วิทยานิพนธ์

ศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมเพื่อพัฒนาลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว

Potential of Composite Line Methods for the Development of Waxy Corn Hybrid (*Zea mays* L.)

นางสาวอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา	พืชไร่นา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมเพื่อพัฒนาลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว

Potential of Composite Line Methods for the Development of Waxy Corn Hybrid (*Zea mays* L.)

นามผู้วิจัย นางสาวอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(ศาสตราจารย์กฤษฎา สัมพันธารักษ์, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ประภา ศรีพิจิตต์, D.Agr.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์, M.S.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมเพื่อพัฒนาลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว

Potential of Composite Line Methods for the Development of Waxy Corn Hybrid (*Zea mays* L.)

โดย

นางสาวอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2551

อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ 2551: ศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมเพื่อพัฒนาลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: ศาสตราจารย์กฤษฎา สัมพันธารักษ์, Ph.D. 114 หน้า

นำสายพันธุ์ BC_1F_1 จำนวน 5 สายพันธุ์ต่อคู่ผสม รวมทั้งหมด 3 คู่ผสมที่ได้มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว sh2/sh2//wx///$sh2F_1$ มาผสมตัวเองต่อไป จนถึงชั่ว BC_1S_2 ก่อนทำการผสมต่อเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดโดยวิธี 1) selfed family selection (SFL) 2) mass sibbed selection (MSL) 3) topcrossed family selection (TCL) และ 4) recurrent sibbed selection (RSL) ทำให้มีสายพันธุ์ทั้งหมดรวมกัน 60 สายพันธุ์ หลังจากผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบ Agwx 20 ในชั่ว BC_1S_4 ของ SFL และชั่วที่ 1 ของการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ของอีก 3 วิธี ผลของการทดสอบนำมาคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรด 2 สายพันธุ์จากแต่ละวิธี โดยคัดเลือกในชั่ว BC_1S_6 ของ SFL ผสมข้ามภายในสายพันธุ์ (sibbing) 4 ครั้ง ในวิธี MSL และ TCL และผสมตัวเองและผสมข้ามอย่างละ 2 ครั้ง ในวิธี RSL ทำการผสมแบบพบกันหมดใน 8 สายพันธุ์ ได้คู่ผสม 28 คู่ ก่อนนำเข้าทดสอบผลผลิต พร้อมกับสายพันธุ์อินเบรดทั้งหมด

วิธี RSL ให้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อพิจารณาจากผลผลิตโดยเฉลี่ยของสายพันธุ์อินเบรดทั้งหมดของแต่ละวิธี ตามด้วย MSL, SFL, และ TCL ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ WSFL 25 และ WRSL 22 ค่อนข้างโดดเด่นในการให้ลูกผสมที่ดี เนื่องจากลูกผสม 8 ใน 10 อันดับแรกมีสายพันธุ์ดังกล่าวร่วมอยู่ด้วยอย่างละ 4 คู่ผสม ผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าผลผลิตไม่ใช่ดัชนีบ่งชี้ถึงสมรรถนะการผสมที่ดีของสายพันธุ์ แต่ผลผลิตที่สูงของอินเบรดมาจากผลบวกสะสมของยีนข่ม ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ดีที่จะเลือกโดยใช้ผลผลิตเป็นเกณฑ์ในชั่วแรก ๆ ตามด้วยการทดสอบสมรรถนะการผสมของคู่ผสม ลักษณะทางคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวโดยปกติควบคุมด้วยยีนแฝง ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ข้อได้เปรียบของวิธี RSL โดดเด่นอย่างชัดเจนทั้งในเหตุผลในทางทฤษฎีและจากผลของการทดลอง

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Amarawan Tippayawat 2008: Potential of Composite Line Methods for the Development of Waxy Corn Hybrid (*Zea mays* L.). Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Professor Krisda Samphantharak, Ph.D. 114 pages.

Five lines of BC_1F_1 of each of 3 families of which derived from crossing between shrunken inbreds and a waxy inbred, sh2/sh2//wx///$sh2F_1$. Afterward, they were selfed up to BC_1S_2. Each of them was subjected to 4 selection methods : e.g. 1) selfed family selection (SFL), 2) mass sibbed family selection (MSL), 3) topcrossed family selection (TCL) and 4) recurrent sibbed selection (RSL). Therefore, 15 lines from each method and total of 60 lines were derived. They were testcrossed to a tester, Agwx 20 in BC_1S_4 generation of SFL and the first sibbing generation of other 3 methods. Two lines from each method, based on their testcross performance were selected in BC_1S_6 generation of SFL, 4^{th} sibbing generation of MSL and TCL and 2 generations each for selfing and sibbing of RSL. The 8 derived lines were diallel crossed to obtain 28 crosses. They were subjected to yield trial along with all inbreds in the 7^{th} generation of selection.

The RSL showed highest yield potential of inbreds followed by MSL, SFL and TCL respectively. However, WSFL 25 and WRSL 22 were distinctively exceptional in hybrid combinations since 8 out of the top – 10 crosses, 4 each were from combinations of each line. The results indicated that yield of inbred does not a good parameter for high combining ability of a line. However, high yield inbred resulted from additive effect of dominance (homozygous dominance) and therefore, it is a good reason to select for high yield inbred in early generations before testing for the best combination in later generation. Morever, quality traits of waxy corn normally controlled by recessive genes as such the advantages of the RSL are distinctively evident, theoretically and empirically.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความเมตตาและกรุณาอย่างยิ่งจาก ศ.ดร. กฤษฎา สัม-พันธารักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าจักขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสอนสั่ง อบรม เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และให้คำปรึกษาทางด้านความรู้วิชาการและถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ ในการดำเนินงานวิจัยและการดำเนินชีวิต ตลอดจนแก้ไขปรับปรุง ขัดเกลา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. ประภา ศรีพิจิตต์ กรรมการสาขาวิชาเอก รศ. อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ กรรมการวิชารอง และ รศ.ดร. อำนวย จรด้วง ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำทางด้านความรู้วิชาการ และการดำเนินงานวิจัย กำลังใจ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้พิจารณาทุนที่ทำให้ข้าพเจ้า“ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์” ซึ่งข้าพเจ้าได้นำทุนนี้มาสนับสนุนในการทำวิจัยนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วีระศักดิ์ ดวงจันทร์ อาจารย์วิชัย ลิ้มกาญจนพงศ คุณคัมภีร์ พรหมบุตร คุณนฤมล ศรีสมุทร ที่ได้เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ฝึกฝน และแสวงหาความรู้งานด้านนี้อย่างจริงจัง ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ตลอดจนทุกๆท่านที่ได้ร่วมปฏิบัติงาน ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และภาควิชาพืชไร่นา มก. ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อทุกๆด้าน และขอขอบคุณศิษย์ผู้ร่วมโครงการ ตลอดจนเพื่อนๆและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จไปด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และญาติๆ ที่ให้การเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้ความรัก เสียสละในการสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังทรัพย์และความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ตลอดจนเป็นกำลังใจที่สำคัญในการเล่าเรียนเพื่อก่อให้เกิดความอดทนวิริยะจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์เล่มนี้

หวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้คงก่อประโยชน์แก่ท่านผู้สนใจไม่มากก็น้อย หากมีความดีหรือมีประโยชน์ประการใด ขอมอบให้แด่ทุกท่านผู้มีพระคุณ คณาจารย์ผู้ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คุณบิดามารดาและอยู่เบื้องหลังความสำเร็จทั้งหมด

อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	41
สรุปผลการทดลอง	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างของปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนกลายพันธุ์เมื่ออยู่ร่วมกันสองหรือสามตัว ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน	10
2	ประวัติสายพันธุ์ของ BC_1F_1 25 คู่ผสมเดี่ยว	23
3	ประวัติสายพันธุ์ของ BC_1F_1 55 คู่ผสมสามทาง	24
4	แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCB	39
5	ผลผลิตฝักสดของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	43
6	ลักษณะคุณภาพของของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	45
7	ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	47
8	ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 12% ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว 10 สายพันธุ์แรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 32 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับ สายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 12 % และวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของ 8 สายพันธุ์อินเบรดที่ผ่านการคัดเลือก ด้วยวิธีการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ Agwx 20 โดยพิจารณาจากคุณภาพจากการกัดชิมของคู่ผสม ร่วมกับการพิจารณาลักษณะโดยทั่วไปด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ โดยคัดเลือก 2 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดจากแต่ละวิธีคัดเลือกสายพันธุ์	53
10	ผลผลิตฝักสด และลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	55
11	ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่แรกจาก 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	58
12	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	60
13	คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลผลิตฝักสดของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx 20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	73
2	ลักษณะทางเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx 20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	78
3	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548	83
4	ผลผลิต (ก.ก./เฮกตาร์) ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 32 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	89
5	ผลผลิตฝักสด และอัตราแลกฝักของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	92
6	ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสาย8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	100
8	คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มก. ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550	104

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ภาพแสดงการปลูกทดสอบผลผลิตของคู่ผสมเดี่ยวแบบ strip test (อัตรา 1:4) ระยะปลูก 0.75 × 0.30 เมตร โดยปลูกร่วมกับลูกผสมการค้า 1 พันธุ์ คือ Bigwhite 852 และพันธุ์เปรียบเทียบ Kwsx 91 29

2 แผนผังการดำเนินงาน 32

ภาพผนวกที่

ก การทดสอบละอองเกสร และทดสอบเมล็ดด้วยสารละลาย KI 109

ข ลักษณะเมล็ดของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว 5 สายพันธุ์แรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 32 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 110

ค ลักษณะฝักสด (5 ฝักดี) ของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 111

ง ลักษณะลำต้นของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 112

ศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมเพื่อพัฒนาลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว

Potential of Composite Line Methods for the Development of Waxy Corn Hybrid (*Zea mays* L.)

คำนำ

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่า ในกระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ ทั้งที่นำไปใช้โดยตรง ใช้สร้างลูกผสมหรือเพื่อสร้างประชากรฐานกว้าง การตอบสนองต่อการคัดเลือก ขึ้นอยู่กับความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรที่นำมาใช้ ความแม่นยำในการวัดข้อมูล หรือแม้แต่การคัดเลือกด้วยสายตา อย่างไรก็ตาม Rasmusson และ Phillips (1997) เสนอผลงานเกี่ยวกับข้าวบาร์เลย์ และ Troyer (1999) เสนอผลงานเกี่ยวกับข้าวโพด แสดงให้เห็นว่า การใช้สายพันธุ์อินเบรดพ่อแม่ที่มีความสัมพันธ์กันในทางพันธุกรรม สามารถปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นวิธีการที่สามารถยืดอายุการใช้งานของสายพันธุ์อินเบรดได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อต้องการรักษาลักษณะส่วนใหญ่ของสายพันธุ์เดิมไว้ ปัจจุบันการสร้างลูกผสมเดี่ยวมักเป็นวัตถุประสงค์หลักของการปรับปรุงพันธุ์โดยทั่วไป ผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดจึงมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าผลผลิตของลูกผสมจากสายพันธุ์นั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้การผลิตเมล็ดพันธุ์มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ แต่การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโดยการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องเพื่อสกัดสายพันธุ์อินเบรด มีผลทำให้สายพันธุ์อ่อนแอลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตลูกผสมเดี่ยว เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว Kinman (1952) เสนอแนะให้ใช้สายพันธุ์สังเคราะห์หรืออินเบรดฐานกว้าง (composite or broad line) โดยการผสมภายในสายพันธุ์ที่มาจาก S_1 แต่ละต้น เพื่อรักษาระดับผลผลิตของ S_1 ในขณะเดียวกันก็รักษาระดับความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่วิธีการของ Kinman (1952) ใช้วิธีการผสมอย่างอิสระภายในสายพันธุ์ S_1 ซึ่งทำให้สายพันธุ์ S_1 เข้าสู่สมดุลทางพันธุกรรมภายในเวลา 1 ชั่ว และไม่เปิดโอกาสให้มีการปรับปรุงสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง การนำวิธีการปรับปรุงประชากรในแบบวงจร มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างน่าจะเป็นผลดี Kunwar and Samphantharak (2003) สร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างโดยใช้หลักการปรับปรุงประชากรโดยวิธี allternate S_1-diallel-sibbed method พบว่า ค่าเฉลี่ยลูกผสมเมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมเดี่ยวเปรียบเทียบให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่มีลูกผสมภายในกลุ่มระหว่างสายพันธุ์อินเบรด S_4 x Broad line 1 คู่ผสม ที่ให้ผล

ผลิตสูงกว่าลูกผสมเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ผสมรวมที่สม่ำเสมอมากขึ้น จากการศึกษาของนฤมล (2548) ได้ผลที่สนับสนุนว่าสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างหรือสายพันธุ์ผสมรวมและลูกผสมอินเบรดฐานกว้างให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์อินเบรดที่ผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและมีความสม่ำเสมอค่อนข้างสูง กฤษฎา (2550) เสนอให้ใช้วิธี topcross ภายในสายพันธุ์ โดยเริ่มจากสายพันธุ์ S_1 และต่อเนื่องในชั่วหลัง ๆ เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของสายพันธุ์ผสมรวม นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธี recurrent sibbed line method ซึ่งประยุกต์จากวิธีของ Kunwar and Samphantharak (2003) โดยชฎามาศ (2550) ได้ทดลองสกัดสายพันธุ์อินเบรดด้วยวิธีการพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวม 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 พบว่าสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากการทดสอบผลผลิต 10 สายพันธุ์แรก ประกอบด้วย 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 อันดับแรกเลย แสดงว่าวิธี recurrent sibbed line และ mass sibbing within line มีประสิทธิภาพในการให้สายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตเหนือกว่าอีก 2 วิธี

เนื่องจากมีงานทดลองเกี่ยวกับวิธีสร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิธีสร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างที่พัฒนามาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ งานทดลองนี้จึงได้นำวิธีการต่าง ๆ จากงานทดลองของชฎามาศ (2550) มาทำการศึกษาในข้าวโพดข้าวเหนียว เพื่อที่จะยืนยันถึงประสิทธิภาพของวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างสายพันธุ์อินเบรดเพื่อสร้างลูกผสม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ผสมรวมที่ให้ผลผลิตของเมล็ดพันธุ์สูง มีศักยภาพในการให้ลูกผสม ของข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีผลผลิตตลอดจนคุณภาพของฝักสดสูง

การตรวจเอกสาร

ลักษณะพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียว

ข้าวโพดข้าวเหนียวเกิดจากการกลายพันธุ์ของยีน *Wx* ที่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 9 ตำแหน่งที่ 56 ไปเป็นยีนแฝง *wx* ซึ่งยีนแฝง *wx* มีผลทำให้ปริมาณ amylopectin ซึ่งเป็นแป้งที่มีโมเลกุลใหญ่จับกันแบบแตกแขนง (branch chain) และมีกิ่งก้านของโมเลกุลสูง (24 หน่วยของกลูโคส) ทำให้เมล็ดมีสีขุ่น ทึบแสง (Fergason, 1994) แป้งในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวจัดเป็นแป้งอ่อน (soft starch) มีเนื้อแป้งนิ่มเหนียวนุ่มเหมือนข้าวเหนียว เนื่องจากมีปริมาณ amylopectin สูง นอกจากนี้ ยังทำให้มีพวก water soluble polysaccharides สูง เช่น พวก dextrin ที่เหนียวเป็นเมือก (ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นแป้ง) ทำให้น่ารับประทาน ถึงแม้จะไม่หวานเหมือนกับข้าวโพดหวานก็ตาม แต่ลักษณะพันธุกรรม *wxwx* มีผลทำให้เกิด reducing sugar และ water soluble polysaccharides เพิ่มขึ้นจากข้าวโพดธรรมดา (*Wx_*) อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดข้าวเหนียวแต่ละพันธุ์ มีโมเลกุลของ amylopectin แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้รสชาติแตกต่างกัน (ประภา และคณะ, 2535)

เนื่องจากแป้งภายในเมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียวประกอบด้วย amylopectin สูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดธรรมดา ซึ่งมี amylopectin 71-72 เปอร์เซ็นต์ และมี amylose เพียง 28-29 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้แป้งภายในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวเมื่อถูกความร้อนจะเหนียวเหมือนขี้ผึ้ง ถ้าหากผ่าเมล็ดออกแล้วหยดสารละลายไอโอดีนลงไปบนแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีแดงทันที แต่ในเมล็ดข้าวโพดธรรมดา จะเปลี่ยนจากสีขาวหรือเหลืองกลายเป็นสีน้ำเงินหรือดำ (สนิท, 2527)

ลักษณะพิเศษของ amylopectin ที่ทำให้ข้าวโพดข้าวเหนียวไม่เหมือนข้าวโพดชนิดอื่น คือ เมื่อย้อมเอนโดสเปอร์ม หรือละอองเกสรด้วยสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์จะได้สีน้ำตาลแดง ขณะที่ข้าวโพดชนิดอื่นซึ่งมีปริมาณ amylose สูง จะให้สีน้ำเงินเข้มถึงดำ (Weatherwax, 1922) ทำให้การตรวจสอบยีน *wx* สามารถทำได้โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และสามารถแยกพันธุกรรม *WxWx* , *Wxwx* และ *wxwx* ได้อย่างชัดเจน เมื่อย้อมละอองเกสรของพวก *WxWx* จะให้สีน้ำเงินเข้มถึงดำ ส่วน *wxwx* จะให้สีน้ำตาลแดง และ *Wxwx* จะให้ทั้ง 2 สีปนกัน เนื่องจากละอองเกสรเป็น haploid ถ้าหากย้อมสีที่เมล็ด จะแยกได้เพียง 2 กลุ่ม คือ ให้สีน้ำเงิน (*WxWx* และ *Wxwx*) และ ให้สีน้ำตาลแดง *wxwx* (กฤษฎา, 2546) นอกจากนี้ Fergason (1994) ยังกล่าวว่า การย้อมสีที่ละอองเกสรช่วยให้สะดวกในการคัดเลือก ยีน *wx* ที่ต้องการ ก่อนที่จะทำการผสมเกสร ซึ่งเป็น

เทคนิคพิเศษที่สามารถนำมาใช้ในการผสมเกสร เพื่อถ่ายทอดยีน *wx* หรือ เพื่อตรวจสอบสายพันธุ์อินเบรดในโครงการผลิตสายพันธุ์อินเบรดของข้าวโพดข้าวเหนียว การผสมระหว่างข้าวโพดข้าวเหนียวกับข้าวโพดหวาน ทำให้มีการกระจายพันธุ์ในลักษณะของแป้งในชั่วแรก ๆ ของการผสมตัวเองเพื่อสกัดสายพันธุ์อินเบรด และมีความไม่ชัดเจนในการแยกเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยสายตา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมล็ดที่มีลักษณะพันธุกรรมของเอนโดสเปอร์มที่เป็นยีนคู่ผสม (*Wxwxwx* และ *WxWxwx*) และเมล็ดที่มีลักษณะพันธุกรรม *wxwxwx* จากการย้อมสีของเมล็ดด้วย KI ความเข้มข้น 1 N เมล็ดภายในฝักให้ระดับของสีตั้งแต่ แดง แดงอ่อน น้ำเงินอ่อนจนถึงน้ำเงินเข้ม จึงอาจเป็นไปได้ว่าลักษณะสีจากการย้อมสีด้วย KI ขึ้นอยู่กับปริมาณของแป้งข้าวจ้าว (amylose) และแป้งข้าวเหนียวภายในเมล็ด ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาผลบวกของยีน *Wx* ซึ่งทำให้แป้งมีสีเข้มขึ้นตามจำนวนของยีน *Wx* และถ้าหากสมมติฐานนี้ถูกต้อง การแยกลักษณะพันธุกรรมของต้นอ่อนในเมล็ดสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลของ xenia และย้อมสีด้วย KI ก่อนนำไปปลูกในชั่วต่อไป ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและลดความยุ่งยากในการทดสอบสีของละอองเกสรด้วย KI ในแปลงปลูก ซึ่งมีพืชที่ไม่ต้องการอยู่มาก นอกจากนี้การย้อมสีละอองเกสรในแปลงปลูกก่อนผสมเกสร ยังไม่สามารถทำได้ภายใต้สภาพอากาศที่แปรปรวน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีฝนและสภาพแปลงชื้นแฉะ การย้อมสีละอองเกสรกับพืชจำนวนมากยังเป็นงานที่น่าเบื่อหน่าย ต้องการสมาธิและผู้ทำงานที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ การย้อมเมล็ดยังสามารถแยกเมล็ดข้าวโพดหวานพิเศษปกติ (*sh2sh2WxWx*) ออกจากข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน (*sh2sh2wxwx*) ได้ในเวลาเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการย้อมละอองเกสรไม่สามารถทำได้ เพราะไม่สามารถแยกยีน *Sh2_* ออกจาก *sh2sh2* ได้ด้วยการย้อมละอองเกสร และผลการทดลองก็ได้แสดงให้เห็นชัดเจนว่า โทนสีของเอนโดสเปอร์มมีตั้งแต่สีแดง สีแดงอมน้ำเงิน สีน้ำเงินอมแดง และสีน้ำเงิน แสดงถึงลักษณะผลบวกของยีน *Wx* ในเอนโดสเปอร์มจาก *wxwxwx, wxwxWx, wxWxWx,* และ *WxWxWx* ตามลำดับ ทำให้สามารถแยกพันธุกรรมของต้นอ่อนในเมล็ดออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ *wxwx* (*wxwxwx*), *Wxwx* (*wxwxWx* และ *wxWxWx*) และ *WxWx* (*WxWxWx*) ในขณะที่การทดสอบละอองเกสรสามารถแยกพันธุกรรมของต้นแม่ออกได้เป็น 3 กลุ่มเช่นกัน คือ *wxwx* (สีแดงทั้งหมด), *Wxwx* (1แดง:1น้ำเงิน) และ *WxWx* (สีน้ำเงินทั้งหมด) ในกรณีที่มียีน *sh2* เข้ามาเกี่ยวข้องจะทำให้โทนสีต่าง ๆ เข้มขึ้น เกิดความยุ่งยากในการจำแนกโทนสีทั้งของละอองเกสรและเอนโดสเปอร์ม นอกเหนือจากนั้น การย้อมสีละอองเกสรไม่สามารถแยกกลุ่มข้าวโพดหวานพิเศษออกจากข้าวโพดกลุ่มอื่น ๆ แต่สามารถแยกได้โดยพิจารณาจากผลของ xenia ในเอนโดสเปอร์ม ซึ่งสามารถแยกข้าวโพดออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพด

ข้าวเหนียวหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่ ซึ่งมีพันธุกรรมของต้นอ่อนในเมล็ดเป็น *sh2sh2Wx_*, *sh2sh2wxwx*, *Sh2_wxwx* และ *Sh2_Wx_* ตามลำดับ นอกจากนี้ ลักษณะพันธุกรรมภายในกลุ่มย่อยยังสามารถแยกได้ด้วยโทนสีที่แตกต่างกันระหว่างยีนคู่แฝดและยีนคู่ผสมของแต่ละกลุ่ม ถึงแม้จะไม่มีความชัดเจนมากนัก (อัมราวรรณ , 2550)

สีของเมล็ด

ทิพย์ (2529) ทำการรวบรวมพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวภายในประเทศไทย พบว่า เมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียวมีหลายสี ตั้งแต่สีขาวและสีอื่น ๆ จนกระทั่งเป็นสีดำ และ สีเหลืองสลับขาว แต่ผู้บริโภคฝักสดส่วนมากนิยมสีเหลืองและสีขาว ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับแต่ละท้องถิ่น เช่น ในแถบจังหวัดนครสวรรค์ มีข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์คราบงู ซึ่งในฝักจะประกอบไปด้วยเมล็ดสีต่าง ๆ ทั้งสีขาว ม่วงอ่อน และม่วงเข้ม สลับกันดูคล้ายคราบงู หรือที่จังหวัดอุบลราชธานี มีข้าวโพดข้าวเหนียวชื่อเทียนสำลี ซึ่งมีสีเหลือง หรือ ในแถบจังหวัดเชียงใหม่ มีข้าวเหนียวพันธุ์เทียนอุ้มหรือเทียนโอ้ม ซึ่งมีฝักเล็ก เมล็ดมีสีม่วงเข้ม ม่วงอ่อน และสีขาวคละกันภายในฝัก เป็นต้น

ราเชนทร์ (2539) กล่าวว่า สีของเมล็ดเหล่านี้เกิดจากการสะสมสารแอนโธไซยานิน (anthocyanin) และสีอื่น ๆ ในชั้นของเปลือกหุ้มเมล็ด (pericarp), เยื่อหุ้มเมล็ด (aleurone) และเอนโดสเปอร์ม นักวิทยาศาสตร์พบว่า ลักษณะสีแดงที่ปรากฏบนเปลือกหุ้มเมล็ด และแกนฝัก (cob) ถูกควบคุมด้วยยีน *ys* ในโครโมโซมคู่ที่ 7 ตำแหน่งที่ 44 และยีนที่ควบคุมลักษณะสีขาวของเอนโดสเปอร์ม คือ ยีนที่ตั้งอยู่ในโครโมโซมคู่ที่ 9 ตำแหน่งที่ 26 ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้ โดยมีปฏิกิริยาของยีนทั้งในแบบข่มและผลบวก (dominant and additive gene action)

ความนุ่มและความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด

Culpepper and Magoon (1924) รายงานว่าคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญดังนี้ 1) ระดับความนุ่มและความเหนียวของเปลือกหุ้มเมล็ด 2) อัตราส่วนของ water soluble polysaccharide 3) ปริมาณน้ำตาล 4) ปริมาณของ polysaccharide ที่สะสมในเอนโดสเปอร์ม และ 5) โครงสร้างของเอนโดสเปอร์ม Gomez *et.al.* (1963) พบว่า ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความอ่อนนุ่มของข้าวโพดหวาน นอกจากนี้ลักษณะเนื้อแป้ง (texture)

ของเอนโดสเปอร์มและความฉ่ำน้ำก็มีอิทธิพลต่อความอ่อนนุ่มของข้าวโพดหวานเช่นกัน แต่เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมการสูญเสียความชื้นของเมล็ด พันธุกรรมที่มีผลต่อระดับน้ำตาลและ WSP ต่างก็มีบทบาทในการควบคุมการสูญเสียความชื้นและมีผลต่อความอ่อนนุ่มของเมล็ด Bailey and Bailey (1938) ; Ito and Brewbaker (1981) ให้ความเห็นตรงกันว่า ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด มีความสัมพันธ์ในทางลบกับความนุ่ม โดยศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์และสายพันธุ์ต่าง ๆ ของข้าวโพดหวาน พบว่ามีความแตกต่างกันมาก และจากการศึกษาทางด้านปรับปรุงพันธุ์พบว่า ลักษณะนี้สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยไม่ยากนัก และมีดัชนีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะสูงพอควร และสามารถลดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดได้ด้วยการใช้วิธีคัดรวม (mass selection) ในการลดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดจาก 74 ไมครอน ของประชากรพื้นฐาน (C_0) ลงเหลือเพียง 53 ไมครอน ในการคัดเลือกรอบที่ 3 (C_3) คิดเป็น 6.8 ไมครอน ต่อรอบการคัดเลือก

