทรงฝักอ้วน
KRSIS 12 x C#309	2.25	1.5	1.5	1.75	2	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมน้ำตาล	กลิ่นหอม
KRSIS 15 x C#309	2	1.75	2	1.5	2.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นหอม รสชาติอร่อย นุ่มและหวาน
KRSIM 11 x C#309	2.75	2	2	2.75	3.15	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย/สีสวย/อร่อย
KRSIM 13 x C#309	2	1.25	2	2.25	2.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น pericarp บาง
KRSIT 5 x C#309	2	1.5	1.5	1.5	1.85	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น pericarp บาง
KRSIT 10 x C#309	2.75	2	1.5	2.25	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	pericarp ไม่เหนียว
KRSIT 12 x C#309	2.5	1.75	1.5	1.5	1.9	สีเหลืองไล่ระดับ/ไหมสีน้ำตาล	กรอบ/หวาน นุ่ม มีกลิ่น pericarp บาง
KRSIR 7 x C#309	2.5	2	1.5	1.75	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว/ไหมสีน้ำตาล	นุ่ม
ATS5	1.5	1.75	1.5	2	2.75	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมน้ำตาลอ่อน	มีกลิ่นเล็กน้อย pericarpเหนียว หวาน
Hybrix3	2	2.25	1.5	2.25	2.2	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงสีขาว ไหมน้ำตาลอ่อน	สีและฝักสวย รสชาติฉ่ำน้ำ กรอบ ฝักป้อม
อินทรี 2	2.3	2.25	1.95	2.05	2.55	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้มไหมน้ำตาล	สีสวย pericarpค่อนข้างหนา เหนียว

หมายเหตุ [1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

ตารางที่ 17 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ผลผลิต(กิโลกรัม/ไร่)[1/]			% of check	อัตราแลกฝัก	เมล็ดฝาน
	ฝักเขียว	ฝักปอกเปลือก	ฝักปอกเปลือกดี	ฝักปอกเปลือกดี	(%)	(%)
KRSIS 4 x C#309	1871 ab	1334 a	1284 a-c	126	71	38
KRSIS 6 x C#309	1766 a-e	1290 a-c	1199 a-e	117	73	44
KRSIS 12 x C#309	1885 ab	1330 a	1267 a-d	124	71	46
KRSIS 15 x C#309	1944 a	1349 a	1343 a	131	70	42
KRSIM 11 x C#309	1794 a-e	1369 a	1247 a-d	122	76	41
KRSIM 13 x C#309	1795 a-e	1224 a-d	1142 a-g	112	68	43
KRSIT 5 x C#309	1632 a-h	1325 a	1235 a-d	121	82	48
KRSIT 10 x C#309	1445 a-i	1071 a-i	938 b-i	92	74	41
KRSIT 12 x C#309	1861 a-c	1291 a-c	1218 a-d	119	69	44
KRSIR 7 x C#309	1902 ab	1319 a	1224 a-d	120	70	40
ATS5	1585 a-i	1137 a-g	1055 a-g	103	72	40
Hybrix3	1766 a-e	1230 a-d	1084 a-g	106	70	41
อินทรี 2	1685 a-g	1066 a-i	1022 a-h	100	63	39
Mean	1623.16	1165.73	1091.14		72.26	42.01
%C.V.	18.99	18.49	20.47		10.84	12.26

หมายเหตุ [1/] ฝักเขียว = ฝักสดรวมเปลือก

[2/] ฝักปอกเปลือก = ฝักสดปอกเปลือก

[3/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

ตารางที่ 18 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก พิจารณาความหวานและลักษณะคุณภาพ พันธุ์การค้า ATS 5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
			เพศผู้	เพศเมีย		Rust	Lb	Downy		
KRSIS 4 x C#309	165	76	53	53	72	2	1.8	1.3	2.5	1.9
KRSIS 6 x C#309	163	77	50	52	71	2	2.1	1.1	2.3	1.8
KRSIS 12 x C#309	171	82	54	55	74	2	3.3	1.3	3.8	2.6
KRSIS 15 x C#309	170	85	54	54	73	1.8	1.6	1.1	2.1	1.9
KRSIM 11 x C#309	173	83	52	53	71	2.1	1.5	1.1	2.3	1.6
KRSIM 13 x C#309	166	79	52	53	72	2.3	1.6	1	2.5	1.5
KRSIT 5 x C#309	161	78	51	52	71	2.1	2	1.3	2.3	2
KRSIT 10 x C#309	172	88	53	53	72	2	1.8	1.3	2.3	1.5
KRSIT 12 x C#309	163	78	50	52	71	2.1	1.5	1	2.1	1.9
KRSIR 7 x C#309	176	80	51	53	72	1.9	2.3	1	2.4	1.9
ATS5	159	77	51	52	71	2.3	1.5	1.1	2.3	1.5
Hybrix3	177	81	51	52	71	2.3	1.4	1	2.9	1.7
อินทรี 2	162	78	50	52	71	2.1	2	1.1	2.3	1.6
Mean	167	80.4	51.84	52.79	71.64	2.1	1.75	1.11	2.35	1.77
%C.V.	5.9	10.69	1.79	1.99	3.29	19.58	28.66	21.39	21.65	22.65

หมายเหตุ [1/] คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

Lb = leaf blight, Clean = ความสะอาดของต้น

ตารางที่ 19 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 10 คู่ผสมแรก โดยพิจารณาจากคะแนนความหวานจากการชิมร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2)

คู่ผสม	Pericarp (μ)[1/]		ความหวาน	ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]	ความกว้างฝัก	ความลึกเมล็ด	จำนวน
	Germinal	Abgerminal	(องศาบริกซ์)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	(ซม.)	แถว
KRSIS 4 x C#309	120.9	110.2	15.5	20.1	18.5	1.6	4.3	1	14
KRSIS 6 x C#309	139.3	129.4	15.8	21.3	19.5	1.8	4	0.8	14
KRSIS 12 x C#309	136.4	121.6	15.5	20.7	18.9	1.8	3.9	0.8	14
KRSIS 15 x C#309	128.9	123.4	15.2	22.1	20.2	1.9	4.2	0.9	14
KRSIM 11 x C#309	129.6	119.1	15.1	19.8	17.3	2.5	4.1	1.2	12
KRSIM 13 x C#309	132.9	117.1	15.7	22.2	18.7	3.5	4.1	0.8	14
KRSIT 5 x C#309	113.7	107.8	14.8	19.7	17.7	1.9	4.3	1.3	14
KRSIT 10 x C#309	118.4	107.8	15.5	19.3	17.4	2	4.1	0.9	14
KRSIT 12 x C#309	129	118.6	14.8	21.1	19	2	4.1	0.8	14
KRSIR 7 x C#309	133.9	123.1	14.5	20.6	18.4	2.1	4.3	0.8	14
ATS5	126.4	116.2	13.9	17.9	16.5	1.4	4.4	1	14
Hybrix3	130.6	120.4	15.2	18.4	17.3	1.1	4.8	0.9	18
อินทรี 2	132	125.2	15.8	18	16.8	1.2	4.2	0.9	14
Mean	127.43	116.73	15.21	20.48	18.08	2.4	4.21	0.86	14.15
%C.V.	9.56	10.23	3.71	11.09	4.34	95.01	13.02	23.49	5.57

หมายเหตุ [1/] Germinal = เปลือกเมล็ดด้านต้นอ่อน

Abgerminal = เปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน

[2/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวสุดของฝัก – ความยาวติดเมล็ด

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยวิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรมอย่างรวดเร็ว สายพันธุ์มีความอ่อนแอต่อโรค นอกจากนั้นยังส่งผลถึงผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดทำให้มีผลผลิตที่ต่ำลง ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตลูกผสมเชิงการค้า การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดจึงควรคำนึงถึงศักยภาพในการใช้เพื่อผลิตลูกผสม ในการพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดด้วยวิธี mass sibbing within line และ recurrent sibbed line เนื่องจากมีการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ สายพันธุ์อินเบรดจึงเข้าสู่การตรึงตัวทางพันธุกรรมอย่างช้า ๆ สายพันธุ์อินเบรดที่ได้จึงมีความแข็งแรงสูง มีผลผลิตเหนือกว่าการพัฒนาด้วยวิธี selfed bulk within family line และ topcross within line และเมื่อนำสายพันธุ์อินเบรดมาทดสอบผลผลิตกับสายพันธุ์ทดสอบ รวมทั้งคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดด้วยสายตาจากลักษณะเกษตรที่ดีแล้วนำมาผสมแบบพบกันหมด ผลผลิตที่ได้ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกันคือ ผลผลิตฝักสดสูงสุด 10 อันดับแรก คู่ผสมที่ได้ส่วนใหญ่มาจากวิธี mass sibbing within line และ recurrent sibbed line อย่างไรก็ตามสำหรับข้าวโพดหวานนั้นคุณภาพการรับประทานได้แก่ ความหวาน ความกรอบ ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด สีของเมล็ดและไหม เป็นต้น เป็นสิ่งที่สำคัญสูงกว่าผลผลิต คู่ผสมจากการทดลองมีคุณภาพฝักสดอยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบและลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดน้อยกว่าหรือเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ นอกจากนั้นลักษณะปลายฝักเปลือยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ มีจำนวนแถว 14 แถว

คู่ผสม KRSIS 14 X KRSIM 8 จากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ที่คัดเลือกด้วยสายตาและคู่ผสมทดสอบ KRSIS 15 x C#309, KRSIS 4 x C#309 และ KRSIS 12 x C#309 ให้คุณภาพความหวานสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์เมล็ดฝานสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) และสูงกว่าพันธุ์การค้าที่ใช้ทดสอบร่วมเล็กน้อย ลักษณะเกษตรโดยทั่วไปใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดโดยใช้วิธีผสมข้ามภายในสายพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องแต่ให้ความหวานในการชิมลดลง ดังนั้นในการคัดเลือกอินเบรดของแต่ละวิธีควรเน้นความหวานเป็นอันดับแรกและผลผลิตเป็นสิ่งที่รองลงมา ทั้งนี้เพื่อรักษาความหวานของสายพันธุ์อินเบรดในแต่ละชั่วของการคัดเลือก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2544. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : ความหลากหลายของแนวคิด.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 317 น.

