

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี



T100195

เรื่อง

ผลของยีนและอายุการเก็บฝักสดต่อการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวาน

Effects of Genetic and Harvesting Date on Sweet Corn Kernels Development.



ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2548

ร.พ.

ร 629 ๗

2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100195
วันเดือนปี.....17 JUN 2009

b.....1161903๗
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของยีนและอายุการเก็บฝักสดต่อการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวาน  
Effects of Genetic and Harvesting Date on Sweet Corn Kernels Development.



(รศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของยีนและอายุการเก็บฝักสดต่อการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวาน  
โดย : นายชุมพล รักมัน  
: นางสาววิญญา ด้านทวิศิลป์  
ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช  
คณะ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของยีนและอายุการเก็บฝักสดต่อการพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวาน ได้ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้อายุเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยใน main plot จำนวน 13 ระยะ คือที่อายุ 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 และ 39 วันหลังจากการผสมเกสร และใช้ข้าวโพดหวาน 6 พันธุ์ได้แก่ ขอนแก่นหวานสลับสี ลำลีอีสาน พันธุ์ลูกผสมเบอร์1229 ATS8 ชูการ์75 อินทรีย2 และข้าวโพดข้าวเหนียว 1 พันธุ์ได้แก่ รัชตะ1 เป็น ปัจจัยใน subplot ผลการทดลองพบว่า ผลของพันธุ์หรือยีน และอายุการเก็บเกี่ยวฝักสด ต่อการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ด และขนาดเมล็ดของข้าวโพดรับประทานฝักสดมีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < .01$ ) โดยพบว่ากลุ่มพันธุ์ที่มียีนเวกซ์ซี(waxy;wx) ได้แก่พันธุ์หวานสลับสี(wx/su/sh<sub>2</sub>) และรัชตะ1(wx) มีการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดโดยเฉลี่ยสูงกว่าข้าวโพดหวานพิเศษ ทั้งชนิดที่ควบคุมด้วยยีนซังเค้น2(shrunken-2;sh<sub>2</sub>) ได้แก่พันธุ์ชูการ์75 และอินทรีย2 และบิตเทิล1(brittle1;bt<sub>1</sub>) ได้แก่พันธุ์ATS8 และลูกผสมเบอร์1229 การสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดของข้าวโพดรับประทานฝักสดทั้ง 7 พันธุ์เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยวฝักสด และสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดสูงสุดที่อายุประมาณ 24-27 วัน หลังการผสมเกสร สะสมน้ำหนักรวมเมล็ดสูงสุดที่อายุประมาณ 33-36 วันหลังการผสมเกสรหรือประมาณ 9 วันหลังจากการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดสูงสุด พันธุ์ที่มีการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ พันธุ์รัชตะ1 และลำลีอีสาน(wx/sh<sub>2</sub>) มีการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดสูงสุดที่อายุ 36 วันหลังการผสมเกสรเท่ากับ 27.04 และ 24.78 กรัม/100เมล็ด ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน การพัฒนาของเมล็ด ยีนควบคุมความหวาน อายุการเก็บเกี่ยวฝักสด

Title : Effects of Genetic and Harvesting Date on Sweet Corn Kernels Development.

Author : Mr.Chumpon Rakman

Miss Warunya Dantaweessin

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Asist.Prof. Teerawat Sarutayophat

### ABSTRACT

The experiment was conducted to study effected of genetic and harvesting date on sweetcorn kernel development at the experimental's field of plant production Technology ,Faculty of Agricultural technology , King Mongkut's Institute of Technology Chakuntaharn Ladkrabang , Bangkok during December, 2005 to March , 2006. Split plot in Randomized Complete Block Design with three replication was used. Thirteen harvesting date; 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 and 39 days after pollination(DAP) were mainplot. Subplot comprised of six sweetcorn and one waxycorn were Kon-Kaen-Vhansalubsri(wx/su/sh<sub>2</sub>) Hybrid No.1229(bt<sub>1</sub>) ATS8(bt<sub>1</sub>) Sugar75(sh<sub>2</sub>) Indee2(sh<sub>2</sub>) Sumlee E-san(wx/sh<sub>2</sub>) and Ratchata1(wx) .The result indicated that effected of varieties or sugar gene and harvesting date on seed weight accumulated and size enlargement were highly significant( $P<.01$ ) .Fresh seed weight of all seven varieties increased as harvesting time up from 3 to 24 DAP and highest at 24-27 DAP average of 34.39 gram/100seeds. Dry seed weight also increased from 3 to 33 DAP and hightest at 33-36 DAP average of 15.87gram/100seeds. Ratchata1(wx) and Sumlee E-san(wx/sh<sub>2</sub>) accumulated hightest dry seed weight at 36 DAP of 27.04 and 24.78 gram/100seeds , respectively.

Key word : Sweet corn , Kernel development , Sugar gene , Harvesting date ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำแนะนำและควบคุมดูแลตลอดระยะเวลาการทดลองและตรวจสอบแก้ไขจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อารมย์ ศรีพิจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทดลอง และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ควบคุมแปลงทดลองทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดา พี่ เพื่อนและน้องๆทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจทำให้การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายชุมพล

รักมัน

นางสาววรัญญา ด้านทวิศิลป์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
ชนิดของข่าวโศกตึกสด	2
ยื่นที่ควบคุมความหวานของข่าวโศก	2
การแบ่งชนิด/ประเภทข่าวโศกหวานตามจำนวนยื่นที่เกี่ยวข้อง	3
การพัฒนาเมล็ดของข่าวโศกหวาน	7
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	8
ผลการทดลอง	12
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	24
ประวัติผู้เขียน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ยีนที่มีผลต่อการสะสมคาร์โบไฮเดรตในข้าวโพด	4
2 ยีน ปฏิกริยาระหว่างยีน ลักษณะเมล็ดและตัวอย่างพันธุกรรม ของข้าวโพด 7 ที่เกิดจากยีนมากกว่า 1 ตำแหน่ง	6
3 แสดงน้ำหนักสดของข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	13
4 แสดงน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	15
5 แสดงความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	19
6 แสดงความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	20
7 แสดงความหนาของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงน้ำหนักสด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	12
2 แสดงน้ำหนักแห้ง (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	14
3 แสดงความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	17
4 แสดงความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	17
5 แสดงความหนาของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	24
2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	24
3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	25
4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	25
5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร	26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) เป็นข้าวโพดหวานฝักสดชนิดหนึ่ง ปัจจุบันมีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อประเทศไทยมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อน (Baby corn) และข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn) นอกจากผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้วยังเป็นพืชส่งออกที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ผลผลิตที่ได้ในแต่ละปีใช้บริโภคฝักสดภายในประเทศร้อยละ 5 ส่วนอีกร้อยละ 95 ส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ครีมข้าวโพดหวานกระป๋อง ข้าวโพดหวานในรูปปรุงแต่งไม่แช่เย็นจนแข็ง ข้าวโพดหวานคิบ ข้าวโพดหวานแช่แข็ง เป็นต้น (วิไลวรรณ และวันชัย, 2547) โดยปริมาณการส่งออกรวมในรูปแบบต่างๆ เพิ่มขึ้นจาก 37,053<sup>ตัน</sup> ในปี 2544 เป็น 77,432 ตัน ในปี 2546 ในทำนองเดียวกันมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจาก 1,028 ล้านบาท ในปี 2544 เป็น 2,122 ล้านบาท ในปี 2546 (วิไลวรรณ และพัชรพร, 2547) การปลูกข้าวโพดหวานเพื่อบริโภคฝักสด และเพื่อส่งออกนั้น คุณภาพของฝักหรือเมล็ดถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยปัจจัยกำหนดคุณภาพของเมล็ด คือ ปริมาณและอัตราส่วนของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โมเลกุลโครงสร้างของเมล็ด (non-structural kernel carbohydrates) เช่น ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส ซูโครส สารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (water soluble polysaccharides) และแป้ง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดลักษณะองค์ประกอบคุณภาพเมล็ดเหล่านี้ได้แก่ พันธุกรรมและอายุการพัฒนาของเมล็ด (กรีนไทย และจรรยาธิษั, 2545; Creech and Ardle, 1996; Michaels and Andrew, 1989) โดยพบว่าหลังการผสมเกสรปริมาณน้ำตาลในเมล็ดจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่อายุประมาณ 15-18 วันหลังการผสมเกสร ในขณะที่การสะสมสารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ ในเมล็ด เช่น แป้งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นต่อเนื่องไปอีกช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังจากการสะสมน้ำตาลสูงสุดในเมล็ดไปแล้ว อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า ข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีนต่างกัน อาจใช้เวลาสำหรับการพัฒนาเมล็ดและสะสมน้ำหนักรวมกัน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันจึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการพัฒนาของเมล็ดข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีนชนิดต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณากำหนดอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีนต่างกัน