Tracy and Galinat (1987) กล่าวว่า เปลือกหุ้มเมล็ด เป็นชั้นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดของเมล็ดข้าวโพด และลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ดที่บางมีบทบาทสำคัญมากต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดรับประทานฝักสด รวมทั้งความนุ่มเนื้อของเมล็ดข้าวโพดด้วย สอดคล้องกับ Tracy (1994) ที่กล่าวว่า ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นส่วนสำคัญของการให้ความรู้สึกนุ่มและเป็นที่ยอมรับในการบริโภคของข้าวโพดรับประทานฝักสด และเป็นลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องการ จากการศึกษาพบว่า ลักษณะความหนา-บางของเปลือกหุ้มเมล็ดถูกควบคุมด้วยยีน 2-5 ตำแหน่ง และมีการแสดงออกแบบ partial dominance (Ito and Brewbaker, 1981) แต่ Richardson (1960) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดใน ข้าวโพดคั่ว (popcorn) บนจุดต่าง ๆ ในแต่ละส่วนของฝักและอายุของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวต่างกัน นอกจากนั้น ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด โดยใช้สายพันธุ์แท้ที่มีแหล่งกำเนิดต่างกัน 5 สายพันธุ์ โดยนำมาผสมแบบพบกันหมด ในแบบผสมสลับพ่อสลับแม่ จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดใน F_1 ที่ผสมสลับพ่อสลับแม่ ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าไม่มีผลกระทบเนื่องจากไซโตพลาสซึมของฝ่ายแม่ (maternal effect) และความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นลักษณะทางคุณภาพ (qualitative trait) นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดที่บางถูกควบคุมด้วยยีนเพียง 1 ตัว และการแสดงออกแบบข่ม แต่จะมีกลุ่มของยีนประยุกต์ที่ซับซ้อน (modifier complex genes) มาทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดหนาขึ้น หรือบางลง จากการประเมินความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด พบว่า ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดในข้าวโพดหัวบุ๋ม เป็นลักษณะทางปริมาณ (quantitative trait) ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะแบบแคบ (narrow sense

heritability) สูงถึง 80-82 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) แสดงว่าลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมต่ำ และไม่มี metaxenia effect (เกสรตัวผู้ไม่มีผลต่อการแสดงออกในเนื้อเยื่อของต้นแม่ ในลักษณะความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด) และไม่พบความแตกต่างเมื่อผสมสลับพ่อสลับแม่ (Helm and Zuber, 1972)

ความนุ่ม (tenderness)

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 *wx1* คู่ มีองค์ประกอบของแป้ง amylopectin สูง ส่งผลให้เมล็ดมีความเหนียวนิ่มเมื่อสุก (ราเชนทร์, 2539)

ความหวานและความหอม

Flora and Wiley (1974) กล่าวว่า ความหวานเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของรสชาติข้าวโพดหวานเนื่องจากปริมาณน้ำตาลและแป้งในเมล็ด น้ำตาลที่มีบทบาทต่อความหวานของข้าวโพดหวานคือ ซูโครส และฟรุกโตส ซึ่งควบคุมด้วยยีนแฝง (recessive genes) ทำให้กระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตในเอนโดสเปอร์มเกิดได้ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปเป็นแป้งถูกจำกัดจึงเกิดการสะสมน้ำตาลซูโครสภายในเมล็ดมากขึ้น และเมื่อเมล็ดแก่เต็มที่จะมีลักษณะเหี่ยวย่น (Camenon and Haward, 1954) ข้าวโพดหวานเดิมจะมีน้ำตาลในเมล็ดสูงและมีการสะสมไฟโตไกลโคเจน (phytoglycogen) ซึ่งเป็น water soluble polysaccharide (WSP) มีผลทำให้แป้งลดน้อยลงเนื่องจากยีน 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)

แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดรับประทานฝักสด รวมทั้งข้าวโพดข้าวเหนียวให้ดีขึ้น สามารถทำได้โดยการนำลักษณะที่ต้องการจากข้าวโพดชนิดหนึ่งไปให้กับอีกชนิดหนึ่ง เช่น การเพิ่มความหวานให้กับข้าวโพดข้าวเหนียว โดยการใช้ยีนความหวานจากข้าวโพดหวาน shrunken-2 (*sh2*) หรือการใช้ยีนความหวานอื่น ๆ ร่วมกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีนกลายพันธุ์เมื่ออยู่ร่วมกันสองหรือสามตัว ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน

Genotype	Interaction	Mature Kernel Phenotype[a]
ae1 bt1	epistasis (*bt1)*[b]	shrunken, opaque to tarnished
bt2 su1	epistasis (*bt2)*	shrunken, translucent to tarnished
sh1 su1	complementary	extremely wrinkled, glassy with opaque sectors
o2 sh	epistasis (*sh1)*	collapsed, opaque
ae1 sh2 wx1	epistasis (*sh2)*	shrunken, opaque
su1 wx1	epistasis (*su1)*	wrinkled, glassy to opaque
ae1 su1	complementary	not as full as *ae*, translucent (tarnished in S.C.[c]) may have opaque caps
ae1 o2	epistasis (*o2)*	opaque, tarnished sectors in W23 × L317 background
fl1 sh2	epistasis (*sh2)*	shrunken, opaque
du1 fl1	pistasis (*fl1)*	opaque
ae1 su1 su2	complementary	partially wrinkled, translucent to tarnished
ae1 du1 wx1	complementary	shrunken, opaque to tarnished; S.C. semi-collapsed opaque

[a] Based on Garwood and Creech.[56]

[b] Gene expressed is given in parentheses.

[c] S.C. Sweet corn.

Source: From Hallauer, A.R., *Specialty Corns* (2 nd). CRC Press, Boca Raton, FL, 2001. With permission.

ในบรรดาปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนแฝงนั้น มีพันธุ์ที่จำหน่ายเป็นการค้าเพียง 2 ชนิด คือ *su se* และ *ae du wx* แต่ก็ใช่ว่าปัญหาต่าง ๆ จะหมดไป *su se* ให้ข้าวโพดหวานที่มีความหวานสูงขึ้นมี WSP สูง ทำให้นุ่ม แต่การสูญเสียความหวานก็เป็นไปอย่างรวดเร็วเหมือนกับข้าวโพดหวานที่มียีน *su* เพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่สามารถเก็บได้นาน

ในกรณีของ *ae du wx* นั้น น่าจะทำการปรับปรุงพันธุ์ได้ยากมาก เพราะการสร้างให้เมล็ดข้าวโพดมียีน 3 ตัว อยู่ในสภาพของยีนแฝงทั้งหมดนั้นค่อนข้างลำบาก และต้องใช้เวลานาน และยังมีรายงานว่ามีปัญหาเรื่องความงอก ซึ่งปัญหาเรื่องความงอกนี้อาจจะเป็นธรรมชาติของข้าวโพดหวาน ซึ่งมีน้ำตาลสูงในช่วงการสร้างเมล็ด ทำให้มีอาหารสำรองของต้นอ่อนน้อย และมีโรคราบนเมล็ดได้ง่าย แต่การคัดเลือกเพื่อเพิ่มอัตราการงอกก็สามารถทำได้

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 ถ้าสายพันธุ์ผู้ให้มีการปรับตัวต่ำ และมีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง จำนวนการผสมกลับย่อมต้องมากครั้งขึ้น เพื่อปรับสมดุลของยีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสมข้ามพืชต่างชนิดหรือพืชที่นำเข้ามาจากเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกับที่นำมาใช้อย่างมาก โดยทั่วไปถ้าไม่มีเหตุผลอื่นใดพิเศษ การผสมกลับเพียง 1-2 ครั้งน่าจะเพียงพอและยังเปิดโอกาสให้มีการกระจายพันธุ์ที่เกินขีดจำกัด 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 แสดงลักษณะทางพันธุกรรมออกมาในเนื้อเยื่อของต้นแม่ในรุ่นของการผสม ทำให้สามารถติดตามพันธุกรรมเหล่านั้นได้ในทุก ๆ รุ่นที่มีการผสมพันธุ์ ไม่ว่าลักษณะนั้น ๆ เป็นลักษณะข่มหรือลักษณะแฝง ตัวอย่างที่เด่นชัดคือลักษณะการแสดงออกของเอนโดสเปอร์มของเมล็ดข้าวโพด

ในกรณีที่ต้องการผสมข้ามระหว่างข้าวโพดไร่กับข้าวโพดหวาน เพื่อนำลักษณะที่ดีในข้าวโพดไร่เข้าสู่ข้าวโพดหวาน ผลจาก “ซีเนีย” ช่วยทำให้การคัดพันธุ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะลักษณะแสดงออกได้ทันที ในรุ่นที่มีการผสมพันธุ์ โดยไม่จำเป็นต้องไปปลูกในรุ่นลูก เช่น เมื่อผสมข้าวโพดไร่กับข้าวโพดหวาน *Sh2Sh2* x *sh2sh2* ข้าวโพดหวานจะแสดงลักษณะเป็นข้าวโพดไร่ (*Sh2sh2*) ทันทีในชั่วที่ทำการผสมและเมื่อนำไปปลูกเมล็ดภายในฝักของต้น F_1 จะมีลักษณะพันธุกรรม 1*Sh2Sh2* : 2*Sh2sh2* : 1*sh2sh2* ทำให้สามารถแยกเมล็ดข้าวโพดหวาน ออกจากเมล็ดข้าวโพดไร่ได้ในรุ่น F_1 (กฤษฎา, 2546) โดยไม่จำเป็นต้องไปปลูกพิสูจน์การผสมข้ามในชั่วถัดไป

ทำให้ง่ายต่อการแยกเมล็ดข้าวโพดหวานออกจากเมล็ดข้าวโพดไร่ ที่เกิดจากการผสมข้ามและปนกันอยู่ภายในฝักเดียวกัน แต่ถ้านำเมล็ด F_2 ที่ได้จากการผสมตัวเองของต้น F_1 ไปปลูกในชั่ว F_2 และผสมตัวเอง ต้นที่มียีนข่มคู่แฝด (*Sh2Sh2*) ⊗ แสดงลักษณะเมล็ดเป็นข้าวโพดไร่ทั้งหมด ต้นที่มียีนคู่ผสม (*Sh2sh2*) ⊗ ให้เมล็ดภายในฝักเป็นข้าวโพดไร่และข้าวโพดหวาน 3 : 1 ต้นที่มียีนแฝงคู่แฝด (*sh2sh2*) ⊗ ให้เมล็ดข้าวโพดหวานทั้งหมด ดังนั้นในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงสามารถทำได้ตั้งแต่ชั่ว F_1 หรือถ้าจะคัดเลือกในชั่ว F_2 ก็สามารถคัดต้นที่ดีได้ทั้งในพวกยีนคู่ผสม (*Sh2sh2*) และยีนแฝงคู่แฝด (*sh2sh2*) เพื่อนำไปปลูกในชั่ว F_3 ต่อไป ถ้าไม่มีผลของ “ซีเนีย” การคัดพันธุ์จะทำได้เฉพาะจากต้นที่มียีนแฝงคู่แฝด ซึ่งมีอยู่เพียง ¼ ของประชากร แต่ผลของ “ซีเนีย” ทำให้สามารถคัดพืชได้จาก ¾ ของประชากร โอกาสที่จะได้สายพันธุ์ที่ดีจึงสูงขึ้น ในเวลาที่รวดเร็วขึ้น ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์ในแต่ละชั่ว จึงสามารถนำเมล็ดที่มีลักษณะเป็นข้าวโพดไร่ จากต้นที่มีลักษณะพันธุกรรมคู่ผสม *Sh2sh2* ไปปลูกเพื่อคัดสายพันธุ์ต่อได้ ข้อดีของเมล็ดที่มีลักษณะพันธุกรรมคู่ผสม คือ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงสูง สามารถเก็บรักษาไว้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้นานกว่าเมล็ดที่มีลักษณะเป็นข้าวโพดหวาน (กฤษฎา, 2550)

ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว จึงไม่มีความจำเป็นต้องแยกโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดแต่ละประเภท เพราะข้าวโพดแต่ละประเภท โดยปกตินิยมใช้ยีนความหวานเพียงตัวเดียว ดังนั้นสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไม่ว่าข้าวโพดประเภทใด สามารถนำมาเปลี่ยนให้เป็นข้าวโพดประเภทต่าง ๆ ได้โดยวิธีผสมกลับ และไม่มีความจำเป็นต้องหาคู่ผสมใหม่เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมของข้าวโพดหวาน (กฤษฎา, 2548)

การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดด้วยวิธีการต่าง ๆ

การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดของข้าวโพด ที่มีฐานทางพันธุกรรมแคบ โดยการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์พี่น้องเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับสายพันธุ์อินเบรด และเพื่อที่จะรักษาระดับความสม่ำเสมอของลักษณะโดยทั่วไปไว้ในระดับที่ยอมรับได้ สายพันธุ์พี่น้องที่นำมาผสมกัน ควรต้องมีลักษณะโดยทั่วไปใกล้เคียงกันหรือคล้าย ๆ กัน เป็นการสร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง (broad line) เพื่อนำไปสู่การให้คู่ผสมที่ดี วิธีการนี้ดีกว่าการสกัดอินเบรดโดยการผสมตัวเองหลาย ๆ ชั่ว เนื่องจากการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องเพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ ทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม 50 % ต่อการผสมตัวเองแต่ละครั้ง เป็นเหตุให้สายพันธุ์นั้นๆ มีความอ่อนแอสูง มีผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสายพันธุ์พ่อแม่มียีนแฝงที่ทำให้เกิดการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมอยู่สูง การ

สร้างลูกผสมในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นลูกผสมเดี่ยว 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_1เอาไว้ โดยการปลูกสายพันธุ์ S_1 ฝักละ 2 แถว และใช้ละอองเกสรจากแถวที่ 1 ผสมไปหาฝักแถวที่ 2 และกลับกัน เมล็ดที่ได้เรียกว่า เมล็ดผสมรวมภายในสายพันธุ์หรือสายพันธุ์สังเคราะห์ หรืออินเบรดฐานกว้าง และเพื่อพิสูจน์ผลดีของแนวคิดดังกล่าว จึงทำการผสมตัวเองของพืชในแถวแรกพร้อม ๆ กับผสมข้ามไปหาพืชในแถวที่สอง หลังจากการผสมข้ามดังกล่าวไปสามชั่ว ได้สายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างกว้างชั่วที่ 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 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ สายพันธุ์ S_4 มีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมสูงกว่าสายพันธุ์ C # 3 เมื่อนำสายพันธุ์ S_1 , S_3 C # 2 ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบลูกผสมเดี่ยว ค่าเฉลี่ยของลูกผสมทดสอบจากสายพันธุ์ทั้งสามกลุ่มตลอดจนสายพันธุ์ทดสอบ มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่าง ซึ่งเป็นไปตามคาด เนื่องจากค่าสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ ส่วนมากเป็นผลมาจากผลบวกของยีนข่มสะสม การกระจายตัวในชั่วหลัง ๆ จึงเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้น สมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ผสมตัวเองที่คัดมาเพียงไม่กี่ต้นต่อสายพันธุ์ในแต่ละชั่ว จึงมีโอกาสสูงที่จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์เริ่มต้น แต่ข้อได้เปรียบของสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง คือ สามารถทำให้ได้คู่ผสมที่ดีในเวลาอันรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการค้นหาสายพันธุ์แท้ที่ดี ก่อนนำไปผลิตลูกผสม

Kunwar และ Samphantharak (2003) สร้างสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างโดยใช้หลักการปรับปรุงประชากรโดยวิธีการคัดเลือกแบบ S_1 ประยุกต์ (S_1-Diallel-Sibbed Method) เริ่มต้นจาก

คู่ผสมเดี่ยว 5 คู่ผสมทำการผสมตัวเองได้ S_1 คัดเลือก S_1 5 ต้น จากแต่ละคู่ผสมเริ่มต้น ผสมแบบพบกันหมดภายในแต่ละคู่ผสม ทดสอบผลผลิตคู่ผสมเดี่ยว (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 1คู่ผสม 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 ลูกผสมที่ได้เป็นลูกผสมจากประชากรเริ่มต้นเดียวกัน นำเข้าทดสอบผลผลิตพร้อมทั้งผสมตัวเองเลือก S_1 จาก 5 คู่ผสมแรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดคู่ผสมละ 3 ฝัก ทั้งหมด 5 ชุด นำเข้าคัดเลือกซ้ำตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ถ้าหากมีประชากรเริ่มต้นจำนวนมาก อาจใช้วิธีการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบเพื่อหาคู่ผสมที่ดี นำชุดที่มีสมรรถนะการผสมที่ดีจากแต่ละประชากรเริ่มต้นเข้าผสมแบบพบกันหมด เพื่อค้นหาลูกผสมที่ดีระหว่างประชากรเริ่มต้น ถ้าหากพบคู่ผสมที่ดีก็สามารถแยกชุดออกมาเพื่อใช้ผลิตลูกผสมต่อไป ซึ่งอาจเป็นลูกผสมภายในประชากรเริ่มต้นเดียวกัน หรือลูกผสมระหว่างประชากรเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วิธีการดังกล่าว มีลักษณะเป็นการคัดเลือกสลับระหว่าง S_1 และ F_1 ในการผสมแบบพบกันหมด จึงเรียกว่า alternate S_1- diallel selection ลูกผสมที่ได้จากแต่ละรอบการคัดเลือก เรียกว่า ลูกผสมฐานกว้าง (broad – line hybrid) นอกจากนี้ อาจนำสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างที่ให้คู่ผสมที่ดี แยกออกมาคัดหาสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างลูกผสมเดี่ยวที่มีความสม่ำเสมอสูงต่อไป

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

การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้าง

การผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องเพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ทำให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรม 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

นฤมล (2548) ทำการทดลองการปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างด้วยวิธีคัดเลือกแบบวงจรของสามสายพันธุ์พี่น้องเพื่อสร้างลูกผสมข้าวโพดหวานพิเศษ โดยนำสายพันธุ์อินเบรดที่ให้ผลผลิตและมีลักษณะคุณภาพที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะปรับปรุงผลผลิตและจุดอ่อนของแต่ละสาย-

พันธุ์ มาผสมในแบบพบกันหมด ได้คู่ผสมทั้งหมด 21 คู่ผสม แล้วคัดเลือกคู่ผสมที่ดีที่สุดเหลือแค่ 5 คู่ผสม โดยทำการผสมตัวเองและคัดเลือกฝัก S_1 5 ฝักจากแต่ละครอบครัว นำไปปลูกและผสมตัวเองทำการคัดเลือกและปลูกต่อในแบบแถวต่อแถว จนถึง S_3 นอกจากนี้ นำเมล็ด S_1 ที่เหลือ 3 จาก 5 ฝักของแต่ละครอบครัว มาปลูกในแบบฝักต่อแถวและคัดเลือกต้นที่ดีที่สุดในแต่ละแถว เพื่อใช้เป็น S_1C_0 นำมาผสมภายในครอบครัวแบบพบกันหมด ได้ $3F_1C_0$ ต่อครอบครัว นำ $3F_1C_0$ ไปปลูกในแบบ ฝัก-ต่อ-แถว และผสมตัวเองเพื่อคัดฝักที่ดี 1 ฝักต่อแถวได้ S_1C_1 ทำการผสมแบบพบกันเพื่อให้ได้ F_1C_1 นำละอองเกสรรวมของแต่ละ S_1C_0 และ S_1C_1 ซึ่งถือว่าเป็นอินเบรดฐานกว้าง จากแต่ละรอบคัดเลือกผสมข้ามในแบบพบกันหมดภายในแต่ละรอบคัดเลือก เพื่อให้ได้ลูกผสมระหว่างครอบครัว 10 คู่ผสมต่อรอบคัดเลือก ในขณะเดียวกัน นำสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างจากแต่ละรอบคัดเลือกไปผสมกับ 5 S_1 และ 5 S_3 ของครอบครัวเดียวกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า คู่ผสมระหว่างครอบครัวจากอินเบรดฐานกว้าง ให้ลักษณะทรงต้นและมีคุณภาพฝักสดที่ดี ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากลูกผสมได้ลักษณะที่ดีจากพ่อแม่ โดยลูกผสมจากอินเบรดฐานกว้างที่ดีทั้งหมดได้มาจากคู่ผสมพันธุ์ของอินเบรดฐานกว้างที่มีพ่อแม่มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์อินเบรด $Agsh_2$ 201 กับสายพันธุ์อินเบรด $Agsh_2$ 303 หรือ $Agsh_2$ 309 ทำให้อินเบรดฐานกว้างดังกล่าวมีลักษณะพันธุกรรมใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คู่ผสมที่ดีมักมาจากพันธุกรรมในวงที่จำกัด มากกว่าจากความหลากหลายทางพันธุกรรมของพ่อแม่ นอกจากนี้ ลูกผสมย้อนกลับหรือการผสมระหว่างสายพันธุ์ภายในครอบครัวบางคู่ผสม ยังมีลักษณะทรงต้นและลักษณะทางคุณภาพดีกว่าคู่ผสมของพ่อแม่เดิมหรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการสร้างลูกผสมย้อนกลับ น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับปรับปรุงคู่ผสมที่ดีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างและลูกผสมอินเบรดฐานกว้าง ให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์อินเบรดที่ผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องและลูกผสมย้อนกลับ ตามลำดับ และยังมีความสม่ำเสมอค่อนข้างสูง ถึงแม้ว่าผ่านการคัดเลือกมาเพียง 1 รอบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้อินเบรดฐานกว้างเพื่อสร้างลูกผสมในชั่วแรก ๆ และยังเปิดโอกาสให้มีการปรับปรุงสายพันธุ์อิน เบรดและลูกผสมอย่างต่อเนื่อง

ชฎามาศ (2550) ได้นำลักษณะที่ดีของข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว มาผสมผสานกันโดยการผสมข้ามในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อถ่ายยีนเปลือกบางและคุณภาพในการรับประทานจากข้าวโพดข้าวเหนียวเข้าสู่ข้าวโพดหวาน คัดเลือก BC_1S_1 จำนวน 3 ครอบครัวเพื่อสกัดสายพันธุ์อินเบรด 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 สาย

พันธุ์แรก 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

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) พวกให้ผลผลิตสูงในสภาพไร้การแข่งขันให้ผลผลิตต่ำในสภาพแข่งขัน และกลับกันสำหรับพวกให้ผลผลิตต่ำในสภาพไร้การแข่งขันค่าความสัมพันธ์ผลผลิตต่อต้นในสภาพไร้การแข่งขัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสภาพปลูกหนาแน่นของพันธุกรรมเดี่ยว แต่มีความสัมพันธ์ในทางลบกับสภาพปลูกหนาแน่นของพันธุกรรมคละ แสดงให้เห็นว่าการทดสอบพืชสายพันธุ์แท้ที่หลากหลายสายพันธุ์โดยใช้แถวเดี่ยวคละกันในแปลงทดลองอาจทำให้ค่าของผลผลิตไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง เมื่อนำพืชนั้นไปปลูกในสภาพพันธุกรรมเดี่ยว การทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์แท้ จึงควรทดสอบในสภาพไร้การแข่งขันระหว่างสายพันธุ์

ประสิทธิภาพของการคัดเลือกสายพันธุ์ในผังปลูกแบบรวงผึ้ง

Fasoulas and Fosoula (1995) เป็นต้นคิดของระบบ เพื่อแก้ปัญหาความแปรปรวนของพื้นที่ทดลอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้การคัดเลือกขาดประสิทธิภาพ ระบบการคัดเลือกที่ดีต้องมีประสิทธิภาพในการแยกแยะลักษณะพันธุกรรมที่ดีเด่น ออกมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม และให้ประสิทธิภาพในการคัดเลือกที่ดีในทุกชั่วของการคัดเลือก

Fasoula and Boerna (1998) ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ปลูก 3 พันธุ์ ปลูกในระบบรวงผึ้ง ทำการคัดเลือกเมล็ดใหญ่และเมล็ดเล็กแยกออกจากกัน (divergent selection) สามารถแยกเมล็ดใหญ่ออกจากพวกเมล็ดเล็กได้ ทั้งๆที่ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์เป็นพันธุ์แท้ และมีความสม่ำเสมอสูง พวกเมล็ดใหญ่มีเมล็ดโตขึ้น 11-30 % ขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ นอกจากนี้การคัดให้มีโปรตีนและน้ำมันสูงมีความก้าวหน้า 5-8 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกแบบรวงผึ้งมีประสิทธิภาพในการแยกแยะความแตกต่างเพียงเล็กน้อย ภายในสายพันธุ์ได้ และยังแสดงให้เห็นว่า ในแต่ละประชากรของพันธุ์แท้ ยังมียีนที่มีศักยภาพในระดับความถี่ต่ำ ๆแฝงอยู่ในประชากร (latent traits or genes) จึงสมควรที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์ปลูกอย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาคุณภาพของพันธุ์ หรือปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มักเป็นพวกมีขีดความสามารถในการแข่งขันต่ำ ทำให้พวกผลผลิตต่ำเพิ่มจำนวนภายในประชากรมากขึ้น ในทุก ๆ ครั้งที่มีการปลูก

สำหรับข้าวโพด การใช้สายพันธุ์อินเบรดที่ยังคงมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมอยู่สูงเพื่อผลิตลูกผสม ดังเช่นการใช้ S_4 , S_5 หรือ S_6 ที่ยังคงมีความแปรปรวนทางพันธุกรรม หากมองด้วยสายตา สายพันธุ์อินเบรดดูสม่ำเสมออยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ หรือเพื่อรักษาความแข็งแรงของสายพันธุ์อินเบรด ทั้งนี้เพื่อผลในการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และง่ายต่อการขยายสายพันธุ์ แต่การกระทำดังกล่าวทำให้ ศักยภาพในการให้ลูกผสมที่ดีของสายพันธุ์อินเบรดลดลงหรือแม้แต่ตัวสายพันธุ์อินเบรดเองก็จะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เลวลง ดังนั้น การปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดที่ใช้ในการผลิตลูกผสมเพื่อการค้าจึงต้องทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาหรือปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดให้ดีขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์จากความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่มีอยู่ หรือที่เกิดขึ้นใหม่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของยีน และเพื่อคัดสายพันธุ์ที่เลวออกไปจากประชากรเป็นการป้องกันการถดถอยของผลผลิตในแต่ละครั้งของการปลูก (degeneration) วิธีการคัดเลือกแบบ S_1 ในสภาพไร้การแข่งขันในผังรวงผึ้ง น่าจะให้ประสิทธิภาพในการแยกแยะสายพันธุ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหนือกว่าการใช้วิธีฝัก-ต่อแถวตามปกติ การใช้วิธีคัดเลือก S_1 ซึ่งมีการผสมตัวเองสลับกับการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ ทำให้มีโอกาสได้สายพันธุ์อินเบรดที่ดีขึ้นในชั่วหลังๆ อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ใช้อาจผสมผสานกันไปตามความจำเป็น แต่การปล่อยให้สายพันธุ์อินเบรดผสมข้ามภายในสายพันธุ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่มีการคัดเลือก จะเป็นอันตรายต่อลูกผสมในชั่วหลังๆอย่างคาดไม่ถึง