_____. 2546. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐานวิธีการและแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.

_____. 2548. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง : ปรับปรุงพันธุ์กับหลากหลายแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 317 น.

_____. 2550. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง : ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐานวิธีการและแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 402 น.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, สรรเสริญ จำปาทอง, ชไมพร เอกทัศนาวรรณ และนพพงศ์ จุลจอหอ. 2537. *ใน* **เอกสารการสัมมนา เรื่อง การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** วันที่ 26-27 มกราคม 2537. ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

คฑารัตน์ ชูศรีเอี่ยม. 2546. **การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานเพื่อคุณภาพฝักสดและต้านทานโรค.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชื่นจิต แต่ศิวิลัย. 2546. **การใช้ลักษณะที่เป็นประโยชน์จากข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่ เพื่อปรับปรุงพันธุ์สายพันธุ์อินเบรด และลูกผสมของข้าวโพดหวานพิเศษ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฏฐนี กิจไพบูลย์ทวี. **2546. การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดหวานจากเขตอบอุ่นเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมภายในประเทศ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวีศักดิ์ ภู่หลำ. 2536. **ข้าวโพดฝักสด**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 26(4-6) : 88-112.

_____. 2540. **ข้าวโพดหวาน : การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.** โอเอสพริ้นติ้ง เฮาส์ กรุงเทพฯ. 188 น.

ธนพงษ์ อวนกลิ่น. 2546. **การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดที่ให้ผลผลิตสูงโดยใช้ผังการทดลองแบบรวงผึ้ง,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, ดาวรุ่ง คงเทียน, อำนาจ ชินเชษฐ์, จรัส กิจบำรุง และสมศักดิ์ เสนาณรงค์. แหล่งพันธุกรรมข้าวโพดหวานที่น่าสนใจ น. 118-124 *ใน* **การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 26**. 2539

นลิณี ปัดสุวัณ. **2547. การใช้เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดไร่เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยวิธีผสมกลับ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**,** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล ศรีสมุทร. **2548. การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างด้วยวิธีคัดเลือกแบบวงจรของสามสายพันธุ์พี่น้องเพื่อสร้างลูกผสมข้าวโพดหวานพิเศษ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มัณชิมา แสงเกตุ. 2546. **การใช้เชื้อพันธุกรรมจากข้าวโพดต่างประเทศ เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดและลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราเชนทร์ ถิราพร. 2539. **ข้าวโพด : การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหาและการ** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำพล เสนาณรงค์. 2536. **ข้าวโพดหวานและข้าวโพดรับประทานฝักสด**. ประมวลบทความทางวิชาการเกษตร ปี 2503-2535. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Azanza, F.,J. A. Juvik and B.P. Klein. 1994. Relationships between sensory quality attributes and kernel chemical composition of fresh-frozen sweet corn**. J Fd Qual**. 17 : 159-172.

Bailey, D.M. and R.M. Bailey. 1938. the relationship of pericarp of tenderness in sweet corn. **Hort Sci**. 36 : 555-559.

Batzios, D.P. 1993. Software for analyses pertinent to the honeycomb selection designs. **Research Institute for Cotton and Industrial Plant**, Sindos, Thessaloniki, Grecce.

Bills, D.D. and T.W.Keenan. 1968. Dimethyl sulfide and its precursor in sweet corn. **Agric Fd Chem**. 16: 643.

Burton, J.W., L.H.Penny, A.R.Hallauer and S.A. Eberhart. 1971. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. **Crop Sci**. 11 : 361-365.

Camenon, J.W and J.T. Haward. 1954. Carbohydrate relationship in developing and muture endosperm of brittle and related maize genotype. **Am J Bot.** 41 : 50-55.

Carangal, V.R., S.M. Ali,A.F. Koble, E.H. Rinke and J.C. Sentz. 1971. Comparison of S_1 with test-cross evaluation for recurrent selection in maize. **Crop Sci.** 11 : 658 – 661.

Culpeper, C. W.and C.A. Magoon. 1942**.** Performance and eating quality test in sweet corn. **Philipp Agric**. 46 : 581-601.

Comstock, R.E., H.F. Robinson and P.H.Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. **Agron J.** 41 : 360 - 367.

Dignan, D.M. and R.C. Wiley. 1976. DMS level in the aroma of cooked frozen sweet corn as affected by cultivar, maturity, blanching and packaging**. Food Sci J.** 41 : 346-348.

Fasoula, D.A. 1990**.** Correlations between auto-, allo- and nil-competition and their implications in plant breeding. **Euphyt.** 50 : 57-62.

Fasoulas, A.C., and V.A. Fasoula. 1995. Honeycomb selection designs. **Plant Breed**. Rev. 15 : 87-139.

Fery, R.L. and J. Janick. 1971. Response of corn (ZEA mays L.) to population pressure. **Crop Sci.** 11 : 220-224.

Fischbeck, G. 1992. Barley cultivar development in Europe- Success in past and possible changes in the future. P. 885 -901. ***In*** **L. Munck (ed.) Proc. 6 th Int**. Barley genet. Symp. 22 – 27 July 1991.

Flora, L.F. and R.C. Wiley. 1974. Sweet corn aroma, chemical components and relative importance in overall flavor response**. Food Sci J**. 39:770-773.

Gardner. C.O. and J.H. Lannquist. 1959. Linkage and the degree of gene controlling quantitative characters in maize. **Agron J.** 51 : 524 – 528.

Gill, J.S., M.M. verma, R.K. Gumber, and J.S. Brar. 1995. Comparative efficiency of four selection methods for deriving high yielding lines in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek.]. **Theoret Appl Genet**. 90 : 554-560.

Gilmour, R., S. Broughton and W.J.R Boyd. 1995. Barley breeding. P. 97 – 109. *In* M. **Howes (ed.)** The barley Book. Bull. 4300. Department of Agriculture. Perth, Australia.

Gomez, A.A., I. S. Santos. And P.B.Escuro. 1963. Performance and eating tests in sweet corn. **Philipp Agric**. 46 : 581-601.

Hallauer, A.R. 2001. **Speciality Corns (2 nd ed.)**. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Hannah, L.C., M. Giroux and C. Boyer. 1993. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement. **Scient Hort**, 55 p.

Helm, J.L. and M.S. Zuber. 1972. Inheritance of pericarp thickness in corn belt maize. **Crop Sci.** 12 : 428-430.

Hooker, A.L. 1961. A new type of resistance to *Helminthosporium turcicum*. **Plant Dis**. Rep. 45: 780-781.

Horsley, R.D., P.B. Schwarz and J.J. Hammond. 1995. Genetic diversity in malt quality of North America six-rowed apring barley**. Crop Sci.** 35 : 13 – 118.

Hull, F.H. 1945. recurrent selection for specific combining ability in corn. **Am Soc Agron J.** 37 : 134-145.

Ito, G.M. and J.L. Brewbaker. 1981. genetic advance through mass selection for tenderness impeovement in sweet corn. **Hort Sci**. 106 : 496-499.

Ito, G.M. and J.L. Brewbaker. 1991. Genetic analysis of pericarp thickness in progenics of eight corn hybrids. **Am Soc Hort Sci J.** 116 : 1072-1077.

Jenkin, M.T. 1940. Segregation of genes affecting yield of grain in maize. **Am Soc Agron J.** Agro. 37 : 55-63.

Kaukis, K. and D.W. Davis. 1986. Sweet corn breeding. *In* **Breeding Vegetable Crops**. M.J. assett (ed). AVI Pub. Co. Conn.

Kinman, M.L. 1952. Composite sibbing versus selfing in development of corn inbred lines. **Agron J**. 44 : 209 – 241.

Kunwar, C.B. and K. Samphantharak. 2003. Alternate S_1 and diallel cross selection for high yield and high combining ability maize (*Zea mays* L.) inbred. **Kasetsart J**. (Nat. Sci.) 37 : 247 – 253.

Lampe. 1931. A microchemical study of developing endosperm of maize. **Bot Gaz**. 91 : 337-376.

Mangeldrof, A.J. 1952. Gene interaction in heterosis. *In* **J.W. Gowen (ed.), Heterosis.** Iowa State College Press, Ames. P.321-329.

Martin, J.M., T.K. Blake and E.A. Hockett. 1991. Diversity among North America spring barley cultivars based on coefficients of parentages. **Crop Sci.** 31 : 1131 – 1137.

Moll, R.H., Lonnquis, J.V. Fortuno, and E.C. Johnson. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. **Genet**. 52 : 139-144.

Park, S. U., Cha, S. W., Son, Y.H. and Son, Y.K. 1994. Changes of sugar content by different storage duration in sweet corn and super sweet corn. **Korean J Crop Sci**. 39 : 79-84.

Peterson, P.A. 1992. Quantitative inheristance in the era of molecular biology. **Maydica** 37 : 7-18.

Phuong, N. and K. Samphantharak. 2006. Composite Line Method for the Development of Early Generation Hybrids of Maize (*Zea mays L.*) **Kaetsart J.**

Rasmusson, D.C. and R.L. Phillips. 1997. Review and interpretation : Plant breeding progress and genetic diversity from de nova variation and elevated epitasis. **Crop Sci**. 37 : 303 – 310.

Self, R., J.C. Casey and T. Swain. 1963. The low-boiling volaties of cooked foods. **Chem & Ind**. 863.

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

Shannon, J.C. and D.L. Garwood. 1983. Genetics and physiology of starch development. *In* **Starch : Chemistry and Technology. Whistler, R.L., J.N. Bemiller and E.F.Paschall. (Editor) 2 nd Edition, pp**. 25-86. Acadejmic Press, New York.