3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ชนิดของข้าวโพดฝักสด (specify corn)

1. ข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn) หมายถึง ข้าวโพดที่ปลูก เพื่อใช้ส่วนแกนของกลุ่มดอกตัวเมีย (central of female flowers) ก่อนที่ดอกจะได้รับการผสมจากละอองเกสร โดยปกติจะเก็บเกี่ยวฝักอ่อน ในระยะที่ไหม (silk/style) เริ่มโผล่ออกมาจากปลายฝัก ข้าวโพดฝักอ่อนอาจผลิตจากข้าวโพดหวานหรือข้าวโพดไร่ก็ได้ แต่มักจะเป็นพันธุ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ผลิตเป็นข้าวโพดฝักอ่อน โดยเฉพาะเป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกตัวเมียหลายดอกในหนึ่งต้น

2. ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) (*Zea mays ceratina*) ปลูกเพื่อรับประทานฝักสดแม้จะไม่หวานมาก แต่เมล็ดนิ่ม รสอร่อย ไม่ติดฟัน เมล็ดมีสีต่าง ๆ เช่น เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือมีหลายสีในฝักเดียวกัน ราเชนทร์ (2539) กล่าวว่าข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นข้าวโพดที่แป้งภายในเป็นชนิดแป้งอ่อน แต่มีความเหนียวเนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น amylopectin ที่โมเลกุลจับกันแน่นเป็นแนว branch chain โดยมีสัดส่วนของแป้งชนิด amylopectin ต่อ amylose ประมาณร้อยละ 73:27 ข้าวโพดข้าวเหนียวถูกควบคุมโดย waxy gene "wx" จัดอยู่ใน sub species ceratina

3. ข้าวโพดหวาน (sweet corn) (*Zea mays saccharata*) นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายเพื่อรับประทานฝักสด ราเชนทร์ (2539) กล่าวว่าข้าวโพดหวานเป็นข้าวโพดที่ส่วนน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปเป็นแป้งไม่สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดก่อนสุกแก่มีความหวานมากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ และเมื่อแก่จะมีลักษณะเหนียว ข้าวโพดหวานถูกควบคุมด้วยคู่ของ recessive gene ที่แตกต่างกันหลายกลุ่ม

### ยีนที่ควบคุมความหวานของข้าวโพด

ข้าวโพดหวานชนิดแรกเกิดจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ (natural mutation) จากข้าวโพดไร่ (field corn) เปลี่ยนยีนตำแหน่งหนึ่งบนโครโมโซมแท่งที่ 4 เมื่อยีน (sugary) อยู่ในสภาพ homozygous recessive (susu) ทำให้มีการสะสมน้ำตาลในเมล็ดมากกว่าข้าวโพดไร่ จึงเรียกกันว่าข้าวโพดหวาน ต่อมาเกิดการค้นพบยีนอื่นๆอีกหลายชนิด ตัวอย่างยีนและลักษณะที่ปรากฏกับเมล็ดข้าวโพด มีดังนี้

- sugary gene (su) มีอยู่ 2 คู่ด้วยกัน คือ su และ su<sub>2</sub> ได้มีรายงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2467 ว่า su ทำให้เกิดการสะสม phytyglycogen ซึ่งเป็น water soluble polysaccharide และเป็นตัวที่ทำให้เนื้อข้าวโพดหวานนุ่ม

- shrunken (sh) มีอยู่หลายคู่ด้วยกัน คือ sh sh<sub>2</sub> sh<sub>3</sub> sh<sub>4</sub> และ sh<sub>5</sub> มีผลทำให้แป้งลดน้อยลง และมีน้ำตาลเพิ่มขึ้น มีการค้นพบยีน sh ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2464 และในปี พ.ศ. 2487 ก็มีการค้นพบ sh ซึ่งภายหลังมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดหวานกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- brittle gene (bt) มี 3 คู่ คือ  $bt_1$ ,  $bt_2$  และ  $bt_3$  เป็นยีนที่มีผลคล้ายกับยีน shrunken มาก และเราไม่สามารถบอกได้จากลักษณะของเมล็ดแต่อาจจะดูได้จากต้น ถ้าเป็น super sweet และมีต้นสีเขียวก็มีโอกาสเป็นได้ทั้ง sh และ bt แต่ถ้ามีต้นหรือมีดอกสีแดงแล้วก็เป็น bt แน่แน่นอน

- waxy gene (wx) มีการกล่าวถึงครั้งแรกในปี พ.ศ. 2452 ว่ายีนชนิดนี้ทำให้เกิดการสะสมแป้งที่แตกต่างไปจากข้าวโพดธรรมดา และตอนหลังค้นพบว่าแป้งพวก amylopectin ข้าวโพดที่มียีนชนิดนี้บ้านเรารู้จักกันดีในนามของข้าวโพดเทียนหรือข้าวโพดข้าวเหนียว

- dull gene (du) ข้อมูลน้อยมากไม่มีการกล่าวถึงในเรื่องผลของยีน แต่มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน

- amylase extender gene (ae) เป็นยีนที่ทำให้ปริมาณของ amylase เพิ่มขึ้น

- sugary enhancer gene (se) เป็นยีนใหม่สุดที่มีการค้นพบ จะต้องแสดงออกพร้อมกับ su เสมอ เป็นผลให้มีการสะสมน้ำตาล maltose เพิ่มขึ้น (ทวิศักดิ์, 2540)

ยีนต่างๆ เหล่านี้อยู่บนตำแหน่งต่างๆ บน โครโมโซมของข้าวโพดและมีรายละเอียด (ตารางที่ 1)

### การแบ่งชนิด/ประเภทข้าวโพดหวานตามจำนวนยีนที่เกี่ยวข้อง

หากจะแบ่งชนิดหรือประเภทของข้าวโพดหวานตามจำนวนยีนที่ควบคุมหรือเกี่ยวข้องกับ ความหวานในเมล็ดสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. ข้าวโพดหวานจากยีนเดี่ยว (single gene) ข้าวโพดหวานชนิดนี้ปลูกกันมากที่สุดในโลก รวมทั้งบ้านเราด้วย ข้าวโพดหวานชนิดนี้แบ่งย่อยๆ ออกได้ดังนี้

1.1 ข้าวโพดหวานหรือหวานธรรมดาหรือหวานมาตรฐาน (standard/normal sweet corn) นิยมปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกาเป็นข้าวโพดที่เกิดจาก sugary gene ( $su/su$ ) อยู่ในสภาพด้อย ลักษณะของข้าวโพดหวานนี้จะเหี่ยวเล็กน้อย และจะดูค่อนข้างใส เมล็ดจะดูแวววาว .