Batzios (1993) ใช้ฝ้ายจากคู่ผสมเดียวกันเพียง 1 คู่ เป็นพืชทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการจดประวัติแบบรวงผึ้ง กับวิธีการจดประวัติตามปกติ และวิธีเก็บ 1 เมล็ด/ต้น ทำการคัดเลือกในสองท้องที่ ตั้งแต่รุ่น F_2-F_5 ทดสอบสายพันธุ์รุ่น F_6 ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 10 สายพันธุ์ จากวิธีบันทึกประวัติแบบรวงผึ้งสูงกว่าพันธุ์ทดสอบ และ 1 สายพันธุ์จากวิธีอื่นๆ อีก 2 วิธี สายพันธุ์จาก 2 วิธีหลังให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ นอกจากนี้สายพันธุ์จากวิธีการจดประวัติแบบรวงผึ้งยังมีความเหนือกว่าในลักษณะน้ำหนักของสมอฝ้าย และความยาวเส้นใย ยิ่งกว่านั้นทั้ง 10 สายพันธุ์ จากวิธีการจดประวัติแบบรวงผึ้งมีแหล่งกำเนิดมาจาก F_2 เพียง 3 ต้น ในขณะที่ 10 สายพันธุ์ จากวิธีจดประวัติ มาจากF_2 8 ต้น แสดงถึงประสิทธิภาพของระบบรวงผึ้ง ที่สามารถแยกต้นที่ดีได้ตั้งแต่รุ่น F_2 หรือ F_3

Frey และ Janick (1971) แสดงให้เห็นว่าการปลูกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยว โดยใช้ระยะระหว่างต้นเท่ากันทุกทิศทาง (equidistance spacing) เพื่อให้มีการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเท่าเทียมกัน ให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกเป็นแถวที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป การปลูกแบบจัดระยะให้เท่ากันทุก

ทิศทาง ทำให้สามารถเพิ่มประชากรต่อพื้นที่ได้มากกว่า พืชทนต่อสภาพกดดันเนื่องจากสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า กล่าวโดยสรุปคือ ถ้าสามารถทำทุกอย่างภายในแปลงปลูกให้สม่ำเสมอได้ เช่น อายุปลูก พันธุกรรมของพืช และการเขตกรรมอื่นๆ ช่วยให้การเพิ่มความหนาแน่นของประชากร ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงสุด ทั้งนี้ พืชพันธุ์นั้นๆ ต้องมีความทนทานต่อสภาพกดดันเนื่องจากสิ่งแวดล้อมสูงด้วย

ธนพงษ์ (2546) ศึกษาในสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดไร่ จำนวน 49 สายพันธุ์ ทำการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดทั้งหมดโดยวิธีการทดลองแบบผังรวงผึ้งแยกกลุ่ม R-49 วิธีการคัดเลือกที่ใช้มี 3 วีธีคือ วิธีการที่ 1 การคัดเลือกด้วยสายตา คัดเลือก 1 ต้นจาก 19 ต้น ภายในแถวเดียวกัน โดยดูลักษณะทางพืชไร่ที่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก วิธีการที่ 2 คัดเลือกโดยวิธีการใช้วงกลมเคลื่อนที่ระดับความเข้มข้น 5.3 เปอร์เซ็นต์ และวิธีการที่ 3 คัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคาดคะเน (prediction criterion) ผลการทดลองพบว่า การคัดเลือกทั้ง 3 วีธีให้สายพันธุ์อินเบรดที่แตกต่างกันเพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกัน ถ้าพิจารณาจาก 10 สายพันธุ์ อินเบรดที่ผ่านการคัดเลือกจากแต่ละวิธีการ ไม่ว่าจะเปรียบเทียบกับวิธีการใดใน 3 วิธีการ ความแตกต่างของสายพันธุ์อินเบรดก็มีอยู่เพียง 40 – 50 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน จึงสรุปได้ว่าแต่ละวิธีการคัดเลือกให้ผลการคัดเลือกที่แตกต่างกัน และวิธีการคัดเลือกโดยใช้วงกลมเคลื่อนที่ ให้ประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากสายพันธุ์อินเบรดที่ได้รับการคัดเลือกมีความหลากหลายของสายพันธุ์อินเบรดสูงสุด

การวางผังและการคัดเลือกแบบรวงผึ้ง

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

เนื่องจากมีการสุ่มตัวอย่างของความแตกต่างของพื้นที่ปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าความแปรปรวนของแต่ละหน่วยทดลองจึงแสดงค่าของเสถียรของพันธุ์ได้อย่างมั่นใจ ดังนั้นแทนการค้นหาแผนการทดลองที่เข้าไปแก้ไขความแตกต่างของสภาพแวดล้อม นักปรับปรุงพันธุ์ควรจะ

เลือกแผนการทดลองที่ใช้ความแปรปรวนของพื้นที่ปลูกให้เป็นประโยชน์ เพื่อการวิเคราะห์หาค่าเสถียรของพันธุ์ ตั้งแต่การคัดเลือกในรุ่นแรก ๆ การคัดเลือกในผังรวงผึ้งมีคุณสมบัติดังกล่าวอย่างครบถ้วน (กฤษฎา, 2546)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใช้ในงานทดลอง มีดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u> จาก 25 คู่ผสมเดี่ยวระหว่างกลุ่มของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดหวานพิเศษ (sh_2) 5 สายพันธุ์ (Agsh2 201, Agsh2 302, Agsh2 303, Agsh2 304 และ Agsh2 306) และสายพันธุ์อิน-เบรดข้าวโพดข้าวเหนียว 5 สายพันธุ์ (Agwx 11, Agwx 12, Agwx 13, Agwx 15 และ Agwx 18) ทำการผสมกลับไปหาข้าวโพดหวานได้ BC_1F_1 25 คู่ผสม เป็นเมล็ดจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด ของภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งนำมาใช้ในงานทดลองนี้

ตารางที่ 2 ประวัติสายพันธุ์ของ BC_1F_1 25 คู่ผสมเดี่ยว

คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์	คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์
1	Agsh2 201/Agwx11	14	Agsh2 303/Agwx15
2	Agsh2 201/Agwx12	15	Agsh2 303/Agwx18
3	Agsh2 201/Agwx13	16	Agsh2 304/Agwx11
4	Agsh2 201/Agwx15	17	Agsh2 304/Agwx12
5	Agsh2 201/Agwx18	18	Agsh2 304/Agwx13
6	Agsh2 302/Agwx11	19	Agsh2 304/Agwx15
7	Agsh2 302/Agwx12	20	Agsh2 304/Agwx18
8	Agsh2 302/Agwx13	21	Agsh2 306/Agwx11
9	Agsh2 302/Agwx15	22	Agsh2 306/Agwx12
10	Agsh2 302/Agwx18	23	Agsh2 306/Agwx13
11	Agsh2 303/Agwx11	24	Agsh2 306/Agwx15
12	Agsh2 303/Agwx12	25	Agsh2 306/Agwx18
13	Agsh2 303/Agwx13		

<u>กลุ่มที่ 2</u> จาก 55 คู่ผสมสามทาง ดังแสดงในตารางที่ 3 ทำการผสมกลับไปหา F_1 ของข้าวโพดหวานได้ 55 BC_1F_1 ซึ่งเป็นเมล็ดที่นำมาใช้ในงานทดลองนี้

ตารางที่ 3 ประวัติสายพันธุ์ของ BC_1F_1 55 คู่ผสมสามทาง

คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์	คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์
1	Agsh2 309/Agsh2 318// wx719	29	Agsh2 309/Agsh2 318// wx 720
2	Agsh2 201/Agsh2 314// wx 719	30	Agsh2 201/Agsh2 314// wx 720
3	Agsh2 304/Agsh2 309// wx 719	31	Agsh2 304/Agsh2 309// wx 720
4	Agsh2 201/Agsh2 303// wx 719	32	Agsh2 201/Agsh2 303// wx 720
5	Agsh2 302/Agsh2 303// wx 719	33	Agsh2 302/Agsh2 303// wx 720
6	Agsh2 304/Agsh2 318// wx 719	34	Agsh2 304/Agsh2 314// wx 719
7	Agsh2 304/Agsh2 314// wx 720	35	Agsh2 303/Agsh2 318// wx 719
8	Agsh2 303/Agsh2 318// wx 720	36	Agsh2 201/Agsh2 304// wx 719
9	Agsh2 201/Agsh2 304// wx 720	37	Agsh2 303/Agsh2 309// wx 719
10	Agsh2 303/Agsh2 309// wx 720	38	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx11
11	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx13	39	Agsh2 201/Agsh2 302//Agwx15
12	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx11	40	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx13
13	Agsh2 201/Agsh2 303//Agwx15	41	Agsh2 201/Agsh2 304//Agwx13
14	Agsh2 201/Agsh2 304//Agwx15	42	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx11
15	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx13	43	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx15
16	Agsh2 201/Agsh2 309//Agwx18	44	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx11
17	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx13	45	Agsh2 201/Agsh2 314//Agwx15
18	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx5	46	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx9
19	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx11	47	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx13
20	Agsh2 201/Agsh2 318//Agwx15	48	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx11
21	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx13	49	Agsh2 302/Agsh2 318//Agwx15
22	Agsh2 304/Agsh2 314//Agwx15	50	Agsh2 304/Agsh2 318//Agwx15
23	Agsh2 309/Agsh2 314//Agwx15	51	Agsh2 309/Agsh2 318//Agwx15
24	Agsh2 314/Agsh2 318//Agwx15	52	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx11
25	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx13	53	Agsh2 201/Agsh2 301//Agwx15
26	Agsh2 201/Agsh2 305//Agwx13	54	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx11

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์	คู่ผสม	ประวัติสายพันธุ์
27	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx13	55	Agsh2 201/Agsh2 306//Agwx15
28	Agsh2 301/Agsh2 303//Agwx15		

2. สายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใช้เป็นสายพันธุ์ทดสอบ ได้แก่ Agwx 20 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ผสมรวม (composite line) จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด ของภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ใช้ร่วมทดสอบผลผลิต ได้แก่ พันธุ์ Kwsx 110 ของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่

พันธุ์	แหล่งที่มา
BIGWHITE (บิ๊กไวท์) 852	Eastwest Seed Co., Ltd. (บริษัทศรแดง)
พันธุ์ลูกผสม Kwsx 91	ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เช่น

- เครื่องปลูกข้าวโพดด้วยมือ (corn jab)
- ไม้ปักแปลง
- ป้ายกระดาษ (tag)
- ปุ๋ยและสารเคมีควบคุมวัชพืช
- ถุงคลุมช่อดอกตัวเมีย
- ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้

- สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ความเข้มข้น 1 N ประกอบด้วยไอโอดีน 3 กรัม ต่อโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัม ละลายในน้ำ 1 ลิตร
- น้ำกลั่น
- กระดาษทราย
- Petridish
- หม้อนึ่ง
- ถุงตาข่าย

ฯลฯ

วิธีการ

ฤดูปลูกที่ 1 (พฤษภาคม 2547 – สิงหาคม 2547)

คัดเมล็ดที่มีสีขุ่นทึบจากฝัก BC_1F_1 ของคู่ผสมกลุ่มที่ 1 $sh2^2$/wx จำนวน 25 คู่ผสม และคู่ผสมกลุ่มที่ 2 $(sh2/sh2)^2$//wx จำนวน 55 คู่ผสม นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว รวมทั้งหมด 80 แถว ใช้ระยะปลูก 0.75 × 0.25 เมตร (ระยะปกติ) ยาว 5 เมตร คัดเลือกต้นที่ดีจากลักษณะทางการเกษตร แล้วทำการทดสอบละอองเกสร ด้วยสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) โดยการหยดสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงบนpetridish (รองด้วยกระดาษสีขาว) ที่มีละอองเกสรของต้นที่ทำการคัดเลือกแล้ว จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนสีของละอองเกสร ภายในเวลา 30 วินาที โดยคัดเลือกยีน waxy (*wx*) ที่เป็นยีนคู่ผสม (heterozygous) ของยีน *Wxwx* และยีนคู่แฝด (homozygous) ของยีน *wxwx* เพื่อทำการผสมตัวเองได้ BC_1S_1 23 สายพันธุ์จากกลุ่มที่ 1 และ 46 สายพันธุ์จากกลุ่มที่ 2

ฤดูปลูกที่ 2 (กันยายน 2547 - ธันวาคม 2547)

นำฝักของ BC_1S_1 เข้าทดสอบด้วยสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ โดยคัดเลือกเฉพาะฝักที่ดี เพื่อคัดเลือกเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว แล้วนำมาปลูกสายพันธุ์ละ 3 แถว โดยปลูกแบบฝักต่อแถว (ear – to - row) ในผังปลูกแบบผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ (non - replicated honeycomb design) ระยะปลูก 0.866 เมตร แถวยาว 5 เมตร คัดเลือกคู่ผสมที่ดี จำนวน 3 คู่ผสมโดยพิจารณาจากลักษณะคุณภาพประกอบกับลักษณะเกษตรอื่นๆ แล้วผสมตัวเองได้สายพันธุ์ BC_1S_2

ฤดูปลูกที่ 3 (กุมภาพันธ์ 2548 – พฤษภาคม 2548)

นำเมล็ดจากสายพันธุ์ BC_1S_2 ของ 3 คู่ผสม (ครอบครัว) ซึ่งมีประวัติสายพันธุ์ ดังนี้ 1) $(Agsh2\ 201)^2$/Agwx 18, 2) $(Agsh2\ 302)^2$/Agwx 13, 3) $(Agsh2\ 201/Agsh2\ 303)^2$//Agwx 15 มาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) จำนวน 15 ฝัก / คู่ผสม (ครอบครัว) โดยใช้ผังปลูกแบบผังรวงผึ้งไม่มีซ้ำ และแบ่งการทดลองเป็น 4 วิธีดังนี้

วิธีที่1 Selfed family line selection method (SFL)

วิธีที่2 Mass sibbed line selection method (MSL)

วิธีที่3 Topcrossed family line selection method (TCL)

วิธีที่4 Recurrent sibbed line selection method (RSL)

1 คู่ผสม (ครอบครัว) เลือกมา 15 ฝัก และแบ่งเมล็ดเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่1 นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) เพื่อทำการทดลองในวิธีที่ 1 (selfed family selection method) โดยการคัดเลือกต้นที่ดีที่สุด 3 ต้น ภายในแถวเดียวกัน แล้วทำการผสมตัวเอง ได้เมล็ด BC_1S_3 หลังจากนั้นเมล็ดที่ได้นำมารวมกัน (bulk seed) ได้ 15 สายพันธุ์ / คู่ผสม

ส่วนที่ 2 ทำการทดลองวิธีที่ 2 (mass sibbed selection method) นำมาปลูกฝักละ 2 แถว ซึ่งจะเรียกว่าแถว A และ B จากนั้นเลือกต้นที่ดีที่สุดจากแถว A 3 ต้น เพื่อใช้เป็นต้นพ่อ นำละอองเกสร(pollen) มาคลุกรวมกัน (bulk) แล้วนำไปผสมกับต้นที่ดีที่สุดของแถว B จำนวน 3 ต้น ได้เมล็ด composite sibbed line รอบที่ 1 C_1 จากนั้นเมล็ดที่ได้นำมารวมกัน (bulk seed) ได้ 15 สายพันธุ์ผสมรวม / คู่ผสม

ส่วนที่ 3 ทำการทดลองวิธีที่ 3 (topcrossed family selection method) นำมาปลูกแบบฝักต่อแถว เลือกต้นที่ดีที่สุด 1 ต้นภายในแถวเดียวกันเพื่อใช้เป็นต้นพ่อ นำละอองเกสรจากต้นที่ดีที่สุด 1 ต้น ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดอีก 3 ต้น ภายในแถวเดียวกัน ได้ 15 สายพันธุ์/ คู่ผสม

ส่วนที่ 4 ทำการทดลองวิธีที่ 4 (recurrent sibbed selection method) ปลูกแบบฝักต่อแถว แบ่งเป็น 5 ชุด / คู่ผสม แต่ละชุด ประกอบด้วย 3 แถว เลือกต้นที่ดีที่สุดจากแถวที่ 1 นำละอองเกสรผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 3 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีทีสุดในแถวที่ 3 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 1 ซึ่งเป็นการผสมแบบต้นต่อต้นจากต้นที่ดีที่สุดของแต่ละแถวภายในชุดเดียวกัน เมล็ดที่ได้เป็นเมล็ด F_1 โดยนำเมล็ด F_1 มารวมกันได้ 5 recurrent sibbed line/ คู่ผสม แล้วนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

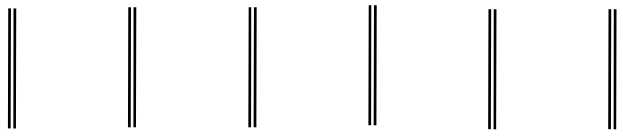
คัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีด้วยสายตา โดยเลือกวิธีละ 5 สายพันธุ์ ได้ 20 สายพันธุ์ / คู่ผสม รวมทั้งหมด 3 คู่ผสม ได้ 60 สายพันธุ์ แต่เนื่องจากบางสายพันธุ์อ่อนแอต่อโรค และแมลงมาก จึงทำให้เหลือสายพันธุ์ที่จะนำเข้าทดสอบในฤดูต่อไปเพียง 51 สายพันธุ์

ฤดูปลูกที่ 4 (กรกฎาคม 2548 – ตุลาคม 2548)

- นำเมล็ดที่ได้จากการทดลองทั้ง 4 วิธี ปลูกในระยะปลูก 0.75 × 0.25 เมตร (ระยะปกติ) ยาว 5 เมตร แล้วผสมกับตัวทดสอบ คือ สายพันธุ์ผสมรวม Agwx 20 ได้ 51 คู่ผสม
- ขณะเดียวกันนำเมล็ดที่ได้จากทั้ง 4 วิธี ดำเนินการผสมตามแต่ละวิธีต่อไป โดยที่วิธีที่ 4 (recurrent sibbed selection method) ในฤดูนี้จะทำการผสมตัวเองได้เป็นเมล็ด S_1

ฤดูปลูกที่ 5 (ธันวาคม 2548 – มีนาคม 2549)

- ทดสอบผลผลิต จำนวน 51 คู่ผสม โดยปลูกทดสอบผลผลิตคู่ผสมแบบ strip test วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกพันธุ์เปรียบเทียบ 1 แถว แล้วตามด้วยสายพันธุ์เข้าทดสอบจาก 4 คู่ผสม (ปลูกแบบแถวเดี่ยว) ไปจนครบเป็น 1 ซ้ำ ดังภาพที่ 1 แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล และคัดเลือกโดยใช้ลักษณะทางคุณภาพเป็นหลัก ได้แก่ ความยาวฝัก ความยาวในการติดเมล็ดของฝัก ความกว้างฝัก ความลึกของเมล็ด จำนวนแถวของเมล็ด ลักษณะฝัก สีไหมและสีเมล็ด จากนั้นพิจารณาความหวาน รสชาติ ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด โดยทดสอบด้วยการกัดชิมหลังนึ่งข้าวโพด และดูผลผลิตเป็นองค์ประกอบรอง แล้วทำการคัดเลือก top – 2 testcross hybrids ของแต่ละวิธีทดลอง และนำไปปลูกในฤดูต่อไป



Bigwhite,Kwsx 91 No.1 No.2 No.3 No.4 Bigwhite,Kwsx 91

ภาพที่ 1 ภาพแสดงการปลูกทดสอบผลผลิตของคู่ผสมเดี่ยวแบบ strip test (อัตรา 1:4) ระยะปลูก 0.75 × 0.30 เมตร โดยปลูกร่วมกับลูกผสมการค้า 1 พันธุ์ คือ Bigwhite 852 และพันธุ์เปรียบเทียบ Kwsx 91

- ขณะเดียวกันนำเมล็ดที่ได้จากทั้ง 4 วิธี ดำเนินการผสมตามแต่ละวิธีต่อไป โดยที่วิธีที่ 4 (recurrent sibbed selection method) ในฤดูปลูกนี้นำเมล็ด S_1 ปลูกแบบฝักต่อแถว แบ่งเป็น 5 ชุด / คู่ผสม โดยที่ 1 ชุด ประกอบด้วย 3 แถว เลือกต้นที่ดีที่สุดจากแถวที่ 1 นำละอองเกสรผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 2 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 3 และนำละอองเกสรจากต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 3 ผสมข้ามไปยังต้นที่ดีที่สุดในแถวที่ 1 ซึ่งเป็นการผสมแบบต้นต่อต้นจากต้นที่ดีที่สุดของแต่ละแถวภายในชุดเดียวกัน เมล็ดที่ได้จะเป็นเมล็ด F_1

ฤดูปลูกที่ 6 (มิถุนายน 2549 – กันยายน 2549)

- นำสายพันธุ์อินเบรดจากการทดลองที่คัดเลือกได้จากฤดูปลูกที่ 5 (top - 2 testcross hybrids ของแต่ละวิธีการทดลอง) มาปลูกแบบฝักต่อแถว (ear to row) แล้วผสมแบบพบกันหมด (diallel)

- ขณะเดียวกันนำเมล็ดที่ได้จากทั้ง 4 วิธี ดำเนินการผสมตามแต่ละวิธีต่อไป โดยที่วิธีที่ 4 ในฤดูปลูกนี้จะทำการผสมตัวเองได้เป็นเมล็ด S_1

ฤดูปลูกที่ 7 (ตุลาคม 2549 – มกราคม 2550)

- ทดสอบผลผลิตโดยปลูกทดสอบผลผลิตคู่ผสมแบบ strip test จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกพันธุ์เปรียบเทียบ 1 พันธุ์แล้วตามด้วยคู่ผสมเข้าทดสอบ 4 คู่ผสม คู่ผสมละ 1 แถว ไปจนครบเป็น 1 ซ้ำ

- ปลูกทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรด ที่ได้จากการทดลองแต่ละวิธีทั้ง 4 วิธี โดยแต่ละวิธีจะมี จำนวน 2 สายพันธุ์ ทั้งหมด 8 สายพันธุ์ โดยปลูกทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดแบบ RCBD 4 แถวต่อแปลงย่อย จำนวน 4 ซ้ำ

ฤดูปลูกที่ 8 (มิถุนายน 2550 – กันยายน 2550)

- ทดสอบผลผลิตของคู่ผสมจากการผสมแบบพบกันหมด 28 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ โดยปลูกทดสอบผลผลิตคู่ผสมแบบ strip test ปลูกพันธุ์ร่วมทดสอบคือ พันธุ์ Kwsx 110 และปลูกพันธุ์เปรียบเทียบ 1 สายพันธุ์ คือ Bigwhite 852 1 แถว แล้วสลับด้วย

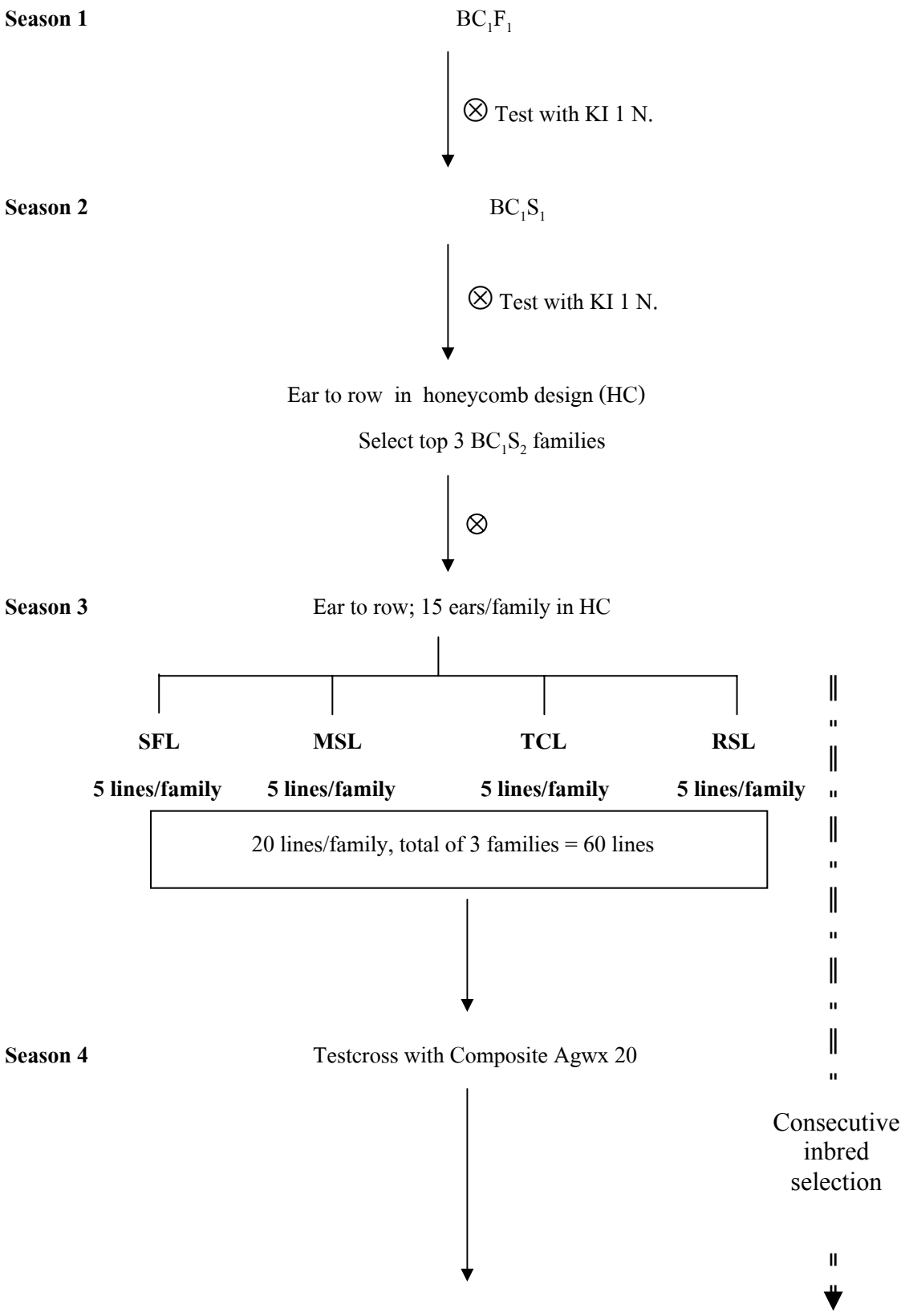
คู่ผสมเข้าทดสอบ 4 คู่ผสมเข้าทดสอบ 4 คู่ผสม คู่ผสมละ 1 แถว (อัตรา 1:4) ระยะปลูก 0.75×0.30 เมตร แถวยาว 5 เมตร

