

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวาน
Xenia Effect of Waxy Corn and Field Corn on Sweet Corn Kernel Quality

โดย

นางสาวชลิดา ยะวงศรี

นางสาวพิมพ์เพ็ญ บุตรพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ชีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

ว.จ.

82516

2549

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน **102718**

วัน,เดือน,ปี **18 ส.ค. 2552**

เสนอ



T 1 0 2 7 1 8

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b.ไม่.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวาน
Xenia Effect of Waxy Corn and Field Corn on Sweet Corn Kernel Quality



(ร.ศ.ดร. สมยศ เดชภีรัตน์มงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๕ เดือน ๑๒ พ.ศ. ๒๕๖๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพ
เมล็ดข้าวโพดหวาน

โดย : นางสาวชลิธดา ยะวงศรี
: นางสาวพิมพ์เพ็ญ บุตรพันธ์

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

บทคัดย่อ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่แปลงทดลองและห้องปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงสิงหาคม 2549 ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ใช้ข้าวโพดหวานจำนวน 4 พันธุ์ เป็นวัสดุการทดลอง โดยสองพันธุ์เป็นข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt₁ คือ พันธุ์ลูกผสมเบอร์ 1229 และ ATS 8 อีกสองพันธุ์เป็นข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh₂ คือ ชูการ์ 75 และอินทรี 2 โดยมีข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์เทียน 20 และข้าวโพดไร่ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์สุวรรณ 2504 เป็นแหล่งของละอองเกสรเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวานทั้ง 4 พันธุ์ ระหว่างเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองกับเมล็ดที่ได้จากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ หลังการผสมเกสร 19 – 20 วัน สุ่มเก็บฝักสดจำนวน 5 ฝักต่อหน่วยการทดลองมาตรวจวัดลักษณะคุณภาพเมล็ดที่สำคัญจำนวน 3 ลักษณะ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (water soluble solid : WSS) หรือ ความหวาน , ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (water soluble polysaccharide : WSP) ผลการทดลองพบว่า ละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่มีแนวโน้มทำให้ความหวานของเมล็ดข้าวโพดหวานทั้ง 4 พันธุ์ลดลง และพบว่าละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt₁ และ sh₂ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<.01) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเอง นอกจากนี้ ยังพบว่าผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ทำให้ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh₂ มีการสะสมน้ำตาลรีดิวซ์ในเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<.01) และทำให้การสะสมน้ำตาลรีดิวซ์ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt₁ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเอง

คำสำคัญ : ข้าวโพดหวาน คุณภาพเมล็ด ยีนที่ควบคุมความหวาน ผลของละอองเกสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Xenia Effect of Waxy Corn and Field Corn on Sweet Corn
Kernel Quality

Author : Miss Chalidda Yawongsri
: Miss Phimphen Butphin

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Asst.Prof.Teerawat Sarutayophat

ABSTRACT

Xenia effect of waxy corn and field corn on sweet corn kernel quality was conducted at the laboratory and experimental field of the Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Ladkrabang, Bangkok during June to August, 2006. Randomized Complete Block Design with four replications were used. Treatments were four sweet corn varieties, two were bt_1 gene comprised of Hybrid No. 1229 and ATS 8, other two were sh_2 gene comprised of Sugar 75 and Indee 2. Tian 20 and Suwan 2504 were used as waxy and field corn pollen sources, respectively. Five pod yield per plot were random harvested at 19 -20 days after pollination to examine the xenia effected on sweet corn kernel qualities. Three important quality characteristics consist of water soluble solid (WSS) or sweetness, reducing sugar and water soluble polysaccharides (WSP) were tested. Results showed that sweetness of all four sweet corn kernels derived from waxy corn and field corn fertilized tend to decrease. Waxy corn and field corn pollen caused significantly decreased ($p<.01$) concentration of water soluble polysaccharides of sh_2 and bt_1 kernels compare to itself fertilization. Anywhere, waxy and field corn pollen caused significantly increased ($p<.01$) reducing sugar in sh_2 kernel while its caused non – significantly increased reducing sugar in bt_1 kernel.

Key word : Sweet corn, Sugar gene, Kernel quality, Xenia effect

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพ เมล็ดข้าวโพดหวาน ประสบความสำเร็จได้ด้วยดีตามความประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยได้รับความ กรรณาจาก ผศ. อีรวัดณ์ ศรุตโยภาส อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำปรึกษาในระหว่าง การทดลอง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไข จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.อุมา แสงคร้าม ที่กรุณาให้คำแนะนำและเชื่อเพื่ออุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวาน ตลอดระยะเวลาในการทำ การทดลอง และ ขอขอบคุณ คุณรุ่ง ทับทิมโต คุณสำราญ สมาเอม ที่กรุณาดูแลแปลงข้าวโพด รวมทั้งเพื่อนๆ ที่ คอยช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา รวมทั้งทุกๆ คนในครอบครัวที่ให้การ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมาจนสำเร็จด้วยดี

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและผู้ที่ทำการศึกษา ข้าพเจ้ามีความ ยินดีและขอยกความดีเหล่านั้น ให้กับผู้มีพระคุณที่ได้กล่าวมาทุกท่าน หากมีความบกพร่องและ ผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ชลิธดา ยะวงศรี

พิมพ์ใหญ่ บุตรพันธ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุป	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	18
ประวัติผู้เขียน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่	10
2	แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ที่เป็นผลมาจากละอองเกสรจาก ข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sh_2 , bt_1	11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Brix) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียวและจากการผสมตัวเอง	13
2	กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Brix) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว	13
3	กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส/มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียว และจากการผสมตัวเอง	14
4	กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส/มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว	14
5	กราฟแสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (มก.กลูโคส/มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียวและจากการผสมตัวเอง	15
6	กราฟแสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (มก.กลูโคส/มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว	15

สารบัญภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
ก.1	กราฟมาตรฐานในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	19
ก.2	กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	20
ข.1	แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	21
ข.2	แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	22
ข.3	แสดงค่าดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	23
ค.1	แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	24
ค.2	แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	24
ค.3	แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ย จาก 2 พันธุ์ ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	25
ง.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหวาน (brix) ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	26
ง.2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่	26

สารบัญภาคผนวก(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่	27
จ.4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ที่เป็นผลมาจากละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียวต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sh_2 และ bt_1	27
จ.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เป็นผลมาจากละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sh_2 และ bt_1	28
จ.6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นผลมาจากละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วย ยีน sh_2 และ bt_1	28

คำนำ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays L. saccharata* Sturt. จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศชนิดหนึ่ง ใช้ประโยชน์ทั้งในรูปฝักสดและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น เมล็ดข้าวโพดบรรจุกระป๋อง (whole kernel canning) ครีมข้าวโพดหวาน (cream-style) และน้ำนมข้าวโพดหวาน (corn milk) เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้จำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานปีละประมาณ 200,000 ไร่ ได้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกกรวม 346,000 ตัน ในปี 2544 มีปริมาณการส่งออกกรวม 37,000 ตัน มูลค่า 1,028 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2545) และในปี 2547 มีปริมาณการส่งออกกรวมเพิ่มขึ้นเป็น 65,369 ตัน มูลค่า 1,969 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ข้าวโพดหวานเป็นอาหารของมนุษย์ คุณภาพของข้าวโพดหวานจึงมีความสำคัญอย่างมาก และได้มีการกำหนดคุณภาพของข้าวโพดหวาน ซึ่งประกอบไปด้วย ความนุ่ม (tenderness) ความบางของเปลือกหุ้มเมล็ด (thin pericarp) และความหวาน (sweetness) (ทวิศักดิ์, 2540) โดยข้าวโพดหวานแต่ละพันธุ์จะมีคุณสมบัติลักษณะความหวานต่างกัน

ข้าวโพดเป็นพืชผสมข้ามโดยธรรมชาติ มีช่อดอกตัวผู้ (staminate inflorescence) หรือเรียกเฉพาะว่า (tassel) และช่อดอกตัวเมีย (pistillate inflorescence) หรือฝัก (ear) อยู่แยกกันคนละส่วน (monoecious) บนต้นเดียวกัน (ราเชนทร์, 2539) และพันธุกรรมของละอองเกสรมีผลต่อการแสดงออกหรือองค์ประกอบของเอนโดสเปิร์มทันทีหลังการผสมพันธุ์ (xenia effect) (กฤษฎา, 2543) โดยอาจเกิดจากละอองเกสรจากข้าวโพดประเภทเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน หรือละอองเกสรจากข้าวโพดคนละประเภท ซึ่งอาจจะมีผลต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน เช่น อาจทำให้เมล็ดข้าวโพดหวานแข็งหรือเหนียวขึ้นไม่นำมารับประทาน หรือความหวานลดลง เป็นต้น (พรทิพย์ และ มนทิรา, 2543)

จึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษา ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่มีคุณสมบัติลักษณะความหวานต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 (sh₂) ชูการ์ 75 (sh₂) ATS 8 (bt₁) พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เบอร์ 1229 (bt₁)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพเมล็ดของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่มีคุณสมบัติลักษณะความหวานต่างกัน 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การจำแนกชนิดของข้าวโพดตามลักษณะของเมล็ด

ข้าวโพดเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จากเมล็ด ภายในเมล็ดของข้าวโพดจะประกอบด้วยแป้ง 2 ชนิดคือ แป้งแข็ง (hard starch) และแป้งอ่อน (soft starch) สามารถจำแนกข้าวโพดตามลักษณะและองค์ประกอบของแป้งในเมล็ดได้เป็น 7 ชนิด ดังนี้ (จาเซนทร์, 2539)

1. ข้าวโพดป่า (pod corn) เป็นข้าวโพดชนิดเก่าแก่ พบว่ามีปลูกในแถบอเมริกากลางและใต้ ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของข้าวโพด เมล็ดข้าวโพดป่าทุกเมล็ดบนฝักจะมีเปลือก (lemma และ palea) หุ้มเมล็ดอย่างมิดชิดเหมือนๆ กับเมล็ดหญ้า และยังมีกาบหุ้มฝัก (husk) หุ้มอีกชั้นหนึ่ง เมล็ดภายในเปลือกมีสีต่างๆหรือเป็นลาย ข้าวโพดป่า จะถูกควบคุมโดยยีน "Tu" จัดอยู่ใน sub species tunicata

2. ข้าวโพดคั่ว (pop corn) เป็นข้าวโพดที่มีแป้งแข็งอัดกันอย่างแน่นมาก มีแป้งอ่อนเป็นส่วนประกอบอยู่น้อย ข้าวโพดคั่วมักจะมีเปลือกหุ้มเมล็ด (pericarp) หนา มีรูปร่างของเมล็ดต่างกัน 2 ชนิด คือ ชนิดที่เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาวแหลมคล้ายเมล็ดข้าว เรียกว่า rice pop corn และชนิดที่เมล็ดมีลักษณะกลมเรียกว่า pearl pop corn เมื่อเมล็ดข้าวโพดคั่วได้รับความร้อนจะเกิดแรงดัน (pressure) ขึ้นภายในเมล็ด และระเบิดออกมาปริมาณเพิ่มขึ้น 25-30 เท่า ข้าวโพดคั่วจัดอยู่ใน sub species everta

3. ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะหัวแข็ง กล่าวคือ ด้านบนของเมล็ดมีแป้งแข็งเป็นองค์ประกอบทำให้หัว (crown) ของเมล็ดที่มีลักษณะเรียบ ส่วนแป้งอ่อนจะอยู่ภายในตรงกลางหรือไม่มีเลย เมื่อเมล็ดแข็งตัวจะไม่มีรอยบุบ ข้าวโพดชนิดนี้ เรียกว่า ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) ถูกควบคุมโดยยีน "Fl" จัดอยู่ใน sub species indurata มีสีต่างๆ ได้แก่ สีเหลือง เหลืองส้ม ขาว และดำ เป็นต้น

4. ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) เป็นข้าวโพดที่มีส่วนของแป้งอ่อนอยู่ด้านบนของเมล็ด ส่วนแป้งแข็งจะอยู่ด้านล่างและด้านข้าง เมื่อข้าวโพดแก่จะมีการสูญเสียความชื้นของเมล็ดแป้งทำให้แป้งอ่อนหดตัว ด้านบนของเมล็ดจึงเป็นรอยบุบ ข้าวโพดชนิดนี้จึงถูกเรียกว่าข้าวโพดหัวบุบ มีหลายสีเช่นเดียวกับข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวบุบจัดอยู่ใน sub species indentata

5. ข้าวโพดแป้งอ่อน (flour corn) เป็นข้าวโพดที่เมล็ดมีแป้งอ่อนเป็นองค์ประกอบเกือบทั้งหมด มีส่วนแป้งแข็งเป็นชั้นบางๆ ในเมล็ด เมื่อข้าวโพดแก่การหดตัวของแป้งในเมล็ดจะเท่าๆ กันโดยรอบ จึงคงรูปร่างเหมือนข้าวโพดหัวแข็ง แต่มีลักษณะทึบแสง (opaque) ข้าวโพดแป้งอ่อนถูกควบคุมโดยยีนด้อย (recessive gene) "fl" จัดอยู่ใน sub species amylacea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นข้าวโพดที่ส่วนน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปเป็นแป้งไม่สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดในระยะก่อนสุกมีความหวานกว่าข้าวโพดชนิดอื่น ๆ และเมื่อสุกแก่จะมีลักษณะเหนียว ข้าวโพดหวาน ถูกควบคุมโดยยีนด้อย (recessive gene) ที่แตกต่างกันหลายกลุ่ม ได้แก่ sugary "su" ข้าวโพดชนิดนี้เมล็ดจะใส ส่วนข้าวโพดหวานที่ถูกควบคุมโดย shrunken 2 gene "sh₂" และ brittle gene "bt" เมล็ดจะมีลักษณะขุ่น ข้าวโพดหวานจัดอยู่ใน sub species saccharata

7. ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) เป็นข้าวโพดที่มีแป้งในเมล็ดเป็นแป้งที่มีความเหนียว เนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น amylopectin ที่โมเลกุลจับกันแบบ branch chain โดยมีสัดส่วนของแป้งชนิด amylopectin ต่อ amylose ประมาณ 73:27 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดข้าวเหนียว ถูกควบคุมโดย waxy gene "wx" จัดอยู่ใน sub species ceratina

พันธุกรรมควบคุมลักษณะข้าวโพดหวาน

ลักษณะภายนอกที่ปรากฏและปริมาณสารประกอบภายในเมล็ดข้าวโพดสามารถชี้แจงจำแนกชนิดของข้าวโพดได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน ได้แก่ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดหวานนั้นเดิมได้ถูกแบ่งอยู่ใน *Zea mays saccharata* เพราะในเมล็ดมีน้ำตาลมาก เกิดขึ้นเพราะยีน su (sugary) บนโครโมโซมคู่ที่ 4 อยู่ในสภาพด้อยทั้งคู่ แต่ตอนหลังๆ นักพันธุศาสตร์ได้ค้นพบยีนที่มีผลต่อการสะสมแป้งและน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดอีกหลายยีน (ทวิศักดิ์, 2540) เฉพาะยีนที่เกี่ยวข้องกับความหวาน (sweetness gene) จนถึงปัจจุบันมีการค้นพบแล้วไม่น้อยกว่า 13 ยีน (Cobbledick, 1997) แต่ที่สำคัญมีการนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าแล้ว ดังนี้ (ทวิศักดิ์, 2540)

ยีน su (sugary gene series) มีอยู่สองคู่ด้วยกัน คือ su และ su₂ ได้มีรายงานตั้งแต่ปี พ.ศ.2467 ว่า su ทำให้เกิดการสะสม phytyglycogen ซึ่งเป็น water soluble polysaccharide และเป็นตัวที่ทำให้เนื้อข้าวโพดหวานนุ่ม

ยีน sh (shrunken gene series) มีอยู่หลายคู่ด้วยกัน คือ sh sh₂ sh₃ sh₄ และ sh₅ มีผลทำให้แป้งลดน้อยลง และมีน้ำตาลเพิ่มขึ้น มีการค้นพบยีน sh ตั้งแต่ พ.ศ.2464 และในปี พ.ศ. 2487 มีการค้นพบ sh₂ ซึ่งภายหลังมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพข้าวโพดหวานกันมาก

ยีน bt (brittle gene) เช่น bt bt₁ bt₂ และ bt₄ เป็นยีนที่มีผลคล้ายกับยีน shrunken มาก และเราสามารถบอกได้จากลักษณะของเมล็ดแต่อาจดูได้จากต้น ถ้าเป็น super sweet และมีต้นสีเขียวก็มีโอกาสเป็นได้ทั้ง sh และ bt แต่ถ้ามีต้นหรือมีดอกสีแดงแล้วเป็น bt แน่แน่นอน