Sprague, G.F. and W.A. Russell. 1956. Some evidence on type of gene action involved in yield heterosis in maize. P. 522- 526. Proc. Int. **Genet**. Symp., Tokyo and Kyoto.

Stringfield, G.H. 1974. Developing heterozygous parent stocks for maize hybrids. **Dekalb AgResearch, Inc**, Dekalb, Ill

Stuber, C.W., S.E. Lincoln, D.W. Wolff, T. Helentijaris and E.S. Lander. 1992. Identification of genetic factor contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize in bread lines using molecular markers. **Genet**. 132 : 823 - 839.

Tollenaa, M. 1992. Is low plant density a stress in Maize. **Maydica**. 37 : 305-311.

Tracy, W.F. 1994. Sweet corn. Pp. 147-188. *In* **: A.R. Hallauer (ed.), Specialty corns. CRD** Press, Boca Raton, FL.

Treat, C.L. and W.F. Tracy. 1993. Contributions of dent corn germplasm to stalk and root quality in sweet corn. **Am Soc Hort Sci J**. 118 : 885-889.

Tsai, C.y. and D.V. Glover. 1974. Effect of the brittle-1 sugary-1 double mutant combination on carbohydrate and post-harvest quality of sweet corn. **Crop Sci**. 14 : 808-810.

Tsai, C. Y. and O.E. Nelson. 1966. Starch deficient maize mutant lacking adenosine diphosphate glucose pyrophosphorylase activity. **Crop Sci**. 151 : 341-343.

Troyer, A.F. 1999. Review and interpretation, Background of U.S. hybrid corn. **Crop Sci.** 39 : 601-626.

Wann, E. V., G.B. Brown and W.A. Hills. 1971. Genetic modifications of sweet corn quality. **Am Soc Hort Sci J**. 96 : 441-444.

Wann, E.V. 1986. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. **Am Soc Hort Sci J**. 105 : 31-34.

Wann, E.V. 1987. Registration of M 6388, M 6411 and M 6421 Sweet corn germplasm lines with high-sugar endosperm genotype. **Crop Sci**. 27 : 821-822.

Williams, M.P. and P.E. Nelson. 1973. Effects of hybrids and processing on dimethyl sulfide potential of sweet corn. **J Fd Sci**. 38: 1136-113.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลผลิต(ก.ก./ไร่) ของสายพันธุ์อินเบรดจำนวน 53 สายพันธุ์ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agsh2 318 ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก (50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIS 1	234.94b-k	55.66b-e	58ab	119.63	49.83d-g
KRSIS 2	200.62c-n	54.66c-h	57.33a-c	127.77	47.66gf
KRSIS 3	119.87k-o	55.66b-e	57a-c	108.33	45.5g
KRSIS 4	165.53e-n	55.66b-e	56.67a-d	149.47	68.83b-g
KRSIS 5	235.46b-k	55.5b-f	55.5a-d	155.7	77a-c
KRSIS 6	227.28c-m	54d-h	55b-d	134.53	54.66c-g
KRSIS 7	121.24j-o	53.66e-h	54.66cd	146.47	58.66b-g
KRSIS 8	263.17a-h	52.66gh	53.67d	151.5	69.33a-g
KRSIS 9	109.45l-o	56.33b-d	58ab	165.13	73a-d
KRSIS 10	188.62d-n	55c-g	56a-d	149.83	72.16a-e

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก(50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIS 11	128.59i-o	54d-h	55b-d	141.63	60b-g
KRSIS 12	251.51a-h	54.66c-h	56a-d	134.1	57b-g
KRSIS 13	198.18c-n	54.33c-h	55.33a-d	136.13	57.16b-g
KRSIS 14	277.61a-g	54.66c-h	56.33a-d	144.17	66.16b-g
KRSIS 15	200.10c-n	54.33c-h	55.33a-d	134.27	62.33b-g
KRSIM 1	272.40a-h	55c-g	57a-c	135.23	53.167c-g
KRSIM 2	270.45a-h	53.66e-h	56a-d	133.33	54.33c-g
KRSIM 3	212.74c-n	54d-h	55.33a-d	130.37	53.66c-g
KRSIM 4	102.26o-n	58.66a	58ab	148.13	68b-g
KRSIM 5	353.09ab	54.33c-h	55.66a-d	165.13	76a-c
KRSIM 6	229.34c-k	53.66e-h	55.66a-d	170.54	47.16gf

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก (50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIM 7	154.76g-n	54.33c-h	56a-d	126.77	50.16d-g
KRSIM 8	177.56d-n	55.33b-f	56.66a-d	140.5	56.5b-g
KRSIM 9	160.39f-n	55.66b-e	57a-c	148.27	6.36b-g
KRSIM 10	282.77a-f	53.66e-h	55b-d	164.53	75.33a-c
KRSIM 11	107.2m-o	55.66b-e	56.66a-d	135.7	53.5c-g
KRSIM 12	312.84a-c	55.33b-f	56.33a-d	148.67	61.6b-g
KRSIM 13	291.57a-d	54d-h	55b-d	138.87	59.5b-g
KRSIM 14	244.88a-i	54.33c-h	55.66a-d	147.83	68.83b-g
KRSIM 15	227.58c-m	54.66c-h	55.33a-d	125.13	50.16d-g
KRSIT 1	157.76g-n	54.33c-h	56a-d	136	54.5c-g
KRSIT 2	175.08d-n	53.33e-h	55.33a-d	132.8	56.33b-g

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก (50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIT 3	182.03d-n	54d-h	55.33a-d	128.3	55.5c-g
KRSIT 4	39.35o	56.66a-c	58ab	142.4	58.3b-g
KRSIT 5	267.17a-h	54d-h	55b-d	154.37	70.16af
KRSIT 6	224.32c-m	54.66c-h	55.66a-d	152.97	61b-g
KRSIT 8	242.33b-j	54.33c-h	56a-d	150.03	70.5a-f
KRSIT 10	186.61d-n	57.66ab	58ab	143.9	63.66b-g
KRSIT 11	227.36c-m	53.66e-h	54.66cd	136.63	59.16b-g
KRSIT 12	199.93c-n	56.66a-c	58ab	112.67	48.16e-g
KRSIT 13	196.32c-n	56.66a-c	58.333a	143.77	53.16
KRSIT 14	215.88c-n	55c-g	56.66a-d	156.77	67.16b-g
KRSIT 15	163.75f-n	55c-g	57a-c	140.77	54c-g

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก (50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
KRSIR 1	286.72a-e	53.33e-h	55b-d	154.3	64b-g
KRSIR 2	273.22a-h	54d-h	55.33a-d	159.87	80.1ab
KRSIR 3	202.82c-n	52.33h	55b-d	197.23	64.5b-g
KRSIR 4	267.49a-h	55.33b-f	57a-c	132.77	73.63a-d
KRSIR 5	184.28d-n	55.33b-f	57.33a-c	149.43	92.16a
KRSIR 6	276.52a-h	53f-h	56.667cd	142.53	62.5b-g
KRSIR 7	212.72c-n	55c-g	54.667a-c	134.93	61.4b-g
KRSIR 8	206.87c-n	55.33b-f	56.66a-d	151.8	71.33a-f
KRSIR 9	362.33a	55.33b-f	56a-d	140.1	58.83b-g
KRSIR 10	271.1a-h	54d-h	56a-d	128.23	55.36c-g
Agsh2 318	216.09c-n	54d-h	54.66cd	141.83	61.46b-g

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต (ก.ก./ไร่)	วันออกดอก (50 %)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
		เพศผู้	เพศเมีย		
Mean	215.16	54.74	56.12	143	61.63
F-test	0.01	0.01	0.01	ns	0.01
%C.V.	27.61	2.23	2.61	17.15	19.15

ตารางผนวกที่ 2 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก	เมล็ดฝาน
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]	(%)	(%)
KSRIS 6 X KRSIS 14	1402.7f-k	1044.7a-d	898.9a-g	74.907a	41.359
KSRIS 6 X KRSIM 8	1606.4b-j	1097.4a-d	964.3a-f	67.689ab	28.443
KSRIS 6 X KRSIM 14	1388.7g-k	990.4a-d	870.1b-g	70.619ab	40.365
KSRIS 6 X KRSIT 14	1553.6c-j	1051.9a-d	896.7a-g	67.834ab	38.185
KSRIS 6 X KRSIT 15	1394.7f-k	949.0b-d	823.0c-g	68.199ab	35.889
KSRIS 6 X KRSIR 7	1717.8a-g	1053.3a-d	887.5a-g	61.335b	36.261
KSRIS 6 X KRSIR 10	1332.7h-k	878.6dc	688.6f-h	66.146ab	31.680
KSRIS 14 X KRSIM 8	1598.1b-j	1077.8a-d	992.1a-f	66.965ab	40.432
KSRIS 14 X KRSIM 14	1291.7i-k	869.2dc	686.8f-h	67.348ab	42.186
KSRIS 14 X KRSIT 14	1271.5jk	825.7d	530.9gh	64.930ab	33.811
KSRIS 14 X KRSIT 15	1509.4d-j	939.1b-d	742.0e-g	62.077b	35.430
KSRIS 14 X KRSIR 7	1684.1a-h	1130.7a-c	964.3a-f	67.005ab	37.534
KSRIS 14 X KRSIR 10	1534.0c-j	985.4a-d	910.9a-f	64.284ab	38.546
KSRIM 8 X KRSIM 14	1646.7a-i	1126.2a-c	1183.9a-c	68.313ab	38.197
KSRIM 8 X KRSIT 14	1639.2a-i	1026.7a-d	1002.9a-f	62.676b	37.489