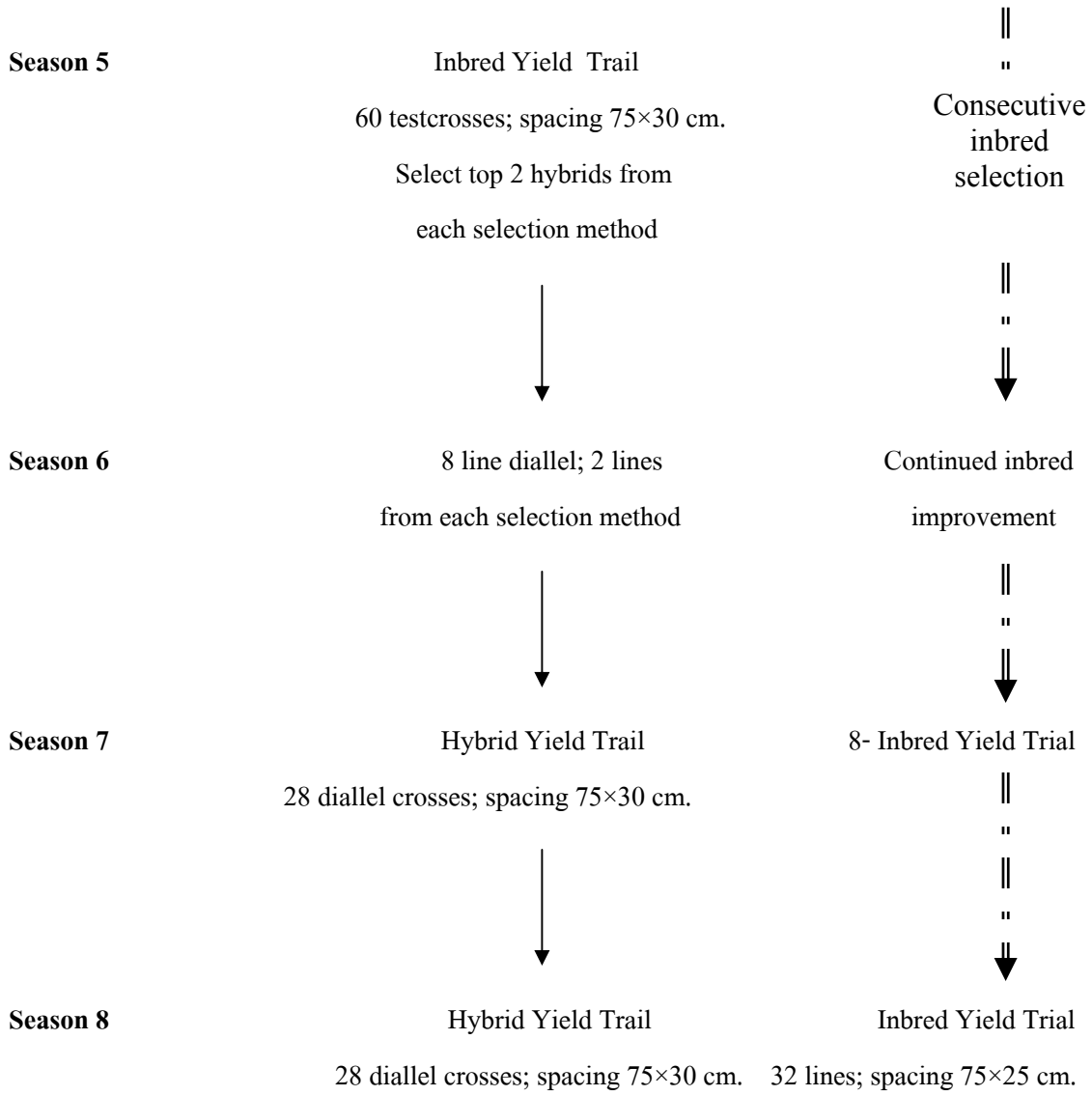
- ทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์แต่ละวิธีทั้ง 4 วิธี ทั้งหมดจาก 3 ครอบครัว แต่จะได้แค่เพียง 32 สายพันธุ์ ที่ยังคงมีเมล็ดและสามารถต้านทานต่อโรคและแมลงได้มาปลูกทดสอบโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 5 ซ้ำ โดยปลูกทดสอบผลผลิตสายพันธุ์อินเบรดแบบ strip test ระยะปลูกปกติ กับสายพันธุ์เปรียบเทียบคือ Composite Agwx 20 โดยปลูกสายพันธุ์เปรียบเทียบ Composite line Agwx 20 สลับกับสายพันธุ์อินเบรด 4 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 1 แถว โดยปลูกสลับไปจนครบเป็น 1 ซ้ำ

การปลูกและดูแลรักษา

เมล็ดที่ใช้ในแต่ละฤดูปลูกจะคลุกด้วยสารเคมีป้องกันโรคราน้ำค้าง (Apron 35) ในอัตรา 7 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 0.75x0.25 เมตร แถวยาว 5 เมตร ส่วนการปลูกในแบบ unreplicated honeycomb design ใช้ระยะปลูก 0.86 × 0.86 เมตร ขณะเตรียมดินใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกเมล็ดบนสันร่องโดยใช้เครื่องปลูกด้วยมือ (corn jap) หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม เมื่อข้าวโพดอายุได้ 2 สัปดาห์หลังงอก ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ได้จำนวนต้นประมาณ 8,533 ต้นต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุได้ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าโดยใช้ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำเริ่มจากปลูกจนถึงอายุ 1 เดือน ให้น้ำแบบฉีดพ่นฝอย (springkler) 5 วันต่อครั้ง หลังจากนั้นจนถึงเก็บเกี่ยวฝักสดให้น้ำแบบร่องลูกฟูก (furrow) 7 วันต่อครั้ง

แผนการดำเนินงาน




Season 5
Inbred Yield Trail
60 testcrosses; spacing 75×30 cm.
Select top 2 hybrids from
each selection method
Consecutive
inbred
selection
Season 6
8 line diallel; 2 lines
from each selection method
Continued inbred
improvement
Season 7
Hybrid Yield Trail
28 diallel crosses; spacing 75×30 cm.
8- Inbred Yield Trial
Season 8
Hybrid Yield Trail
28 diallel crosses; spacing 75×30 cm.
Inbred Yield Trial
32 lines; spacing 75×25 cm.

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ จากแปลงทดสอบผลผลิต ดังนี้

1. ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ชั่งน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกหลังจากเก็บเกี่ยว ของแต่ละแปลงย่อย เทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่แล้วเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยคิดจากสูตร

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

ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) = น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก (กก./ไร่) × 6.25 ไร่

<u>หมายเหตุ</u> พื้นที่เก็บเกี่ยว = ระยะระหว่างแถว × (ความยาวของแถว + ระยะระหว่างหลุม) × จำนวนแถวที่เก็บเกี่ยว

2. ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักฝักสดที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วของแต่ละแปลงย่อย เทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยคิดจากสูตร

$$\text{ผลผลิต } \left(\text{กก./เฮกตาร์}\right) = \left(\frac{\text{น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว}\left(\text{ม}^2\right)} \times 1600 \right) \times 6.25$$

$$3.\ \text{อัตราแลกฝัก}\left(\%\right) = \frac{\text{น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก}}{\text{น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก}} \times 100$$

4. ผลผลิตของอินเบรด โดยชั่งน้ำหนักฝักแห้งหลังจากเก็บเกี่ยวของแต่ละแปลงย่อยเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยคิดจากสูตร

ผลผลิต (กก./เฮกตาร์) =

$$\left[1600 \times \frac{\text{น้ำหนักฝักต่อแปลงย่อย}\left(100 - \text{ความชื้นที่วัดได้}\right) \times \text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ}}{\left(100 - \text{ความชื้นมาตรฐาน}\right) \times \text{พื้นที่เก็บเกี่ยว}\left(\text{ม}^2\right) \times 100} \right] \times 6.25$$

<u>หมายเหตุ</u> ความชื้นมาตรฐานของข้าวโพดข้าวเหนียว = 12 %

$$\text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} = 100 \times \left(\frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งหมด}} \right)$$

5. ความแข็งแรงของต้น ให้คะแนน 1 – 5 โดยนับจำนวนต้นที่อ่อนแอเปรียบเทียบกับต้นที่แข็งแรงในแต่ละแปลงย่อย แล้วเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

1 = ต้นแข็งแรงดีมาก 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีต้นอ่อนแอ เป็นโรคทางใบ ต้นเล็กเตี้ยกว่าปกติ เป็นต้น

2 = ต้นแข็งแรงดี มีจำนวนต้นอ่อนแอไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์

3 = ต้นแข็งแรงปานกลาง มีจำนวนต้นอ่อนแอ อยู่ในช่วง 21 - 35 เปอร์เซ็นต์

4 = ต้นอ่อนแอ มีจำนวนต้นอ่อนแอ อยู่ในช่วง 36 – 49 เปอร์เซ็นต์

5 = ต้นอ่อนแอมาก มีจำนวนต้นอ่อนแอ มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

6. วันออกไหม นับจำนวนวัน จากวันให้น้ำถึงวันที่จำนวนต้น 50 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทั้งหมดในแปลงย่อยออกไหมยาว 2 – 3 ซม.

7. วันออกดอกตัวผู้ นับจำนวนวัน จากวันให้น้ำถึงวันที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทั้งหมดในแปลงย่อยออกดอกครึ่งหนึ่งของช่อดอก

8. โรคทางใบ ให้คะแนนต้นที่เป็นโรคทางใบในช่วงก่อนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสดประมาณ 7 – 14 วัน หรือ ตอนไหมแห้ง และ/หรือช่อดอกตัวผู้แห้ง โรคที่ตรวจสอบ ได้แก่ โรคใบไหม้ โรคใบจุด โรคราสนิม และโรคราน้ำค้าง ให้คะแนนการเป็นโรค 1 – 5 โดยการนับจำนวนต้นที่เป็นโรคเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่เป็นโรคในแต่ละแปลงย่อย และเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

1 = เป็นโรคน้อยมาก มีจำนวนต้นอ่อนแอไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

2 = เป็นโรคน้อย มีจำนวนต้นอ่อนแอ อยู่ในช่วง 6 – 20 เปอร์เซ็นต์

3 = เป็นโรคปานกลางต้นแข็งแรงปานกลาง มีจำนวนต้นอ่อนแอ อยู่ในช่วง 21 – 35 เปอร์เซ็นต์

4 = เป็นโรคมาก ต้นอ่อนแอ มีจำนวนต้นอ่อนแอ อยู่ในช่วง 36 – 49 เปอร์เซ็นต์

5 = เป็นโรคมากที่สุด มีจำนวนต้นเป็นโรค มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

9. จำนวนต้น นับจำนวนต้นครั้งแรกเมื่อถอนแยก โดยถอนแยกให้เหลือ 18 ต้น ต่อแถวยาว 5 เมตร (ระยะปลูก 30 × 75 ซม.) และนับอีกครั้งที่ระยะเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อย

10. จำนวนฝัก นับจำนวนฝักในแต่ละแปลงย่อยที่ระยะเก็บเกี่ยว

11. ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงโคนใบธง (ข้อใบบนสุดของลำต้น) วัดเมื่อดอกตัวผู้แห้ง เป็นเซนติเมตร จำนวน 10 ต้น ต่อแปลงย่อย

12. ความสูงฝัก วัดจากพื้นดินถึงข้อของฝักบนสุด วัดพร้อมกับความสูงต้น เป็นเซนติเมตร จำนวน 10 ต้น ต่อแปลงย่อย

13. ลักษณะต้น สังเกต และ บันทึกความสม่ำเสมอของทรงต้นต่อแถวในแต่ละแปลงย่อย เช่น ลักษณะลำต้นตั้งตรง ความแข็งแรงของต้นและระบบราก ความสูงของต้นและฝัก การต้านทานโรคและแมลง ให้คะแนน 1 - 5 โดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

1 = มีความสม่ำเสมอมากที่สุด (เป็นที่ต้องการ) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์
2 = มีความสม่ำเสมอมาก อยู่ในช่วง 80 – 90 เปอร์เซ็นต์
3 = มีความสม่ำเสมอปานกลาง อยู่ในช่วง 70 – 80 เปอร์เซ็นต์
4 = มีความสม่ำเสมอน้อย อยู่ในช่วง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์
5 = มีความสม่ำเสมอน้อยที่สุด (ไม่เป็นที่ต้องการ) น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

14. ลักษณะฝักสดปอกเปลือก พิจารณาจากความสม่ำเสมอของรูปทรงฝัก ขนาดฝัก การติดเมล็ด สีของเมล็ด จำนวนแถวของเมล็ด และการมีแมลงเข้าทำลายฝัก โดยสังเกตจากทุกฝักที่เก็บมาจากแปลงย่อยเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากจำนวนฝักทั้งหมด ให้คะแนน 1 – 5 ดังนี้

1 = มีความสม่ำเสมอมากที่สุด (เป็นที่ต้องการ) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์
2 = มีความสม่ำเสมอมาก อยู่ในช่วง 80 – 90 เปอร์เซ็นต์
3 = มีความสม่ำเสมอปานกลาง อยู่ในช่วง 70 – 80 เปอร์เซ็นต์
4 = มีความสม่ำเสมอน้อย อยู่ในช่วง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์
5 = มีความสม่ำเสมอน้อยที่สุด (ไม่เป็นที่ต้องการ) น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

15. เปลือกหุ้มฝัก ให้คะแนน 1 – 5 ตามความสม่ำเสมอของเปลือกหุ้มฝัก โดย

1 = เปลือกหุ้มฝักยาว แน่น หุ้มฝักไว้ได้มิด

2 = เปลือกหุ้มฝักค่อนข้างมิด

3 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดปานกลาง

4 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดเล็กน้อย

5 = เปลือกหุ้มฝักไม่ดี ปลายฝัก โผล่พ้นเปลือกหุ้มฝัก

16. ลักษณะการติดเมล็ดเต็มถึงปลายฝัก (tip full) พิจารณาจากความสม่ำเสมอของการมีเมล็ดติดเต็มถึงปลายฝัก สังเกตจากจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บมาจากแต่ละแปลงย่อย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับจำนวนฝักทั้งหมด ให้คะแนน ดังนี้

1 = มีเมล็ดติดเต็มฝักสม่ำเสมอมากที่สุด (เป็นที่ต้องการ) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

2 = มีเมล็ดติดเต็มฝักสม่ำเสมอมาก อยู่ในช่วง 80 – 90 เปอร์เซ็นต์

3 = มีเมล็ดติดเต็มฝักสม่ำเสมอปานกลาง อยู่ในช่วง 70 – 80 เปอร์เซ็นต์

4 = มีเมล็ดติดเต็มฝักสม่ำเสมอน้อย อยู่ในช่วง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์

5 = มีเมล็ดติดเต็มฝักสม่ำเสมอน้อยที่สุด (ไม่เป็นที่ต้องการ) น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

17. ความยาวของฝักข้าวโพด สุ่มวัดจำนวน 5 ฝัก จากฝักข้าวโพดทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย โดยใช้ไม้บรรทัดวัดเป็นเซนติเมตร ดังนี้

- ความยาวทั้งฝัก วัดจากส่วนท้ายถึงปลายฝักที่ยาวที่สุด
- ความยาวติดเมล็ด วัดจากส่วนท้ายฝักถึงส่วนปลายฝักที่มีเมล็ดติดสุด
- ความยาวของส่วนปลายฝักที่ไม่ติดเมล็ดหาได้จาก ความยาวทั้งฝัก – ความยาวติดเมล็ด

18. ความกว้างฝัก และ ความลึกของเมล็ด วัดพร้อมกับความยาวฝัก ใช้ฝักเดียวกับที่สุ่มมาวัดความยาวฝัก ดังนี้

- ความกว้างฝัก วัดโดยการหักฝักข้าวโพดบริเวณตรงกลางฝักแล้วใช้ไม้บรรทัดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก
- ความลึกของเมล็ด วัดหลังจากวัดความกว้างฝักแล้ว โดยวัดจากบริเวณขอบด้านนอกสุดของเมล็ดเข้ามาด้านในบริเวณที่ติดกับซังข้าวโพด

19. การทดสอบการกัดชิม วัดโดยใช้ผู้ทดสอบ 3 คน ทดสอบการกัดชิม ข้าวโพดที่สุ่มมาจากแต่ละคู่ผสม จำนวน 3 ฝัก เพื่อบอกคุณภาพในการบริโภค แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- ความนุ่มเหนียวของเนื้อเมล็ด
- รสชาติ (รวมทั้งรสและกลิ่น)
- เปลือกเมล็ด หมายถึง ความบางของเปลือกเมล็ด

หลังจากกัดชิม ให้คะแนน 1 – 5 คะแนน ดังนี้

1 = มีความนุ่มเหนียวมากที่สุด รสชาติดีเยี่ยม และเปลือกเมล็ดบางมาก ไม่ติดฟัน เป็นที่ยอมรับ

2 = มีความนุ่มเหนียวมาก รสชาติดี และเปลือกเมล็ดบางไม่ติดฟัน

3 = มีความนุ่มเหนียวปานกลาง รสชาติดีพอใช้ เปลือกเมล็ดค่อนข้างบาง ค่อนข้างติดฟัน

4 = มีความนุ่มเหนียวเล็กน้อย รสชาติไม่ดี เปลือกเมล็ดหนา ติดฟันมาก

5 = ไม่มีความนุ่มเหนียว รสชาติแย่มาก และเปลือกเมล็ดหนามาก ไม่เป็นที่ต้องการ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ผลการทดสอบผลผลิตเบื้องต้นของลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียว

การวัดผลโดยวิธี striped test (Yates, 1936) คำนวณได้ดังนี้ ข้อมูลผลผลิตของสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบจะต้องปรับค่าก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ การปรับค่าผลผลิตของคู่ผสมใดต้องใช้พันธุ์เปรียบเทียบในแถวข้างเคียงที่ปลูกคู่กับสายพันธุ์นั้นมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ

a, b…= ผลผลิตของสายพันธุ์ที่ทดสอบสายพันธุ์ที่... 1 n

C_1 และ C_2 = ผลผลิตเฉลี่ยของสายพันธุ์ตรวจสอบในแถวข้างเคียงของสายพันธุ์ที่ทดสอบ

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

2. วิเคราะห์ผลผลิตของสายพันธุ์ inbred จากแผนการทดลอง RCBD (Randomized complete block design) ตามแบบจำลองของสุรพล (2536) ดังนี้

ตารางที่4 แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ RCBD

Source of variation	Degree of freedom
Replications	r-1
Treatments	t-1
Error	(r-1)(t-1)
Total	tr-1

t คือ จำนวนสิ่งทดลอง = 29

r คือ จำนวนซ้ำ = 5

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) และหาค่าความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างลักษณะที่ศึกษา โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistic V.8.0 ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

สถานที่ทดลอง

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ตำบลปางอโศก อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2547 สิ้นสุดเดือน กันยายน 2550

ผลและวิจารณ์

การทดสอบคู่ผสมในชั่วแรก ๆ

ในการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดของข้าวโพด มักนิยมคัดเลือกสายพันธุ์ในชั่วแรก ๆ ด้วยสายตา โดยพิจารณาลักษณะโดยรวมเป็นเกณฑ์ แล้วตามด้วยการทดสอบสมรรถนะการผสมที่ S_3 หรือ S_4 ด้วยการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ (Bauman , 1981) สำหรับการทดลองนี้ เมื่อพิจารณาที่วิธีผสมตัวเอง (SFL) เป็นเกณฑ์ สายพันธุ์ผสมตัวเองได้รับการผสมจนถึง S_4 วิธี MSL , TCL และ RSL อยู่ในชั่วการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ครั้งที่ 1 คือหลังการผสมตัวเองมาแล้ว 2 ครั้ง ก่อนนำเข้าผสมทดสอบกับสายพันธุ์ทดสอบ Agwx 20 ผลผลิตของคู่ผสมทดสอบ 10 คู่แรก จากทั้งหมด 51 คู่ผสม ที่มาจากการคัดเลือกทั้ง 4 วิธี แสดงไว้ในตารางที่ 5 คู่ผสมทดสอบทั้ง 10 คู่ผสม ให้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก และฝักสดปอกเปลือกดี สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ Kwsx 91 และ Bigwhite 852 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่ผสม WMSL 7/Agwx 20 ซึ่งโดดเด่นทั้งในแง่ของผลผลิตและอัตราแลกฝัก เมื่อพิจารณาคุณภาพในการกัดชิม คู่ผสม WTCL 7/Agwx 20 และ WMSL 4/Agwx 20 ให้คุณภาพเทียบเท่า Bigwhite 852 ซึ่งเป็นลูกผสมทางการค้า ส่วนที่เหลือให้คุณภาพอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของ 10 คู่ผสมแรก อินเบรดจากแต่ละวิธีคัดเลือกให้ผลออกมาใกล้เคียงกัน มีอินเบรดจากแต่ละวิธีคัดเลือกในคู่ผสม 10 อันดับแรก 2 หรือ 3 สายพันธุ์ ซึ่งใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ผลวิจัยดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกเพื่อให้ได้ทั้งผลผลิตและคุณภาพของฝักสดสูง สามารถที่จะทำได้

ถึงแม้ผลผลิตและรสชาติในการกัดชิมเป็นลักษณะที่ต้องพิจารณาในลำดับแรก ๆ แต่องค์ประกอบของลักษณะทางเกษตรของต้นและฝักสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะหลังมีผลกระทบต่อการพิจารณาข้าวโพดฝักสดเพื่อการค้าค่อนข้างสูง ในกรณีนี้ คู่ผสม WMSL 4/Agwx 20 น่าจะเป็นคู่ผสมที่ให้สมดุลของทุกลักษณะดีที่สุด คือให้ผลผลิตสูง มีรสชาติจากการกัดชิมดีมาก มีคุณภาพของฝักในเกือบทุกลักษณะ เช่น ฝักติดเมล็ด รูปทรงฝัก เรียงแถวเมล็ด ความกว้างและความลึกของเมล็ดที่ดี (ตารางที่ 6) คู่ผสมที่รองลงไป ได้แก่ WTCL 7/Agwx 20 ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน คู่ผสม WMSL 7/Agwx 20 ซึ่งให้ผลผลิตฝักสดสูงสุด (ตารางที่ 5) ถึงแม้ว่ามีรสชาติในการกัดชิมอยู่ที่ค่าเฉลี่ย แต่ก็มีอัตราแลกฝักสูงถึง 70% นอกจากนี้ มีลักษณะรูปทรงของฝัก การเรียงแถวของเมล็ด ความลึกของเมล็ด และฝักติดเมล็ดที่ค่อนข้างโดดเด่น ไม่แตกต่างจาก 2 คู่ผสมแรก

(ตารางที่ 6) สำหรับลักษณะทรงต้นและความต้านทานต่อโรค ทุกคู่ผสมมีระดับคะแนนที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 7) โดยภาพรวมคู่ผสมทั้ง 10 ให้ผลผลิตฝักสดสูง และมีคุณภาพของฝักและทรงต้นที่ใกล้เคียงหรือดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ Kwsx 91 และ Bigwhite 852

ตารางที่ 5 ผลผลิตฝักสดของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)				
	ฝักทั้งเปลือก	ฝักปอกเปลือก	ฝักปอกเปลือกดี[1/]	อัตราแลกฝัก(%)[2/]	ลักษณะคุณภาพ
WMSL 7/Agwx 20	11,455.00 a-d	8,142.60 a	8,058.70 a	70.93 a	average
WTCL 7/Agwx 20	10,968.60 a-e	7,631.00 ab	7,631.00 ab	69.51 a-c	above
WTCL 36/Agwx 20	11,262.10a-e	7,714.90 ab	7,631.00 ab	68.51 a-c	average
WRSL 25/Agwx 20	11,060.80 a-e	7,706.50 ab	7,580.70 ab	70.01 a-c	average
WSFL 25/Agwx 20	11,631.00 a-d	7,798.70 ab	7,463.30 ab	66.61 a-e	average
WMSL 4/Agwx 20	11,119.50 a-e	7,798.70 ab	7,463.30 ab	70.26 a-c	above
WRSL 39/Agwx 20	12,192.90 ab	7,689.10 ab	7,404.60ab	63.18 a-e	average
WMSL 18/Agwx 20	11,346.00 a-e	7,379.50 ab	7,379.50 ab	65.09 a-e	average
WSFL 40/Agwx 20	11,211.70 a-e	7,379.50 ab	7,211.70 ab	65.64 a-e	average
WTCL 25/Agwx 20	10,834.40 a-e	7,379.50 ab	7,169.80 ab	68.28 a-c	average
Kwsx 91	9,139.80 a-c	5,928.00 bc	5,289.30 bc	64.92 a-e	average
Bigwhite 852	8,436.10 de	5,711.40 bc	5,120.90 bc	68.02 a-e	above

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)				
	ฝักทั้งเปลือก	ฝักปอกเปลือก	ฝักปอกเปลือกดี[1/]	อัตราแลกฝัก(%)[2/]	ลักษณะคุณภาพ
Multiple range test[3/]	**	**	**	**	
CV (%)	11.31	11.77	15.01	6.56	

หมายเหตุ [1/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

[2/] อัตราแลกฝัก(%) = (ฝักปอกเปลือก/ฝักทั้งเปลือก) ×100

[3/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 6 ลักษณะคุณภาพของของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)				เมล็ดลึก (ซม.)	จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง							
WMSL 7/Agwx 20	18.86 a-g	18.12 a-h	0.73	4.19 a-f	1.03 a	13.47 a	1.95	1.80	1.22	biw - ly	brl
WTCL 7/Agwx 20	18.21 b-j	17.73 a-j	0.47	4.09 a-f	0.77 a-d	13.47 a	2.32	2.22	1.35	bil - ly	wbl
WTCL 36/Agwx 20	18.50 a-h	18.30 a-h	0.20	3.91 a-f	1.02 ab	13.73 a	2.58	2.20	1.32	bil	bl
WRSL 25/Agwx 20	18.43 a-i	17.85 a-j	0.60	4.27 a-f	0.87 a-d	14.13 a	2.52	2.47	1.48	bi - ly	brl
WSFL 25/Agwx 20	19.15 a-e	18.48 a-f	0.66	3.86 a-f	0.62 cd	14.13 a	2.38	2.23	1.35	bi	wbl
WMSL 4/Agwx 20	18.90 a-g	18.77 a-d	0.13	4.31 a-e	0.89 a-d	14.00 a	2.02	1.70	1.13	w+bily	brl
WRSL 39/Agwx 20	17.63 f-l	17.30 c-m	0.33	4.14 a-f	0.82 a-d	14.4 a	2.58	2.40	1.57	bid	bl
WMSL 18/Agwx 20	18.68 a-g	18.15 a-h	0.53	3.87 a-f	0.58 d	13.87 a	2.70	2.65	2.13	bi	wbl
WSFL 40/Agwx 20	18.42 b-i	16.85 f-n	1.57	4.46 a-d	0.80 a-d	13.60 a	2.63	2.62	1.65	biwl - ly	bl
WTCL 25/Agwx 20	17.98 c-j	17.11 e-n	0.87	3.64 b-f	0.96 a-d	13.47 a	2.87	2.90	1.70	bi	wbl
Kwsx 91	16.95 j-m	14.79 o	2.15	3.99 a-f	0.63 cd	13.40 a	3.09	3.24	1.73	wly+bi	bl
Bigwhite 852	15.81 m	14.63 o	1.18	3.88 a-f	0.65 b-d	12.10 a	2.96	2.82	2.14	w+wly+bil	w
Mean	18.21	17.48		3.98	0.78	14.64					
Multiple range test[7/]	**	**		**	**	ns					

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)				เมล็ดลึก (ซม.)	จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง							
CV (%)	2.96	3.53		8.04	18.03	4.55					

หมายเหตุ [1/] ปลายฝักเปลือย (Blank tip) = ค่าความยาวทั้งฝัก - ความยาวติดเมล็ด

[2/] EA (Ear Aspect) คือ การให้คะแนนลักษณะองค์ประกอบรวมของฝัก = 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[3/] รูปทรง คือ รูปทรงและขนาดของฝักสดปอกเปลือก โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[4/] เรียงแถว คือ ลักษณะการติดเมล็ดและการเรียงแถวของเมล็ด โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[5/] สีเมล็ด ตัวอักษร bi คือสีเหลืองสลับขาว; w คือสีขาว; y คือสีเหลือง; l คือความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี;