1.2 ข้าวโพดหวานพิเศษ (super sweet corn, extra sweet corn) ข้าวโพดหวานพิเศษ หรือที่ชาวไร่หรือคนทั่วไป เรียกว่าข้าวโพดหวานสวีทนั้น เป็นข้าวโพดที่นิยมประเภทกันมากในรูปของ ผักสดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันแทบจะกล่าวได้ว่าข้าวโพดที่เราเรียกว่าข้าวโพดหวานนั้น จะเป็นข้าวโพดหวานพิเศษประมาณ 80% ข้าวโพดหวานพิเศษนี้มียีนตระกูลซังเคน (shrunken series gene เช่น  $sh/sh$  หรือ  $sh_2/sh_2$ ) ซึ่งข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนชนิดนี้มีปริมาณน้ำตาลสะสมในเมล็ดสูงกว่าข้าวโพดหวานมาตรฐาน 2-3 เท่า เมล็ดหวานกรอบ (Lisee *et al.*, 2004) หรือยีนตระกูลบริตเติล (brittle series gene เช่น  $bt/bt$  หรือ  $bt_2/bt_2$ ) ควบคุมอยู่ แต่ที่ปลูกในประเทศไทย ปัจจุบันเป็นยีนตระกูลซังเคนเกือบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ยีนที่มีผลต่อการสะสมคาร์โบไฮเดรตในข้าวโพด (ทวีศักดิ์, 2540)

ยีน	ชื่อโครโมโซมและตำแหน่ง	ลักษณะเมล็ด	ผลของยีนที่เด่นชัด	พันธุ์การค้า
ac	5-(37)	ขุ่นทึบ สีดำ	แป้งมี amylase สูง	-
bt	5-22	เหี่ยวขุ่นมาก	มี sucrose 20 -30 % หวานกรอบ	-
du	10	สีดำ		-
se	7	เมื่อมี su จะขุ่นกว่า su เล็กน้อย	มี maltose สูง มี WSP สูง แต่จะมีผลของยีนเมื่อมี su ด้วยเท่านั้น	-
sh <sub>2</sub>	3-111.2	ขุ่นมาก สีขุ่นไม่สดใส	มี sucrose 20 - 30 % หวานมากอาจกรอบ	Crisp N Sweet 710 (yellow) Honey and Pearl (bi-color) How Sweet It Is (white)
su	4-71	เหี่ยวขุ่น เล็กน้อย ใสแวววาว	มี sucrose 10 - 15 % สูง นุ่มมาก	Jubilee (yellow) Double Taste (bi-color) Silver Queen (white)
wx	9-59	ขุ่นทึบ สีดำ	แป้งเป็น amylopectin ทั้งหมดนุ่มมาก	-

หมายเหตุ WSP = water soluble polysaccharides

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้าวโพดหวานแบบยีนเสริม (synergistic or augmented) เมล็ดพันธุ์ของข้าวโพดหวานชนิดนี้จะมียีนที่เป็น homozygous recessive อยู่หนึ่งตำแหน่ง อีกตำแหน่งหนึ่งจะเป็น heterozygous เมื่อนำเมล็ดไปปลูกผลิตฝักสด ยีนที่เป็น heterozygous นั้นจะแยกตัวตามกฎของ Mendel มีผลทำให้ 25% ของเมล็ดที่เรารับประทานนั้นเป็น double recessive ทำให้ผู้ที่รับประทานมีความรู้สึกที่ข้าวโพดนั้นหวานขึ้น

ข้าวโพดหวานพวกนี้มียีน *su* เป็นพื้นฐานเพราะนักปรับปรุงพันธุ์ต้องการปรับปรุงให้ข้าวโพดหวานนั้นหวานขึ้นโดยนำยีน *sh<sub>2</sub>* หรือซูการ์รีเอ็นฮานเซอร์ (sugary enhancer, *se*) มาช่วยเสริม ตัวอย่างข้าวโพดหวานชนิดนี้คือ Sugar Loaf, Honey Comb และ Sugar Time เป็นต้น ในประเทศไทยข้าวโพดข้าวเหนียวหวานขอนแก่นอาจจะจัดอยู่ในประเภทนี้ได้ โดยมียีน *sh<sub>2</sub>* เป็นพื้นฐานและมียีน *wx* เป็นตัวเสริม

ได้มีผู้นำเมล็ดข้าวโพดหวานประเภทนี้เข้ามาปลูกเหมือนกัน ดังเกตง่ายๆ คือ ฝักข้าวโพดอาจจะมีเมล็ด 2 สี คือ สีเหลืองและสีขาว โดยจะอยู่ในอัตราส่วน 75 : 25 ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจะเรียกว่าไบคัลเลอร์ (bi-color) แต่ถ้าจะพิสูจน์ให้เห็นชัดว่าข้าวโพดหวานนั้นเกิดจากยีนเสริมหรือไม่ก็ต้องนำฝักข้าวโพดหวานที่สงสัยนั้นมาตากให้แห้ง แล้วดูว่าเมล็ดที่แห้งนั้นสีเหมือนกันทั้งฝักหรือไม่ ถ้าเมล็ดที่แห้งแล้วเหมือนกันทั้งฝักแสดงว่าเป็นข้าวโพดหวานชนิดยีนเดียว แต่ถ้าเมล็ดที่แห้งแล้วมีเมล็ดสีหลายๆ คล้ายข้าวโพดหวานพิเศษอยู่ประมาณ 25% เมล็ดสีมากมาย นี้เป็น double recessive ที่เหลืออีก 75% เป็นเมล็ดข้าวโพดหวานธรรมดา ข้าวโพดหวานฝักนั้นก็จะเป็นข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนเสริม

3. ข้าวโพดหวานจากยีนร่วม (multiple gene) เนื่องจากปัญหาเรื่องความหวานซึ่งมีอยู่น้อยในข้าวโพดหวานธรรมดา และปัญหาเรื่องอัตราความงอกต่ำในข้าวโพดหวานพิเศษนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงได้พยายามนำยีนต่างๆ มาอยู่ร่วมกันในสภาพ homozygous recessive ที่ทุกๆ ตำแหน่ง (loci) ที่ให้ได้ข้าวโพดหวานที่มีคุณภาพดีขึ้น คือ มีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น และแก้ปัญหาเรื่องอัตราความงอกต่ำ ยีนที่นำมาใช้ร่วมกันนั้นมีตัวอย่างอยู่ในตารางที่ 2 (ทวิศักดิ์, 2540)