ยีน wx (waxy gene) มีการกล่าวถึงเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ.2542 ว่ายีนชนิดนี้ทำให้เกิดการสะสมแป้งแตกต่างไปจากข้าวโพดธรรมดา และตอนหลังจึงได้มีการค้นพบ ว่าเป็นแป้งพวก

amylopectin ซึ่งข้าวโพดที่มียีนชนิดนี้ บ้านเรารู้จักกันดีในนามของข้าวโพดเทียน หรือข้าวโพดข้าวเหนียว

ยีน du (dull gene) ข้อมูลน้อยมากไม่มีการกล่าวถึงในเรื่องผลของยีน แต่มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน

ยีน ae (amylose extender gene) เป็นยีนที่ทำให้ปริมาณของ amylose เพิ่มขึ้น

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

ลักษณะเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนบางชนิด

ข้าวโพดหวาน สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามยีนควบคุมลักษณะที่สัมพันธ์กับความหวานแต่โดยปกติจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ (ทวีศักดิ์, 2540)

1. ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนเดี่ยว (single gene)

1.1. ข้าวโพดหวาน เนื่องจากยีนซูการ์รี่ (sugary gene, su/su) จะเป็นข้าวโพดหวานก็ต่อเมื่อยีน su อยู่ในสภาพยีนด้อยทั้งคู่ (homozygous recessive) ลักษณะเมล็ดของข้าวโพดหวานชนิดนี้ จะเหี่ยวยุบเล็กน้อย ค่อนข้างใส และเมล็ดจะดูมันวาว

1.2. ข้าวโพดหวานพิเศษ อาจมียีนตระกูลขรุ้งเค้น (shrunken gene) เช่น sh₁/sh₁ หรือ sh₂/sh₂ หรือยีนตระกูลบริดเดิล (brittle gene) เช่น bt₁/bt₁ หรือ bt₂/bt₂ ควบคุมอยู่ซึ่งข้าวโพดหวานพิเศษที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นในยีนตระกูลขรุ้งเค้น ลักษณะเนื้อเมล็ด(kernel texture) ของข้าวโพดหวานพิเศษชนิดนี้จะหวานกรอบ (crispy) ส่วนเมล็ดพันธุ์จะเหี่ยวยุบมาก เมล็ดจะขุ่นทึบ ขนาดของเมล็ดจะเล็กและเบากว่าข้าวโพดทั่วไป การเปลี่ยนน้ำตาลในเมล็ดเป็นแป้งหลังการเก็บเกี่ยวจะช้ากว่าข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีนอื่นๆ (Lisee et al, 2004) ในขณะที่ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนบริดเดิลเนื้อเมล็ดจะมีลักษณะนุ่มเป็นครีม(creamy)

2. ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนหลายยีน (multiple gene)

ข้าวโพดหวานกลุ่มนี้มียีนที่เกี่ยวข้องมากกว่า 1 ยีน อาจเป็น 2 ยีน หรือ 3 ยีน ทำหน้าที่ร่วมกันหรือเสริมกัน ยีนที่ทำหน้าที่ร่วมกัน อาจร่วมกันในแบบที่ยีนทั้ง 2 ตำแหน่ง อยู่ในสภาพ homozygous recessive หรืออาจร่วมกันโดยยีนตำแหน่งหนึ่งอยู่ในสภาพ homozygous recessive แต่อีกตำแหน่งหนึ่ง อยู่ในสภาพ heterozygous ข้าวโพดหวานชนิดที่ยีนตำแหน่งหนึ่งอยู่ในสภาพ homozygous recessive แต่อีกตำแหน่งหนึ่งเป็น heterozygous เช่น susu/SH₂sh₂ เมื่อนำเมล็ดไปปลูก ยีนที่เป็น heterozygous นั้นก็จะกระจาย (segregation) ลักษณะตามกฎของ Mendel มีผลทำให้ร้อยละ 25 ของเมล็ดเป็น double recessive ผู้รับประทานจะมีความรู้สึกที่ข้าวโพดนั้นหวานมากกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีเนีย (Xenia effect)

ซีเนีย (xenia) เป็นปรากฏการณ์ที่พันธุกรรมของเชื้อสปีพันธุเพศผู้ (pollen gene) มีผลต่อการพัฒนาและการแสดงลักษณะ (express) ของผลหรือเมล็ดโดยทันที ก่อนที่จะไปแสดงออกในรุ่นลูก ทำให้สามารถติดตามพันธุกรรมเหล่านั้นได้ในทุกๆ รุ่นที่มีการผสมพันธุ์ ไม่ว่าจะลักษณะนั้นเป็นลักษณะซ่มหรือแฝง (กฤษฎา, 2546) ซึ่งสามารถเกิดได้ในพืชหลายชนิดทั้งในไม้ผลและธัญพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด (กฤษฎา, 2546; Poehlman and Sleper, 1995; Bulant *et al.*, 2000; Liseć *et al.*, 2004) กล่าวว่ ในข้าวโพดพันธุกรรมของละอองเกสร จะมีผลต่อการพัฒนาของเอนโดสเปิร์มทันทีหลังการผสม เช่น ละอองเกสรของข้าวโพดไร่เมื่อผสมกับข้าวโพดหวาน เมล็ดของข้าวโพดหวานจะแสดงลักษณะของข้าวโพดไร่ทันที หลังการผสมโดยไม่จำเป็นต้องปลูกในรุ่นถัดไป สำหรับในไม้ผลพบว่า ผลกระทบจากละอองเกสรอาจมีผลต่อคุณภาพทั้งในด้านรสชาติ กลิ่น และสีของพืช (กฤษฎา, 2546)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ได้แก่ อินทรี 2 ชูการ์ 75 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เบอร์ 1229 และ ATS 8
2. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504 และข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
4. เครื่องสูบน้ำ
5. ถุงกระดาษสำหรับคลุมช่อดอกตัวผู้ (tassel bag)
6. ถุงกระดาษใสสำหรับคลุมช่อดอกตัวเมีย (glassine bag)
7. คลิปหนีบกระดาษสำหรับหนีบถุงคลุมช่อดอกตัวผู้
8. กรรไกรสำหรับตัดปลายช่อดอกตัวเมีย
9. อ่างน้ำร้อน (water bath)
10. เครื่อง Spectrophotometer
11. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
12. เครื่องปั่นแยกกาก
13. เครื่องตรวจวัดค่าความหวาน (Hand refractometer)

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีในการทดลอง โดยการผสมละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียวกับข้าวโพดหวานที่มียีนควบคุมลักษณะความหวานต่างกัน ทั้งหมด 4 พันธุ์ และทำการผสมตัวเอง ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดไร่ และข้าวโพดข้าวเหนียว รวมสิ่งทดลองทั้งหมด 14 สิ่งทดลอง คือ

- 1.1 อินทรี 2 (sh_2) x ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504
- 1.2 ชูการ์ 75 (sh_2) x ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504
- 1.3 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เบอร์ 1229 (bt_1) x ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504
- 1.4 ATS 8 (bt_1) x ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504
- 1.5 อินทรี 2 (sh_2) x ข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22
- 1.6 ชูการ์ 75 (sh_2) x ข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22
- 1.7 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เบอร์ 1229 (bt_1) x ข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.8 ATS 8 (bt₁) x ข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22
- 1.9 อินทรี 2 (sh₂) ผสมตัวเอง
- 1.10 ชูการ์ 75 (sh₂) ผสมตัวเอง
- 1.11 พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เบอร์ 1229 (bt₁) ผสมตัวเอง
- 1.12 ATS 8 (bt₁) ผสมตัวเอง
- 1.13 ข้าวโพดไร่ พันธุ์สุวรรณ 2504 ผสมตัวเอง
- 1.14 ข้าวโพดข้าวเหนียว พันธุ์เทียน 22 ผสมตัวเอง

2. การปลูกปฏิบัติดูแลรักษา

เตรียมแปลงปลูกโดยการไถพรวน จำนวน 2 ครั้ง แต่ครั้งห่างกัน 1-2 สัปดาห์ ใช้ระยะปลูก 75 X 25 เซนติเมตร อัตราปลูก 3-5 เมล็ดต่อหลุม หลังจากต้นข้าวโพดงอกประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการปลูกซ่อม และถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม

ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 หลังใส่ปุ๋ยครั้งแรก 15 และ 30 วัน ตามลำดับ

การป้องกันกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน ใช้จอบถากต้นวัชพืช พรวนดิน พร้อมกับกลบโคนต้น ด้วยดิน หลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3

การให้น้ำ จะให้น้ำโดยในระยะแรกหลังการปลูก รดน้ำทุกวัน จนเมล็ดข้าวโพดงอกและสามารถตั้งตัวได้ จะให้น้ำตามร่องทุก 10 วัน

เตรียมช่อดอกตัวเมียโดยการ คลุมฝักก่อนที่ไหมจะไหม โดยใช้กรรไกรตัดที่ปลายฝัก เพื่อให้ไหมโผล่ออกมาอย่างสม่ำเสมอ ก่อนที่จะคลุมฝักด้วยกระดาษใส (glassine bag) พร้อมทั้งดึงแผ่นกาบใบที่หุ้มช่อดอกตัวเมียออกไป การเตรียมช่อดอกตัวเมียนั้นทำในช่วงเวลา 8.00-9.00 น.