— คือการไล่ระดับสี; + คือเมล็ดแต่ละสีรวมกันในฝักเดียว

[6/] สีไหม ตัวอักษร w คือสีขาว; b คือสีน้ำตาล; r คือสีแดง; l คือ ความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี

[7/] ความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 7 ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมทดสอบ 10 อันดับแรก จาก 51 คู่ผสม เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกดีเป็นเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม Bigwhite 852 และพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)	วันออกดอก 50%		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
			เพศผู้	เพศเมีย		
WMSL 7/Agwx 20	156.83 a-f	64.33 a-g	58.00 a-d	59.33 ab	1.13 c	1.35 d-f
WTCL 7/Agwx 20	154.17 a-f	59.83 b-i	56.33 a-f	56.00 c-h	1.27 c	1.37 c-f
WTCL 36/Agwx 20	166.00 ab	55.67 c-i	56.00 a-f	56.33 b-h	1.28 c	1.32 d-f
WRSL 25/Agwx 20	159.33 a-f	64.50 a-g	58.33 a-c	58.33 a-e	1.28 c	1.25 d-f
WSFL 25/Agwx 20	155.53 af	58.83 b-i	56.33 a-f	56.33 b-h	1.37 c	1.53 c-f
WMSL 4/Agwx 20	153.17 a-f	62.17 bi	56.67 a-f	57.00 a-h	1.30 c	1.30 d-f
WRSL 39/Agwx 20	167.50 a	61.83 b-i	55.67 b-f	56.33 b-h	1.40 c	1.43 c-f
WMSL 18/Agwx 20	153.33 a-f	64.00 a-h	57.33 a-e	57.33 a-g	1.60 bc	1.18 ef
WSFL 40/Agwx 20	156.77 a-f	70.33 a-d	55.00 d-g	55.67 d-h	1.53 bc	1.60 c-f
WTCL 25/Agwx 20	155.00 a-f	63.17 b-h	56.67 a-f	56.67 b	1.53 bc	1.42 c-f
Kwsx 91	146.29 b-g	60.81 b-i	51.25 h	52.78 i	1.83 a-c	1.74 b-e
Bigwhite 852	131.10 g	47.29 i	52.56 gh	54.03 hi	1.75 a-c	1.29 d-f
Multiple range test[2/]	**	**	**	**	**	**
CV (%)	4.78	9.29	1.99	1.99	18.96	15.04

ตารางที่ 7 (ต่อ)

หมายเหตุ [1/] คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[2/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลผลิตเมล็ดของสายพันธุ์อินเบรด

สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจนถึงขั้นสุดท้ายของการทดลองเหลือเพียง 32 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์จาก SFL = 9 , MSL = 8 , TCL = 7 และ RSL = 8 สายพันธุ์ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยและช่วงของผลผลิต เท่ากับ 1,124 (343-2,501) , 1,399 (339-3,439) ,954 (455-1,588) และ 1,651 (840-2,173) กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 12 % ของ 10 สายพันธุ์แรกจากทั้งหมด 32 สายพันธุ์ 5 สายพันธุ์แรกให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 อย่างมีนัยสำคัญ สายพันธุ์ดังกล่าว มาจากวิธีคัดเลือก RSL 3 สายพันธุ์ MSL และ SFL อย่างละ 1 สายพันธุ์ และหากพิจารณาทั้ง 10 สายพันธุ์ 5 สายพันธุ์ มาจาก RSL อย่างละ 2 สายพันธุ์ มาจาก MSL และ SFL และ 1 สายพันธุ์ จาก TCL ซึ่งผลการทดลองเป็นไปเช่นเดียวกับงานทดลองที่คล้ายกันของ ชฎามาศ (2550) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดอันดับ 1 และ 2 มาจาก MSL และ SFL ซึ่งแสดงถึงการกระจายสายพันธุ์เกินขีดจำกัดของพ่อแม่ (transgressive segregation) ของสายพันธุ์ SFL และความแปรปรวน (variation) ของสายพันธุ์เนื่องจากการคัดเลือก สำหรับลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ของแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะใกล้เคียงกัน เนื่องจากแต่ละลักษณะถูกกำหนดโดยเกณฑ์ของการคัดเลือก

ผลผลิตเมล็ดของสายพันธุ์ WSFL เป็นผลผลิตในชั่ว S_7 ผลผลิตของสายพันธุ์ WMSL และ WTCL เป็นผลผลิตของสายพันธุ์ที่มีการผสมตัวเอง 2 ครั้ง และผสมข้ามภายในสายพันธุ์อีก 5 ครั้ง อย่างไรก็ตาม การ topcross ภายในสายพันธุ์อย่างต่อเนื่องมีลักษณะคล้ายกับการผสมกลับภายในสายพันธุ์ มีผลให้ระดับความคงตัวทางพันธุกรรม (homozygosity) ใกล้เคียงกับการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่อง ผลผลิตของสายพันธุ์ WTCL และ WSFL จึงใกล้เคียงกัน สำหรับสายพันธุ์ WRSL มาจากการผสมตัวเอง 2 ครั้ง และผสมตัวเองสลับกับผสมข้ามภายในสายพันธุ์อีก 2 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ ทำให้ระดับความคงตัวทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ WRSL เทียบเท่ากับการผสมตัวเอง 5 ครั้ง เนื่องจากการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ 3 ครั้ง มีผลเท่ากับการผสมตัวเอง 1 ครั้ง (Cornelius and Dudley , 1974) แต่ผลผลิตของสายพันธุ์ WRSL สูงกว่าสายพันธุ์ WSFL อย่างมาก

ตารางที่ 8 ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 12% ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว 10 สายพันธุ์แรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 32 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

อันดับที่	สายพันธุ์[2/]	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	% of wx20[1/]	วันออกดอก (50%)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
				เพศผู้	เพศเมีย		
1	WMSL 25	3,438.40 a	192.22	53.20 c-g	53.60 g-l	161.10 b	78.10 bc
2	WSFL 5	2,501.40 b	139.84	53.80 b-g	54.80 d-j	157.30 b-g	76.60 bc
3	WRSL 1	2,172.80 bc	121.47	53.20 c-g	54.00 e-k	155.30 b-g	74.40 bc
4	WRSL 22	2,147.20 b-d	120.04	53.20 c-g	53.80 f-k	161.70 b-d	75.10 bc
5	WRSL 31	1,872.00 b-e	104.657	52.80 d-g	53.40 h-l	151.80 b-g	69.30 bc
6	WRSL 25	1,799.20 c-e	100.587	51.00 h	51.00 l	148.40 c-g	66.50 bc
7	WSFL 19	1,708.60 c-e	95.52	52.20 f-g	52.60 j-l	127.60 i-j	57.30 bc
8	WMSL 17	1,691.60 c-e	94.57	52.60 e-h	53.20 i-l	142.40 f-i	68.70 bc
9	WRSL 40	1,681.80 c-f	94.02	53.20 c-g	54.20 e-j	144.50 e-g	73.60 bc
10	WTCL 17	1,588.20 c-g	88.79	53.00 c-g	53.60 g-l	155.30 b-g	73.20 bc
	Agwx 20	1,788.80 c-e	100.00	52.00 h	51.42 kl	121.48 j	57.30 bc
	Mean	1,301.70		53.63	55.20	150.80	70.52

ตารางที่ 8 (ต่อ)

อันดับที่	สายพันธุ์[2/]	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	% of wx20[1/]	วันออกดอก (50%)		ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงฝัก (ซม.)
				เพศผู้	เพศเมีย		
	Multiple range test[3/]	**		**	**	**	**
	CV (%)	26.68		1.75	2.50	5.41	14.70

หมายเหตุ [1/] % of wx 20 = (ผลผลิตของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตของ Agwx 20)×100

[2/] ค่าเฉลี่ยและช่วงของผลผลิตของสายพันธุ์ทั้งหมดในแต่ละวิธีคัดเลือก WSFL = 1,124 (343-2,501) , WMSL = 1,399 (339-3,439) , WTCL = 954 (455-1,588) และ WRSL = 1,651 (840-2,173) กิโลกรัม/เฮกตาร์

[3/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 32 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลการทดลองนี้ เป็นไปในทำนองเดียวกันกับงานทดลองของ Stringfield (1974) และ Cornelius and Dudley (1974) และโดยเหตุผลในทางทฤษฎี การผสมตัวเองสลับกับการผสมข้ามภายในประชากร ย่อมทำให้สามารถขจัดยีนแฝงออกจากประชากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเพิ่มยีนผลบวกที่ดี (homozygous dominance) ภายในประชากร ซึ่งทำให้ผลผลิตของประชากรสูงขึ้น มากกว่าการผสมตัวเองหรือผสมข้ามภายในประชากรอย่างต่อเนื่อง (Genter , 1976)

การทดสอบสมรรถนะการผสมแบบพบกันหมด

เนื่องจากสมรรถนะการผสมของแต่ละสายพันธุ์จะเปลี่ยนแปลงตามสายพันธุ์ทดสอบ (tester line) ที่เปลี่ยนไป (Castellanos *et.al.* , 1998) สายพันธุ์ที่ให้คู่ผสมที่ดีกับสายพันธุ์ทดสอบหนึ่ง จึงไม่จำเป็นที่จะต้องให้คู่ผสมที่ดีเมื่อคู่ผสมเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างสายพันธุ์เริ่มต้นเดียวกันกับสายพันธุ์ที่คัดได้ในขั้นสุดท้าย ไม่ว่าจะใช้วิธีผสมพันธุ์และวิธีคัดเลือกอย่างเดียวกันหรือคนละวิธีการ (Cornelius and Dudley , 1974) ด้วยเหตุผลดังกล่าวเพื่อให้โอกาสสายพันธุ์จากแต่ละวิธีคัดเลือกอย่างเท่าเทียมกัน จึงทำการคัดเลือกสายพันธุ์อย่างละ 2 สายพันธุ์ จากแต่ละวิธีคัดเลือก โดยใช้คุณภาพจากการกัดชิมของคู่ผสมทดสอบ (testcross) เป็นเกณฑ์ และพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วยสายตาเป็นองค์ประกอบรอง ได้สายพันธุ์ทั้งหมด 8 สายพันธุ์ คือ WSFL 7 , WSFL 25 , WMSL 5 , WMSL 39 ,WTCL 7 , WTCL 2 , WRSL 1 และ WRSL 22 โดยมีผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 12 % ของแต่ละสายพันธุ์เท่ากับ 946 , 344 , 1,288 , 1,379 , 665 , 661 , 2,173 และ 2,148 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9 ผลผลิตที่ต่ำอย่างผิดปกติของสายพันธุ์ WSFL 25 เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ต่ำทำให้จำนวนต้นขาดหายไป การวัดผลผลิตของอินเบรดค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากมีความแข็งแรงของต้นต่ำและมักมีโรคแทรกซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายพันธุ์จาก SFL และ TCL ซึ่งน่าจะเป็นอีกเหตุผลหนึ่ง ที่ทำให้ผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของคู่ผสม

ตารางที่ 9 ผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 12 % และวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของอินเบรด 8 สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก ด้วยวิธีการผสมทดสอบกับสายพันธุ์ Agwx 20 โดยพิจารณาจากคุณภาพจากการกัดชิมของคู่ผสม ร่วมกับการพิจารณาลักษณะโดยทั่วไปด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ โดยคัดเลือก 2 สายพันธุ์ที่ดีที่สุดจากแต่ละวิธีคัดเลือกสายพันธุ์

สายพันธุ์	ผลผลิต (กก./เฮกตาร์)	วันออกดอก	
		เพศผู้	เพศเมีย
WSFL 7	946	54.0	56.2
WSFL 25	344	57.6	52.2
WMSL 5	1,288	54.4	57.2
WMSL 39	1,379	52.6	55.0
WTCL 2	665	54.2	56.0
WTCL 7	661	53.8	58.8
WRSL 1	2,173	53.2	54.0
WRSL 22	2,148	53.2	53.8

เป็นที่น่าสังเกตว่า วันออกดอกของเพศผู้และเพศเมียของสายพันธุ์ WSFL 25 และ WTCL 7 แตกต่างกันถึง 5 วัน ทั้ง ๆ ที่การผสมตัวเอง และ topcross อย่างต่อเนื่องควรจะทำให้วันออกดอกเพศผู้และเพศเมียมีความพ้องกัน (synchronization) สูง สาเหตุดังกล่าวน่าจะมาจากความแข็งแรงของต้นต่ำและมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมสูง ของสายพันธุ์ที่มีความถดถอยทางพันธุกรรม (inbreeding depression) สูง

นำสายพันธุ์จากตารางที่ 9 มาผสมแบบพบกันหมดได้ 28 คู่ผสม แต่ละสายพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยของคู่ผสมและช่วงของผลผลิตเท่ากับ WSFL 7 ; 6,902 (4,173–9,951) ,WSFL 25 ; 8,200 (5,078-9,944) , WMSL 5 ; 7,261 (3,641-9,944) , WMSL 39 ; 6,461 (4,173-8,179) , WTCL 2 ; 7,241 (4,916-9,476) , WTCL 7 ; 6,896 (3,952-9,318) , WRSL 1 ; 7,391 (3,641-12,742) , WRSL 22 ; 7,435 (3,952-9,951) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ 7 คู่ผสมของแต่ละสายพันธุ์ จะเห็นว่าสายพันธุ์ WSFL 25 และ WRSL 22 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) ที่ดี ในระดับ 1 และ 2 ตามลำดับ จากตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่า 8 จาก 10 คู่ผสม มีสายพันธุ์ WSFL 25 และ WRSL 22 ร่วมอยู่ด้วยสายพันธุ์ละ 4 คู่ผสม, สายพันธุ์ WSFL 7 ร่วมอยู่ใน 3 คู่ผสม, สายพันธุ์ WMSL 5 , WRSL 1 , WTCL 2

และ WTCL 7 สายพันธุ์ละ 2 คู่ผสม และสายพันธุ์ WMSL 39 ให้คู่ผสมที่ดีเพียง 1 คู่ผสม ซึ่งเป็นไปตามค่า GCA (ค่าเฉลี่ย) ของแต่ละสายพันธุ์ และแสดงให้เห็นว่าผลผลิตไม่ใช่ดัชนีบ่งชี้ถึงสมรรถนะการผสมที่ดีของแต่ละสายพันธุ์ ดังนั้นจึงเป็นหลักปฏิบัติโดยทั่วไป ที่จะเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการนำมาสร้างลูกผสมเดี่ยว แต่คุณค่าของสายพันธุ์เหล่านี้จะต้องได้รับการทดสอบในคู่ผสม และสมรรถนะการผสมของแต่ละสายพันธุ์ก็จะเปลี่ยนไปเมื่อคู่ผสมเปลี่ยนไป

จาก 10 คู่ผสมในตารางที่ 10 ทุกคู่ผสมให้ผลผลิตของฝักสดทุกรูปแบบสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 สายพันธุ์และมีฝักปอกเปลือกดีสูงกว่าพันธุ์ Bigwhite 852 ในช่วง 173 - 270 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ Kwsx 110 ให้ค่าเปรียบเทียบที่ 120 เปอร์เซ็นต์ของ Bigwhite 852 คู่ผสมทั้ง 10 มีอัตราแลกฝักอยู่ในช่วง 118 – 155 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์ Kwsx 110 และ Bigwhite 852 มีอัตราแลกฝักอยู่ที่ 154 และ 141 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม คู่ผสมทั้ง 10 มีอายุวันออกดอก (50%) และอายุเก็บเกี่ยวนานกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสอง โดยมีอายุเก็บเกี่ยวอยู่ที่ 68 – 72 วัน ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบมีอายุเก็บเกี่ยว 62 และ 66 วัน ตามลำดับ

เนื่องจากสายพันธุ์ทั้งหมดในตารางที่ 10 คัดเลือกมาโดยพิจารณาจากค่าสมรรถนะการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ Agwx 20 กลุ่มของ heterotic genes น่าจะคล้ายกัน และอยู่ตรงข้ามกับกลุ่มยีนของ Agwx 20 ถ้าหากเฮตเทอโรซีสเป็นผลเนื่องจาก non – additive คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือก ควรจะต้องให้ผลผลิตต่ำ แต่ถ้าคู่ผสมให้ผลผลิตสูง แสดงว่า additive gene มีผลต่อค่าเฮตเทอโรซีสของคู่ผสม (Rusell and Eberhart , 1975) สำหรับการทดลองนี้ คู่ผสมทั้ง 10 ต่างให้ผลผลิตที่สูงกว่าพ่อแม่มาก แสดงถึงความสำคัญของยีนบวกสะสมที่มีต่อความแข็งแรงของลูกผสม ผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกับงานทดลองของ Rusell and Eberhart (1975)

ตารางที่ 10 ผลผลิตฝักสด และลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)			% of check (BW)ฝักปอกเปลือกดี[1/]	อัตราแลกฝัก[2/] (%)	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว
	ฝักทั้งเปลือก	ฝักปอกเปลือก	ฝักปอกเปลือกดี[3/]			เพศผู้	เพศเมีย	
WSFL 25 × WRSL 1	17,523 a	13,078 a	12,742 a	270.76	134.65 a-c	52.00 a-f	53.00 b-e	71.00 d-g
WSFL 25 × WMSL 5	14,634 a-c	10,265 ab	9,944 ab	211.30	142.83 a-c	53.00 a-c	54.00 a-d	72.00 b-f
WSFL 7 × WRSL 22	12,124 b-f	10,230 ab	9,951 ab	211.45	118.74 bc	49.80 fg	50.20 g-i	68.80 gh
WMSL 5 × WRSL 22	13,208 a-e	9,910 b	9,625 a-c	204.53	133.11 a-c	51.00 b-f	52.00 c-h	70.20 fg
WSFL 25 × WTCL 2	15,089 ab	9,753 bc	9,476 a-d	201.36	155.4 ab	51.60 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g
WTCL 7 × WTCL 2	13,351 a-e	9,639 bc	9,318 a-e	198.00	142.92 a-c	50.40 ef	51.00 e-h	70.00 fg
WSFL 7 × WTCL 7	11,547 b-h	9,260 b-d	8,904 b-f	189.21	128.51 a-c	51.80 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g
WSFL 7 × WSFL 25	13,452 a-d	9,184 b-e	8,773 b-g	186.42	148.54 ab	51.60 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g
WRSL 1 × WRSL 22	13,053 a-e	8,941 b-f	8,756 b-g	186.06	153.56 ab	52.80 a-d	53.20 a-e	71.40 d-e
WMSL 39 × WRSL 22	11,711 b-h	8,397 b-g	8,179 b-h	173.80	140.2 a-c	49.80 fg	50.00 hi	68.60 g

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)			% of check (BW)ฝักปอกเปลือกดี[1/]	อัตราแลกฝัก[2/] (%)	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว
	ฝักทั้งเปลือก	ฝักปอกเปลือก	ฝักปอกเปลือกดี[3/]			เพศผู้	เพศเมีย	
Kwsx 110	9,200 d-i	6,000 d-i	5,687 d-k	120.85	154.04 ab	43.8 h	43.80 j	62.00 i
Bigwhite 852	7,106 g-i	5,059 g-i	4,706 h-k	100.00	141.47 a-c	48.20 g	48.20 i	66.30 h
Mean	10,846.39	7,639.30	7,213.44		144.76	51.47	52.37	71.07
Multiple range test[4/]	**	*	**		**	**	**	**
CV (%)	20.25	20.33	24.01		13.80	1.94	2.07	1.83

หมายเหตุ ผลผลิตเฉลี่ยที่คำนวณจากการปรับค่าตามสูตรของ Yates, 1936

[1/] % of BW = (ผลผลิตฝักปอกเปลือกของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักปอกเปลือกของ Bigwhite)×100

[2/] อัตราแลกฝัก (%) = (ฝักปอกเปลือก/ฝักทั้งเปลือก)×100

[3/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

[4/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 28 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ลักษณะทางการเกษตรของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

ลักษณะทางเกษตรดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 มีเกณฑ์การให้คะแนนจาก 1 คือดีที่สุด ลดหลั่นลงไปจนถึง 5 โดยมีการให้คะแนนหลายลักษณะเช่น ความสม่ำเสมอของต้น (uniform) องค์ประกอบต้น ตำแหน่งฝักอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ความสูงต้นและลักษณะทางเกษตรอื่นๆ โดยทั่วไปดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ หรือโรคทางใบ ได้แก่ โรคราน้ำค้าง (downy mildew) โรคใบไหม้ (leaf blight), โรคราสนิม (rust), โรคใบจุด (leaf spot) จะเห็นได้ว่าโรคทางใบของคู่ผสมต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี มีคะแนนองค์รวมโรคค่อนข้างดีกว่าพันธุ์ร่วมทดสอบและพันธุ์เปรียบเทียบ เนื่องจากพันธุ์เปรียบเทียบไม่ต้านทาน (อ่อนแอ) ต่อโรคราน้ำค้างเป็นอย่างมาก และระบบรากอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และการหักล้มหรือโค้งงอของลำต้น (lodging) อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าพันธุ์ร่วมทดสอบ และพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งการปลูกทดสอบในฤดูฝนนี้เป็นการดีในการทดสอบ lodging และระบบรากได้ดีมาก

ลักษณะคุณภาพของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

ความยาวทั้งฝักมีค่าประมาณ 19-21 เซนติเมตร และมีความยาวฝักติดเมล็ดมีค่าประมาณ 17-19 เซนติเมตร ซึ่งทำให้มีค่าความยาวปลายฝักเปลือย (blank tip) หรือติดเมล็ดไม่เต็มฝักประมาณ 0.9-2.75 เซนติเมตร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 โดยมีค่ามากกว่า สายพันธุ์ร่วมทดสอบและพันธุ์เปรียบเทียบ และคู่ผสม WSFL 7 × WRSL 22 มีค่าปลายฝักเปลือยอยู่ที่ 0.9 เซนติเมตร จำนวนแถวมากกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จำนวนแถวจึงมีผลต่อความกว้างของฝักโดยมีค่าประมาณ 4 เซนติเมตร ซึ่งมีผลใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ และมีความลึกของเมล็ดตั้งแต่ 0.6 เซนติเมตรขึ้นไปซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบ

ตารางที่ 11 ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่แรกจาก 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	ความสูง (ซม.)		Uniform [1/]	องค์ประกอบ	องค์รวมโรค[3/]	โรคทางใบ [4/]					
	ต้น	ฝัก		ต้น [2/]		Downy	LB[5/]	Rust	LS[6/]	Root	Lodging
WSFL 25 × WRSL 1	202.30 a-c	99.20 ab	1.48	1.26	1.70	1.12	1.54	1.46	1.70	1.00	1.56
WSFL 25 × WMSL 5	212.90 a	105.20 a	1.22	1.04	1.44	1.00	1.28	1.36	1.60	1.00	1.24
WSFL 7 × WRSL 22	177.50 d-i	80.10 c-g	1.02	1.12	1.28	1.00	1.48	1.28	1.52	1.00	1.48
WMSL 5 × WRSL 22	184.50 d-f	84.50 c-f	1.30	1.16	1.16	1.00	0.26	1.14	1.36	1.00	1.36
WSFL 25 × WTCL 2	192.30 b-d	89.90 bc	1.16	1.18	1.56	1.00	1.38	1.26	1.64	1.00	1.48
WTCL 7 × WTCL 2	178.60 d-h	82.70 c-g	1.68	1.84	1.98	1.00	1.48	1.66	1.74	1.00	1.29
WSFL 7 × WTCL 7	180.60 d-g	79.90 c-g	1.84	1.70	1.64	1.02	1.08	1.38	1.66	1.00	1.14
WSFL 7 × WSFL 25	203.60 ab	86.10 c-e	1.42	1.36	1.52	1.00	1.28	1.30	1.58	1.00	1.26
WRSL 1 × WRSL 22	190.5 b-e	91.70 bc	1.38	1.70	1.72	1.00	1.40	1.38	1.76	1.00	1.24
WMSL 39 × WRSL 22	177.70 d-i	83.00 c-g	1.38	1.54	1.52	1.00	1.68	1.24	1.36	1.00	1.76

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คู่ผสม	ความสูง (ซม.)		Uniform [1/]	องค์ประกอบต้น [2/]	องค์รวมโรค [3/]	โรคทางใบ [4/]					
	ต้น	ฝัก				Downy	LB [5/]	Rust	LS [6/]	Root	Lodging
Kwsx 110	176.20 d-i	82.50 c-g	2.39	2.6	3.27	1.68	1.63	2.3	2.48	1.00	1.57
Bigwhite 852	144.32 j	65.97 h	2.88	2.58	2.98	2.33	1.67	2.08	2.17	1.00	1.53
Mean	179.41	83.05									
Multiple range test [7/]	**	**									
CV (%)	4.67	7.41									

หมายเหตุ [1/] Uniform = ความสม่ำเสมอของลักษณะทรงต้น เช่น ความสูงต้น ความสูงฝัก รูปทรง และลักษณะอื่นๆ ของต้น

[2/] องค์ประกอบต้น = ลักษณะโดยรวมของต้นข้าวโพดทั้งสายพันธุ์ (ทั้งแถว)

[3/] องค์รวมโรค = ลักษณะโดยรวมของโรคบนต้นข้าวโพดหรือความสะอาดของต้น

[4/] โรคทางใบ = ลักษณะของโรคทางใบโดยให้คะแนนตอนไหมแห้งและ /หรือช่อดอกตัวผู้แห้ง

[5/] LB = Leaf blight (โรคใบไหม้) [6/] LS = Leaf spot (โรคใบจุด)

[7/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 28 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

โดย Uniform ถึง Lodging ให้คะแนน 1 ดีที่สุด และลดหลั่นลงไปหา 5

ตารางที่ 12 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจากทั้งหมด 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน 2550

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)				เมล็ดลึก	จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง					
WSFL 25 × WRSL 1	21.66 ab	19.72 ab	1.94	4.20 a-c	0.75 a	16.00 a	3.73	1.65	1.10
WSFL 25 × WMSL 5	20.80 a-d	18.78 a-e	2.02	4.27 ab	0.78 a	15.60 ab	1.40	1.30	1.20
WSFL 7 × WRSL 22	19.80 d-f	18.90 a-d	0.90	4.18 a-d	0.74 a	14.00 a-e	1.68	1.66	1.08
WSFL 25 × WRSL 22	17.30 ij	14.08 j	3.22	4.21 a-c	0.76 a	15.60 ab	3.65	3.57	1.20
WSFL 25 × WTCL 2	21.84 a	19.08 a-d	2.75	4.22 a-c	0.66 a	16.00 a	1.70	2.85	1.10
WTCL 7 × WTCL 2	19.42 d-g	17.70 b-g	1.72	4.12 a-d	0.79 a	15.20 a-c	2.75	2.78	1.23
WSFL 7 × WTCL 7	18.66 f-i	17.12 d-h	1.54	3.96 b-e	0.74 a	14.00 a-e	3.65	3.50	1.15
WSFL 7 × WSFL 25	20.79 a-d	18.64 a-e	2.15	4.15 a-d	0.76 a	14.80 a-d	2.65	2.25	1.20
WRSL 1 × WRSL 22	19.42 d-g	17.30 c-h	2.12	4.00 b-d	0.73 a	13.20 c-e	3.10	3.03	1.15
WMSL 39 × WRSL 22	20.14 c-e	19.68 a-c	0.46	4.19 a-d	0.76 a	14.00 a-e	2.92	2.60	1.30