การสร้างพันธุ์ข้าวโพดหวานที่เกิดจากการทำงานของยีนร่วมกันมากกว่า 1 ตำแหน่ง ใช้น่าจะมีแต่ข้อดีและสามารถแก้ไขปัญหามีอยู่เดิมได้เสมอไป เช่น ข้าวโพดหวานที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของยีน *su se* นั้น ได้ข้าวโพดหวานที่มีความหวานสูงขึ้นมี WSP สูง ทำให้นุ่ม แต่การสูญเสียความหวานก็เกินไปอย่างรวดเร็วเหมือนกับข้าวโพดหวานที่มียีน *su* ทำให้ไม่สามารถเก็บฝักสดไว้ได้นาน เนื่องจากความหวานจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากการเก็บเกี่ยว

ในกรณีการสร้างข้าวโพดหวานที่ควบคุมด้วยยีน 3 ตำแหน่ง เช่น *ae du wx* นั้น น่าจะทำการปรับปรุงพันธุ์ได้ยาก เพราะการสร้างพันธุ์ให้เมล็ดข้าวโพดมียีนอยู่ในสภาพด้อยทั้ง 3 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพันธุ์ดี ย่อมเป็นเรื่องยากเพราะปฏิกริยาระหว่างยีนเหล่านี้แสดงลักษณะไม่พึงประสงค์อื่นๆ ออกมาได้

ตารางที่ 2 ยีน ปฏิกริยาระหว่างยีน ลักษณะเมล็ดและตัวอย่างพันธุ์การค้าของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนมากกว่า 1 ตำแหน่ง (ทวิคัตต์, 2540 และ Lisec *et al.*, 2004)

ยีน	ปฏิกริยาร่วม	ลักษณะเมล็ด	พันธุ์การค้า
ae bt	ข้ามโดยยีน bt	ย่นและขุ่น	-
ae su	ร่วมแสดงออก	ย่นเล็กน้อย ใส	-
bt su	ร่วมแสดงออก	เหี่ยวย่นมาก ค่อนข้างใส	-
bt2 su	ข้ามโดยยีน bt2	ย่นค่อนข้างใส	-
sh2 su	ร่วมแสดงออก	เหี่ยวย่นมาก ใสมันแต่มี ทึบแสงมาก	Sweetie 82 (yellow) (no bicolors) (no whites)
su se	ร่วมแสดงออก	ย่นเล็กน้อยและใส	Miracle (yellow) Calico Bell (bi-color) (no whites)
su wx	ข้ามโดยยีน su	เหี่ยว ค่อนข้างมันและทึบ แสง	-
ae du wx	ร่วมแสดงออก	ย่น ทึบแสงถึงขุ่น	-
ae sh2 wx	ข้ามโดยยีน sh2	ย่น ทึบแสง	-
ae su su2	ร่วมแสดงออก	ย่นเล็กน้อย ใสหรือขุ่น เล็กน้อย	-

หมายเหตุ 1. ข้าม – เป็นการข้ามระหว่างยีนที่อยู่คนละตำแหน่ง (epistasis)

ลักษณะของเมล็ดจะเหมือนกับเมล็ดที่เกิดจากยีนข้าม (เด่นชัดกว่า)

2. ยีนร่วมแสดงออก – เป็นการแสดงออกที่ไม่เด่นชัดว่าเป็นยีนใดยีนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การพัฒนาเมล็ดของข้าวโพดหวาน

เมล็ดของพืชทุกชนิดพัฒนามาจากไข่ที่ได้รับการผสมเกสร ขบวนการพัฒนาเมล็ดจะเกิดขึ้นทันทีภายหลังการปฏิสนธิ การพัฒนาและสะสมสารประกอบชนิดต่างๆ ในเมล็ดของข้าวโพดหวาน ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ช่วงระยะเวลาการสร้างเมล็ด (grain filling period) และอุณหภูมิในระหว่างการเจริญเติบโต ราเซนทร์ (2539) รายงานว่า ในช่วงระยะของการสร้างเมล็ด อุณหภูมิจะเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดและระยะเวลาของการสร้างน้ำหนักรวมเมล็ด ดังสมการรีเกรสชัน ดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของเมล็ด} \quad Y = 16.2 + 17.3t + 0.032t^2 \quad (R^2 = 0.88)$$

$$\text{ระยะเวลาของการสร้างเมล็ด} \quad Y = 82.3 + 3.93t + 0.75t^2 \quad (R^2 = 0.82)$$

Carter และ Poneleit (1973), อ้างโดยราเซนทร์, (2539) รายงานว่า สายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์ของข้าวโพดจะมีความแตกต่างกัน ในลักษณะช่วงระยะเวลาของการสร้างเมล็ดและอัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดซึ่งลักษณะทั้งสองจะมีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักรวมเมล็ดในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา อย่างไรก็ตามพบว่า ระยะของการสร้างเมล็ดไม่มีสหสัมพันธ์กับอัตราของการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดและมีสหสัมพันธ์ต่ำมากกับอายุวันออกไหม ทั้งนี้เนื่องจากอัตราของการสะสมน้ำหนักรวมเมล็ดไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงระหว่างการสร้างน้ำหนักรวมเมล็ด

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์การทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 5 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่นหวานสับสีซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ wx/su/sh<sub>2</sub> Hybrid No.1229 มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ bt<sub>1</sub> ATS 8 มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ bt<sub>1</sub> ชูการ์ 75 มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ sh<sub>2</sub> และอินทรี 2 มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ sh<sub>2</sub> เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว ได้แก่ ตำลึงอีสาน มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ wxsh<sub>2</sub> และรัชตะ 1 มียีนที่ควบคุมลักษณะความหวานคือ wx
2. ถุงกระดาษคลุมช่อดอกตัวผู้ (tassel bag)
3. ถุงกระดาษไขคลุมช่อดอกตัวเมีย (glassine bag)
4. กรรไกรตัดไหม
5. คลิปหนีบกระดาษ สำหรับหนีบถุงคลุมช่อดอกตัวผู้
6. ลวดเย็บกระดาษ สำหรับเย็บถุงกระดาษคลุมฝักอ่อนหลังผสม
7. ดินสอเขียนถุงกระดาษคลุมช่อดอกตัวผู้
8. เครื่องชั่งแบบทศนิยม 3 ตำแหน่ง
9. flosep
10. vernear cardipper แบบดิจิตอล
11. vernear cardipper แบบธรรมดา
12. ไม้บรรทัด
13. Hot Air Oven
14. ใยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 และ 46 - 0 - 0
15. ฟูราดานใช้รองกันหลุมเวลาหยอดเมล็ด
16. เมทาเล็กซิลใช้คลุกเมล็ดข้าวโพดก่อนปลูก
17. เครื่องพ่นยา
18. เครื่องสูบน้ำ
19. ยากันเชื้อรา captan
20. ปูนขาว
21. ขุยมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