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก	เมล็ดฝาน
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]	(%)	(%)
KSRIM 8 X KRSIT 15	1921.9ab	1268.9a	1261a	66.122ab	33.141
KSRIM 8 X KRSIR 7	1060.9k	545.7e	443.3h	47.233c	27.423
KSRIM 8 X KRSIR 10	1891.1a-c	1204.9ab	1221.6ab	63.656b	37.040
KSRIM 14 X KRSIT 14	1390.3f-k	938.2b-d	766.3d-g	67.878ab	36.438
KSRIM 14 X KRSIT 15	1689.0a-h	1166.2a-c	1051.4a-e	68.942ab	37.562
KSRIM 14 X KRSIR 7	1848.8a-d	1209.0ab	1190.6a-c	65.448ab	39.741
KSRIM 14 X KRSIR 10	1760.1a-f	1178.2ab	1135.7a-d	67.297ab	41.091
KSRIT 14 X KRSIT 15	1750.7a-g	1199.0ab	1144.4a-d	68.692ab	32.093
KSRIT 14 X KRSIR 7	1787.0a-e	1155.9a-c	1080.4a-e	64.566ab	38.265
KSRIT 14 X KRSIR 10	1698.4a-h	1142.8a-c	886.3a-g	67.365ab	37.150
KSRIT 15 X KRSIR 7	1973.9a	1206.5ab	908.9a-f	60.924b	34.180
KSRIT 15 X KRSIR10	1462.3e-j	949.3b-d	697.4f-h	65.059ab	32.390
KSRIR 7 X KRSIR 10	1698.9a-h	1041.1a-d	870.7b-g	61.291b	34.321
อินทรี 2	1598.3b-j	1018.0a-d	937.5a-f	64.01ab	39.49
Mean	1589.76	1043.79	919.45	65.48	36.42
F-test	0.01	0.01	0.01	0.01	ns
%C.V.	13.45	16.48	23.81	9.56	18.1

หมายเหตุ [1/] ฝักเขียว = ฝักสดรวมเปลือก

[2/] ฝักปอกเปลือก = ฝักสดปอกเปลือก, [3/]ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

ตารางผนวกที่ 3 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]	ความสูง (ซม.)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	LB	Downy			ต้น	ฝัก
KRSIS6 X KRSIS14	52.25d-f	53.25e	72	2 b-c	1.6 a-f	1.25	2.4 c-e	1.37	172.6 ab	70.9 b-e
KRSIS6 X KRSIM8	52.25d-f	53.5c-e	72.5	1.8 cd	1.4 c-f	1	2.1 c-e	1.37	158.1 c-f	58.9 ij
KRSIS6 X KRSIM14	52.25d-f	53.75c-e	73.5	2 b-c	1.4 c-f	1.12	2.3 c-e	1.5	155.8 c-g	62 g-i
KRSIS6 X KRSIT14	5.35a-d	54b-e	73.25	1.6 d	1.8 a-e	1.37	2.4 c-e	1.5	141.9 g	49.8 j
KRSIS6 X KRSIT15	53.25a-e	54b-e	73	1.6 d	1.5 b-f	1	2 de	1.37	181.1 ab	77.1 b-e
KRSIS6 X KRSIR7	54.25ab	55.5ab	74.5	1.9 cd	1.8 a-e	1.37	2.6 b-d	1.87	147.3 g-f	55.6 ij
KRSIS6 X KRSIR10	52.75b-f	53.75c-e	72.75	2.1a-d	1.6 a-f	1.12	2.6 b-d	1.75	175 ab	84.3 a-c
KRSIS14 X KRSIM8	54a-c	54.75a-d	73.75	2.1a-d	1.8a -e	1	3.6 a	2	154.9 d-g	64.5 f-i
KRSIS14 X KRSIM14	54.5a	55.5ab	74.5	2 b-c	1.8 a-e	1	3.6 a	1.87	155.1 d-g	63.1 f-i
KRSIS14 X KRSIT14	53.5a-d	54.25b-e	73.25	2.1a-d	2 a-c	1	2.8 b-d	1.5	146 gf	58.6 ij
KRSIS14 X KRSIT15	54a-c	54.5a-e	73.5	1.8cd	1.5 b-f	1	1.8 e	1.75	182 ab	85.8 ab
KRSIS14 X KRSIK7	53.5a-d	54.25b-e	73.25	2.5 ab	1.8a-d	1.33	2 de	1.66	149.5 gf	62.4 g-i
KRSIS14 X KRSIK10	52.5c-f	53.5c-e	72.5	2.3 a-c	1.2 d-f	1.16	2.3 c-e	1.5	176.3 ab	83.9 a-c

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]	ความสูง (ซม.)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	LB	Downy			ต้น	ฝัก
KRSIM8 X KRSIM14	52.5c-f	53.5c-e	72.5	2 bc	1.8a-d	1	2.3 c-e	1.66	178.3 ab	81.4 a-d
KRSIM8 X KRSIT14	52.75b-f	53.75c-e	72.75	2.5 ab	1.3 c-f	1.16	2 de	1.33	175.6 ab	74.8 c-e
KRSIM8 X KRSIT15	53.75a-d	54.5a-e	73.5	2.5 ab	1.5 b-f	1.16	2.7 b-d	1.66	173.3 ab	83.9 a-c
KRSIM8 X KRSIR7	52.75b-f	53.5c-e	72.5	2.5 ab	1.3 c-f	1.16	2.3 c-e	1.5	169.6 a-d	77.4 b-e
KRSIM8 X KRSIR10	53.75a-d	54.5a-e	73.5	2.2a-d	2 a-c	1	3.3 ab	2.16	155.5 c-g	69.9 e-h
KRSIM14 X KRSIT14	53.5a-d	54.75a-d	73.75	2.2a-d	1.7 a-f	1	2.7 b-d	1.83	152.6 e-g	61.8 g-i
KRSIM14 X KRSIT15	53.25a-e	54.25b-e	73.25	2.3a-c	1.3 c-f	1.16	2.3 c-e	1.66	180 ab	84.8 a-c
KRSIM14 X KRSIR7	53.5a-d	54b-e	73	2 b-c	2.2 ab	1	2.2 c-e	2.16	155 d-g	60.5 g-i
KRSIM14 X KRSIR10	52.75b-f	53.75c-e	72.75	2 b-c	1.7 a-f	1	2.2 c-e	1.33	156.8 c-g	62.6 g-i
KRSIT14 X KRSIM8	53.5a-d	54.25b-e	73.25	1.9b-c	2 a-c	1.16	2.2 c-e	2.33	183.5 a	89.8 a
KRSIT14 X KRSIR7	53.5a-d	55a-c	74	2.2a-d	2.3 a	1.33	2.3 c-e	1.83	167.3 b-e	76.6 b-e
KRSIT14 X KRSIR10	53.5a-d	55a-c	74	2.2a-d	1.3 c-f	1	2.5 c-e	1.66	181.5 ab	78.9 b-e
KRSIT15 X KRSIR7	54.75a	56a	75	2.2a-d	1.5 b-f	1	2.8 bc	1.5	150 gf	61.9 g-i

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50 %)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]	ความสูง (ซม.)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	LB	Downy			ต้น	ฝัก
KRSIT15 X KRSIR10	53.25a-e	53.75c-e	72.75	2 b-c	1 f	1	2.2 c-e	1.5	170 a-c	73 d-f
KRSIR7 X KRSIR10	51.75ef	53.5c-e	72.5	2.6 a	1.1 e-f	1	2.62 b-d	2	148.1 gf	78.9 b-e
อินทรี 2	51.25f	53.25de	72.25	2 b-c	1.1 d-f	1	2 de	1.75	154.9 d-g	59.3 h-j
Mean	53.19	54.19	72.62	2.09	1.59	1.1	2.46	1.68	163.7	70.76
F-test	0.01	0.01	ns	0.05	0.01	ns	0.01	ns	0.01	0.01
%C.V.	1.72	1.81	9.04	14.71	24.7	23.73	17.53	25.88	5.51	9.16

หมายเหตุ [1/]คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน

Lb = leaf blight

Clean = ความสะอาดของต้น

ตารางผนวกที่ 4 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เปรียบเทียบอินทรี2 ปลูกและพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี2) ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	Pericarp (μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวฝัก(ซม.)			ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]			
KRSIS6 X KRSIS14	133.65	123	15.35	18.15f-i	17.07b-f	1.08 d	4.1 a-g	0.85a-d	12 g
KRSIS6 X KRSIM8	137.05	126.45	14.4	20.9ab	18.54ab	2.36a-d	4.03d-g	0.8b-d	14b-f
KRSIS6 X KRSIM14	129.6	124.2	15.05	19.81a-g	17.37a-f	2.44a-d	4.03d-g	0.8b-d	14b-f
KRSIS6 X KRSIT14	131.7	126.15	14.15	18.1g-i	16.2 fg	1.9b-d	3.95gf	0.85a-d	12 fg
KRSIS6 X KRSIT15	136.7	126.15	14.55	18.95c-i	17.95a-e	1 d	4.17a-g	0.83a-d	12 fg
KRSIS6 X KRSIR7	136.26	125.86	14.65	17.52 i	16.49e-g	1.02 d	3.97e-g	0.75 d	12d-g
KRSIS6 X KRSIR10	126.2	120.6	14.55	19.78a-g	17.42a-f	2.37a-d	4.28a-d	0.93ab	14ab
KRSIS14 X KRSIM8	131.55	121.3	15.2	19.62a-h	16.97b-f	2.65a-c	4.18a-g	0.85a-d	14ab
KRSIS14 X KRSIM14	134.15	123.25	15.1	20a-e	16.76c-f	3.23ab	3.95gf	0.75 d	14b-f
KRSIS14 X KRSIT14	133.7	121	14.95	21.10a	17.57a-f	3.53a	4d-g	0.75 d	14a-e
KRSIS14 X KRSIT15	121.75	115.95	14.8	20.9ab	18.8a	2.08a-d	4.33ab	0.83a-d	14b-f
KRSIS14 X KRSIR7	131.3	120.95	15.15	19.7a-h	17.89a-e	1.8b-d	4.15a-g	0.95 a	14 a