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (cm.)				เมล็ดลึก	จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง					
Kwsx 110	17.54 ij	15.80 g-j	1.74	3.98 b-d	0.68 a	14.00 a-e	2.95	2.99	1.45
Bigwhite 852	16.92 jk	16.75 d-i	0.16	4.22 a-c	0.79 a	12.60 de	2.60	2.16	1.15
Mean	19.24	17.24		4.05	0.76	14.29			
Multiple range test[5/]	**	**		**	ns	**			
CV (%)	3.38	6.32		4.33	13.14	6.94			

หมายเหตุ [1/] ปลายฝักเปลือย = ค่าความยาวทั้งฝัก - ความยาวติดเมล็ด;

[2/] EA (Ear Aspect) คือ การให้คะแนนลักษณะองค์ประกอบรวมของฝัก = 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[3/] รูปทรง คือ รูปทรงและขนาดของฝักสดปอกเปลือก ให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[4/] เรียงแถว คือ ลักษณะการติดเมล็ดและการเรียงแถวของเมล็ด ให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[5/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 28 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

คุณภาพการรับประทานของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม

คุณภาพการรับประทานของคู่ผสมแบบพบกันหมดให้คะแนนโดยผู้ชิม 2-3 ท่าน ซึ่งจะชิมข้าวโพดข้าวเหนียวหลังนึ่งประมาณ 40-60 นาที เพื่อทดสอบความเหนียวนุ่ม ความกรอบ และลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ด โดยมีเกณฑ์การชิมแบบให้คะแนน 1-5 ; คะแนน 1 คือระดับที่ดีที่สุด (เป็นที่ยอมรับได้) และลดหลั่นลงไปจนถึง 5 (ไม่เป็นที่ยอมรับ) คู่ผสม WRSL 1 × WRSL 22 และ WMSL 5 × WRSL 22 มีคะแนนความหวานจากการชิมที่เท่ากันกับพันธุ์เปรียบเทียบ (2.60) มีความนุ่ม ความเหนียว ความกรอบ ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด อยู่ในเกณฑ์ดีและใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งมีค่าบางอย่างแตกต่างกันบ้างลดหลั่นกันไป เกือบทุกคู่ผสมมีความนุ่มกว่าพันธุ์เปรียบเทียบและลักษณะสีไหมส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงเข้ม หรือมีสีขาวหรือขาวออกทองบ้าง และสีของเมล็ดส่วนใหญ่เป็น 2 สี คือ สีขาวสลับเหลืองไล่ระดับสีลดหลั่นกันไป และมีบางคู่ผสมมีสีเหลืองทั้งฝักอาจจะมีสีเหลืองไล่ระดับสี หรือมีสีเหลืองที่เข้มจนถึงเหลืองอมส้มก็มี การที่มีสีต่าง ๆ เป็นเพราะสายพันธุ์ผสมรวมเริ่มต้นมีลักษณะสีต่าง ๆ ตามลักษณะสายพันธุ์ ซึ่งถ้าหากต้องการลักษณะที่สม่ำเสมอของสีใดสีหนึ่งก็สามารถคัดแยกที่เมล็ดสีต่างๆ จากสายพันธุ์พ่อแม่ได้เลย แต่สีเมล็ดและสีไหมของคู่ผสมต่างๆ จะแตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบและพันธุ์ร่วมทดสอบคือ 2 สายพันธุ์นี้มีสีเมล็ดเป็นสีขาวหรือขาวนวล ๆ และมีสีไหม เป็นสีขาวหรือสีขาวออกทองๆ

ลักษณะอื่นๆของ 10 คู่ผสมแรกจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการชิม

การพิจารณาสายพันธุ์หรือคู่ผสมที่ให้ผลผลิตทางการค้าของข้าวโพดข้าวเหนียวอยู่ที่ผลผลิตของฝักที่มีขนาดพอเหมาะ และมีลักษณะทางคุณภาพอื่น ๆ ที่ดีเข้าร่วมพิจารณาด้วย ดังแสดงในตารางที่ 13 มีค่าใกล้เคียงหรือน้อยกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งพันธุ์เปรียบเทียบถึงผลผลิตจะน้อยกว่าหรืออ่อนแอต่อโรคมาก แต่ก็ยังมีคุณภาพการรับประทานที่ดีที่สุดอยู่ ต่างกับคู่ผสมอื่นๆ ถึงแม้จะให้ผลผลิตที่ดีแต่มีจุดด้อยในบางลักษณะ เนื่องจากลักษณะคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพการรับประทาน เช่น ความนุ่ม, เหนียว, หวานเล็กน้อย, ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด และองค์ประกอบโดยรวมเป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาข้าวโพดข้าวเหนียวฝักสด ดังนั้นการคำนึงถึงแต่ผลผลิตเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอ และสามารถเลือกคู่ผสมที่ดีได้ จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าคู่ผสม WRSL 1 × WRSL 22, WSFL 25 × WTCL 2, WMSL 5 × WRSL 22, WTCL 7 × WRSL 22 และ WTCL 2 ×WRSL 22 มีคะแนนลักษณะองค์ประกอบรวม และให้ความหวานที่ใกล้เคียงกับ

พันธุ์เปรียบเทียบ (ความหวานประมาณ 2.60) และมีลักษณะคุณภาพการรับประทาน อื่น ๆ ในระดับที่ดี นอกจากนี้ยังมีกลิ่นหอมของข้าวโพด และมีผลผลิตของฝักปอกเปลือกดีอยู่ในระดับสูงด้วย แต่มีบางคู่ผสมไม่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 13 และตารางผลผลิต (ตารางที่ 10) คือคู่ผสม WTCL 7 × WRSL 22 และ WTCL 2 × WRSL 22 ซึ่งมีผลผลิตเท่ากับ 3,952 และ 5,717 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งหมดคู่ผสม WRSL 1 × WRSL 22 จึงเป็นคู่ผสมที่น่าสนใจสูงสุด จะสังเกตได้ว่าคู่ผสมนี้เป็นการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มาจากการพัฒนาสายพันธุ์จากวิธีการที่ 4 คือ Recurrent sibbed selection method และยังสังเกตได้ว่าสายพันธุ์อินเบรด WRSL 22 ให้ผลผลิตสูงด้วย

ตารางที่ 13 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมด8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

คู่ผสม	องค์ประกอบรวม[1/]	ความหวาน	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความบาง (pericarp)[2/]	ความกรอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
WSFL 25 × WRSL 1	2.96	3.13	2.00	2.38	2.33	2.00	สีขาวสลับเหลือง ไหมสีน้ำตาลเข้ม	เคี้ยวนานๆ จะหวานขึ้น
WSFL 25 × WMSL 5	3.30	3.80	2.10	2.10	2.10	3.00	สีขาวสลับเหลืองอ่อน ไหมสีน้ำตาลทองอ่อน	เปลือกหุ้มเมล็ดหนา มีกลิ่น
WSFL 7 × WRSL 22	3.60	3.64	2.50	1.80	2.36	2.66	สีขาวสลับเหลืองไล่ระดับ ไหมสีน้ำตาล	แข็ง
WMSL 5 × WRSL 22	3.00	2.60	2.33	2.50	3.16	3.00	สีขาวสลับเหลืองอ่อนไล่ระดับ ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นขึ้นจมูก ค่อนข้างหวาน
WSFL 25 × WTCL 2	2.70	2.80	2.40	2.50	2.80	2.80	สีขาวสลับเหลืองอ่อนไล่ระดับ ไหมสีน้ำตาล	เนื้อนุ่มเคี้ยวง่าย
WTCL 7 × WTCL 2	3.00	2.88	2.25	2.75	2.75	2.75	สีขาวสลับเหลืองอ่อนไล่ระดับ ไหมสีขาวทอง	อร่อยหนุบๆ เคี้ยวมัน
WSFL 7 × WTCL 7	3.38	3.00	2.75	2.75	3.13	3.00	สีขาวสลับเหลืองอ่อน,แวว ไหมสีน้ำตาลเข้ม	กลิ่นหอม
WSFL 7 × WSFL 25	3.00	3.00	2.25	2.38	3.00	2.75	สีขาวสลับเหลืองอ่อนๆ ไหมสีน้ำตาล	นุ่ม มีกลิ่นหอมเล็กน้อย
WRSL 1 × WRSL 22	2.70	2.60	1.50	1.80	2.30	2.30	สีขาวสลับเหลืองอ่อนไล่ระดับ ไหมสีน้ำตาลแดงอ่อนๆ	มีเมล็ดหวานปนเล็กน้อย หอมขึ้นจมูก
WMSL 39 × WRSL 22	3.58	4.00	2.80	2.50	3.25	2.38	สีขาวสลับเหลืองไล่ระดับจนถึงสีเหลืองอมส้มเข้ม (ซีด) ไหมสีน้ำตาล	กลิ่นหอม แต่เนื้อแข็ง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

คู่ผสม	องค์ประกอบรวม[1/]	ความหวาน	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความบาง (pericarp)[2/]	ความกรอบ	สีฝักและไหม	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
Kwsx 110	2.60	3.40	3.10	2.40	3.40	2.80	สีขาวขุ่นสลับเหลืองอ่อน ไหมสีขาวอมทอง	เนื้อเหนียวหนุบๆ
Bigwhite 852	2.43	2.60	2.41	1.78	2.01	2.21	สีขาวแวววสลับสีเหลืองอ่อน ไหมสีขาว	อร่อยเหนียวนุ่ม,แต่ไม่ค่อยหวาน

หมายเหตุ องค์ประกอบรวม = ลักษณะโดยรวมของฝักข้าวโพด เช่น ลักษณะรูปทรง การติดเมล็ด สีทั้งฝัก (สีเมล็ด) คุณภาพต่างๆ ในการรับประทาน ความชอบ โดยให้คะแนนจากทั้งหมดโดยองค์รวม (คะแนน 1 ดีที่สุด (เป็นที่ยอมรับ) และลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5 คือแย่ที่สุด (ไม่เป็นที่ยอมรับ))

[2/]ความบาง (pericarp) = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ดโดยให้คะแนน 1 ดีที่สุด (เป็นที่ยอมรับ) และลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5 คือแย่ที่สุด (ไม่เป็นที่ยอมรับ)

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโดยวิธีการผสมตัวเอง และ topcross ภายในสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง เป็นสาเหตุให้เกิดการถดถอยทางพันธุกรรมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดต่ำและอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อม การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดฐานกว้างโดยวิธี mass sibbed selection (MSL) และ recurrent sibbed selection (RSL) ช่วยรักษาระดับผลผลิตของสายพันธุ์โดยรวมให้อยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิธี RSL ซึ่งมีการผสมตัวเองสลับการผสมข้ามภายในสายพันธุ์ สามารถให้สายพันธุ์ที่มีผลผลิตและสมรรถนะการผสมที่ดี มีความสม่ำเสมอสูง ถึงแม้ว่าระดับของผลผลิตไม่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงระดับสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ เนื่องจากสายพันธุ์จากทุกวิธีผสมและคัดเลือก ต่างก็ให้ลูกผสมได้ในระดับที่ใกล้เคียงกัน แต่สายพันธุ์ ส่วนใหญ่ที่ให้คู่ผสมที่ดีมาจากวิธีคัดเลือกแบบ RSL และ SFL อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์ RSL มีข้อได้เปรียบตรงที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ผลิตลูกผสมเดี่ยว

สำหรับลักษณะทางคุณภาพของลูกผสมเดี่ยวที่มาจากแต่ละสายพันธุ์ มีความแตกต่างโดยรวมไม่มาก เนื่องจากทุกสายพันธุ์จากแต่ละวิธีคัดเลือก ต่างก็มาจากแหล่งพันธุกรรมเดียวกันซึ่งเป็นเชื้อพันธุกรรมที่ได้รับการพัฒนาด้านผลผลิตและคุณภาพมาแล้วในระดับหนึ่ง การใช้เชื้อพันธุกรรมที่ดีเพื่อต่อยอดงานวิจัย จึงเป็นวิธีที่ง่ายและได้ผล ดังจะเห็นได้จากผลผลิตของสายพันธุ์อินเบรดที่เพิ่มขึ้นและลูกผสมระหว่างสายพันธุ์เหล่านี้ ให้ทั้งผลผลิตและลักษณะทางคุณภาพที่เหนือกว่าลูกผสมทางการค้าที่ใช้เปรียบเทียบ และเนื่องจากความแข็งแรงของลูกผสมเป็นผลมาจากผลบวกสะสม (additive effect) ของยีนข่ม และลักษณะทางคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวมาจากผลบวกสะสมของยีนแฝง (homozygous recessive gene) ดังนั้นในทางทฤษฎีและผลจากการทดลองต่างก็สนับสนุนการใช้วิธีคัดเลือกในแบบวงจรภายในสายพันธุ์ (RSL)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

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

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

_____. 2548. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง : ปรับปรุงพันธุ์กับความหลากหลายของแนวคิด**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2550. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง : ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐานวิธีการและแนวคิด**. เรียบเรียงครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชฎามาศ จิตต์เลขา. 2550. **วิธีพัฒนาสายพันธุ์ผสมรวมและศักยภาพในการใช้ เพื่อผลิตลูกผสมข้าวโพดหวานทางการค้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพย์ เลขะกุล. 2529. ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน. **ชาวเกษตร** 67: 4-17.

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

ประภา กัณฐศากุล, สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ และจินดา จันทร์อ่อน. 2535. ส่วนประกอบบางอย่างของข้าวโพดฝักสด, น. 1-3 ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาข้าวโพดหวาน.** ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.

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

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

สนิท ลวดทอง. 2527. **ข้าวโพดและการจัดการ**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2526. **สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์. 2550. **การใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เพื่อจำแนกเอนโด-สเปอร์มประเภทต่าง ๆ ของอินเบรดข้าวโพด *(Zea mays* L. *)***. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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, Greece.

Bauman, L.F. 1981. **Review of methods used by breeders to develop superior inbreds**. Proc. Corn Sorghum Ind. Res. Conf. 36 : 199-208.

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.

Castellanos, J.S., A.R. Hallauer, and H.S. Cordova. 1998. Relative performance of testers to identify elite lines of corn (*Zea mays* L.). **Maydica**. 43:217 – 226.

Cornelius, P.L., and J.W. Dudley. 1974. Effects of inbreeding by selfing and full – sib mating in maize population. **Crop Sci**. 14 : 815 – 819.

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

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

Fergason, V. 1994. High amylose and waxy corn, pp. 56-77. In A.R. Hallauer (ed.). 2001. **Specialty Corns.** CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A.

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

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.

Fasoula, V.A. and H.R. Boerna. 1998. Divergent selection for agronomic traits within three soybean cultivars. **Agron. Abstr.** p 79.

Genter, C.F. 1976. Recurrent selection for yield in the F_2 of a maize single cross. **Crop Sci**. 16 : 350 – 352.

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**. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida. U.S.A.

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.

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

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.

Phuong, N. and K. Samphantharak. 2006. Composite line method for the development of early generation hybrids of maize (*Zea mays* L.) **Kaetsart J.** (Nat. Sci.) 41 : 242 – 250.

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

Richardson, D.C. 1960. Pericarp thickness in popcorn. **Agron. J.** 52 : 77-80.

Russell, W.A., and S.A. Eberhart, 1975. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selection programs. **Crop Sci.** 15 : 1 – 4.

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

Tracy, W.F. 1994. Sweet corn. pp. 147-188. *In* **: A.R. Hallauer (ed.). 2001. Specialty Corns. CRD** Press Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A.

Tracy, W.F. and W.C. Galinat. 1987. Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of it's relative**. J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 22 : 654 – 657.

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.

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

Weatherwax, F. 1922. A race carbohydrate in waxy maize. **Genetic** 7: 568.

Yates , F. 1936. A new method of arranging variety trials involving a large number of varieties. **J. Agr. Sci.** 26 : 424 – 455.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลผลิตฝักสดของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx 20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)						อัตราแลกฝัก[5/]
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(%)
WSFL 1/Agwx 20	10,247.40 a-e	121.47	6,960.20 ab	121.86	6,540.90 a-c	127.73	67.77 a-d
WSFL 2/Agwx 20	9,786.20 a-e	116.00	5,802.90 bc	101.60	5,383.70 bc	105.13	59.21 b-e
WSFL 4/Agwx 20	10,809.20 a-e	128.13	6,373.20 a-c	111.58	5,702.30 a-c	111.35	58.97 c-e
WSFL 5/Agwx 20	9,995.80 a-e	118.49	6,708.60 a-c	117.46	6,624.70 a-c	129.37	67.08 a-e
WSFL 7/Agwx 20	10,918.20 a-e	129.42	7,580.70 ab	132.73	6,993.70 ab	136.57	69.47 a-c
WSFL 17/Agwx 20	10,021.00 a-e	118.79	6,624.70 a-c	115.99	6,373.20 a-c	124.45	66.25 a-e
WSFL 18/Agwx 20	11,748.40 a-c	139.26	7,295.60 ab	127.73	6,876.30 a-c	134.28	62.07 a-c
WSFL 19/Agwx 20	9,098.50 b-e	107.85	6,205.50 a-c	108.65	5,702.30 a-c	111.35	68.22 a-c
WSFL 20/Agwx 20	10,599.60 a-e	125.65	5,953.90 a-c	104.25	5,744.20 a-c	112.17	56.17 e
WSFL 25/Agwx 20	11,631.00 a-d	137.87	7,798.70 ab	136.55	7,463.30 ab	145.74	66.61 a-e

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)						อัตราแลกฝัก[5/]
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(%)
WSFL 36/Agwx 20	10,104.80 a-e	119.78	6,876.30 ab	120.40	6,457.00 a-c	126.09	68.07 a-d
WSFL 37/Agwx 20	8,469.60 de	100.39	5,719.10 bc	100.13	5,383.60 bc	105.13	67.80 a-d
WSFL 38/Agwx 20	10,775.70 a-e	127.73	7,044.00 ab	123.33	6,373.20 a-c	124.45	65.77 a-c
WSFL 39/Agwx 20	10,960.20 a-e	129.92	6,909.90 ab	120.98	6,742.10 a-c	131.66	63.13 a-e
WSFL 40/Agwx 20	11,211.70 a-e	132.90	7,379.50 ab	129.21	7,211.70 ab	140.83	65.64 a-e
WMSL 1/Agwx 20	10,582.80 a-e	125.45	6,993.7 ab	122.45	6,742.10 a-c	131.66	65.88 a-e
WMSL 2/Agwx 20	10,482.20 a-e	124.25	6,725.40 a-c	117.75	6,641.50 a-c	129.69	64.08 a-e
WMSL 4/Agwx 20	11,119.50 a-e	131.81	7,798.70 ab	136.55	7,463.30 ab	145.74	70.26 a-c
WMSL 5/Agwx 20	9,853.30 a-e	116.80	6,457.00 a-c	113.05	6,205.50 a-c	121.18	65.44 a-e
WMSL 7/Agwx 20	11,455.00 a-d	135.79	8,142.60 a	142.57	8,058.70 a	157.37	70.93 a
WMSL 17/Agwx 20	10,499.00 a-e	124.45	6,708.60 a-c	117.46	6,540.90 a-c	127.73	63.84 a-e
WMSL 18/Agwx 20	11,346.00 a-e	134.49	7,379.50 ab	129.21	7,379.50 ab	144.11	65.09 a-e

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)						อัตราแลกฝัก[5/]
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(%)
WMSL 19/Agwx 20	9,828.10 a-e	116.50	6,540.90 a-c	114.52	6,289.30 a-c	122.82	66.58 a-e
WMSL 21/Agwx 20	9,954.00 a-e	117.99	6,666.70 a-c	116.73	6,582.80 a-c	128.55	66.99 a-e
WMSL 25/Agwx 20	10,775.70 a-e	127.73	7,211.70 ab	126.27	7,127.90 ab	139.19	66.95 a-e
WMSL 38/Agwx 20	11,019.00 a-e	130.62	7,631.00 ab	133.61	6,792.50 a-c	132.64	70.67 ab
WMSL 39/Agwx 20	10,071.30 a-e	119.38	6,096.40 a-c	106.74	5,174.00 bc	101.04	60.45 a-e
WMSL 40/Agwx 20	11,329.10 a-e	134.29	7,530.40 ab	131.85	7,111.10 ab	138.86	66.97 a-e
WMSL 41/Agwx 20	10,650.00 a-e	126.24	7,379.50 ab	129.21	6,876.30 ab	134.28	69.38 a-c
WMSL 42/Agwx 20	10,230.60 a-e	121.27	6,624.70 a-c	115.99	6,289.30 a-c	122.82	65.8 a-c
WTCL 1/Agwx 20	10,197.10 a-e	120.87	6,876.30 ab	120.40	6,624.70 a-c	129.37	67.31 a-c
WTCL 2/Agwx 20	10,054.50 a-e	119.18	7,127.90 ab	124.80	6,708.60 a-c	131.00	70.80 ab
WTCL7/Agwx 20	10,968.60 a-e	130.02	7,631.00 ab	133.61	7,631.00 ab	149.02	69.51 a-c
WTCL 16/Agwx 20	8,620.50 c-e	102.19	5,953.90 a-c	104.25	5,786.20 a-c	112.99	68.97 a-c
WTCL 17/Agwx 20	10,272.50 a-e	121.77	6,826.00 a-c	119.52	5,819.70 a-c	113.65	66.40 a-e

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)						อัตราแลกฝัก[5/]
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(%)
WTCL 18/Agwx 20	10,465.40 a-e	124.05	6,725.40 a-c	117.75	6,406.70 a-c	125.11	64.58 a-e
WTCL 20/Agwx 20	11,463.30 a-d	135.88	7,463.30 ab	130.67	6,960.20 ab	135.92	65.10 a-e
WTCL 25/Agwx 20	10,834.40 a-e	128.43	7,379.50 ab	129.21	7,169.80 ab	140.01	68.28 a-c
WTCL 36/Agwx 20	11,262.10a-e	133.50	7,714.90 ab	135.10	7,631.00 ab	149.02	68.51 a-c
WTCL 37/Agwx 20	8,151.00 e	96.62	4,721.20 c	82.66	4,301.90 ab	84.01	56.55 de
WTCL 38/Agwx 20	11,111.10 a-e	131.71	7,379.50 ab	129.21	6,876.30 a-c	134.28	66.16 a-e
WRSL 1/Agwx 20	10,834.40 a-c	128.43	7,044.00 a-c	123.33	6,624.70 bc	129.37	64.97 ab
WRSL 7/Agwx 20	10,733.80 a-e	127.24	6,624.70 a-c	115.99	5,635.20 a-c	110.04	62.11 a-e
WRSL19/Agwx 20	10,985.30 a-e	130.22	7,211.70 ab	126.27	6,876.30 a-c	134.28	65.68 a-c
WRSL22/Agwx 20	10,775.70 a-e	127.73	7,127.90 ab	124.80	6,792.50 a-c	132.64	66.08 a-e
WRSL 25/Agwx 20	11,060.80 a-e	131.11	7,706.50 ab	134.93	7,580.70 ab	148.03	70.01 a-c
WRSL 28/Agwx 20	8,637.30 c-e	102.38	6,037.70 a-c	105.71	5,534.60 a-c	108.08	70.14 a-c
WRSL 31/Agwx 20	11,454.90 a-d	135.78	6,817.60 a-c	119.37	5,727.50 a-c	111.85	59.50 a-e

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (กก./เฮกตาร์)						อัตราแลกฝัก[5/]
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(%)
WRSL 37/Agwx 20	11,027.30 a-e	130.72	7,044.00 ab	123.33	6,624.70 a-c	129.37	63.86 a-e
WRSL 39/Agwx 20	12,192.90 ab	144.53	7,689.10 ab	134.63	7,404.60ab	144.59	63.18 a3e
WRSL 40/Agwx 20	12,310.30 a	145.92	7,631.00 ab	133.61	6,859.50 a-c	133.95	62.31 a-e
Kwsx 91	9,139.80 a-c	108.34	5,928.00 bc	103.79	5,289.3 bc	103.29	64.92 a-e
Bigwhite 852	8,436.10 de	100.00	5,711.40 bc	100.00	5,120.90 bc	100.00	68.02 a-e
Mean	10,501.15		6,896.25		6,506.30		65.74
Multiple range test[6/]	**		**		**		**
CV (%)	11.31		11.77		15.01		6.56

หมายเหตุ [1/] % of BW = (ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของ Bigwhite)×100

[2/] % of BW = (ผลผลิตฝักปอกเปลือกของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักปอกเปลือกของ Bigwhite)×100

[3/] % of BW = (ผลผลิตฝักปอกเปลือกดีของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักปอกเปลือกดีของ Bigwhite)×100

[4/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์ [5/] อัตราแลกฝัก (%) = (ฝักปอกเปลือก/ฝักทั้งเปลือก)×100

[6/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 2 ลักษณะทางเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx 20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		ความสูง (ซม.)		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
	เพศผู้	เพศเมีย	ต้น	ฝัก		
WSFL 1/Agwx 20	56.33 a-f	57.67 a-g	143.17 e-g	57.50 b-i	2.67 a	1.90 a-c
WSFL 2/Agwx 20	56.33 a-f	57.33 a-g	154.00 a-f	61.17 b-i	1.65 a-c	1.27 d-f
WSFL 4/Agwx 20	55.67 b-f	56.00 c-h	148.83 a-g	60.67 b-i	1.63 a-c	1.30 d-f
WSFL 5/Agwx 20	55.67 b-f	55.00 f-i	158.83 a-f	71.33 ab	1.65 a-c	1.37 c-f
WSFL 7/Agwx 20	55.33 c-f	55.67 d-h	144.17 d-g	56.50 b-i	1.58 bc	1.27 d-f
WSFL 17/Agwx 20	56.00 a-f	55.67 d-h	146.83 b-f	63.67 b-h	1.6 bc	1.33 d-f
WSFL 18/Agwx 20	57.00 a-e	56.00 c-h	151.67 a-f	71.00 a-c	1.35 c	1.67 f
WSFL 19/Agwx 20	59.00 a	58.67 a-d	157.83 a-f	78.33 a	1.47 c	1.22 ef
WSFL 20/Agwx 20	55.67 b-f	55.33 e-i	157.00 a-f	57.50 b-i	1.43 c	1.53 c-f
WSFL 25/Agwx 20	56.33 a-f	56.33 b-h	155.53 a-f	58.83 b-i	1.37 c	1.53 c-f
WSFL 36/Agwx 20	58.00 a-d	58.33 a-e	159.17 a-f	69.33 a-e	1.35 c	1.40 c-f