### 1. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ Split - plot in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ใจัยใน Main - plot คือ อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสดจำนวน 13 ระยะ ได้แก่ 3 6 9 12 15 18 21 24 27 31 33 36 39 วัน หลังการผสมเกสร ส่วนปัจจัยใน Sub - plot คือ ข้าวโพดรับประทานฝักสด จำนวน 7 พันธุ์ ซึ่งควบคุมด้วยยีนต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ พันธุ์อินทรี 2 ( $sh_2sh_2$ ) ชูการ์ 75 ( $sh_2sh_2$ ) ATS 8 ( $bt_1bt_1$ ) Hybrid No.1229 ( $bt_1bt_1$ ) ขอนแก่นหวานสลัปลี ( $wxwx/susu/sh_2sh_2$ ) พันธุ์สำลีอีสาน ( $wxwx/sh_2sh_2$ ) และข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชตะ 1 ( $wxwx$ ) โดยใช้ระยะปลูก 70 x 20 เซนติเมตร จำนวน 18 ต้น/แถว จำนวน 5 แถว/หน่วยการทดลอง หรือ พื้นที่ปลูก 12.60 ตารางเมตร/หน่วยทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ฝัก/หน่วยทดลอง

### 2. การเตรียมแปลง

เตรียมปลูกโดยการไถพรวนจำนวน 2 ครั้ง แต่ครั้งห่างกันประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้ใส่ขุยมะพร้าวพร้อมทั้งยกแปลงให้เป็นรูปสามเหลี่ยม พรวนดินให้ละเอียดอีกครั้ง พร้อมกับการใส่ขุยมะพร้าวประมาณ 20/หน่วยทดลอง ผสมให้คลุกเคล้ากับดิน ปลูกด้วยระบบแถวเดี่ยว ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร อัตราปลูก 2 - 3 เมล็ด/หลุม หลังงอกประมาณ 2 สัปดาห์ให้ถอนแยกให้เหลือจำนวน 1 ต้น/หลุม วันปลูกซ่อมและถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม 13 วันหลังปลูก

### 3. การปลูก

คลุมเมล็ดด้วยเมทาเล็กซิลและยากันเชื้อราจากดิน Captan คลุมเมล็ดให้ทั่วทุกเมล็ด รองก้นหลุมปุ๋ยมูลคอก 5 กรัม/หลุม

### 4. การให้น้ำ

ในช่วง 2 สัปดาห์หลังการปลูกให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง โดยการสูบน้ำรดด้วยสายยาง หลังจากนั้นจะให้น้ำแบบสลับปล่อยให้ให้น้ำเข้าตามร่องระหว่างแถวของข้าวโพดโดยให้น้ำ 1 สัปดาห์/ครั้ง

### 5. การให้ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 และปุ๋ยมูลคอก หลังจากการปลูก 26 วัน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 0.55 กิโลกรัม/หน่วยทดลอง ปุ๋ยมูลคอกอัตรา 45 กิโลกรัม/ไร่ ใส่ปุ๋ยสูตร 46 - 0 - 0 หลังจากการปลูก 34 วัน โดยใช้อัตรา 3,000 กรัม/หน่วยทดลอง

### 6. การกำจัดวัชพืช

ทำการกำจัดวัชพืชด้วยการใช้จอบถากพร้อมกับการพรวนดินพูนโคนพร้อมกับการใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 1 (26 วันหลังปลูก) และครั้งที่ 2 (34 วันหลังปลูก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. การพ่นยาป้องกันโรค

ทำการพ่นยากันราด้วยยากันเชื้อรา Captan อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่อายุ 15 วัน หลังการปลูกและพ่นยากันราน้ำค้ำด้วยยาเมทาเล็กซิลอัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หลังทำการปลูก 29 และ 38 วัน

## 8. การเตรียมช่อดอกตัวผู้

โดยการใช้ถุงกระดาษสีน้ำตาลหรือที่เรียกว่าถุงเตรียมละอองเกสรตัวผู้ (tassel bag) กลุ่มดอกตัวผู้ที่เริ่มบานหรือบานจนเกือบครึ่งหนึ่ง เมื่อใช้ถุงกระดาษกลุ่มดอกตัวผู้แล้วควรจับให้ดอกตัวผู้ยู่ชิดด้านใดด้านหนึ่งของถุง แล้วพับมุมกระดาษขึ้นไปติดกับแกนของก้านช่อดอก แล้วใช้คลิปหนีบไว้ ในการเตรียมดอกตัวผู้ควรเตรียมก่อนทำการผสม 1 วัน ปกติจะเตรียมหรือกลุ่มช่อดอกตัวผู้ในช่วงบ่ายของวันก่อนการผสมเกสรในช่วงเช้าของวันรุ่งขึ้น

## 9. การเตรียมช่อดอกตัวเมีย

โดยการใช้ถุงกระดาษใสสีขาว(glassine bag) กลุ่มฝักก่อนที่ไหมจะโผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มฝัก โดยอาจจะใช้กรรไกรตัดที่ปลายฝักเพื่อเร่งการเจริญของไหมให้ออกมาพร้อมที่จะได้รับการผสม ก่อนคลุมควรถือใบบริเวณตรงข้อนั้นออกเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงาน ในการเตรียมช่อดอกตัวเมียควรทำในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 8.00 – 12.00 น. ก่อนการผสม 1 วัน

## 10. การผสมเกสร

10.1 การเก็บละอองเกสรตัวผู้ ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้จากต้นที่ได้เตรียมช่อดอกตัวผู้ไว้แล้วโดยการเคาะหรือเขย่าเบา ๆ ที่ถุงเพื่อให้ละอองเกสรหล่นลงในถุงจากนั้นจึงแกะคลิปที่หนีบกระดาษออกและดึงช่อดอกตัวผู้ออก ละอองเกสรก็จะตกอยู่ในถุงนั้น

10.2 การผสม โดยการนำถุงเก็บละอองเกสรตัวผู้ที่มีละอองเกสรตัวผู้ยู่ภายในถุงนำไปผสมกับช่อดอกตัวเมียที่เตรียมไว้แล้วเริ่มผสมด้วยการดึงถุงกลุ่มช่อดอกตัวเมียออกแล้วเทเกสรตัวผู้ให้ตกลงบนไหมจากนั้นให้กลุ่มถุงกลุ่มช่อดอกตัวเมียไว้เหมือนเดิม เคาะหรือเขย่าถุงเบา ๆ ประมาณ 2 – 3 ครั้ง เพื่อให้ละอองเกสรกระจายสัมผัสกับ stigma บนเส้นไหมอย่างทั่วถึง หลังจากนั้นใช้ถุงเตรียมละอองเกสรตัวผู้คลุมทับลงไปอีกชั้นและเขียนวันที่ทำการผสมไว้บนถุงเตรียมละอองเกสรตัวผู้ด้วย

## 11. การบันทึกข้อมูล

### 11.1 การหาขนาดฝักของข้าวโพด

- สุ่มเก็บตัวอย่างฝักข้าวโพด 3 ฝัก/หน่วยทดลอง
- ชั่งน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก (กรัม, ทศนิยม 3 ตำแหน่ง)
- วัดความยาวของฝักหลังปอกเปลือกจากโคนฝักถึงปลายฝัก(เซนติเมตร)
- วัดเส้นผ่านศูนย์กลางฝักขณะที่มีเมล็ดติดอยู่ (เซนติเมตร)
- วัดเส้นผ่านศูนย์กลางแกน (เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 11.2 การหาขนาดของเมล็ดข้าวโพด