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน	ความยาวฝัก(ซม.)			ความกว้างฝัก	ความลึกเมล็ด	จำนวน
	Germinal	Abgerminal	(องศาบริกซ์)	ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]	(ซม.)	(ซม.)	แถว
KRSIS14 X KRSIR10	123.35	113.15	14.3	19.6a-h	18.45ab	1.15d c	4 d-g	0.88a-d	12 g
KRSIM8 X KRSIM14	133.45	124.45	15.25	19.85a-g	17.8a-f	2.05a-d	4.15a-g	0.88a-d	12e-g
KRSIM8 X KRSIT14	133.65	123.6	14.7	19.9af	18.05a-e	1.84b-d	4.12a-g	0.83a-d	12e-g
KRSIM8 X KRSIT15	136.5	126.1	14.55	17.48 i	15.2 g	2.28a-d	3.89 g	0.8b-d	12 g
KRSIM8 X KRSIR7	126.5	116	15.3	19.38a-h	18.12a-e	1.26dc	4.25a-e	0.95 a	12c-g
KRSIM8 X KRSIR10	133.65	122.7	14.9	19.3b-h	16.97b-f	2.34a-d	4.05b-g	0.83a-d	14c-g
KRSIM14 X KRSIT14	126.3	126.05	15.6	20.62a-c	18.27a-d	2.33a-d	4.25a-e	0.85a-d	14ab
KRSIM14 X KRSIT15	133.46	122.93	14.65	19.8a-g	17.98a-e	1.82b-d	4.28a-e	0.88a-d	14b-f
KRSIM14 X KRSIR7	129.6	120	15.05	18.83d-i	17.37a-f	1.46dc	4.1a-g	0.85a-d	14a-c
KRSIM14 X KRSIR10	136.2	125.5	14.5	20.02a-e	17.8a-f	2.2a-d	4.15a-g	0.78dc	14a-c
KRSIT14 X KRSIM8	123.7	113.25	14.95	20.37a-e	18.32a-c	2.06a-d	4.35 a	0.9 a-c	14a-c
KRSIT14 X KRSIR7	128.9	123.5	14.95	20.87ab	17.75a-f	3.13ab	4.32ab	0.85a-d	14a-d

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวฝัก(ซม.)			ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวน แถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ยาวติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[2/]			
KRSIT14 X KRSIR10	140.15	130.65	14	20.63a-c	18.35a-c	2.3a-d	4.27a-d	0.85a-d	12d-g
KRSIT15 X KRSIR7	140.4	129.85	13.95	18.75e-i	16.53e-g	2.2a-d	4.2a-f	0.85a-d	14b-f
KRSIT15 X KRSIR10	123.25	112.5	14.85	18.15f-i	16.59e-g	1.55dc	4.15a-g	0.8a-d	12c-g
KRSIR7 X KRSIR10	127.85	119.28	15.69	18 hi	16.65d-g	1.35dc	4.3a-c	0.93ab	14a-e
อินทรี 2	130.4	120.06	14.8	20.57a-e	18.15a-e	2.42a-d	4.08a-g	0.85a-d	14b-f
Mean	131.26	122.13	14.85	19.54	17.5	2.04	4.1	0.84	14
F-test	ns	ns	ns	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01
%C.V.	6.57	6.29	5.1	5.29	5.47	42.62	3.4	9.22	4.66

หมายเหตุ [1/] Germinal = เปลือกเมล็ดด้านต้นอ่อน

Abgerminal = เปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน

[2/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวสุดของฝัก – ความยาวติดเมล็ด

ตารางผนวกที่ 5 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดหวานพิเศษ (*sh2*) 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIS6 X KRSIS14	2.75	2.75	2.25	1.75	3.5	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นข้าวโพดข้าวเหนียวและรูปทรงฝักเล็ก
KRSIS6 X KRSIM8	3.75	4	2.5	2.75	3.75	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	pericarpหนา
KRSIS6 X KRSIM14	4	2.25	2.25	1.65	3.4	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย
KRSIS6 X KRSIT14	3.25	2.4	2.75	1.75	4	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	นุ่มมาก ๆและเคี้ยวง่าย
KRSIS6 X KRSIT15	4.5	4	2.5	2.75	4.75	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	กลิ่น สีไม่สวย
KRSIS6 X KRSIR7	4.5	4.5	3	3.25	4.5	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	กลิ่น แถวห่าง
KRSIS6 X KRSIR10	4	3.5	2	3	4.5	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	-
KRSIS14 X KRSIM8	2.75	2	1.5	2	2.5	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย สีสวย กลิ่น
KRSIS14 X KRSIM14	4	3	2	3	4	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นเหมือนไม่สุก
KRSIS14 X KRSIT14	3.5	2.5	2.5	1.5	2.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติคล้ายข้าวโพดwaxy
KRSIS14 X KRSIT15	4.5	4	2	3.5	4.75	สีเหลืองเข้มไม่สดใส ไหมสีน้ำตาล	pericarpหนา และสีเมล็ดเข้ม
KRSIS14 X KRSIR7	3.5	3.25	2.5	2.5	3.75	สีเหลืองซีด ไหมสีน้ำตาล	เมื่อรับประทานติดฟัน/เมล็ดใหญ่
KRSIS14 X KRSIR10	4	4	2.75	3.5	4.25	สีเหลือง ไหมสีน้ำตาล	pericarpหนาและติดเมล็ดไม่ดี
KRSIM8 X KRSIM14	3.75	2.5	2	3.25	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึง ไหมสีน้ำตาล	เมื่อรับประทานเคี้ยวง่ายและมีกลิ่นเล็กน้อย

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIM8 X KRSIT14	3.5	3.75	1.75	2.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจากเข้มถึงอ่อน ไหมสีน้ำตาล	เนื้อทราย รสชาติจืด
KRSIM8 X KRSIT15	4.5	4.25	3	3.5	4.75	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	pericarpหนาและไม่หวาน
KRSIM8 X KRSIR7	3.5	3.5	2	3.5	4	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	-
KRSIM8 X KRSIR10	4	4	3	3	4.5	สีเหลืองเข้มมากไหมสีน้ำตาล	กลิ่น รูปทรงไม่สวย
KRSIM14 X KRSIT14	2.9	2.25	1.75	2	2.9	สีเหลือง ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นฉุนเล็กน้อย/ติดฟัน นุ่ม เคี้ยวง่าย
KRSIM14 X KRSIT15	3.5	3.25	2.5	3	3.75	สีเหลืองเข้มมาก ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น เนื้อไม่แน่น
KRSIM14 X KRSIR7	4.25	4	2.25	3.5	4.15	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีสวย ฝักพอใช้ แต่ไม่หวานเลยและpericarp
KRSIM14 X KRSIR10	3	1.25	1.75	1.75	3.1	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	นุ่มบาง
KRSIT14 X KRSIM8	3.5	2.5	1.75	3	3.95	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	-
KRSIT14 X KRSIR7	4	4.25	2.5	3	4.5	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ ฝักสวย
KRSIT14 X KRSIR10	3.75	3.25	2.25	2.75	4.25	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	pericarpหนา
KRSIT15 X KRSIR7	4.75	4.25	1.75	2.5	4.75	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น pericarpหนา สีไม่สวย
KRSIT15 X KRSIR10	4.25	2.75	3.25	3.5	4.5	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	ไม่สวย ไม่อร่อย
KRSIR7 X KRSIR10	4	3	3	2.5	4.25	สีเหลืองเข้ม ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ มีกลิ่น
อินทรี 2	2.91	3	2	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้ม ไหมสีน้ำตาล	สีสวย pericarp ค่อนข้างหนา

หมายเหตุ [1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

ตารางผนวกที่ 6 ผลผลิตฝักสด อัตราแลกฝัก(เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดฝาน (เปอร์เซ็นต์) ของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก(%)	เมล็ดฝาน(%)
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]		
KRSIS1 / C#309	1931.4ab	1271.1a-c	1221.8a-d	65.84	37.79
KRSIS2 / C#309	1752.5a-e	1261.9a-c	1175.1a-f	71.84	41.92
KRSIS3 / C#309	1503.6a-j	1164.6a-f	1117.6a-g	78.02	43.14
KRSIS4 / C#309	1870.9ab	1333.9a	1284.0a-c	71.30	38.32
KRSIS5 / C#309	1529.6a-i	1148.6a-g	1100.5a-g	75.20	47.90
KRSIS6 / C#309	1766.0a-e	1289.5a-c	1199.3a-e	72.86	44.23
KRSIS7 / C#309	1174.0f-k	820.1f-j	624.6i-k	72.07	41.44
KRSIS8 / C#309	998.5jk	728.3ij	658.8h-k	73.68	42.64
KRSIS9 / C#309	1146.7g-k	789.7g-j	765.4g-k	66.11	38.73
KRSIS10 / C#309	1136.1h-k	825.6e-j	756.1g-k	75.25	39.00
KRSIS11 / C#309	1661.1a-h	1358.7a	1310.9ab	89.08	45.16
KRSIS12 / C#309	1884.5ab	1330.2a	1266.8a-d	70.77	45.83
KRSIS13 / C#309	1753.9a-e	1261.0a-c	1223.7a-d	71.79	40.70
KRSIS14 / C#309	1069.7i-k	747.4h-j	582.8jk	69.63	41.45

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก(%)	เมล็ดฝาน(%)
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]		
KRSIS15 / C#309	1943.7a	1348.9a	1342.5a	69.54	41.56
KRSIM1 / C#309	1900.7ab	1417.1a	1307.1ab	75.36	41.01
KRSIM2 / C#309	1505.3a-j	1097.7a-h	1014.8a-h	73.90	41.58
KRSIM3 / C#309	1262.6e-k	919.1c-j	893.1c-j	74.05	43.35
KRSIM4 / C#309	1906.7ab	1344.4a	1303.9ab	70.51	41.10
KRSIM5 / C#309	1676.2a-g	1218.4a-d	1218.9a-d	72.68	44.68
KRSIM6 / C#309	1757.3a-e	1235.0a-d	1249.2a-d	70.31	43.71
KRSIM7 / C#309	839.3k	571.6j	462.5k	73.55	39.59
KRSIM8 / C#309	1295.4d-k	935.3b-i	873.1c-j	72.28	37.88
KRSIM9 / C#309	1153.8g-k	827.1e-j	771.7g-k	72.76	47.36
KRSIM10 / C#309	1317.8c-k	870.5d-j	820.0e-k	69.62	38.97
KRSIM11 / C#309	1793.8a-e	1368.8a	1247.3a-d	76.02	41.14
KRSIM12 / C#309	1416.1a-j	1077.9a-i	1041.6a-h	76.44	44.60
KRSIM13 / C#309	1795.0a-e	1223.5a-d	1141.6a-g	68.19	43.35
KRSIM14 / C#309	1279.9e-k	912.1c-j	802.0f-k	71.52	42.66
KRSIM15 / C#309	1831.6ab	1398.5a	1340.0a	74.16	38.45
KRSIT1 / C#309	1722.4a-e	1134.1a-g	1007.7a-h	65.96	39.48