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		ความสูง (ซม.)		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
	เพศผู้	เพศเมีย	ต้น	ฝัก		
WSFL 37/Agwx 20	56.00 a-f	57.33 a-g	147.50 b-g	59.50 b-i	1.43 c	1.27 d-f
WSFL 38/Agwx 20	57.33 a-e	58.00 a-f	157.17 a-f	59.83 b-i	1.58 bc	2.10 ab
WSFL 39/Agwx 20	54.00 fg	55.00 f-i	142.83 e-g	49.00 hi	2.18 ab	2.27 a
WMSL 2/Agwx 20	57.67 a-d	59.33 ab	163.00 a-d	70.67 a-d	1.13 c	1.13 f
WMSL 4/Agwx 20	56.67 a-f	57.00 a-h	153.17 a-f	62.17 bi	1.30 c	1.30 d-f
WMSL 5/Agwx 20	56.67 a-f	56.67 b-h	150.00 a-f	61.83 b-h	1.35 c	1.47 c-h
WMSL 7/Agwx 20	58.00 a-d	59.33 ab	156.83 a-f	64.33 a-g	1.13 c	1.35 d-f
WMSL 17/Agwx 20	56.33 a-f	54.67 g-i	150.83 a-f	65.50 a-f	1.40 c	1.27 d-f
WMSL 18/Agwx 20	57.33 a-e	57.33 a-g	153.33 a-f	64.00 a-h	1.60 bc	1.18 ef
WMSL 19/Agwx 20	56.67 a-f	56.00 c-h	154.50 a-f	60.50 b-i	1.13 c	1.15 f
WMSL 21/Agwx 20	58.00 a-d	57.00 a-h	156.33 a-f	63.50 b-h	1.37 c	1.32 d-f
WMSL 25/Agwx 20	58.00 a-d	57.00 a-h	164.50 a-c	68.33 a-f	1.13 c	1.20 ef
WMSL 38/Agwx 20	57.00 a-e	57.33 a-g	159.67 a-f	65.50 a-f	1.23 c	1.30 d-f

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		ความสูง (ซม.)		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
	เพศผู้	เพศเมีย	ต้น	ฝัก		
WMSL 39/Agwx 20	54.33 e-g	54.67 g-i	148.33 a-g	54.33 e-i	1.30 c	1.40 c-f
WMSL 40/Agwx 20	57.00 a-e	57.33 a-g	160.00 a-e	69.33 a-e	1.28 c	1.20 ef
WMSL 41/Agwx 20	57.67 a-d	59.67 a	157.17 a-f	64.50 a-g	1.25 c	1.32 d-f
WMSL 42/Agwx 20	55.67 b-f	56.33 b-h	153.33 a-f	61.00 b-i	1.32 c	1.27 d-f
WTCL 1/Agwx 20	55.67 b-f	56.00 c-h	152.83 a-f	59.50 b-i	1.47 c	1.53 c-f
WTCL 2/Agwx 20	57.33 a-e	58.00 a-f	148.33 a-g	58.33 b-i	1.25 c	1.23 d-f
WTCL7/Agwx 20	56.33 a-f	56.00 c-h	154.17 a-f	59.83 b-i	1.27 c	1.37 c-f
WTCL 16/Agwx 20	56.67 a-f	56.67 b-h	154.50 a-f	60.83 b-i	1.37 c	1.35 d-f
WTCL 17/Agwx 20	56.00 a-f	55.33 e-i	147.67 b-g	55.50 d-i	1.42 c	1.25 d-f
WTCL 18/Agwx 20	57.33 a-e	57.33 a-g	155.33 a-f	63.33 b-h	1.32 c	1.38 c-f
WTCL 20/Agwx 20	56.33 a-f	56.33 b-h	166.00 ab	64.00 a-h	1.30 c	1.28 d-f
WTCL 25/Agwx 20	56.67 a-f	56.67 b	155.00 a-f	63.17 b-h	1.53 bc	1.42 c-f

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		ความสูง (ซม.)		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
	เพศผู้	เพศเมีย	ต้น	ฝัก		
WTCL 36/Agwx 20	56.00 a-f	56.33 b-h	166.00 ab	55.67 c-i	1.28 c	1.32 d-f
WTCL 37/Agwx 20	57.67 a-d	58.67 a-d	146.67 b-g	63.50 b-h	1.13 c	1.12 f
WTCL 38/Agwx 20	56.33 a-f	56.00 c-h	159.33 a-f	59.33 b-i	1.30 c	1.43 c-f
WRSL 1/Agwx 20	56.00 a-f	55.67 d-h	161.67 a-e	63.83 a-h	1.47 c	1.50 c-f
WRSL22/Agwx 20	58.33 a-c	58.67 a-d	157.50 a-f	63.33 b-h	1.28 c	1.32 d-f
WRSL 25/Agwx 20	58.33 a-c	58.33 a-e	159.33 a-f	64.50 a-g	1.28 c	1.25 d-f
WRSL 28/Agwx 20	58.67 ab	59.00 a-c	140.17 fg	49.50 g-i	1.35 c	1.20 ef
WRSL 31/Agwx 20	56.67 a-f	56.33 b-h	152.67 a-f	54.83 e-i	1.27 c	1.35 d-f
WRSL 37/Agwx 20	57. 00 a-e	57.00 a-h	146.17 c-g	58.17 b-i	1.43 c	1.58 c-f
WRSL 39/Agwx 20	55.67 b-f	56.33 b-h	167.50 a	61.83 b-i	1.40 c	1.43 c-f
WRSL 40/Agwx 20	56.67 a-f	56.33 b-h	154.17 a-f	53.00 f-i	1.42 c	1.78 b-d
Kwsx 91	51.25 h	52.78 i	146.29 b-g	60.81 b-i	1.83 a-c	1.74 b-e

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		ความสูง (ซม.)		องค์ประกอบต้น [1/]	องค์รวมโรค[1/]
	เพศผู้	เพศเมีย	ต้น	ฝัก		
Bigwhite 852	52.56 gh	54.03 hi	131.10 g	47.29 i	1.75 a-c	1.29 d-f
Mean	56.50	56.72	153.55	61.52	1.42	1.39
Multiple range test [2/]	**	**	**	**	**	**
CV (%)	1.99	1.99	4.78	9.29	18.96	15.04

หมายเหตุ [1/] คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[2/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 3 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมทดสอบข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจาก 4 วิธีการ ร่วมกับสายพันธุ์ Composite line Agwx 20 จำนวน 51 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Bigwhite 852 และสายพันธุ์ Kwsx 91 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปลูกในเดือนมีนาคม พ.ศ.2548

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	Fill Tip[4/]	เรียงแถว[5/]	สีเมล็ด[6/]	สีไหม[7/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก							
WSFL 1/Agwx 20	18.84 a-g	17.90 a-j	0.93	4.09 a-f	0.70 a-d	13.73 a	2.33	2.18	1.25	1.23	bil	bl
WSFL 2/Agwx 20	17.99 c-j	17.13 e-n	0.86	3.85 a-f	0.72 a-d	13.87 a	2.38	2.33	1.17	1.17	bil	bl
WSFL 4/Agwx 20	18.31 b-j	18.15 a-h	0.17	3.58 ef	0.79 a-d	13.20 a	1.90	1.92	1.07	1.25	bil - ly	bl
WSFL 5/Agwx 20	18.43 a-i	17.90 a-j	0.53	3.92 a-f	0.66 a-d	13.10 a	2.60	2.55	1.28	1.47	bil - d	bl
WSFL 7/Agwx 20	18.43 a-i	17.63 a-j	0.80	4.04 a-f	0.72 a-d	13.47 a	2.30	1.98	1.22	1.40	bil - d	bl
WSFL 17/Agwx 20	19.12 a-e	17.59 a-k	1.53	3.86 a-f	0.81 a-d	13.47 a	2.70	2.68	1.28	1.57	bi	wbl
WSFL 18/Agwx 20	19.07 a-e	18.18 a-h	0.90	4.11 a-f	0.72 a-d	14.80 a	2.69	2.73	1.38	1.58	bil - ly	wbl
WSFL 19/Agwx 20	17.85 d-k	15.91 l-o	1.93	4.04 a-f	0.75 a-d	14.53 a	2.83	2.73	1.37	1.47	bi - ly	wbl
WSFL 20/Agwx 20	17.05 h-m	15.57 no	1.50	3.65 b-f	0.67 a-d	12.93 a	2.35	2.22	1.33	1.95	bily - yd	wbl
WSFL 25/Agwx 20	19.15 a-e	18.48 a-f	0.66	3.86 a-f	0.62 cd	14.13 a	2.38	2.23	1.40	1.35	bi	wbl

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	Fill Tip[4/]	เรียงแถว[5/]	สีเมล็ด[6/]	สีไหม[7/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก							
WSFL 36/Agwx 20	17.76 d-k	16.96 f-n	0.80	3.90 a-f	0.64 cd	14.00 a	2.73	3.32	1.57	1.72	biyd	wbl
WSFL 37/Agwx 20	16.32 lm	15.61 no	0.70	3.75 b-f	0.64 cd	14.53 a	2.71	2.70	1.18	1.53	biyd	bl
WSFL 38/Agwx 20	18.49 a-h	18.07 a-h	0.40	3.94 a-f	0.67 a-d	13.73 a	2.57	2.45	1.18	1.58	biyd	bl
WSFL 39/Agwx 20	18.68 a-g	18.31 a-h	0.37	4.63 a	0.75 a-d	14.53 a	2.53	2.37	1.28	1.58	biy - yd	wbl
WMSL 2/Agwx 20	18.83 a-g	18.60 a-e	0.23	4.11 a-f	0.87 a-d	14.13 a	2.35	2.10	1.07	1.22	bil	brl
WMSL 4/Agwx 20	18.90 a-g	18.77 a-d	0.13	4.31 a-e	0.89 a-d	14.00 a	2.02	1.70	1.00	1.13	w+bily	brl
WMSL 5/Agwx 20	17.89 d-k	17.85 a-j	0.03	3.83 a-f	0.83 a-d	13.47 a	1.98	1.75	1.03	1.25	biwl	bl
WMSL 7/Agwx 20	18.86 a-g	18.12 a-h	0.73	4.19 a-f	1.03 a	13.47 a	1.95	1.80	1.05	1.22	biw - ly	brl
WMSL 17/Agwx 20	18.62 a-g	17.73 a-j	0.90	3.79 a-f	0.80 a-d	14.00 a	2.53	2.40	1.28	1.80	bil	wbl
WMSL 18/Agwx 20	18.68 a-g	18.15 a-h	0.53	3.87 a-f	0.58 d	13.87 a	2.70	2.65	1.18	2.13	bi	wbl
WMSL 19/Agwx 20	17.60 f-l	16.83 g-n	0.77	3.86 a-f	0.76 a-d	14.13 a	2.78	2.62	1.37	1.38	bil -yd	wbl
WMSL 21/Agwx 20	17.43 f-l	16.43 i-n	1.00	3.98 a-f	0.74 a-d	14.27 a	2.92	2.92	1.18	1.80	bi	wbl

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	Fill Tip[4/]	เรียงแถว[5/]	สีเมล็ด[6/]	สีไหม[7/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก							
WMSL 25/Agwx 20	17.97 c-j	16.75 g-n	1.23	3.79 a-f	0.67 a-d	14.13 a	2.72	2.67	1.32	1.52	bi	wbl
WMSL 38/Agwx 20	17.79 d-k	17.39 b-m	0.40	4.17 a-f	0.83 a-d	14.27 a	2.67	2.53	1.23	1.63	bi - yd	bl
WMSL 39/Agwx 20	18.09 b-j	16.77 g-n	1.30	4.03 a-f	0.71 a-d	12.93 a	2.83	2.25	1.72	1.90	bil - yd	bl
WMSL 40/Agwx 20	18.57 a-g	18.03 a-i	0.53	4.08 a-f	0.79 a-d	14.67 a	2.48	2.42	1.22	1.33	bi	wbl
WMSL 41/Agwx 20	18.77 a-g	18.77 a-d	0.00	4.47 a-c	0.95 a-d	14.80 a	2.55	2.45	1.05	1.58	bi	bl
WMSL 42/Agwx 20	19.23 a-d	18.64 a-e	0.60	4.25 a-f	0.85 a-d	14.67 a	2.60	2.47	1.25	1.57	bil - yd	wbl
WTCL 1/Agwx 20	19.43 ab	18.90 a-c	0.53	4.13 a-f	0.80 a-d	13.87 a	2.32	2.18	1.13	1.33	bil - ly	bl
WTCL 2/Agwx 20	19.84 a	18.99 ab	0.83	4.49 ab	0.87 a-d	13.73 a	2.25	2.18	1.18	1.38	bi - yl	brl
WTCL7/Agwx 20	18.21 b-j	17.73 a-j	0.47	4.09 a-f	0.77 a-d	13.47 a	2.32	2.22	1.20	1.35	bil - ly	wbl
WTCL 16/Agwx 20	16.94 j-m	16.33 j-n	0.60	3.41 f	0.62 cd	13.2 a	3.17	3.03	1.23	1.38	bi	bl
WTCL 17/Agwx 20	18.10 b-j	17.47 a-k	0.63	3.74 b-f	0.81 a-d	14.13 a	2.70	2.67	1.13	1.77	bi - d	bl
WTCL 18/Agwx 20	18.21 b-j	17.65 a-j	0.57	3.62 c-f	0.61 cd	14.13 a	2.78	2.75	1.27	1.53	bi	bl

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	Fill Tip[4/]	เรียงแถว[5/]	สีเมล็ด[6/]	สีไหม[7/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก							
WTCL 20/Agwx 20	16.57 k-m	15.83 m-o	0.73	3.76 b-f	0.87 a-d	14.27 a	2.72	2.52	1.35	1.85	bi - d	wbl
WTCL 25/Agwx 20	17.98 c-j	17.11 e-n	0.87	3.64 b-f	0.96 a-d	13.47 a	2.87	2.90	1.35	1.70	bi	wbl
WTCL 36/Agwx 20	18.50 a-h	18.30 a-h	0.20	3.91 a-f	1.02 ab	13.73 a	2.58	2.20	1.18	1.32	bil	bl
WTCL 37/Agwx 20	18.17 b-j	17.91 a-j	0.27	4.24 a-f	0.85 a-d	13.10 a	2.65	2.63	1.15	1.40	bil	bl
WTCL 38/Agwx 20	19.38 a-c	19.08 a	0.30	4.20 a-f	0.78 a-d	13.87 a	2.57	2.15	1.38	1.42	bil - ly	bl
WRSL 1/Agwx 20	18.45 a-i	18.21 a-h	0.23	3.95 a-f	0.73 a-d	13.87 a	2.45	2.38	1.10	1.33	bily - yd	bl
WRSL22/Agwx 20	18.18 b-j	17.55 a-k	0.63	3.95 a-f	0.98 a-c	13.60 a	2.37	2.47	1.10	1.43	bil	wbl
WRSL 25/Agwx 20	18.43 a-i	17.85 a-j	0.60	4.27 a-f	0.87 a-d	14.13 a	2.52	2.47	1.25	1.48	bi - ly	brl
WRSL 28/Agwx 20	17.95 c-j	17.69 a-j	0.27	3.89 a-f	0.83 a-d	13.10 a	2.78	2.08	1.13	1.15	bi	brl
WRSL 31/Agwx 20	19.10 a-e	18.60 a-e	0.50	3.85 a-f	0.81 a-d	13.73 a	2.57	2.63	1.57	1.90	bi	wbl
WRSL 37/Agwx 20	17.50 f-l	17.20 d-m	0.30	3.63 b-f	0.88 a-d	13.47 a	2.78	2.53	1.32	1.47	bid	br
WRSL 39/Agwx 20	17.63 f-l	17.30 c-m	0.33	4.14 a-f	0.82 a-d	14.4 a	2.58	2.40	1.27	1.57	bid	bl

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	Fill Tip[4/]	เรียงแถว[5/]	สีเมล็ด[6/]	สีไหม[7/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก							
WRSL 40/Agwx 20	17.54 f-l	16.67 h-n	0.87	3.98 a-f	0.84 a-d	14.4 a	2.60	2.37	1.42	1.50	bi - ly	wbl
Kwsx 91	16.95 j-m	14.79 o	2.15	3.99 a-f	0.63 cd	13.40 a	3.09	3.24	2.94	1.73	wly+bi	bl
Bigwhite 852	15.81 m	14.63 o	1.18	3.88 a-f	0.65 b-d	12.10 a	2.96	2.82	1.96	2.14	w+wly+bil	w
Mean	18.21	17.48		3.98	0.78	0.78						
Multiple range test [7/]	**	**		**	**	ns						
CV (%)	2.96	3.53		8.04	18.03	4.55						

หมายเหตุ [1/] ปลายฝักเปลือย (Blank tip) = ค่าความยาวทั้งฝัก – ความยาวติดเมล็ด

[2/] EA (Ear Aspect) คือ การให้คะแนนลักษณะองค์ประกอบรวมของฝัก = 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[3/] รูปทรง คือ รูปทรงและขนาดของฝักสดปอกเปลือก โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[4/] เรียงแถว คือ ลักษณะการติดเมล็ดและการเรียงแถวของเมล็ด โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[5/] สีเมล็ด ตัวอักษร bi คือสีเหลืองสลับขาว; w คือสีขาว; y คือสีเหลือง; l คือความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี;

— คือการไล่ระดับสี; + คือเมล็ดแต่ละสีรวมกันในฝักเดียว

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

หมายเหตุ [6/] สีไหม ตัวอักษร w คือสีขาว; b คือสีน้ำตาล; r คือสีแดง; l คือ ความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี

[7/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 ผลผลิต (ก.ก./เฮกตาร์) ของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 32 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต	วันออกดอก 50%		ความสูงต้น	ความสูงฝัก
	(ก.ก./เฮกตาร์)	เพศผู้	เพศเมีย	(ซม.)	(ซม.)
WSFL 2	1,580.00 c-g	53.60 b-g	56 .00c-i	151.60 b-g	68.50 bc
WSFL 4	703.00 j-m	54.80 bc	58.40 a-c	156.00 b-g	71.10 bc
WSFL 5	2,501.40 b	53.80 b-g	54.80 d-j	157.30 b-g	76.60 bc
WSFL 7	945.20 g-m	54.00 b-f	56.20 b-h	142.00 g-i	62.60 bc
WSFL 17	777.80 i-m	54.00 b-f	54.60 d-j	128.00 h-j	59.40 bc
WSFL 19	1,708.60 c-e	52.20 f-g	52.60 j-l	127.60 ij	57.30 bc
WSFL 20	1,001.20 f-m	54.60 b-d	55.20 d-j	182.50 a	103.00 a
WSFL 25	343.40 m	57.60 a	52.20 d-j	159.00 b-f	79.30 b
WSFL36	558.20 lm	55.20 b	60.00 a	154.10 b-g	68.80 bc
WMSL 2	570.80 lm	54.00 b-f	56.40 b-g	157.50 b-g	70.40 bc
WMSL 5	1,287.80 e-k	54.40 b-e	57.20 b-d	153.80 b-g	70.50 bc
WMSL 17	1,691.60 c-e	52.60 e-h	53.20 i-l	142.40 f-i	68.70 bc

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต	วันออกดอก 50%		ความสูงต้น	ความสูงฝัก
	(ก.ก./เฮกตาร์)	เพศผู้	เพศเมีย	(ซม.)	(ซม.)
WMSL 18	1,508.00 c-h	52.00 h-g	53.00 j-l	144.00 fg	69.25 bc
WMSL 25	3,438.40 a	53.20 c-g	53.60 g-l	167.10 b	78.10 bc
WMSL 38	981.60 g-m	53.80 b-g	55.00 d-j	161.10 b-e	73.50 bc
WMSL 39	1378.40 e-j	52.60 e-h	55.00 d-j	141.80 g-i	66.90 bc
WMSL 40	339.20 m	55.20 b	58.20 a-c	162.70 bc	80.50 b
WTCL 2	664.80 k-m	54.20 b-e	56.00 c-i	146.10 c-g	67.40 bc
WTCL 3	1,479.00 d-h	53.25 c-g	54.00 e-k	143.13 f-h	70.13 bc
WTCL 4	1,250.00 e-l	54.80 bc	56.80 b-e	148.40 c-g	67.10 bc
WTCL 7	660.80 k-m	53.75 b-g	58.75 ab	144.63 e-g	68.38 bc
WTCL 17	1,588.20 c-g	53.00 c-g	53.60 g-l	155.30 b-g	73.20 bc
WTCL 36	577.80 lm	53.20 c-g	54.80 d-j	154.80 b-g	62.70 bc
WTCL 38	455.40 m	53.80 b-g	58.00 a-c	145.20 d-g	63.50 bc
WRSL 1	2,172.80 bc	53.20 c-g	54.00 e-k	155.30 b-g	74.40 bc

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์อินเบรด	ผลผลิต	วันออกดอก 50%		ความสูงต้น	ความสูงฝัก
	(ก.ก./เฮกตาร์)	เพศผู้	เพศเมีย	(ซม.)	(ซม.)
WRSL 7	1,422.40 e-i	53.60 b-g	54.60 d-j	153.30 b-g	71.00 bc
WRSL 22	2,147.20 b-d	53.20 c-g	53.80 f-k	161.70 b-d	75.10 bc
WRSL 25	1,799.20 c-e	51.00 h	51.00 l	148.40 c-g	66.50 bc
WRSL 31	1,870.00 b-e	52.80 d-g	53.40 h-l	151.80 b-g	69.30 bc
WRSL 37	1,273.20 e-k	53.60 b-g	55.20 d-j	156.80 b-g	71.00 bc
WRSL 39	840.20 h-m	53.60 b-g	54.40 e-j	150.20 c-g	70.70 bc
WRSL 40	1,681.80 c-f	53.20 c-g	54.20 e-j	144.50 e-g	73.60 bc
Agwx 20	1,788.80 c-e	52.00 h	51.42 kl	121.48 j	57.30 bc
Mean	1,301.70	53.63	55.20	150.80	70.52
Multiple range test [1/]	**	**	**	**	**
CV (%)	26.68	1.75	2.50	5.41	14.70

หมายเหตุ [1/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 5 ผลผลิตฝักสด และอัตราแลกฝักของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (ก.ก./เฮกตาร์)						น้ำหนัก 5 ฝักดี	อัตราแลกฝัก
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(ก.ก./เฮกตาร์)	(%)[5/]
WSFL 7 × WSFL 25	13,452 a-d	189.30	9,184 b-e	181.54	8,773 b-g	186.42	2,735.5 a-e	148.54 ab
WSFL 7 × WMSL 5	8,473 e-i	119.24	6,361 c-i	125.74	6,074 c-k	129.07	2,038 d-f	134.95 a-c
WSFL 7 × WMSL 39	4,798 i	67.52	4,787 hi	94.62	4,173 i-k	88.67	2,601.8 a-f	104.22 c
WSFL 7 × WTCL 7	11,547 b-h	162.50	9,260 b-d	183.04	8,904 b-f	189.21	2,407.6 a-f	128.51 a-c
WSFL 7 × WTCL 2	7,537 f-i	106.07	5,632 f-i	111.33	4,916 g-k	104.46	1,957.8 d-f	135.74 a-c
WSFL 7 × WRSL 1	9,133 d-i	128.53	5,939 d-i	117.39	5,522 e-k	117.34	1,823 ef	153.99 ab
WSFL 7 × WRSL 22	12,124 b-f	170.62	10,230 ab	202.21	9,951 ab	211.45	2,693.5 a-e	118.74 bc
WSFL 25 × WMSL 5	14,634 a-c	205.94	10,265 ab	202.91	9,944 ab	211.30	2,907.3 a-d	142.83 a-c
WSFL 25 × WMSL 39	8,992 d-i	126.54	5,919 d-i	117.00	5,518 e-k	117.25	3,309.1 a	151.9 ab
WSFL 25 × WTCL 7	7,638 f-i	107.49	5,649 f-i	111.66	5,078 f-k	107.90	2,199.1 b-f	137.14 a-c
WSFL 25 × WTCL 2	15,089 ab	212.34	9,753 bc	192.79	9,476 a-d	201.36	2,920.1 a-d	155.4 ab

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (ก.ก./เฮกตาร์)						น้ำหนัก 5 ฝักดี	อัตราแลกฝัก
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(ก.ก./เฮกตาร์)	(%)[5/]
WSFL 25 × WRSL 1	17,523 a	246.59	13,078 a	258.51	12,742 a	270.76	3,133.6 a-c	134.65 a-c
WSFL 25 × WRSL 22	9,988 c-h	140.56	6,120 d-i	120.97	5,869 c-k	124.71	2,315.5 a-f	163.2 ab
WMSL 5 × WMSL 39	11,882 b-g	167.21	7,516 b-i	148.57	7,268 b-k	154.44	2,918.6 a-d	159.22 ab
WMSL 5 × WTCL 7	12,352 b-f	173.82	8,083 b-h	159.77	7,806 b-j	165.87	2,157.2 c-f	153.6 ab
WMSL 5 × WTCL 2	10,857 b-h	152.79	6,958 b-i	137.54	6,475 b-k	137.59	2,614.2 a-f	154.25 ab
WMSL 5 × WRSL 1	6,885 hi	96.89	4,116 i	81.36	3,641 k	77.37	1,621.4 f	167.31 a
WMSL 5 × WRSL 22	13,208 a-e	185.87	9,910 b	195.89	9,625 a-c	204.53	2,121.8 c-f	133.11 a-c
WMSL 39 × WTCL 7	9,005 d-i	126.72	6,015 d-i	118.90	5,592 e-k	118.83	3,119.4 a-c	148.91 ab
WMSL 39 × WTCL 2	12,222 b-f	172.00	8,378 b-g	165.61	7,919 b-i	168.27	1,890.4 d-f	146.03 a-c
WMSL 39 × WRSL 1	11,449 b-h	161.12	7,109 b-i	140.52	6,582 b-k	139.86	2,443.2 a-f	160.9 ab
WMSL 39 × WRSL 22	11,711 b-h	164.80	8,397 b-g	165.98	8,179 b-h	173.80	2,555.9 a-f	140.2 a-c
WTCL 7 × WTCL 2	13,351 a-e	187.88	9,639 bc	190.53	9,318 a-e	198.00	2,620.4 a-f	142.92 a-c

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

คู่ผสม	ผลผลิตฝักสด (ก.ก./เฮกตาร์)						น้ำหนัก 5 ฝักดี	อัตราแลกฝัก
	ฝักทั้งเปลือก	% of BW[1/]	ฝักปอกเปลือก	% of BW[2/]	ฝักปอกเปลือกดี[4/]	% of BW[3/]	(ก.ก./เฮกตาร์)	(%)[5/]
WTCL 7 × WRSL 1	12,108 b-f	170.39	9,610 bc	189.96	7,623 b-j	161.98	2,402.2 a-f	126.06 a-c
WTCL 7 × WRSL 22	6,990 hi	98.37	4,208 i	83.18	3,952 jk	83.98	1,622.2 f	167.67 a
WTCL 2 × WRSL 1	8,848 d-i	124.51	7,385 b-i	145.98	6,872 b-k	146.03	1,803.8 ef	122.22 a-c
WTCL 2 × WRSL 22	9,014 d-i	126.85	5,772 e-i	114.09	5,717 d-k	121.48	2,785.9 a-e	156.2 ab
WRSL 1 × WRSL 22	13,053 a-e	183.69	8,941 b-f	176.73	8,756 b-g	186.06	3,217.9 ab	153.56 ab
Kwsx 110	9,200 d-i	129.47	6,000 d-i	118.60	5,687 d-k	120.85	1,864.2 d-f	154.04 ab
Bigwhite 852	7,106 g-i	100.00	5,059 g-i	100.00	4,706 h-k	100.00	2,089.3 c-f	141.47 a-c
Mean	10,846.39		7,639.30		7,213.44		2,384.64	144.76
Multiple range test[6/]	**		**		**		**	**
CV (%)	20.25		20.33		24.01		19.71	13.80

หมายเหตุ [1/] % of BW = (ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักทั้งเปลือกของ Bigwhite)×100