- สุ่มเก็บตัวอย่างฝักข้าวโพด 3 ฝัก/หน่วยทดลอง
- วัดความหนาของเมล็ด (มิลลิเมตร, วัด 10 เมล็ด/ฝัก)
- วัดความกว้างของเมล็ด (มิลลิเมตร, วัด 10 เมล็ด/ฝัก)
- วัดความสูงของเมล็ด (มิลลิเมตร, วัด 10 เมล็ด/ฝัก)
- ชั่งน้ำหนักสด 100 เมล็ด
- ชั่งน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด

### 12. สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่แปลงภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แขวงลำปลิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

### 13. ระยะเวลาทำการทดลอง

ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549

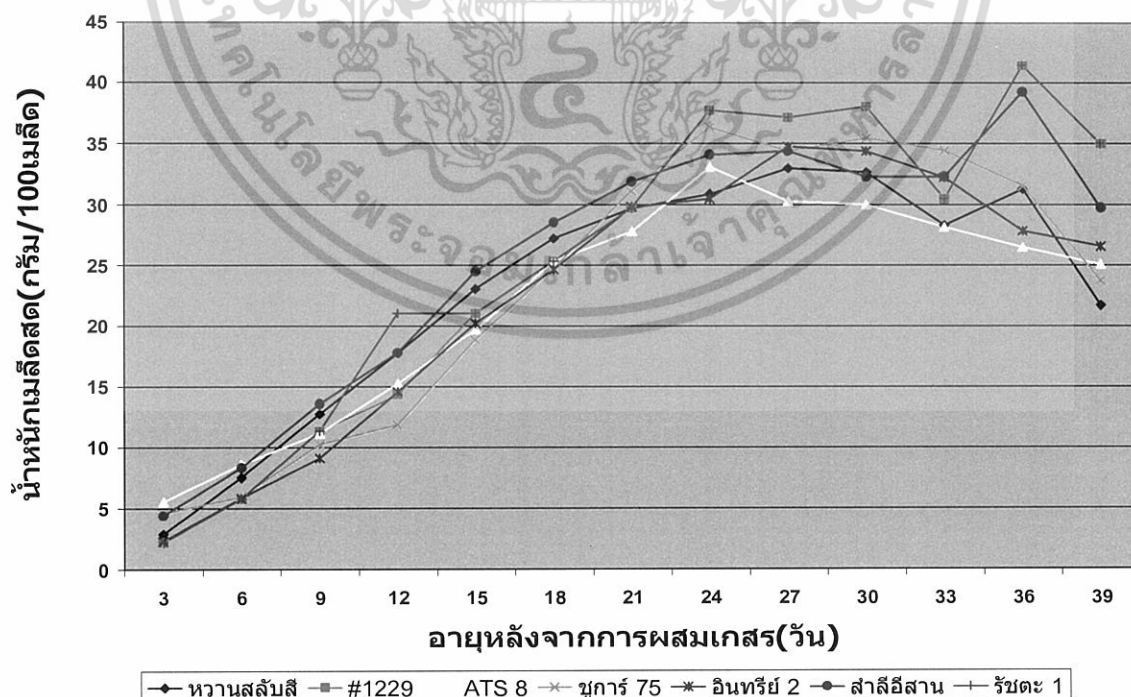


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

### น้ำหนักสดของเมล็ด (Fresh seed weigh)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง พบว่า การสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดที่อายุระหว่าง 3-33 วันหลังจากการผสมเกสรของข้าวโพดไร่ประทานฝักสด 7 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยในช่วงระยะเวลาระหว่าง 6-18 วันหลังจากผสมเกสร ข้าวโพดหวานพันธุ์ลำลือसान (wxwx/sh<sub>2</sub>sh<sub>2</sub>) และพันธุ์หวานสลบสี (wxwx/susu/sh<sub>2</sub>sh<sub>2</sub>) มีการสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดสูงกว่าข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสมเบอร์1229 ATS8 ชูการ์75 และอินทรีย2 เมื่อพิจารณาการสะสมน้ำหนักสดสูงสุดในเมล็ดพบว่า พันธุ์ลูกผสมเบอร์ 1229 และข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์รัชตะ1 มีการสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดสูงสุดมากกว่าพันธุ์อื่นๆ คือ สะสมน้ำหนักสดในเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 38.05 กรัม/100เมล็ด ที่อายุ 30 วันหลังการผสมเกสร รองลงมาคือพันธุ์ชูการ์75 สะสมน้ำหนักในเมล็ดเท่ากับ 36.37 กรัม/100เมล็ด ที่อายุ 24 วันหลังการผสมเกสร นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังจากการผสมเกสรของข้าวโพดไร่ประทานฝักสดแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยพบว่าหลังการผสมเกสร 3-21 วันหลังการผสมเกสร ข้าวโพดไร่ประทานฝักสดทุกพันธุ์มีการสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการเพิ่มที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ 1) และทุกพันธุ์จะมีการสะสมน้ำหนักสดในเมล็ดสูงสุดที่อายุระหว่าง 24-30 วันหลังการผสมเกสร จากนั้นน้ำหนักสดในเมล็ดจะเริ่มลดลง



รูปที่ 1 แสดงน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวโพด(กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวโพด(กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

อายุวัน หลังจากการ ผสมเกสร (วัน)	พันธุ์							ค่าเฉลี่ย
	หวาน สลัปสี (wxsush <sub>2</sub> )	#1229 (bt <sub>1</sub> )	ATS 8 (bt <sub>1</sub> )	ชูการ์ 75 (sh <sub>2</sub> )	อินทรี 2 (sh <sub>2</sub> )	สำลี อีสาน (wxsh <sub>2</sub> )	รัชตะ 1 (wx)	
3	2.90	2.22	5.58	4.61	2.32	4.42	2.22	3.47
6	7.52	5.81	8.61	5.97	5.84	8.35	5.81	6.84
9	12.77	11.35	11.16	10.22	9.14	13.62	11.35	11.37
12	17.77	14.37	15.29	11.88	14.58	17.81	21.06	16.11
15	23.07	21.06	19.73	18.86	20.25	24.51	21.06	21.22
18	27.21	25.34	25.35	24.78	24.66	28.57	25.34	25.89
21	29.69	29.73	27.79	31.12	29.82	31.89	29.73	29.97
24	30.89	37.73	33.06	36.37	30.50	34.09	37.73	34.34
27	32.96	37.17	30.28	34.36	34.75	34.37	37.17	34.44
30	32.64	38.05	30.01	35.48	34.39	32.26	38.05	34.41
33	28.32	30.49	28.18	34.44	32.23	32.30	30.49	30.92
36	31.28	41.45	26.48	31.52	27.88	39.29	41.45	34.19
39	21.73	34.99	25.09	23.76	26.58	29.77	34.99	28.13
ค่าเฉลี่ย	22.98	25.37	22.05	23.34	22.53	25.48	25.88	478.93