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก(%)	เมล็ดฝาน(%)
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]		
KRSIT2 / C#309	1709.5a-f	1275.4a-c	1195.8a-e	75.90	42.10
KRSIT3 / C#309	1564.3a-i	1208.2a-d	1124.8a-g	76.51	42.62
KRSIT4 / C#309	1731.2a-e	1225.5a-d	1132.1a-g	70.67	41.01
KRSIT5 / C#309	1631.9a-h	1324.8a	1235.3a-d	81.55	48.42
KRSIT6 / C#309	3144a-d	1386.0a	1317.0ab	75.45	44.92
KRSIT8 / C#309	1630.6a-h	1195.6a-e	1105.3a-g	73.90	42.27
KRSIT9 / C#309	1388.8b-j	1103.1a-h	1033.4a-h	77.52	44.39
KRSIT10 / C#309	1444.6a-j	1070.6a-i	938.3b-j	74.27	41.49
KRSIT11 / C#309	1837.4a-d	1333.4a	1223.3a-d	72.66	37.66
KRSIT12 / C#309	1861.4a-c	1290.7a-c	1217.5a-d	69.22	43.52
KRSIT13 / C#309	1946.4a	1304.1ab	1265.3a-d	67.20	43.21
KRSIT14 / C#309	1644.9a-h	1096.4a-h	976.6a-i	66.71	41.21
KRSIT15 / C#309	1921.9ab	1381.4a	1288.9a-c	72.10	37.51
KRSIR1 / C#309	1807.0a-e	1285.3a-c	1212.2a-e	71.30	39.57
KRSIR2 / C#309	1577.1a-i	1140.1a-g	1027.0a-h	72.01	41.13
KRSIR3 / C#309	1878.0ab	1390.9a	1334.8ab	74.19	43.52
KRSIR4 / C#309	1912.6ab	1418.2a	1373.6a	74.10	43.46

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			อัตราแลกฝัก(%)	เมล็ดฝาน(%)
	ฝักเขียว[1/]	ฝักปอกเปลือก[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[3/]		
KRSIR5 / C#309	1662.3a-h	1224.6a-d	1101.3a-g	73.99	41.42
KRSIR6 / C#309	1488.5a-j	1050.3a-i	988.1a-i	69.98	42.24
KRSIR7 / C#309	1902.3ab	1318.7a	1223.6a-d	69.58	39.74
KRSIR8 / C#309	1786.4a-e	1178.8a-f	1078.1a-g	65.00	42.97
KRSIR9 / C#309	1913.5ab	1371.5a	1304.2ab	71.18	46.03
KRSIR10 / C#309	1767.6a-e	1210.0a-d	1212.6a-e	68.48	42.86
ATS 5	1585.1a-i	1136.5a-g	1054.5a-g	71.83	40.44
Hybrix 3	1766.0a-e	1230.1a-d	1083.9a-g	69.92	41.30
อินทรี 2	1684.5a-g	1065.7a-i	1021.7a-h	63.28	39.21
Mean	1623.16	1165.73	1091.14	72.26	42.01
F-test	0.01	0.01	0.01	ns	ns
%C.V.	18.99	18.49	20.47	10.84	12.26

หมายเหตุ [1/] ฝักเขียว = ฝักสดรวมเปลือก

[2/] ฝักปอกเปลือก = ฝักสดปอกเปลือก

[3/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

ตารางผนวกที่ 7 ลักษณะเกษตรของคู่ผสมของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	ความสูง(ซม.)		วันออกดอก (50%)		วัน เก็บเกี่ยว	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
	ต้น	ฝัก	เพศผู้	เพศเมีย		Rust	Lb	Downy		
KRSIS 1 / C#309	169.87	83.6bc	52c-i	52.25g-l	71.25	2.5	1.37b-d	1.125	2.25	2.25
KRSIS 2 / C#309	172.75	84.62bc	51.25c-i	51.5i-l	70.5	2.25	1.75a-d	1.12	2.37	1.5
KRSIS 3 / C#309	170	84.5bc	51.25c-i	51.5i-l	70.5	1.87	1.75a-d	1	2.12	1.5
KRSIS 4 / C#309	165.12	76.47c-f	53b-f	53.5f-i	72.5	2	1.75a-d	1.25	2.5	1.875
KRSIS 5 / C#309	168.30	81.35bc	51.75c-i	52h-l	71	1.87	1.5b-d	1	2	1.5
KRSIS 6 / C#309	163.2	76.82c-f	50.25hi	52.25g-l	71.25	2	2.12a-d	1.12	2.25	1.75
KRSIS 7 / C#309	170	81.5bc	54a-c	54.75fg	73	2.5	2.25a-d	1	2.62	2
KRSIS 8 / C#309	173.87	82bc	53.25b-e	53.75f-i	72.75	2.125	1.5b-d	1.75	2.62	2
KRSIS 9 / C#309	162.25	77.75c-e	52.5c-h	52.75f-l	71.75	2	1.75a-d	1.12	1.75	2
KRSIS 10 / C#309	164.87	81.12bc	50.75f-i	51kl	70	2.12	1.87a-d	1.12	2.12	1.375
KRSIS 11 / C#309	164.25	73.62c-m	50.75f-i	52h-l	71	1.87	1.5b-d	1	2	1.5
KRSIS 12 / C#309	170.62	82.37bc	54a-c	55.25f	74.25	2	3.25a	1.25	3.75	2.625
KRSIS 13 / C#309	163.87	75.92c-m	50i	50.25l	69.25	1.87	1.87a-d	1	2	1.5

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความสูง(ซม.)		วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
	ต้น	ฝัก	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	Lb	Downy		
KRSIS 14 / C#309	166.62	75.62c-m	51.75c-i	52.75f-l	71.75	2.25	1.75a-d	1.125	2.62	1.875
KRSIS 15 / C#309	169.95	84.87bc	54f-h	54.5a-c	73.5	1.75	1.62a-d	1.12	2.12	1.875
KRSIM 1 / C#309	166.95	78.47cd	51.75c-i	52h-l	71	1.75	1.5b-d	1	1.87	1.5
KRSIM 2 / C#309	163.37	76.45c-f	50.5f-i	51.25j-l	70.25	2.12	2.12a-d	1.125	2.12	1.625
KRSIM 3 / C#309	170.5	80.12bc	50.5f-i	51.5i-l	63	2.12	1.75a-d	1	2.12	1.625
KRSIM 4 / C#309	174.37	86.12bc	53b-f	54f-i	73	1.75	1.37b-d	1	2	1.5
KRSIM 5 / C#309	169.62	80.12bc	52.5c-h	53b-f	72	2.12	1.75a-d	1.12	2.5	1.625
KRSIM 6 / C#309	166.75	78.75cd	50.75f-i	52.25g-l	71.25	2	1.87a-d	1	2.37	1.75
KRSIM 7 / C#309	171.5	84.25bc	51.5d-i	52.5f-l	71.5	2	1.5b-d	1.37	2.37	1.875
KRSIM 8 / C#309	170.25	83.12bc	50.5f-i	52.25g-l	71.25	2.5	1.75a-d	1.12	2.62	2
KRSIM 9 / C#309	162	76.05c-m	51.75c-i	52.25g-l	71.25	1.87	1.75a-d	1.375	2.12	1.5
KRSIM 10 / C#309	164.25	79.87c	50.5 f-i	51.5i-l	70.5	2.125	2.12a-d	1	2.37	1.5
KRSIM 11 / C#309	172.67	83.25bc	52.5c-h	53f-k	71.75	2.12	1.5b-d	1.12	2.25	1.625
KRSIM 12 / C#309	157.62	71.87c-m	52.5c-h	53f-k	72	2.25	1.75a-d	1	2	2.75

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความสูง(ซม.)		วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
	ต้น	ฝัก	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	Lb	Downy		
KRSIM 13 / C#309	166.30	79.10c	52.5c-h	53.25f-k	72.25	2.25	1.62b-d	1	2.5	1.5
KRSIM 14 / C#309	165.87	79.15c	50.5f-i	52.5f-l	71.5	2.12	1.5b-d	1	2.62	2.125
KRSIM 15 / C#309	173.62	87.67bc	53.25c-i	53.75f-j	72.75	2.12	1.25cd	1.125	2.5	1.875
KRSIT 1 / C#309	180.87	105.5ab	53b-f	53.5f-j	72.5	1.75	2a-d	1.25	2.37	1.75
KRSIT 2 / C#309	168.75	75c-m	53.25f-k	54f-i	73	2	1.87a-d	1.12	2.12	1.75
KRSIT 3 / C#309	161.75	98.62ab	50.25c-i	51kl	70	1.87	1.62b-d	1.12	2	1.875
KRSIT 4 / C#309	170.62	78cd	52.25e-i	53.25f-k	72.25	2.12	2a-d	1.12	2.87	2.25
KRSIT 5 / C#309	161.17	78.02cd	51e-i	52.75f-l	71.75	2.125	2a-d	1.25	2.25	2
KRSIT 6 / C#309	157	74.72c-m	50.75f-i	52.25g-l	71.25	1.75	1.5b-d	1	2	1.625
KRSIT 8 / C#309	155.57	77.5c-e	51.5d-i	52h-l	71	2.62	1.5b-d	1.25	2.12	1.625
KRSIT 9 / C#309	168.37	76.12c-m	51.25e-i	53f-k	72	2.25	2.12a-d	1.12	2.5	1.625
KRSIT 10 / C#309	172.17	88.02bc	53.25c-i	53.75f-j	72.75	2	1.75a-d	1.25	2.25	1.5
KRSIT 11 / C#309	161.75	84.12bc	53.25c-i	53.75f-j	72.75	2.12	1.62b-d	1.37	2.25	1.75
KRSIT 12 / C#309	163.37	78.37cd	50.5f-i	52h-l	71	2.12	1.5b-d	1	2.12	1.875