[2/] % of BW = (ผลผลิตฝักปอกเปลือกของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักปอกเปลือกของ Bigwhite)×100

[3/] % of BW = (ผลผลิตฝักปอกเปลือกดีของแต่ละสายพันธุ์/ผลผลิตฝักปอกเปลือกดีของ Bigwhite)×100

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

หมายเหตุ [4/] ฝักปอกเปลือกดี = ฝักสดปอกเปลือกที่คัดเฉพาะฝักสมบูรณ์

[5/] อัตราแลกฝัก (%) = (ฝักปอกเปลือก/ฝักทั้งเปลือก)×100

[6/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 6 ลักษณะทางเกษตรของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสม ที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของสายพันธุ์ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว	ความสูง (ซม.)		Uniform [1/]	องค์ประกอบต้น [2/]	องค์รวมโรค [3/]	โรคทางใบ [4/]					
	เพศผู้	เพศเมีย		ต้น	ฝัก				Downy	LB [5/]	Rust	LS [6/]	Root	Lodging
WSFL 7 × WSFL 25	51.60 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g	203.60 ab	86.10 c-e	1.42	1.36	1.52	1.00	1.28	1.30	1.58	1.00	1.26
WSFL 7 × WMSL 5	53.40 a	55.40 a	74.60 ab	164.00 g-i	74.30 d-h	1.84	2.46	2.60	1.20	2.02	1.16	2.08	1.00	1.44
WSFL 7 × WMSL 39	52.00 a-f	52.50 c-g	70.50 e-g	167.75 f-i	72.75 e-h	1.30	1.80	1.80	1.80	2.30	1.00	1.25	1.00	1.35
WSFL 7 × WTCL 7	51.80 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g	180.60 d-g	79.90 c-g	1.84	1.70	1.64	1.02	1.08	1.38	1.66	1.00	1.14
WSFL 7 × WTCL 2	52.60 a-e	53.60 a-d	73.20 a-e	160.00 i	70.10 gh	2.24	2.98	3.26	1.20	2.74	1.36	1.76	1.00	1.68
WSFL 7 × WRSL 1	53.20 ab	54.20 a-c	73.60 a-d	171.20 f-i	81.60 c-g	2.34	2.74	2.36	1.00	1.96	1.78	1.98	1.00	1.62
WSFL 7 × WRSL 22	49.80 fg	50.20 g-i	68.80 gh	177.50 d-i	80.10 c-g	1.02	1.12	1.28	1.00	1.48	1.28	1.52	1.00	1.48
WSFL 25 × WMSL 5	53.00 a-c	54.00 a-d	72.00 b-f	212.90 a	105.20 a	1.22	1.04	1.44	1.00	1.28	1.36	1.60	1.00	1.24
WSFL 25 × WMSL 39	52.00 a-f	53.00 b-e	71.00 d-g	186.00 c-f	90.0 bc	2.05	1.75	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WSFL 25 × WTCL 7	53.40 a	55.20 ab	74.20 a-c	190.10 b-e	87.90 b-d	2.14	2.28	2.06	1.00	1.38	1.06	2.08	1.00	1.52

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว	ความสูง (ซม.)		Uniform [1/]	องค์ประกอบต้น [2/]	องค์รวมโรค [3/]	โรคทางใบ [4/]					
	เพศผู้	เพศเมีย		ต้น	ฝัก				Downy	LB [5/]	Rust	LS [6/]	Root	Lodging
WSFL 25 × WTCL 2	51.60 a-f	52.80 b-f	71.00 d-g	192.30 b-d	89.90 bc	1.16	1.18	1.56	1.00	1.38	1.26	1.64	1.00	1.48
WSFL 25 × WRSL 1	52.00 a-f	53.00 b-e	71.00 d-g	202.30 a-c	99.20 ab	1.48	1.26	1.70	1.12	1.54	1.46	1.70	1.00	1.56
WSFL 25 × WRSL 22	53.20 ab	53.60 a-d	72.00 b-f	177.00 d-i	82.80 c-g	2.10	2.28	2.10	1.00	1.52	1.54	1.92	1.00	1.56
WMSL 5 × WMSL 39	53.00 a-c	54.00 a-d	71.50 c-g	178.50 d-h	85.75 c-e	1.30	1.75	2.35	1.00	2.00	1.35	2.50	1.00	1.55
WMSL 5 × WTCL 7	51.00 b-f	51.80 c-h	71.00 d-g	184.80 c-f	85.00 c-f	1.98	1.72	1.70	1.10	1.44	1.14	1.72	1.00	1.26
WMSL 5 × WTCL 2	53.00 a-c	55.00 ab	75.00 a	170.20 f-i	80.20 c-g	1.46	2.16	2.40	1.00	1.84	1.40	2.12	1.00	1.22
WMSL 5 × WRSL 1	53.00 a-c	55.20 ab	75.40 a	176.46 d-i	84.00 c-f	1.94	2.32	2.76	1.00	1.88	1.32	2.04	1.00	1.50
WMSL 5 × WRSL 22	51.00 b-f	52.00 c-h	70.20 fg	184.50 d-f	84.50 c-f	1.30	1.16	1.16	1.00	0.26	1.14	1.36	1.00	1.36
WMSL 39 × WTCL 7	50.00 fg	50.60 f-h	69.80 fg	184.30 d-f	86.20 c-e	1.64	1.62	1.56	1.10	1.38	1.04	1.58	1.00	1.38
WMSL 39 × WTCL 2	50.60 d-f	51.80 c-h	70.60 e-g	163.60 g-i	74.10 d-h	1.86	2.00	1.80	1.00	1.44	1.06	1.22	1.00	1.44
WMSL 39 × WRSL 1	52.00 a-f	53.00 b-e	71.00 d-g	179.80 d-g	82.60 c-g	1.84	2.22	1.94	1.12	1.46	1.44	1.6	1.00	1.46
WMSL 39 × WRSL22	49.80 fg	50.00 hi	68.60 g	177.70 d-i	83.00 c-g	1.38	1.54	1.52	1.00	1.68	1.24	1.36	1.00	1.76

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

คู่ผสม	วันออกดอก (50%)		วันเก็บเกี่ยว	ความสูง (ซม.)		Uniform [1/]	องค์ประกอบต้น [2/]	องค์รวมโรค [3/]	โรคทางใบ [4/]					
	เพศผู้	เพศเมีย		ต้น	ฝัก				Downy	LB [5/]	Rust	LS [6/]	Root	Lodging
WTCL 7 × WTCL 2	50.40 ef	51.00 e-h	70.00 fg	178.60 d-h	82.70 c-g	1.68	1.84	1.98	1.00	1.48	1.66	1.74	1.00	1.29
WTCL 7 × WRSL 1	50.80 c-f	51.60 d-h	69.80 fg	190.7 b-e	90.70 bc	1.84	1.80	1.98	1.12	1.24	1.24	1.84	1.00	1.68
WTCL 7 × WRSL 22	52.40 a-e	52.60 c-f	70.80 d-g	173.3 e-i	78.00 c-h	2.42	3.00	2.82	1.32	1.36	1.24	2.72	1.00	1.76
WTCL 2 × WRSL 1	53.20 ab	53.80 a-d	74.20 a-c	160.9 hi	71.60 f-h	2.10	2.94	3.06	1.10	1.72	1.36	2.74	1.00	1.54
WTCL 2 × WRSL 22	51.33 a-f	52.00 c-h	70.33 e-g	180.93 d-g	85.00 c-f	1.30	1.20	1.63	1.00	1.40	1.40	1.70	1.00	1.67
WRSL 1 × WRSL 22	52.80 a-d	53.20 a-e	71.40 d-g	190.5 b-e	91.70 bc	1.38	1.70	1.72	1.00	1.40	1.38	1.76	1.00	1.24
Kwsx 110	43.80 h	43.80 j	62.00 i	176.20 d-i	82.50 c-g	2.39	2.60	3.27	1.68	1.63	2.30	2.48	1.00	1.57
Bigwhite 852	48.20 g	48.20 i	66.32 h	144.32 j	65.97 h	2.88	2.58	2.98	2.33	1.67	2.08	2.17	1.00	1.53
Mean	51.47	52.37	71.07	179.41	83.05									
Multiple range test [7/]	**	**	**	**	**									
CV (%)	1.94	2.07	1.83	4.67	7.41									

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

หมายเหตุ [1/] Uniform = ความสม่ำเสมอของลักษณะทรงต้น เช่น ความสูงต้น ความสูงฝัก รูปทรง และลักษณะอื่นๆ ของต้น

[2/]องค์ประกอบต้น = ลักษณะโดยรวมของต้นข้าวโพดทั้งสายพันธุ์ (ทั้งแถว)

[3/]องค์รวมโรค = ลักษณะโดยรวมของโรคบนต้นข้าวโพดหรือความสะอาดของต้น

[4/] โรคทางใบ = ลักษณะของโรคทางใบโดยให้คะแนนตอนไหมแห้งและ /หรือช่อดอกตัวผู้แห้ง

[5/] LB = Leaf blight (โรคใบไหม้)

[6/]LS = Leaf spot (โรคใบจุด)

[7/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม คัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

โดย Uniform ถึง Lodging ให้คะแนน 1 ดีที่สุด และลดหลั่นลงไปหา 5

ตารางผนวกที่ 7 ลักษณะคุณภาพของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก						
WSFL 7 × WSFL 25	20.79 a-d	18.64 a-e	2.15	4.15 a-d	0.76 a	14.80 a-d	2.65	2.25	1.20	br	bil ชีด
WSFL 7 × WMSL 5	19.22 e-g	16.92 d-i	2.30	3.86 c-e	0.77 a	13.20 c-e	3.82	3.36	1.92	brg	bilyl-yd ชีด
WSFL 7 × WMSL 39	20.30 b-e	18.55 a-e	0.70	4.06 a-d	0.80 a	14.00 a-e	3.20	2.30	1.25	br	bi ไล่สี
WSFL 7 × WTCL 7	18.66 f-i	17.12 d-h	1.54	3.96 b-e	0.74 a	14.00 a-e	3.65	3.50	1.15	brd	bil แววสวย
WSFL 7 × WTCL 2	19.00 e-h	15.68 g-j	3.32	3.83 c-e	0.76 a	14.40 a-d	4.33	4.05	1.78	brg	biy ไล่สี
WSFL 7 × WRSL 1	18.50 f-i	15.20 h-j	3.30	3.79 de	0.68 a	13.60 b-e	3.70	3.70	2.35	brd	biy-yd
WSFL 7 × WRSL 22	19.80 d-f	18.90 a-d	0.90	4.18 a-d	0.74 a	14.00 a-e	1.68	1.66	1.08	br	biyl-yd นวล
WSFL 25 × WMSL 5	20.80 a-d	18.78 a-e	2.02	4.27 ab	0.78 a	15.60 ab	1.40	1.30	1.20	brlg	bil
WSFL 25 × WMSL 39	21.80 a	20.40 a	0.28	4.44 a	0.84 a	14.00 a-e	3.20	2.80	1.20	brdw	yd
WSFL 25 × WTCL 7	16.95 jk	14.66 ij	2.29	4.02 b-d	0.76 a	14.40 a-d	3.15	3.10	1.45	wg	yl-yord
WSFL 25 × WTCL 2	21.84 a	19.08 a-d	2.75	4.22 a-c	0.66 a	16.00 a	1.70	2.85	1.10	br	bil ไล่สี

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก						
WSFL 25 × WRSL 1	21.66 ab	19.72 ab	1.94	4.20 a-c	0.75 a	16.00 a	3.73	1.65	1.10	brd	bi ไล่สี(ซีด)
WSFL 25 × WRSL 22	17.30 ij	14.08 j	3.22	4.21 a-c	0.76 a	15.60 ab	3.65	3.57	1.20	wg	biyl-yd ฉ่ำน้ำ
WMSL 5 × WMSL 39	21.35 a-c	18.90 a-d	0.98	4.16 a-d	0.86 a	15.00 a-c	2.80	3.30	1.25	brd	bi ไล่สีสวย
WMSL 5 × WTCL 7	18.92 e-h	18.84 a-d	0.08	4.18 a-d	0.70 a	14.40 a-d	4.20	2.53	1.10	wg	yl-yord สวย
WMSL 5 × WTCL 2	20.32 b-e	16.18 f-j	4.14	3.88 b-e	0.72 a	14.00 a-e	4.20	3.70	2.10	wg	bi ไล่สี
WMSL 5 × WRSL 1	19.22 e-g	16.80 d-i	2.42	3.84 c-e	0.80 a	12.00 e	3.70	3.18	2.08	wg	bil ไล่สี
WMSL 5 × WRSL 22	20.20c-e	18.70 a-e	1.50	4.02 b-d	0.85 a	14.40 a-d	2.93	2.75	1.48	br	bil ซีด
WMSL 39 × WTCL 7	17.80 h-j	16.18 f-j	1.62	4.18 a-d	0.80 a	14.80 a-d	3.65	3.38	1.15	wg	y-yord ซีด
WMSL 39 × WTCL 2	20.09 c-e	19.00 a-d	1.09	4.07 a-d	0.80 a	14.40 a-d	3.23	2.97	1.20	brd	bi ไล่สี
WMSL 39 × WRSL 1	20.08 c-e	18.64 a-e	1.44	4.08 a-d	0.86 a	13.60 b-e	2.97	2.93	1.20	brd	bi ไล่สี
WMSL 39 × WRSL22	20.14 c-e	19.68 a-c	0.46	4.19 a-d	0.76 a	14.00 a-e	2.92	2.60	1.30	br	y-yord ซีด

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก						
WTCL 7 × WTCL 2	19.42 d-g	17.70 b-g	1.72	4.12 a-d	0.79 a	15.20 a-c	2.75	2.78	1.23	wg	bil ไล่สี
WTCL 7 × WRSL 1	18.20 g-j	16.44 e-i	1.76	4.14 a-d	0.87 a	14.80 a-d	3.20	3.00	1.10	br	bil ไล่สี (ซีด)
WTCL 7 × WRSL 22	15.88 k	14.06 j	1.82	3.90 b-e	0.74 a	14.00 a-e	4.90	4.40	2.40	br	y-yor ซีด
WTCL 2 × WRSL 1	18.60 f-i	14.94 h-j	3.66	3.60 e	0.74 a	14.00 a-e	3.60	3.18	1.48	brd	biyl-yd แวว
WTCL 2 × WRSL 22	21.43 a-c	18.43 a-f	1.80	4.20 a-c	0.73 a	15.33 a-c	3.35	2.85	1.45	wg	bil-yd ซีด
WRSL 1 × WRSL 22	19.42 d-g	17.30 c-h	2.12	4.00 b-d	0.73 a	13.20 c-e	3.10	3.03	1.15	brl	yl,bi ไล่สี
Kwsx 110	17.54 ij	15.80 g-j	1.74	3.98 b-d	0.68 a	14.00 a-e	2.95	2.99	1.45	wg	w ขุ่น, biwyl
Bigwhite 852	16.92 jk	16.75 d-i	0.16	4.22 a-c	0.79 a	12.60 de	2.60	2.16	1.15	w	w แวว, biwyl
Mean	19.24	17.24		4.05	0.76	14.29					
Multiple range test [7/]	**	**		**	ns	**					

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

คู่ผสม	ความยาวส่วนต่างๆ (ซม.)					จำนวนแถว	EA[2/]	รูปทรง[3/]	เรียงแถว[4/]	สีเมล็ด[5/]	สีไหม[6/]
	ทั้งฝัก	ติดเมล็ด	ปลายฝักเปลือย[1/]	กว้าง	เมล็ดลึก						
CV (%)	3.38	6.32		4.33	13.14	6.94					

หมายเหตุ [1/] ปลายฝักเปลือย (Blank tip) = ค่าความยาวทั้งฝัก – ความยาวติดเมล็ด

[2/] EA (Ear Aspect) คือ การให้คะแนนลักษณะองค์ประกอบรวมของฝัก = 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[3/] รูปทรง คือ รูปทรงและขนาดของฝักสดปอกเปลือก โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[4/] เรียงแถว คือ ลักษณะการติดเมล็ดและการเรียงแถวของเมล็ด โดยให้คะแนน 1-5; คะแนน 1 ดีที่สุดและลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5

[5/] สีเมล็ด ตัวอักษร bi คือสีเหลืองสลับขาว; w คือสีขาว; y คือสีเหลือง; or คือสีออกส้ม; l คือความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี;
— คือการไล่ระดับสี; + คือเมล็ดแต่ละสีรวมกันในฝักเดียว

[6/] สีไหม ตัวอักษร w คือสีขาว; b คือสีน้ำตาล; r คือสีแดง; g คือสีทอง; l คือ ความอ่อนของสี; d คือความเข้มของสี

[7/] ค่าความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์จากทั้งหมด 51 คู่ผสม
ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 8 คุณภาพการรับประทานหลังนึ่งของข้าวโพดข้าวเหนียว 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2550

คู่ผสม	องค์ประกอบรวม[1/]	ความหวาน	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความบาง (pericarp)[2/]	ความกรอบ	การติดเมล็ด[3/]	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
WSFL 7 × WSFL 25	3.00	3.00	2.25	2.38	3.00	2.75	1.00	นุ่ม มีกลิ่นหอมเล็กน้อย
WSFL 7 × WMSL 5	3.40	3.00	2.50	2.50	2.40	2.70	1.90	กลิ่นหอม
WSFL 7 × WMSL 39	3.00	3.00	2.50	2.50	3.00	3.00	1.50	แข็ง มีกลิ่น
WSFL 7 × WTCL 7	3.38	3.00	2.75	2.75	3.13	3.00	1.33	กลิ่นหอม
WSFL 7 × WTCL 2	3.10	2.90	1.40	2.00	2.00	2.00	1.30	อร่อย,นุ่ม,กรอบ
WSFL 7 × WRSL 1	3.50	3.40	1.80	2.20	2.70	3.90	1.40	กลิ่นหอม มีเมล็ดหวานปน
WSFL 7 × WRSL 22	3.60	3.64	2.50	1.80	2.36	2.66	1.10	แข็ง
WSFL 25 × WMSL 5	3.30	3.80	2.10	2.10	2.10	3.00	1.10	เปลือกหุ้มเมล็ดหนา มีกลิ่น
WSFL 25 × WMSL 39	2.80	3.50	2.00	2.60	3.00	2.20	1.00	นุ่ม,กลิ่นหอมเล็กน้อย
WSFL 25 × WTCL 7	2.70	2.90	1.10	1.20	1.40	2.40	1.00	อร่อย กลิ่นหอมเคี้ยวนานๆ จะหวานขึ้น

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	องค์ประกอบรวม[1/]	ความหวาน	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความบาง (pericarp)[2/]	ความกรอบ	การติดเมล็ด[3/]	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
WSFL 25 × WTCL 2	2.70	2.80	2.40	2.50	2.80	2.80	1.00	เนื้อนุ่มเคี้ยวง่าย
WSFL 25 × WRSL 1	2.96	3.13	2.00	2.38	2.33	2.00	1.00	เคี้ยวนานๆ จะหวานขึ้น
WSFL 25 × WRSL 22	2.90	2.90	2.30	2.90	2.40	2.70	1.13	เนื้อนุ่มเคี้ยวง่าย
WMSL 5 × WMSL 39	4.00	3.75	2.50	3.00	3.50	3.50	1.50	แข็ง เคี้ยวยาก
WMSL 5 × WTCL 7	3.50	3.00	3.00	3.00	3.10	3.10	1.00	กลิ่นขึ้นจมูก
WMSL 5 × WTCL 2	3.30	3.40	1.60	2.40	2.80	2.60	1.00	กลิ่นหอม,มีเมล็ดหวานปน
WMSL 5 × WRSL 1	3.50	3.38	1.75	2.13	2.50	2.25	1.33	เปลือกหุ้มเมล็ดบาง,หอม เล็กน้อย,มีเมล็ดหวานปน
WMSL 5 × WRSL 22	3.00	2.60	2.33	2.50	3.16	3.00	1.00	กลิ่นขึ้นจมูก
WMSL 39 × WTCL 7	3.00	3.25	2.25	2.25	2.50	2.50	1.00	สีสวยเนื้อร่วนเคี้ยวง่าย กลิ่นขึ้นจมูก
WMSL 39 × WTCL 2	3.17	3.00	3.00	2.83	3.16	3.00	2.00	กลิ่นขึ้นจมูก

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

คู่ผสม	องค์ประกอบรวม[1/]	ความหวาน	ความนุ่ม	ความเหนียว	ความบาง (pericarp)[2/]	ความกรอบ	การติดเมล็ด[3/]	ลักษณะคุณภาพการรับประทาน
WMSL 39 × WRSL 1	2.88	3.13	2.38	2.50	2.88	2.75	1.00	นุ่ม, มีกลิ่นหอม,หวานเล็กน้อย,อร่อย
WMSL 39 × WRSL 22	3.58	4.00	2.80	2.50	3.25	2.38	1.13	กลิ่นหอม แต่เนื้อแข็ง
WTCL 7 × WTCL 2	3.00	2.88	2.25	2.75	2.75	2.75	1.00	อร่อยหนุบๆ เคี้ยวมัน
WTCL 7 × WRSL 1	3.00	2.16	2.33	2.33	2.66	2.50	1.00	เคี้ยวง่าย,มีเมล็ดหวานปน,เหนียวหวาน
WTCL 7 × WRSL 22	2.50	2.60	2.20	2.30	2.50	2.56	1.13	กลิ่นหอมขึ้นจมูก
WTCL 2 × WRSL 1	2.90	2.90	1.40	1.70	1.80	1.50	1.00	กลิ่นหอมขึ้นจมูก
WTCL 2 × WRSL 22	2.66	2.66	1.83	1.5	2.33	2.33	1.00	เหนียวหวาน เนื้อนุ่มพอได้
WRSL 1 × WRSL 22	2.70	2.60	1.50	1.80	2.30	2.30	1.00	มีเมล็ดหวานปนเล็กน้อย หอมขึ้นจมูก
Kwsx 110	2.60	3.40	3.10	2.40	3.40	2.80	2.50	เนื้อเหนียวหนุบๆ
Bigwhite 852	2.43	2.60	2.41	1.78	2.01	2.21	1.70	อร่อยเหนียวนุ่ม,แต่ไม่ค่อยหวาน

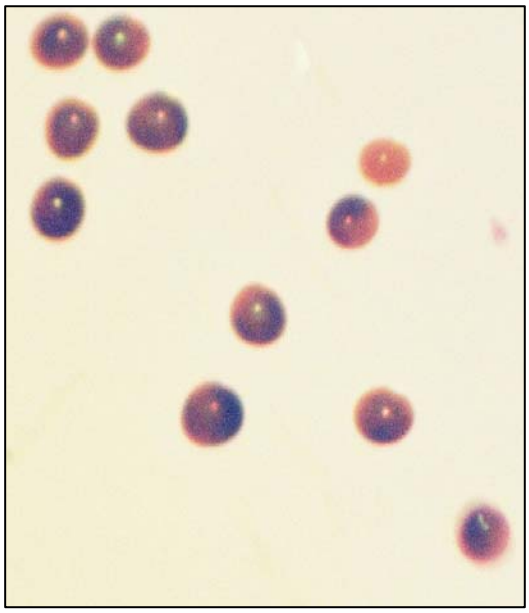
ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

หมายเหตุ [1/]องค์ประกอบรวม = ลักษณะโดยรวมของฝักข้าวโพด เช่น ลักษณะรูปทรง การติดเมล็ด สีเมล็ด สีฝัก คุณภาพต่างๆ ในการรับประทาน ความชอบโดยให้คะแนนจากทั้งหมดโดยองค์รวม

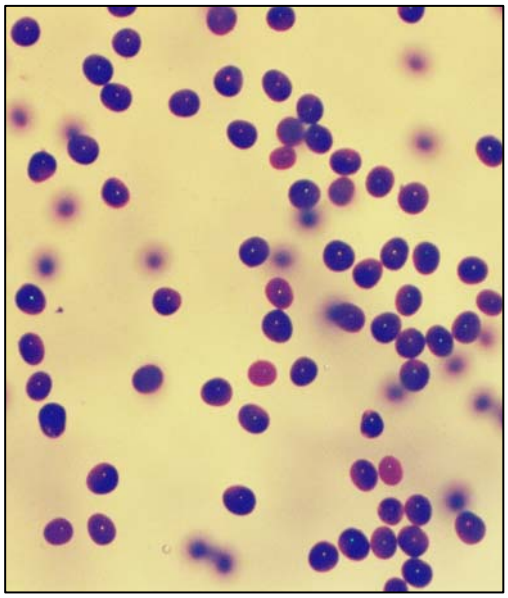
[2/]ความบาง (pericarp) = ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ดโดยให้คะแนน 1 ดีที่สุด (เป็นที่ยอมรับ) และลดหลั่นลงไปหาคะแนน 5 (ไม่เป็นที่ยอมรับ)

ภาคผนวกภาพ

ภาพผนวกที่ ก การทดสอบละอองเกสร และทดสอบเมล็ดด้วยสารละลาย KI



การย้อมละอองเกสรและเมล็ด *Sh2Sh2wxwx* (homozygotes) ด้วย KI ย้อมติดสีน้ำตาลแดง



การย้อมละอองเกสรและเมล็ด *Sh2sh2Wxwx* (heterozygotes) ด้วย KI ย้อมติดสีน้ำเงินปน
สีน้ำตาลแดง

ภาพผนวกที่ ข ลักษณะเมล็ดของสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียว 5 สายพันธุ์แรกที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากทั้งหมด 32 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ Agwx 20

WMSL 25

WSFL 5

WRSL 1

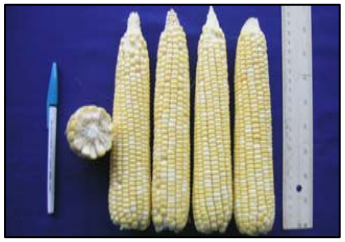
WRSL 22

WRSL 31

Agwx 20

ภาพผนวกที่ ค ลักษณะฝักสด (5 ฝักดี) ของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852

WSFL 25 × WRSL 1



WSFL 25 × WMSL 5

WSFL 7 × WRSL 22

WMSL 5 × WRSL 22

WSFL 25 × WTCL 2

WTCL 7 × WTCL 2

WSFL 7 × WTCL 7

WSFL 7 × WSFL 25

WRSL 1 × WRSL 22

WMSL 39 × WRSL 22

Kwsx 110

Bigwhite 852

ภาพผนวกที่ ง ลักษณะลำต้นของคู่ผสมข้าวโพดข้าวเหนียว 10 คู่ผสมแรกจาก 28 คู่ผสมที่มาจากการผสมแบบพบกันหมดของ 8 สายพันธุ์ผสมรวม เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสม Kwsx 110 และ Bigwhite 852

WSFL 25 × WRSL 1

WSFL 25 × WMSL 5

WSFL 7 × WRSL 22

WMSL 5 × WRSL 22

WSFL 25 × WTCL 2

WTCL 7 × WTCL 2

WSFL 7 × WTCL 7

WSFL 7 × WSFL 25

ภาพผนวกที่ ง (ต่อ)

WRSL 1 × WRSL 22

WMSL 39 × WRSL 22

Kwsx 110

Bigwhite 852

โรคทางใบของ Bigwhite 852

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	13 เดือน กันยายน พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	อำเภอ เมือง จังหวัด ร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	วทบ.(เกษตรศาสตร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (พ.ศ. 2547)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์