F-test (HD) \*\*

F-test (var.) \*\*

LSD<sub>0.01</sub> (HD) 7.536

LSD<sub>0.01</sub> (var.) 7.475

C.V.(HD) 15.41%

C.V.(var.) 14.59%

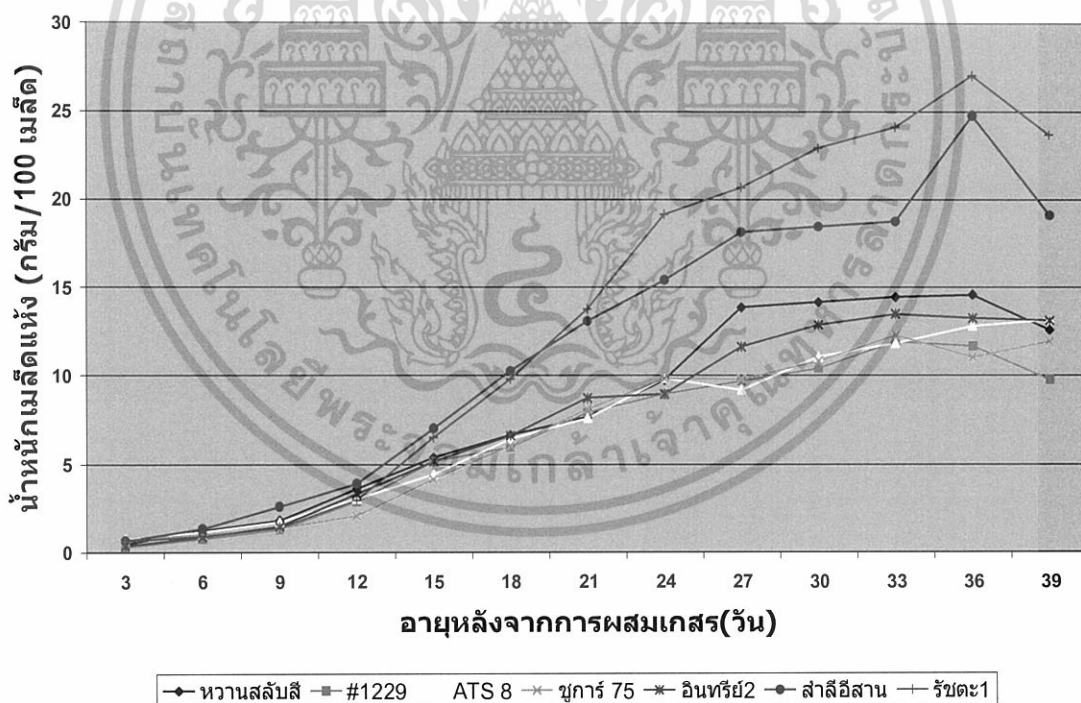
หมายเหตุ \*\* Significantly difference at 99% confident

HD : Harvesting date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## น้ำหนักแห้งของเมล็ด (Dry seed weigh)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ของข้าวโพดรับประทานฝักสด พบว่า การสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดที่อายุระหว่าง 3-39 วันหลังการผสมเกสร ของข้าวโพดหวานรับประทานฝักสด 7 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และพบว่าข้าวโพดรับประทานฝักสดแต่ละพันธุ์มีการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดที่อายุต่างๆ ระหว่าง 3-39 วันหลังการผสมเกสรแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เช่นกัน โดยพบว่าข้าวโพดรับประทานฝักสดทุกพันธุ์ มีการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสูงสุดที่อายุประมาณ 33-36 วันหลังการผสมเกสร หลังจากนั้นในช่วงระยะเวลา 36-39 วันหลังการผสมเกสร น้ำหนักแห้งในเมล็ดส่วนใหญ่เริ่มลดลง ยกเว้นพันธุ์ ATS8 และอินทรียี่2 โดยข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชตะ1 มีการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 27.04 กรัม/100เมล็ด ที่อายุ 36 วันหลังการผสมเกสร รองลงมาได้แก่พันธุ์สำลีอีสาน สะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 24.78 กรัม/100เมล็ด ที่อายุ 36 วันหลังการผสมเกสรเช่นกัน ส่วนพันธุ์ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดได้น้อยที่สุดได้แก่ พันธุ์ลูกผสมเบอร์ 1229 (bt<sub>1</sub>bt<sub>1</sub>) สะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสูงสุดที่อายุ 33 วันหลังการผสมเกสร สะสมได้เพียง 11.93 กรัม/100เมล็ด



รูปที่ 2 แสดงน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

อายุหลังจาก การผสม เกสร(วัน)	พันธุ์							ค่าเฉลี่ย
	หวาน สลัปสี (wxsush <sub>2</sub> )	#1229 (bt <sub>1</sub> )	ATS 8 (bt <sub>1</sub> )	ชูการ์ 75 (sh <sub>2</sub> )	อินทรี ย <sub>2</sub> (sh <sub>2</sub> )	สำลี อีสาน (wxsh <sub>2</sub> )	รัชตะ 1 (wx)	
3	0.47	0.31	0.74	0.71	0.37	0.67	0.64	0.56
6	1.22	0.75	1.15	1.01	0.88	1.35	0.92	1.04
9	1.83	1.32	1.74	1.39	1.48	2.62	1.36	1.68
12	3.63	2.88	3.04	2.07	3.34	3.93	2.96	3.12
15	5.39	5.18	4.45	4.16	5.18	7.03	6.52	5.42
18	6.64	5.96	6.44	6.06	6.62	10.27	9.80	7.40
21	7.65	7.90	7.60	8.11	8.75	13.10	13.79	9.56
24	9.76	8.95	9.84	9.84	8.96	15.42	19.18	11.71
27	13.87	9.70	9.20	9.82	11.63	18.16	20.68	13.29
30	14.17	10.40	11.06	10.83	12.87	18.47	22.93	14.39
33	14.45	11.93	11.84	12.31	13.51	18.77	24.13	15.28
36	14.58	11.67	12.80	11.04	13.26	24.78	27.04	16.45
39	12.58	9.78	13.17	11.95	13.13	19.12	23.69	14.77
ค่าเฉลี่ย	8.17	6.67	7.16	6.87	7.69	11.82	13.36	176.40