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความสูง(ซม.)		วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
	ต้น	ฝัก	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	Lb	Downy		
KRSIT 13 / C#309	167.8	79.37cd	51e-i	52.25g-l	71.25	2.12	1.62b-d	1	2.62	1.75
KRSIT 14 / C#309	169.4	79.87c	53.5b-d	54.5f-h	73.5	2.125	2.62ab	1	3.62	1.75
KRSIT 15 / C#309	166.05	75.25c	51.5d-i	53.25f-k	72.25	2.37	1.87a-d	1.12	2.37	1.875
KRSIR 1 / C#309	170.5	82.25bc	52.25c-i	53.75f-j	72.75	2.25	1.75a-d	1	2.12	2
KRSIR 2 / C#309	171.27	79.62c	51.75c-i	53.25f-k	72.25	2	1.87a-d	1.12	2.62	2
KRSIR 3 / C#309	164.5	80.25bc	51.75c-i	53f-k	72	2	1.37b-d	1.12	2.12	1.625
KRSIR 4 / C#309	161.25	77.25c-e	51e-i	52.25g-l	71.25	2.12	1.5b-d	1.125	2.25	1.625
KRSIR 5 / C#309	163.75	71.3c-m	53.75a-c	54.5f-h	73.5	2.62	2.12a-d	1.25	3.5	2.25
KRSIR 6/ C#309	159.05	80.37bc	52c-i	53f-k	72	2.12	1.62b-d	1	1.87	1.5
KRSIR 7 / C#309	175.92	79.85c	51e-i	53f-k	72	1.87	2.25a-d	1	2.37	1.875
KRSIR 8 / C#309	174.9	81.87bc	52.75b-f	53.5f-j	72.5	2.25	1.62b-d	1.12	2.5	1.625
KRSIR 9 / C#309	163.18	79.59c	51.41d-i	53.11f-k	72.11	2.62	1.05d	1.04	2.41	1.583
KRSIR 10 / C#309	161.87	80.12bc	52c-i	53.5f-j	72.5	1.87	1.5b-d	1	2.12	1.5
ATS 5	158.65	76.67c-f	51.25e-i	52h-l	71	2.25	1.5b-d	1.12	2.25	1.5

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความสูง(ซม.)		วันออกดอก (50%)		วัน	โรคทางใบ[1/]			Clean[1/]	Uniform[1/]
	ต้น	ฝัก	เพศผู้	เพศเมีย	เก็บเกี่ยว	Rust	Lb	Downy		
Hybrix 3	177	81bc	51.75c-i	52.5f-l	71.5	2.25	1.37b-d	1	2.87	1.75
อินทรี 2	161.6	78.02cd	50.75f-i	52.75f-l	71.75	2.12	2a-d	1.12	2.26	1.60
Mean	149.14	74.4	52.09	56.72	57.2	2.04	1.64	1.4	2.19	1.75
F-test	ns	0.05	0.01	0.01	ns	ns	0.01	ns	ns	0.05
%c.v.	6.37	12.31	1.69	1.74	4.41	20.83	30.53	9.94	23.09	22.06

หมายเหตุ [1/]คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

Lb = leaf blight

Clean= ความสะอาดของต้น

ตารางผนวกที่ 8 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวติดเมล็ด(ซม.)		ปลายฝักเปลือย[2/] (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ติดเมล็ด				
KRSIS 1 / C#309	134.1	124	14.2op	21.39b-e	19.3a-e	2.09	4.27	0.84	14
KRSIS 2 / C#309	131.15	120.85	15.02d-o	19.71b-e	17.8f-o	1.91	4.03	0.79	14
KRSIS 3 / C#309	126.6	116.4	15.83a-f	18.64c-e	16.52o-r	2.12	4.49	0.84	16
KRSIS 4 / C#309	120.85	110.15	15.45a-m	20.09b-e	18.47d-m	1.62	4.37	0.96	14
KRSIS 5 / C#309	128.65	117.85	14.9e-p	28.19a	18.33d-m	9.86	4.26	0.86	14
KRSIS 6 / C#309	139.33	129.4	15.75a-h	21.29b-e	19.47a-d	1.81	3.95	0.77	14
KRSIS 7 / C#309	118.8	108.25	14.95d-o	19.46b-e	17.69g-p	1.77	4.17	0.87	14
KRSIS 8 / C#309	126.3	115.8	14.8g-p	20.01b-e	17.74g-p	2.27	4.06	0.79	14
KRSIS 9 / C#309	95.9	85.2	14.52k-p	19.50b-e	17.23k-r	2.27	4.19	0.93	14
KRSIS 10 / C#309	118.65	108.25	14.5m-p	20.39b-e	17.66g-p	2.73	3.81	0.85	14
KRSIS 11 / C#309	135.8	125.6	15.95a-d	22.75b	19.05a-g	3.70	4.27	0.80	14
KRSIS 12 / C#309	136.35	121.55	15.52a-k	20.7b-e	18.88-g	1.82	3.9	0.79	14
KRSIS 13 / C#309	133.6	122.86	15.65a-i	21.3b-e	19.16a-f	2.14	3.915	0.8	14

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวติดเมล็ด(ซม.)		ปลายฝักเปลือย[2/] (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ติดเมล็ด				
KRSIS 14 / C#309	115.9	100.9	14.75h-p	20.10b-e	16.49o-r	3.61	3.9	0.79	12
KRSIS 15 / C#309	128.9	123.4	15.15c-o	22.12b-d	20.17a	1.94	4.27	0.86	14
KRSIM 1 / C#309	128.8	119.15	15.25b-n	22.63bc	20.01a-c	2.61	4.19	0.76	14
KRSIM 2 / C#309	129.15	118.95	15d-o	19.17b-e	17.35i-r	1.82	3.92	0.77	14
KRSIM 3 / C#309	122	111.15	15.1c-o	20.42b-e	18.31d-m	2.105	4.31	0.91	16
KRSIM 4 / C#309	130.7	120.55	15.45a-m	19.97b-e	18.34d-m	1.62	4	0.80	14
KRSIM 5 / C#309	116.8	106.2	15.3b-n	19.52b-e	17.19l-r	2.32	3.96	0.85	14
KRSIM 6 / C#309	121.3	116.1	15.3b-n	20.52b-e	17.48h-g	3.0	4.31	0.99	14
KRSIM 7 / C#309	130.4	119.93	15.45a-m	22.69bc	19.51a-d	3.18	4.02	0.82	14
KRSIM 8 / C#309	138.6	129.13	15.35b-n	21.38b-e	19.99a-c	1.39	4.16	0.83	14
KRSIM 9 / C#309	133.33	122.4	15.6a-j	20.77b-e	18.59d-k	2.18	4.12	0.78	14
KRSIM 10 / C#309	130.9	120.6	15d-o	18.73b-e	16.39p-g	2.34	3.89	0.82	14
KRSIM 11 / C#309	129.55	119.05	15.1c-o	19.79b-e	17.3j-r	2.49	4.09	1.19	12

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวติดเมล็ด(ซม.)		ปลายฝักเปลือย[2/] (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ติดเมล็ด				
KRSIM 12 / C#309	130.8	115.35	16.1a-c	18e	16.04r	1.96	4.46	0.90	16
KRSIM 13 / C#309	132.85	117.1	15.65a-i	22.21b-d	18.72b-i	3.48	4.08	0.78	14
KRSIM 14 / C#309	120.7	104.8	14.8g-p	20.18b-e	18.57d-l	1.605	4.36	0.80	14
KRSIM 15 / C#309	132.33	121.33	14.65i-p	19.64b-e	17.29j-r	2.34	4.37	0.86	14
KRSIT 1 / C#309	134.45	123.8	14.6i-p	19.98b-e	17.69g-p	2.29	6.19	0.80	14
KRSIT 2 / C#309	134.05	118.5	14.7i-p	19.55b-e	17.18m-r	2.37	4.09	0.77	14
KRSIT 3 / C#309	133.13	122.66	16.4a	18.38de	16.23gr	2.15	4.32	0.76	16
KRSIT 4 / C#309	131.6	120.45	15.42a-m	20.4b-e	17.98f-o	2.42	4.41	0.89	14
KRSIT 5 / C#309	113.65	107.8	14.85f-p	19.66b-e	17.74g-p	1.925	4.28	1.28	14
KRSIT 6 / C#309	126.8	111.85	15.25b-n	21.07b-e	19.10a-f	1.97	4.07	0.79	14
KRSIT 8 / C#309	121.65	111.5	16.2ab	19.74b-e	17.67g-p	2.06	4.23	0.80	14
KRSIT 9 / C#309	131.25	120.8	14.95d-o	19.31b-e	17.34i-r	1.97	3.94	0.84	14
KRSIT 10 / C#309	118.4	107.8	15.53a-k	19.33b-e	17.35i-r	1.985	4.09	0.92	14