การเตรียมช่อดอกตัวผู้ โดยใช้ถุงกระดาษคลุมช่อดอกตัวผู้ (tassel bag) คลุมที่ช่อดอกตัวผู้ที่เริ่มบาน แล้วพับมุมกระดาษขึ้นแนบกับก้านช่อดอกใช้คลิปหนีบกระดาษตรึงไว้ ควรทำการเตรียมช่อดอกในช่วงเวลา 16.00 น. เป็นต้นไป

วิธีการผสม

การเก็บละอองเกสร โดยการเคาะที่ถุงกระดาษที่คลุมช่อดอกตัวผู้ไว้ 4-5 ครั้ง แกะคลิปออกจากนั้นดึงถุงกระดาษออกจากช่อดอกซึ่งละอองเกสรจะอยู่ในถุงนั้น

การผสม เมื่อได้ละอองเกสรจากต้นที่เตรียมไว้แล้ว นำไปผสมกับช่อดอกตัวเมียของต้นแม่ที่ต้องการ โดยดึงถุงคลุมช่อดอกตัวเมีย (glassine bag) ออกแล้วจึงเทละอองเกสรลงบนไหมของช่อดอกตัวเมีย จากนั้นใช้ถุงเก็บละอองเกสรที่เขียนวันที่ผสมไว้แล้ว คลุมทับลงไป

3. การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน ที่อายุ 19-20 วัน หลังจากได้รับการจากผสมละออง เกสรข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดไร่และการผสมตัวเอง เพื่อนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

(1) ความหวาน (บริกซ์) โดยการนำฝักข้าวโพดที่ทำการเก็บเกี่ยว มาทำการ คัดแยกเอาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ นำเมล็ดข้าวโพดที่ได้มาทำการปั่นแยกกากโดยใช้เครื่องปั่นแยก กาก จากนั้นนำน้ำข้าวโพดที่ได้ใส่ในหลอดทดลองแล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) เพื่อให้ ตกตะกอน โดยครั้งที่ 1 ใช้เวลา 5 นาที นำน้ำใสที่ได้มาปั่นเหวี่ยงครั้งที่ 2 อีกครั้ง ใช้เวลา 3 นาที แล้วนำน้ำข้าวโพดที่ได้ ไปตรวจวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด หรือค่าบริกซ์ ด้วย Hand refractometer ค่าที่วัดได้จะใช้เปรียบเทียบกับค่าความหวาน ทั้งนี้เนื่องจากของแข็งที่ละลายน้ำ ได้ทั้งหมด (water soluble solid : wss) ในข้าวโพดส่วนใหญ่จะได้แก่ น้ำตาลซูโครส

(2) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ นำน้ำข้าวโพดที่ได้จากข้อ (1) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น โดยบีบเปิดน้ำข้าวโพด 1 มล. ใส่ในขวด 100 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล. จากนั้นบี บเปิดน้ำข้าวโพดเจือจางที่ได้ ปริมาตร 1 มล. ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด เติม DNS reagent (3,5-dinitrosalicylic acid และ potassium tart rate ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์) หลอด ละ 1 มล. แล้วจึงนำไปต้มในอ่างน้ำเดือด (water bath) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปแช่ไว้ในอ่างน้ำเย็นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืน แสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm.) นำค่าดูดกลืนแสงที่ ได้เปรียบเทียบกับสารละลายกลูโคสมาตรฐาน แล้วคำนวณกลับให้ได้ค่าน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำ ข้าวโพดก่อนเจือจาง

(3) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด นำน้ำข้าวโพดที่ได้จากข้อ (2) มาเจือจางน้ำ ด้วยน้ำกลั่นโดยบีบเปิดน้ำข้าวโพดจากข้อ (2) ปริมาตร 20 มล. ใส่ในขวด 100 มล. เติมน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 100 มล. หลังจากนั้นบีบเปิดน้ำข้าวโพดที่เจือจางแล้วปริมาตร 2 มล. ใส่หลอด ทดลองจำนวน 5 หลอด เติมสารละลาย phenol (4%) หลอดละ 0.5 มล. และกรดซัลฟูริกเข้มข้น (96%) หลอดละ 2.5 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าการ ดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร (nm.) เปรียบเทียบกับค่าดูดกลืนแสงของสารละลายกลูโคสมาตรฐานแล้วคำนวณกลับ ให้ได้ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของน้ำข้าวโพดเริ่มต้นก่อนเจือจาง

4. เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการ เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนมิถุนายน - สิงหาคม พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

คุณภาพข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 และ sh_2

ผลการทดลอง พบว่า ความหวานและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 และ sh_2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่า ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 มีแนวโน้มสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดที่อายุ 20 วันหลังการผสมเกสรสูงกว่าข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดหวานกับที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ พบว่า ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนทั้ง 2 ชนิด (bt_1 / sh_2) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ที่สะสมในเมล็ดสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตละลายน้ำได้ที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่อย่างมีนัยสำคัญ ($P < .01$) หรือสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ประมาณ 100% (ตารางที่ 1)

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลน้ำตาลรีดิวซ์ที่สะสมในเมล็ดในระยะเก็บเกี่ยวฝักสด 19 – 20 วัน หลังการผสมเกสร (ตารางที่ 2/ ภาพที่ 6) กลับพบว่าข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สะสมในเมล็ดน้อยกว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว, ข้าวโพดไร่และข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P > .01$) ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ที่สะสมในเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่จะสูงกว่าในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 แต่ไม่ได้หมายความว่าคุณภาพเมล็ดหรือคุณภาพฝักสดของข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดไร่ หรือข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 จะสูงกว่าคุณภาพฝักสดของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 แต่อย่างใด เนื่องจากคุณภาพเมล็ดหรือฝักสดของข้าวโพดหวานขึ้นอยู่กับความหวานและความอ่อนนุ่มของเมล็ดมากกว่า ซึ่งความหวานของเมล็ดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล sucrose ที่สะสมในเมล็ดมากกว่าอิทธิพลของน้ำตาลรีดิวซ์

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่

พันธุ์ (ยีน) / แหล่งละอองเกสร	ค่าความหวาน (บริกซ์)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส / มล.)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (มก.กลูโคส / มล.)
#1229 (bt ₁) / Self	14.23 ^a	23.488 ^{bcd}	126.773 ^a
#1229 (bt ₁) / field corn	12.01 ^{abcde}	27.853 ^a	66.416 ^b
#1229 (bt ₁) / waxy corn	12.74 ^{abcd}	24.412 ^{ab}	127.362 ^a
ATS 8(bt ₁) / Self	12.86 ^{abcd}	11.352 ^{def}	120.336 ^a
ATS 8 (bt ₁) / field corn	10.88 ^{cde}	9.565 ^{ef}	52.209 ^b
ATS 8 (bt ₁) / waxy corn	9.79 ^e	12.546 ^{def}	76.519 ^b
sugar 75 (sh ₂) / Self	12.21 ^{abcde}	5.081 ^f	130.825 ^a
sugar 75(sh ₂) / field corn	11.36 ^{bcde}	21.830 ^{abc}	58.522 ^b
sugar 75 (sh ₂) / waxy corn	10.57 ^{cde}	12.907 ^{de}	70.279 ^b
อินทรี 2(sh ₂) / Self	13.98 ^{ab}	10.406 ^{ef}	136.772 ^a
อินทรี 2(sh ₂) / field corn	11.995 ^{abcde}	24.643 ^{ab}	63.632 ^b
อินทรี 2(sh ₂) / waxy corn	12.75 ^{abcd}	23.744 ^{ab}	77.990 ^b
Field corn / Self	13.27 ⁵	14.341 ^{cde}	74.265 ^b
Waxy corn / Self	10.4 ^{ab}	20.642 ^{abc}	66.325 ^b
F - test	**	**	**
LSD _{.01}	2.329	6.781	27.769
C.V. (%)	10.4264	21.5607	16.8312

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ที่เป็นผลมาจากละอองเกสรจากข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sh_2 , bt_1