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวติดเมล็ด(ซม.)		ปลายฝักเปลือย[2/] (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ติดเมล็ด				
KRSIT 11 / C#309	123.7	113.7	15.35b-n	22.64bc	18.66c-i	3.98	3.93	0.72	14
KRSIT 12 / C#309	129	118.6	14.8g-p	21.05b-e	19.03a-g	2.01	4.125	0.84	14
KRSIT 13 / C#309	134.1	123.65	15.65a-i	21.42b-e	18.73b-i	2.69	4.24	0.87	14
KRSIT 14 / C#309	118.2	107.75	15.9a-e	20.7b-e	17.72g-p	2.97	4.16	0.86	14
KRSIT 15 / C#309	132.45	122.2	14.95d-o	22.78b	19.55a-d	3.22	4.19	0.82	14
KRSIR 7 / C#309	133.93	123.06	14.45m-p	20.57b-e	18.43d-m	2.14	4.25	0.82	14
KRSIR 2 / C#309	132.1	121.8	15.25b-n	20.13b-e	17.32j-r	2.80	4.11	0.84	14
KRSIR 10 / C#309	131.6	121	15.5a-l	19.97b-e	17.93f-n	2.04	4.32	0.73	16
KRSIR 8 / C#309	123.2	112.5	15.5a-l	19.92b-e	17.89f-n	2.02	4.32	0.87	14
KRSIR 3 / C#309	124.6	111.6	15.17c-o	21.2b-e	17.9f-n	3.3	4.16	0.82	14
KRSIR 9 / C#309	121.6	110.95	15.2b-o	19.79b-e	17.44h-g	2.34	4.12	0.83	14
KRSIR 4 / C#309	126.75	115.95	14.4n-p	20.53b-e	19.12a-f	1.41	4.35	0.90	14
KRSIR 6 / C#309	118.1	107.75	15d-o	21.22b-e	18.8b-h	2.41	4.27	0.91	14

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	Pericarp(μ)[1/]		ความหวาน (องศาบริกซ์)	ความยาวติดเมล็ด(ซม.)ยาว		ปลายฝักเปลือย[2/] (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	ความลึกเมล็ด (ซม.)	จำนวนแถว
	Germinal	Abgerminal		ยาวสุด	ติดเมล็ด				
KRSIR 1 / C#309	126.75	121.55	15.35b-n	21.74b-e	19.32a-e	2.41	4.12	1.05	14
KRSIR 5 / C#309	127.75	116.95	15.8a-g	20.49b-e	18.46d-m	2.03	4.22	1.3	14
ATS 5	126.4	116.2	13.93p	17.91e	16.51o-r	1.4	4.395	0.99	14
Hybrix 3	130.6	120.4	15.15c-o	18.4de	17.28k-r	1.12	4.805	0.935	18
อินทรี 2	131.96	125.20	15.83a-f	17.98e	16.77h-r	1.20	4.24	0.89	14
Mean	127.43	116.73	15.21	20.48	18.08	2.4	4.21	0.86	14.15
F-test	ns	ns	0.01	0.01	0.01	ns	ns	ns	ns
%C.V.	9.56	10.23	3.71	11.09	4.34	95.01	13.02	23.49	5.57

หมายเหตุ [1/] Germinal = เปลือกเมล็ดด้านต้นอ่อน

Abgerminal = เปลือกเมล็ดด้านตรงข้ามต้นอ่อน

[2/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวสุดของฝัก – ความยาวติดเมล็ด

ตารางผนวกที่ 9 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดหวานพิเศษ(*sh2*) ทั้งหมด 54 คู่ผสม ร่วมกับ พันธุ์การค้าATS5 Hybrix 3 และพันธุ์เปรียบเทียบ (อินทรี 2) ปลูกทดสอบ ณ. ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ใน เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2549

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIS 1 / C#309	3.75	2.25	2.25	2	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีสวย ฝักสวย ฉ่ำน้ำ กรอบ
KRSIS 2 / C#309	4	4	2	3	4.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	หวาน pericarpติดฟัน
KRSIS 3 / C#309	4.5	2	2.5	2	3.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	pericarp เหนียว
KRSIS 4 / C#309	1.75	1.5	2	1.25	2	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีอ่อน ไหมน้ำตาล	มีกลิ่น
KRSIS 5 / C#309	3	3	1.75	3	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย สีสวย pericarpไม่เหนียว
KRSIS 6 / C#309	2.25	2.25	1.75	1.5	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ทรงฝักอ้วน กลิ่น
KRSIS 7 / C#309	3.5	3.5	2	3	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ไม่ดี นุ่ม
KRSIS 8 / C#309	3	1.75	1.75	3.25	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมื่อชิมแล้วเคี้ยวง่ายแต่เปลือกหุ้มแหนียว
KRSIS 9 / C#309	4.5	4	3	2.5	4.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติไม่อร่อย
KRSIS 10 / C#309	3	2	2.5	1.25	3.5	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	นุ่ม
KRSIS 11 / C#309	3	2.5	3	1.75	2.9	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติจืด pericarp ไม่เหนียวแต่หนา
KRSIS 12 / C#309	2.25	1.5	1.5	1.75	2	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมน้ำตาล	กลิ่นหอม

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIS 13 / C#309	3	1.75	2	1.25	3.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กรอบ
KRSIS 14 / C#309	3.5	3.75	3.5	3	4	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รูปทรงสวย ยาว อร่อย แต่ฝักไม่ uniform
KRSIS 15 / C#309	2	1.75	2	1.5	2.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	หอมอร่อย pericarp หนา
KRSIM 1 / C#309	2.75	2.25	2	1.75	4	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมน้ำตาล	นุ่มฝักสวย
KRSIM2 / C#309	3.75	3.75	2.5	3.5	4.5	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กรอบ เมล็ดใหญ่
KRSIM 3 / C#309	3.25	1.5	1.75	1.25	2.8	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมื่อชิมแล้วเคี้ยวง่าย
KRSIM 4 / C#309	3.5	2.15	1.75	2.25	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นเล็กน้อย/ติดฟัน รสชาติอร่อย
KRSIM5 / C#309	3	2.5	2	3	2.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	จืดกรอบ/เคี้ยวง่าย/คล้าย waxy
KRSIM 6 / C#309	3.15	2	2	1.5	3.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กลิ่น pericarpติดฟัน
KRSIM 7 / C#309	3.5	1.75	1.75	2.25	3.65	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติจืด
KRSIM 8 / C#309	3	2.75	1.25	3	4.25	สีเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาล	สีสวย นุ่ม
KRSIM 9 / C#309	3	2.75	1.75	2.25	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีเมล็ดไม่สม่ำเสมอ
KRSIM 10 / C#309	3	2.25	1.9	1.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ มีกลิ่น pericarpหนา

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIM 11 / C#309	2.75	2	2	2.75	3.15	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย/สีสวย/อร่อย
KRSIM 12 / C#309	3.5	2.8	3.5	3	4	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	
KRSIM 13 / C#309	2	1.25	2	2.25	2.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น
KRSIM 14 / C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIM 15 / C#309	3.25	2.25	2	2.75	4.15	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	นุ่ม/หวาน
KRSIT 1 / C#309	4.5	3.25	2	3.75	4.5	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่นเล็กน้อย pericarpหนา
KRSIT 2 / C#309	3.75	3.5	3.5	2	4	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	pericarp เหนียว
KRSIT 3 / C#309	3	2	1.5	1.5	2.65	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมื่อชิมแล้วเคี้ยวง่าย
KRSIT 4 / C#309	3.75	2	2.25	1.5	3.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติจืดแต่เมื่อชิมแล้วเคี้ยวง่ายมาก คล้ายwaxy
KRSIT 5 / C#309	2	1.5	1.5	1.5	1.85	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	มีกลิ่น
KRSIT 6 / C#309	3	2.5	3.25	2.25	3.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีไม่สวย/เรียงเมล็ดไม่สวย
KRSIT 8 / C#309	3.5	1.75	1.25	3	4	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	pericarp ไม่เหนียว

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIT 9 / C#309	4.5	3.5	1.5	2	5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ติดเมล็ดน้อย
KRSIT 10 / C#309	2.75	2	1.5	2.25	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	pericarp ไม่เหนียว
KRSIT 11 / C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIT 12 / C#309	2.5	1.75	1.5	1.5	1.9	สีเหลืองไล่ระดับ/ไหมสีน้ำตาล	กรอบ หวาน นุ่ม/มี่กลิ่น
KRSIT 13 / C#309	3.75	3.5	3	2.75	4.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ฝักสวย กลิ่น
KRSIT 14 / C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIT 15 / C#309	4.1	4	2.5	2.75	4.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	ทรงฝักอ้วน
KRSIR 1 / C#309	4.75	3.5	2.5	2.75	4.75	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	สีสวย เปลือกหุ้มเมล็ดเหนียว
KRSIR 2 / C#309	2.75	1.75	2.75	2	3.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	-
KRSIR 3 / C#309	3.5	2	3	1.5	3.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	หอม/นุ่ม
KRSIR 4 / C#309	1.5	1.75	1.75	2.5	2.25	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	รสชาติหวาน
KRSIR 5 / C#309	3	1.75	2.5	2.5	3	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	pericarp ไม่เหนียว
KRSIR 6 / C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIR 7 / C#309	2.5	2	1.5	1.75	3	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	-

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

คู่ผสม	ความหวาน	ความบาง[1/]	ความกรอบ	ความนุ่ม	ความชอบ	สีเมล็ดและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
KRSIR 8 / C#309	4	2.5	1.5	2.5	3.5	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมื่อชิมแล้วเคี้ยวยาก
KRSIR 9 / C#309	-	-	-	-	-	-	-
KRSIR 10 / C#309	4	2.5	1.5	1.75	4.25	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	กรอบ
ATS 5	1.5	1.75	1.5	2	2.75	สีเหลืองไล่ระดับจนถึงสีขาว ไหมสีน้ำตาล	เมล็ดใหญ่ ความหวานสูง
Hybrix 3	2	2.25	1.5	2.25	2.2	สีเหลืองเข้มไล่ระดับจนถึงสีอ่อน ไหมน้ำตาล	ทรงฝักป้อม
อินทรี 2	2.3	2.25	1.95	2.05	2.55	สีเหลืองไล่ระดับจากอ่อนถึงเข้ม ไหมน้ำตาล	สีสวย pericarp ค่อนข้างหนา เหนียว

หมายเหตุ คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[1/] ความบาง = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวชฎามาศ จิตต์เลขา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	28 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	อำเภอ เมือง จังหวัด ปัตตานี
ประวัติการศึกษา	วทบ.(เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-