กลุ่มยีน/แหล่งละอองเกสร	ค่าความหวาน (บริกซ์)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส / มล.)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (มก.กลูโคส / มล.)
bt_1 gene / Self	13.55 ^a	11.131 ^b	123.555 ^{ab}
bt_1 gene / field corn	11.44 ^{ab}	18.709 ^{ab}	59.313 ^c
bt_1 gene / waxy corn	11.26 ^{ab}	18.479 ^{ab}	101.940 ^b
sh_2 gene / Self	13.10 ^a	7.744 ^c	133.798 ^a
sh_2 gene / field corn	11.68 ^{ab}	23.237 ^a	61.077 ^c
sh_2 gene / waxy corn	11.66 ^{ab}	18.325 ^{ab}	74.134 ^c
Field corn / Self	13.28 ^a	14.341 ^b	74.265 ^c
Waxy corn / Self	10.40 ^b	20.642 ^{ab}	66.325 ^c
F - test	**	**	**
LSD _{.01}	2.209	6.354	23.249
C.V. (%)	9.1615	18.6074	13.3794

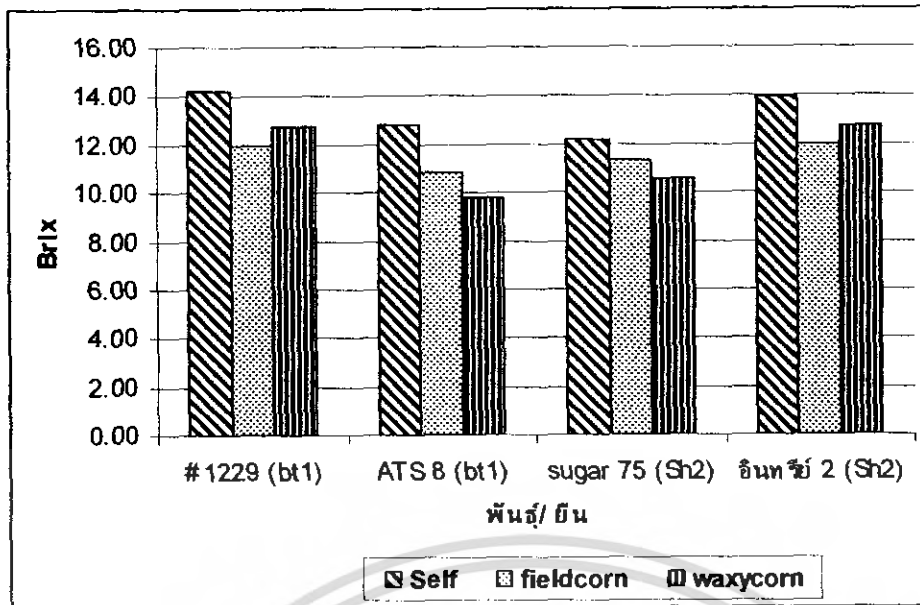
หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

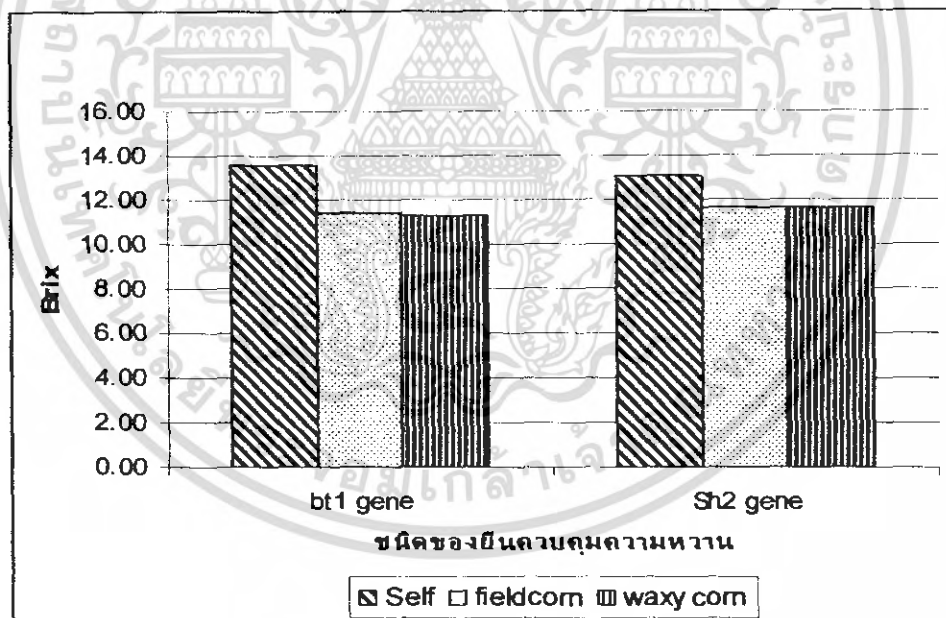
ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพของข้าวโพดหวาน

ผลการทดลอง พบว่า อิทธิพลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อคุณภาพฝักสดของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนที่ต่างกัน 2 ชนิด คือ bt₁ และ sh₂ เป็นไปในทำนองเดียวกันหรือตอบสนองต่อชนิดของละอองเกสรเหมือนกัน กล่าวคือ พบว่าละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ ต่างก็ทำให้ความหวานของเมล็ดข้าวโพดที่เกิดจากยีน bt₁ และ sh₂ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเองและยังพบว่าละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ ทำให้ความหวานของเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน 2 ชนิดนี้ (bt₁/sh₂) ลดลงมาอยู่ในระดับเดียวกัน (ตารางที่ 2 / ภาพที่ 1,2) นอกจากนี้ ยังพบว่าผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนทั้ง 2 ชนิดนี้ ก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหวานในเมล็ด กล่าวคือ ละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่างก็ทำให้ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt₁ และ sh₂ ละสมคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < .01$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง (ตารางที่ 2 / ภาพที่ 3,4)

เมื่อพิจารณามลของละอองเกสร (xenia effect) ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเมล็ดข้าวโพดหวาน พบว่า ละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่กลับทำให้ข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนทั้ง 2 ชนิดนี้ (bt₁/sh₂) มีการสะสมน้ำตาลรีดิวซ์ในเมล็ดสูงกว่าเมล็ดที่เกิดจากการผสมตัวเอง (ตารางที่ 2 / ภาพที่ 5)

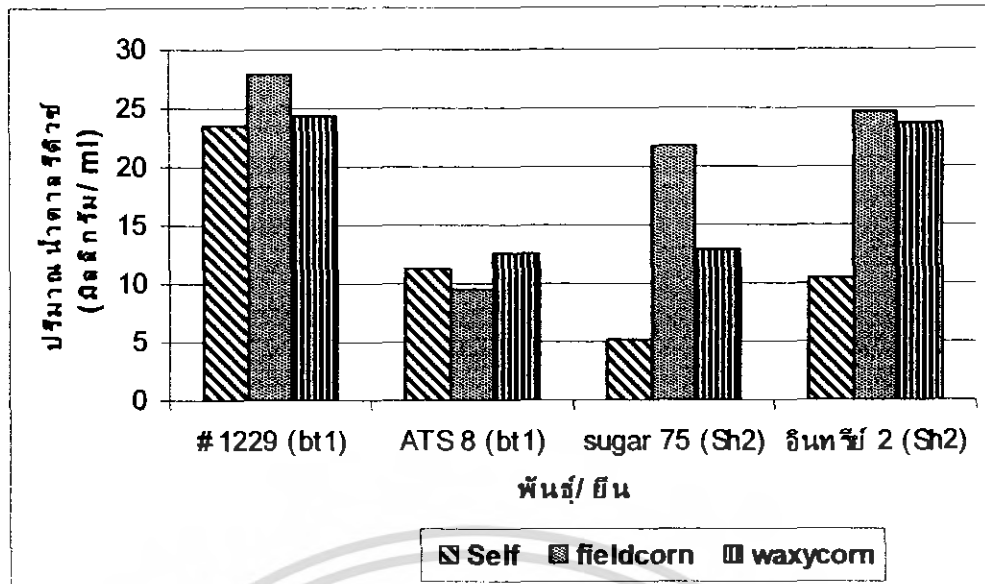


ภาพที่ 1 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (บริกซ์) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียวและจากการผสมตัวเอง

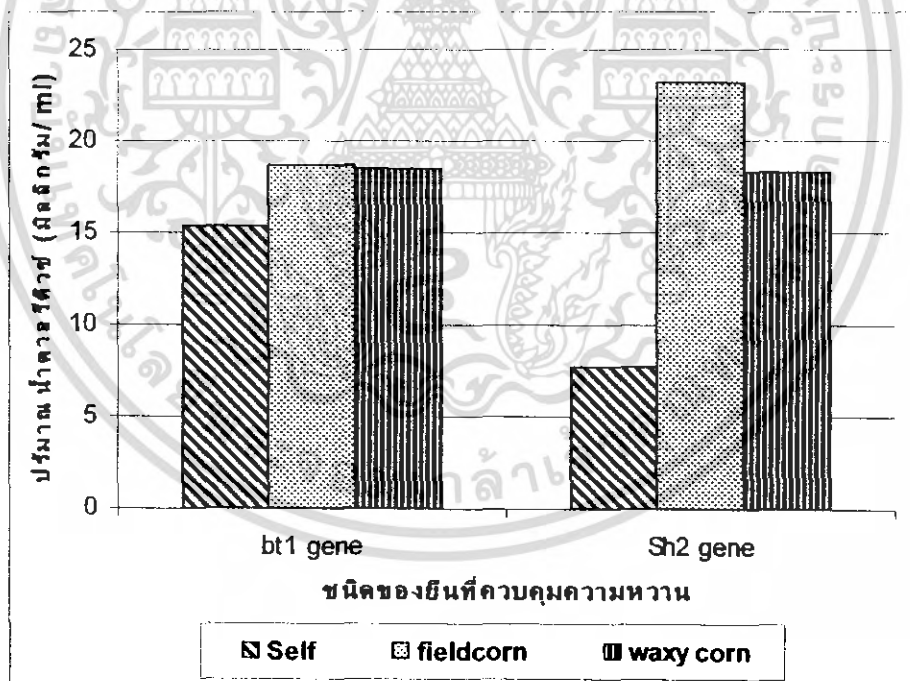


ภาพที่ 2 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (บริกซ์) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh₂ และ bt₁ เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่ และข้าวโพดข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

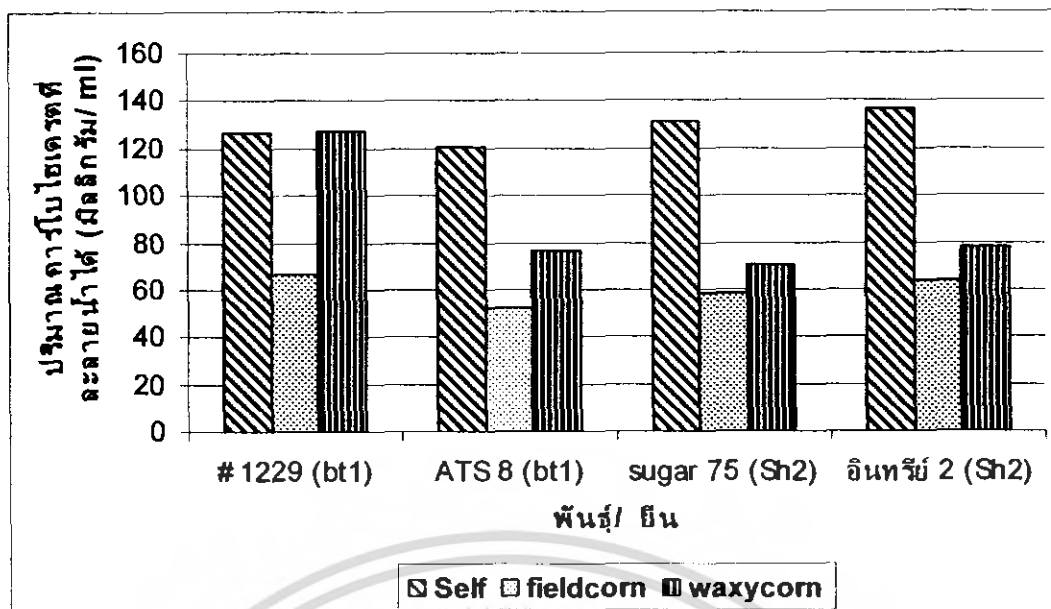


ภาพที่ 3 กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ (มก.กลูโคส / มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียวและจากการผสมตัวเอง

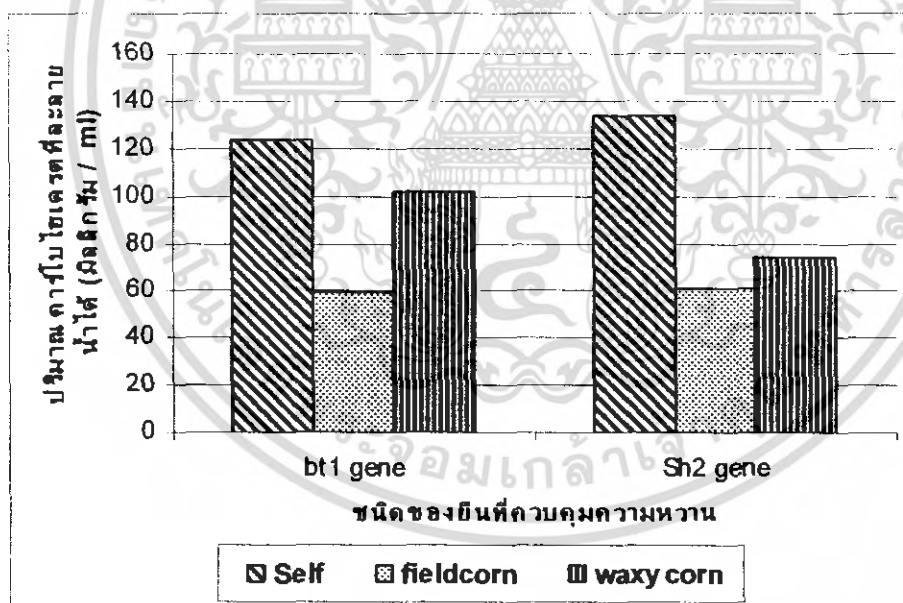


ภาพที่ 4 กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ (มก.กลูโคส / มล.) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เติบโตจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 กราฟแสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (มก.กลูโคส / มล) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ ที่เกิดจากการผสมด้วยละอองเกสรจากข้าวโพดไร่, ข้าวโพดข้าวเหนียว และจากการผสมตัวเอง



ภาพที่ 6 กราฟแสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (มก.กลูโคส / มล) ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน sh₂ และ bt, เฉลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ ทำให้คุณภาพเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 และ sh_2 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวหรือข้าวโพดไร่ต่างก็ส่งผลทำให้ความหวานและปริมาณคาร์โบไฮเดรตละลายน้ำได้ในเมล็ดของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน 2 ชนิดนี้ (bt_1 / sh_2) ลดลง อย่างไรก็ตามกลับพบว่าละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ทำให้น้ำตาลรีดิคซ์ในเมล็ดข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน 2 ชนิดนี้ เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองของข้าวโพดหวาน

2. ละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดหรือฝักสดของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีน bt_1 และ sh_2 ในระดับเดียวกันหรือเหมือนกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพด. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 26 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. การวิจัยและพัฒนาพืชสู่ความปลอดภัยอาหาร. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 46-63.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืชพื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 281 หน้า.
- เตชินทร์ ศรีเหนียง และปิยะรัตน์ นิสังกาศ. 2547. การศึกษาการสะสมน้ำตาลในข้าวโพดหวาน พิเศษพันธุ์อินทรีย์ 2 และ ลูกผสมพันธุ์ DMR. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- ทวีศักดิ์ ภู่อำ. 2540. ข้าวโพดหวาน : การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ 200 หน้า.
- พรทิพย์ อ่ำแจ่ม และมนตรี มานิมิตร. 2544. ผลของละอองเกสรจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์อินทรีย์ 2 และพันธุ์ดีทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 23หน้า.
- ราเชนทร์ ธิรพร. 2539. ข้าวโพด : การผลิตการใช้ประโยชน์การวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ด้านสุทธากาแฟพิมพ์. กรุงเทพฯ. 274 หน้า.
- Bulant, C., Galliais, A. Matthys, R.E. and J.L. Prioul. 2000. Xenia effect in maize with normal endosperm : II. Kernel growth and enzyme activities during grain filling. Crop Science. 40 : 182-189.
- Cobbledick, R.H. 1997. High sugar sweet corn. Ontario University. USA.
- Lisec, B., Grath, D.M. and T. Cross. 2004. Sweet corn for processing. Oregon State University. Oregon.
- Poehlman, J.M. and D.A. Sleeper. 1995. Breeding field crops. United States.

102718

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

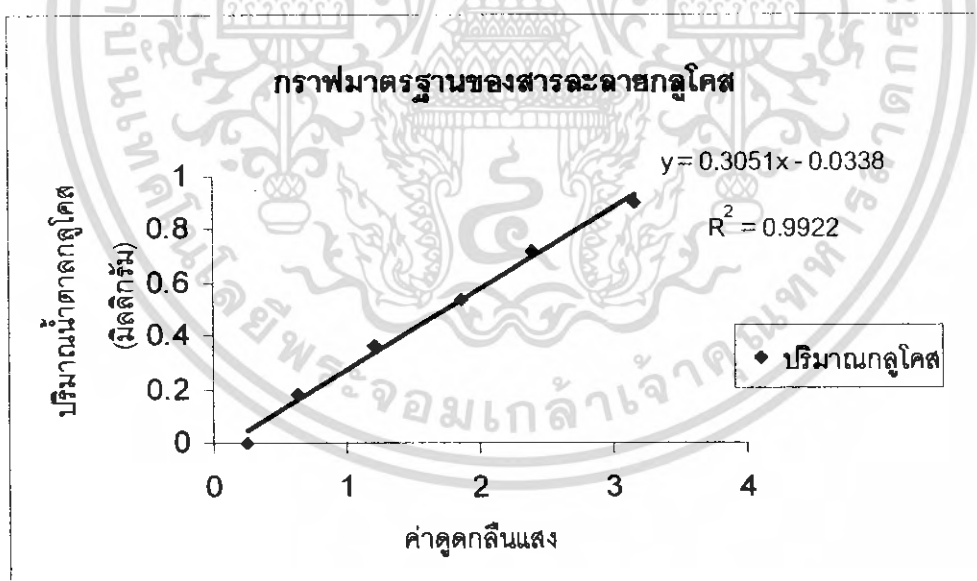


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่ ก. 1 กราฟมาตรฐานในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

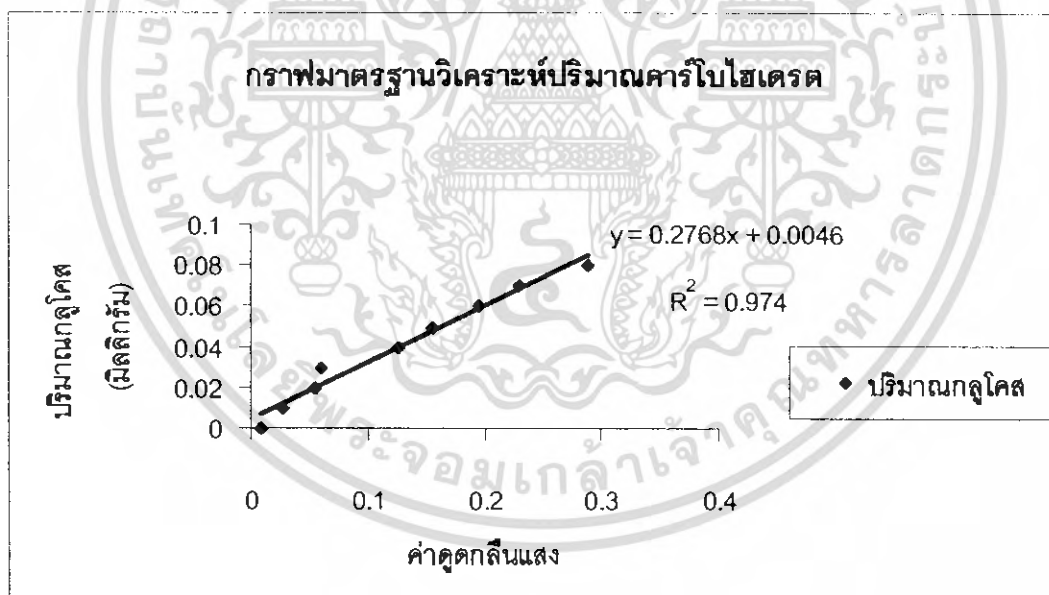
ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม)	ค่าดูดกลืนแสง
0	0.254
0.180	0.631
0.360	1.209
0.541	1.863
0.721	2.401
0.901	3.164



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม)	ค่าดูดกลืนแสง
0.00	0.008
0.01	0.0273
0.02	0.0553
0.03	0.0613
0.04	0.127
0.05	0.1553
0.06	0.195
0.07	0.2306
0.08	0.29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางผนวกที่ ข.1 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่

สิ่งทดลอง	ค่าความหวาน (Brix)				เฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	
#1229(bt ₁) * Self	14.58	13.60	14.36	14.38	14.23
#1229 (bt ₁) * field corn	14.06	7.94	11.58	14.44	12.01
#1229(bt ₁) * waxy corn	12.74	12.80	13.18	12.22	12.74
ATS 8(bt ₁) * Self	13.76	12.80	11.18	13.70	12.86
ATS 8(bt ₁) * field corn	13.42	9.28	10.28	10.52	10.88
ATS 8 (bt ₁) * waxy corn	9.16	10.14	10.68	9.18	9.79
sugar (sh ₂) 75 * Self	11.82	12.14	12.12	12.76	12.21
sugar(sh ₂) 75 * field corn	12.22	10.90	12.36	9.96	11.36
sugar (sh ₂) 75 * waxy corn	10.06	10.40	11.56	10.26	10.57
อินทรีรี่ 2 (sh ₂) * Self	14.32	13.68	13.70	14.22	13.98
อินทรีรี่ 2 (sh ₂) * field corn	12.74	9.54	13.18	12.52	12.00
อินทรีรี่ 2 (sh ₂) * waxy corn	11.94	14.16	11.54	13.36	12.75
Field corn * Self	13.50	13.50	11.40	14.70	13.28
Waxy corn * Self	10.00	10.10	11.40	10.10	10.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละออง
เกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่

พันธุ์(ยีน) / แหล่งละอองเกสร	ค่าการดูดกลืนแสง ¹				ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม) ²				เฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	
	#1229 (bt,) * Self	0.556	1.049	1.711	0.516	11.412	26.222	26.579	
#1229 (bt,) * field corn	1.012	1.102	1.192	1.107	25.110	27.814	30.524	27.964	27.853
#1229 (bt,) * waxy corn	1.166	1.015	0.857	0.917	29.737	25.201	20.454	22.257	24.412
ATS 8(bt,) * Self	0.326	0.289	0.423	0.343	4.503	3.392	7.417	5.014	5.081
ATS 8 (bt,) * field corn	0.851	0.952	0.893	0.915	20.274	23.308	21.542	22.197	21.830
ATS 8 (bt,) * waxy corn	0.655	0.599	0.644	0.525	14.386	12.704	14.056	10.481	12.907
sugar 75 (sh ₂) * Self	0.508	0.474	0.593	0.515	9.970	8.949	12.524	10.181	10.406
sugar 75(sh ₂) * field corn	1.010	1.080	0.962	0.934	25.050	27.153	23.608	22.761	24.643
sugar 75 (sh ₂) * waxy corn	1.020	0.846	0.816	1.184	25.351	20.124	19.223	30.277	23.744
อินทรีย์ 2(sh ₂) * Self	0.431	0.592	0.749	0.444	7.657	12.494	17.210	8.048	11.352
อินทรีย์ 2(sh ₂) * field corn	0.455	0.523	0.499	0.501	8.378	10.421	9.700	9.760	9.565
อินทรีย์ 2(sh ₂) * waxy corn	0.752	0.653	0.498	0.472	17.300	14.326	9.670	8.889	12.546
Field corn * Self	0.647	0.645	0.655	0.667	14.146	14.086	14.386	14.747	14.341
Waxy corn * Self	0.841	0.836	0.831	0.945	19.974	19.823	19.673	23.098	20.642

หมายเหตุ 1. แสดง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำข้าวโพดที่เจือจางด้วยอัตรา 1 ใน 100 มิลลิลิตร

2. แสดง ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของตัวอย่างน้ำข้าวโพดก่อนเจือจาง

ตารางผนวกที่ ข.3 แสดงค่าดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่

พันธุ์(ยีน)/แหล่งละอองเกสร	ค่าการดูดกลืนแสง ¹				ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (มิลลิกรัม) ²				เฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	
	#1229 (bt ₁) * Self	0.978	0.988	0.893	0.903	131.675	132.982	120.565	
#1229 (bt ₁) * field corn	0.439	0.378	0.538	0.558	61.305	53.306	74.245	76.806	66.416
#1229 (bt ₁) * waxy corn	0.913	1.012	1.093	0.762	123.179	136.118	146.705	103.443	127.361
ATS 8(bt ₁) * Self	0.877	1.136	0.911	0.962	118.474	152.325	122.918	129.583	130.825
ATS 8 (bt ₁) * field corn	0.440	0.530	0.399	0.303	61.410	73.121	56.077	43.478	58.521
ATS 8 (bt ₁) * waxy corn	0.525	0.563	0.337	0.608	72.467	77.434	47.895	83.315	70.278
sugar 75 (sh ₂) * Self	1.299	0.939	0.922	0.908	173.629	126.577	124.355	122.526	136.771
sugar 75(sh ₂) * field corn	0.495	0.428	0.494	0.411	68.651	59.894	68.415	57.567	63.632
sugar 75 (sh ₂) * waxy corn	0.597	0.497	0.59	0.585	81.877	68.807	80.963	80.309	77.989
อินทรี 2(sh ₂) * Self	1.140	0.851	0.660	0.914	152.848	115.076	90.112	123.310	120.336
อินทรี 2(sh ₂) * field corn	0.455	0.226	0.298	0.501	63.318	33.388	42.798	69.330	52.209
อินทรี 2(sh ₂) * waxy corn	0.65	0.565	0.595	0.414	88.805	77.695	81.616	57.959	76.5192
Field corn * Self	0.527	0.482	0.601	0.545	72.728	66.847	82.400	75.081	74.264
Waxy corn * Self	0.388	0.556	0.57	0.398	54.561	76.519	78.349	55.868	66.324

หมายเหตุ 1. แสดง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำข้าวโพดที่เจือจางด้วยอัตรา 1 ใน 5,000 มิลลิลิตร

2. แสดง ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างน้ำข้าวโพดก่อนเจือจาง

ภาคผนวก ค.

ตารางผนวกที่ ค.1 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เจลี่ยจาก 2 พันธุ์ ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่ และข้าวโพดข้าวเหนียว

ชนิดของยีน / แหล่งละอองเกสร	ค่าความหวาน				เฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	
bt_1 gene * field corn	13.74	8.61	10.93	12.48	11.44
sh_2 gene * field corn	12.48	10.22	12.77	11.24	11.68
bt_1 gene * waxy corn	10.95	11.47	11.93	10.70	11.26
sh_2 gene * waxy corn	11.00	12.28	11.55	11.81	11.66
bt_1 gene * Self	14.17	13.20	12.77	14.04	13.55
sh_2 gene * Self	13.07	12.91	12.91	13.49	13.10
Field corn * Self	13.50	13.50	11.40	14.70	13.28
Waxy corn * Self	10.00	10.10	11.40	10.10	10.40

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เจลี่ยจาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่

ชนิดของยีน / แหล่งละอองเกสร	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์				เฉลี่ย
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	
bt_1 gene * field corn	16.744	19.118	20.112	18.862	18.709
sh_2 gene * field corn	22.662	25.231	22.575	22.479	23.237
bt_1 gene * waxy corn	23.518	19.763	15.062	15.573	18.479
sh_2 gene * waxy corn	19.869	16.414	16.639	20.379	18.325
bt_1 gene * Self	9.535	19.358	21.895	9.129	15.393
sh_2 gene * Self	7.237	6.170	9.970	7.597	7.744
Field corn * Self	14.146	14.086	14.386	14.747	14.341
Waxy corn * Self	19.974	19.823	19.673	23.098	20.642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ในเมล็ดข้าวโพดหวาน ที่เกิดจากยีน sh_2 และ bt_1 เฉลี่ย จาก 2 พันธุ์ที่เกิดจากผลของละอองเกสรจากข้าวโพดไร่และข้าวโพดข้าวเหนียว

ชนิดของยีน / แหล่งละอองเกสร	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต				
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	เฉลี่ย
bt_1 gene * field corn	62.312	43.348	58.522	73.069	59.313
sh_2 gene * field corn	65.031	66.508	62.247	50.523	61.077
bt_1 gene * waxy corn	105.992	106.907	114.161	80.702	101.940
sh_2 gene * waxy corn	77.173	73.121	64.429	81.813	74.134
bt_1 gene * Self	142.261	124.029	105.339	122.591	123.555
sh_2 gene * Self	146.052	139.451	123.637	126.055	133.798
Field corn * Self	72.729	66.847	82.401	75.082	74.265
Waxy corn * Self	54.562	76.519	78.349	55.869	66.325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตารางผนวกที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหวาน (brix) ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	Tabular F
Replication	3	7.4193	2.4731	1.56 ^{NS}	2.84	4.31
Treatment	13	93.9724	7.2286	4.56 ^{**}	2.00	2.66
Error	39	61.8058	1.5848			
Total	55	163.1975	2.9672			

NS = non-significant

** = significantly difference at .01 level

CV = 10.4264 %

LSD .01 = 2.329

ตารางผนวกที่ ง.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์ จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	Tabular F
Replication	3	21.9274	7.3091	0.54 ^{NS}	2.84	4.13
Treatment	13	2528.6723	194.5133	14.49 ^{**}	2.00	2.66
Error	39	523.6345	13.4265			
Total	55	3074.2342	55.8952			

NS = non-significant

* ** = significantly difference at .01 level

CV = 21.5607 %

LSD .01 = 6.781

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดหวาน 4 พันธุ์จากการผสมตัวเองและได้รับการผสมจากละอองเกสรของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดไร่

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	
					.05	.01
Replication	3	651.3276	217.1092	0.96 ^{NS}	2.84	4.31
Treatment	13	50825.3010	3909.6385	17.36 ^{**}	2.00	2.66
Error	39	8782.6235	225.1955			
Total	55	60259.2521	1095.6228			

NS = non-significant

** = significantly difference at .01 level

CV = 16.8312 %

LSD .01 = 27.769

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (wss) ที่เป็นผลมาจากละอองเกสรจากข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่ต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน sh₂ และ bt₁

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	
					.05	.01
Replication	3	3.5497	1.1832	0.97 ^{NS}	3.07	4.87
Treatment	7	35.3321	5.0474	4.15 ^{**}	2.49	3.64
Error	21	25.5694	1.2176			
Total	31	64.4512	2.0791			

NS = non-significant

** = significantly difference at .01 level

CV = 9.1615 %

LSD .01 = 2.209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ ๓.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เป็นผลมาจากละออง
เกสรจากข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน
sh₂ และ bt₁**

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	
					.05	.01
Replication	3	6.9916	2.3305	0.23 ^{NS}	3.07	4.87
Treatment	7	623.3392	89.0485	8.84 ^{**}	2.49	3.64
Error	21	211.5418	10.0734			
Total	31	841.8726	27.1572			

NS = non-significant

** = significantly difference at .01 level

CV = 18.6074 %

LSD .01 = 6.354

**ตารางผนวกที่ ๓.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นผล
มาจากละอองเกสรจากข้าวโพดไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อข้าวโพดหวานที่ควบคุม
ด้วย ยีน sh₂ และ bt₁**

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean of Square	Computed F	Tabular F	
					.05	.01
Replication	3	232.8485	77.6162	0.58 ^{NS}	3.07	4.87
Treatment	7	23772.2087	3396.0298	25.18 ^{**}	2.49	3.64
Error	21	2832.3231	134.8725			
Total	31	26837.3803	865.7219			

NS = non-significant

** = significantly difference at .01 level

CV = 13.3794 %

LSD .01 = 23.249

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ – นามสกุล : นางสาวชลิธดา ยะวงศรี
- วันเดือนปีเกิด : 14 พฤศจิกายน 2527
- ภูมิลำเนา : 16/2 หมู่ 5 ต.เวินพระบาท อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม 48120
- โทรศัพท์ : 085 – 8906508
- ที่อยู่ปัจจุบัน : 435 หมู่ 3 ซ.เกี๊ยะงาม 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
- โทรศัพท์ : 02 – 3273562
- การศึกษา : พ.ศ.2534-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลนครพนม จังหวัดนครพนม
- พ.ศ.2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม
- พ.ศ.2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม
- พ.ศ.2546-2549 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชื่อ - นามสกุล : นางสาวพิมพ์เพ็ญ บุตรพันธ์
- วันเดือนปีเกิด : 22 พฤษภาคม 2527
- ภูมิลำเนา : 34 หมู่ 1 ต.กุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี 41110
- โทรศัพท์ : 042 - 202582
- ที่อยู่ปัจจุบัน : 34 หมู่ 1 ต.กุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี 41110
- โทรศัพท์ : 089 - 1876984
- การศึกษา : พ.ศ.2534-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านท่าเปลือย จังหวัดอุดรธานี
 พ.ศ.2540-2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล
 จังหวัดอุดรธานี
 พ.ศ.2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล
 จังหวัดอุดรธานี
 พ.ศ.2546-2549 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้