F-test (HD) \*\*

F-test (var.) \*\*

LSD<sub>0.01</sub> (HD) 2.855

LSD<sub>0.01</sub> (var.) 2.784

C.V.(HD) 17.22%

C.V.(var.) 14.76%

หมายเหตุ \*\* Significantly difference at 99% confident

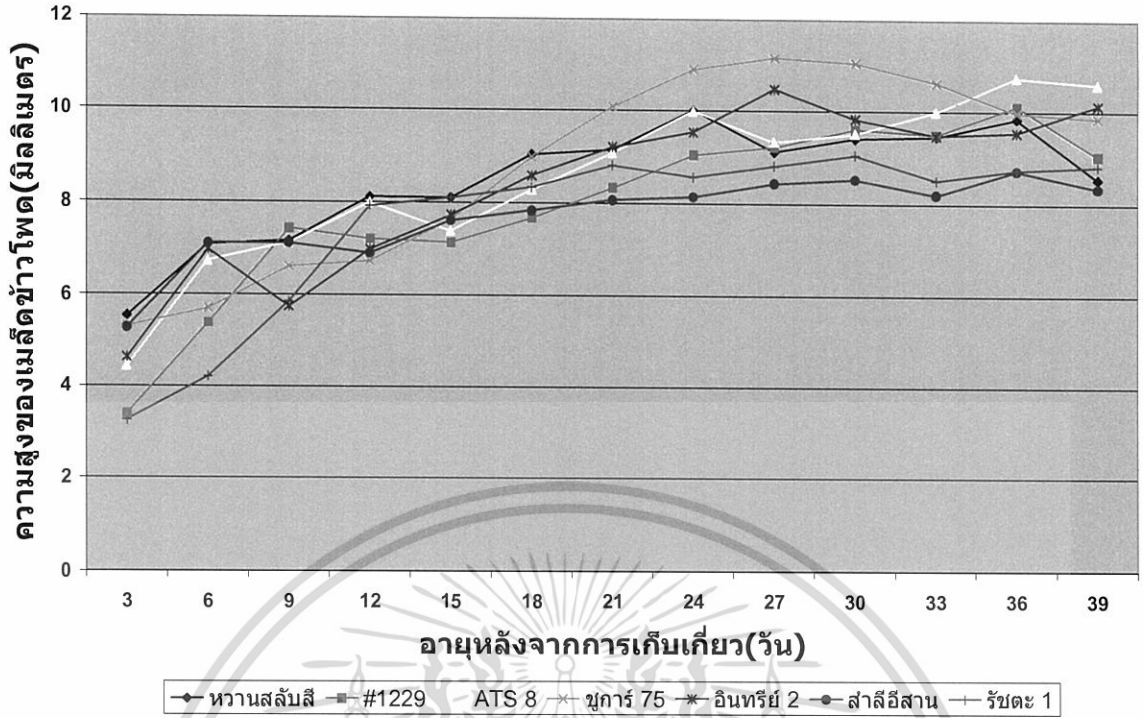
HD : Harvesting date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

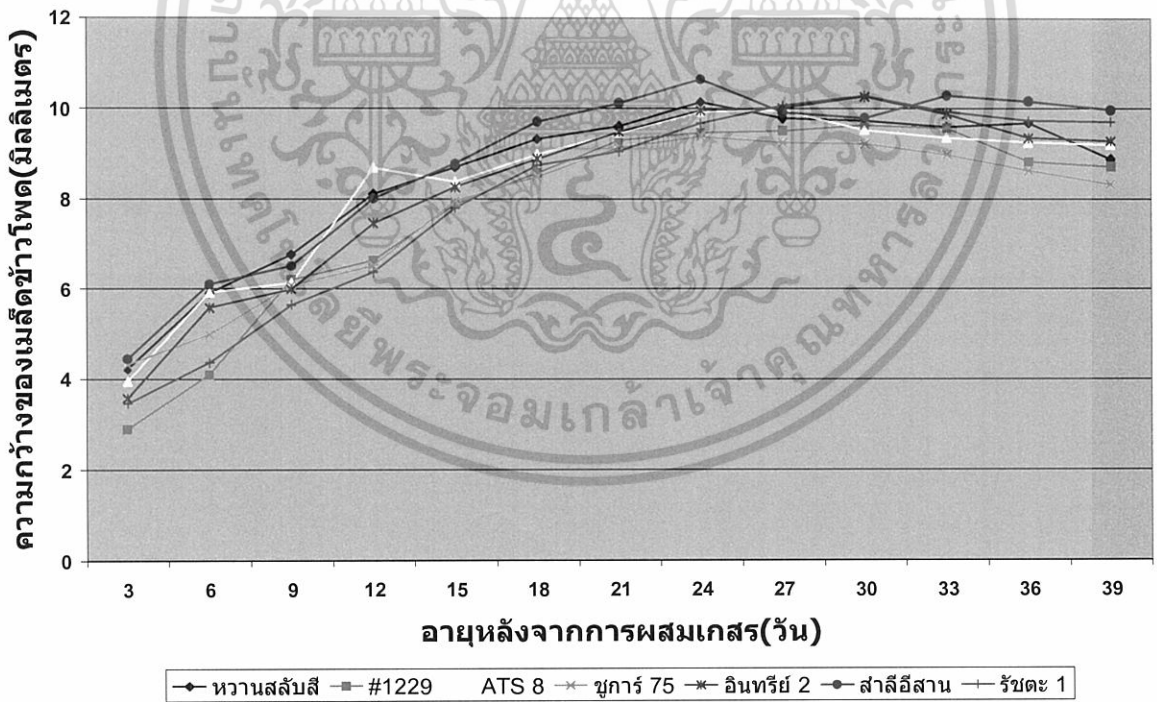
### ขนาดของเมล็ด (Fresh seed size)

ขนาดของเมล็ดพิจารณาจากความสูง ความกว้างและความหนาของเมล็ด จากการวิเคราะห์ ข้อมูลความสูง ความกว้าง และความหนาของเมล็ด (มิลลิเมตร) ของข้าวโพดรับประทานฝักสด 7 พันธุ์ ที่อายุระหว่าง 3-39 วันหลังการผสมเกสร พบว่า ความสูง ความกว้าง และความหนาของเมล็ดที่ อายุระหว่าง 3-39 วันหลังการผสมเกสร ของข้าวโพดรับประทานฝักสด 7 พันธุ์มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวโพดรับประทานฝักสดแต่ละพันธุ์ มีความสูง ความกว้าง และความหนาของเมล็ดที่อายุต่างๆ ระหว่าง 3-39 วันหลังการผสมเกสร แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยพบว่า ความสูงของเมล็ดข้าวโพดรับประทาน ฝักสดส่วนใหญ่จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อถึงระยะสูงสุด ความสูงของเมล็ดก็จะคงที่โดยพบว่าพันธุ์ ลูกผสมเบอร์1229 และ ATS8 ซึ่งควบคุมด้วยยีน bt<sub>1</sub> ความสูงของเมล็ดจะสูงสุดที่อายุ 36 วันหลัง การผสมเกสร ในขณะที่พันธุ์ซึ่งควบคุมความหวานด้วยยีน sh<sub>2</sub> ได้แก่พันธุ์ซูการ์75 และอินทรีย2 เมล็ดมีความสูงมากที่สุดที่อายุ 27 วันหลังการผสมเกสร ซึ่งเร็วกว่ากลุ่มพันธุ์ที่ควบคุมด้วยยีน bt<sub>1</sub> นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการเพิ่มความสูงของเมล็ดในช่วงอายุ 3-18 วันหลังการผสมเกสร จะสูง กว่าอัตราเพิ่มความสูงเมล็ดในช่วงอายุ 18-24 วันหลังการผสมเกสร เมื่อพิจารณาความหนาของ เมล็ดพบว่า ในช่วงระยะเวลา ระหว่าง 3-15 วันหลังการผสมเกสร ความหนาของเมล็ดของข้าวโพด รับประทานฝักสดทุกพันธุ์ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และเมล็ดจะหนามากที่สุดที่อายุประมาณ 15-21 วันหลัง การผสมเกสร แตกต่างกันตามพันธุ์ หลังจากนั้นความหนาของเมล็ดจะค่อนข้างที่ (รูปที่ 5) สำหรับ ความกว้างของเมล็ด ผลการทดลองพบว่า คล้ายกับความสูงของเมล็ด กล่าวคือ ในช่วงระหว่าง 3-24 วันหลังการผสมเกสร ความกว้างของเมล็ดข้าวโพดรับประทานฝักสดทุกพันธุ์ค่อยๆ เพิ่มขึ้น และความ กว้างของเมล็ดจะสูงสุดที่อายุประมาณ 24 วันหลังการผสมเกสร จากนั้นความกว้างจะคงที่หรือลดลง เล็กน้อย (รูปที่ 4)

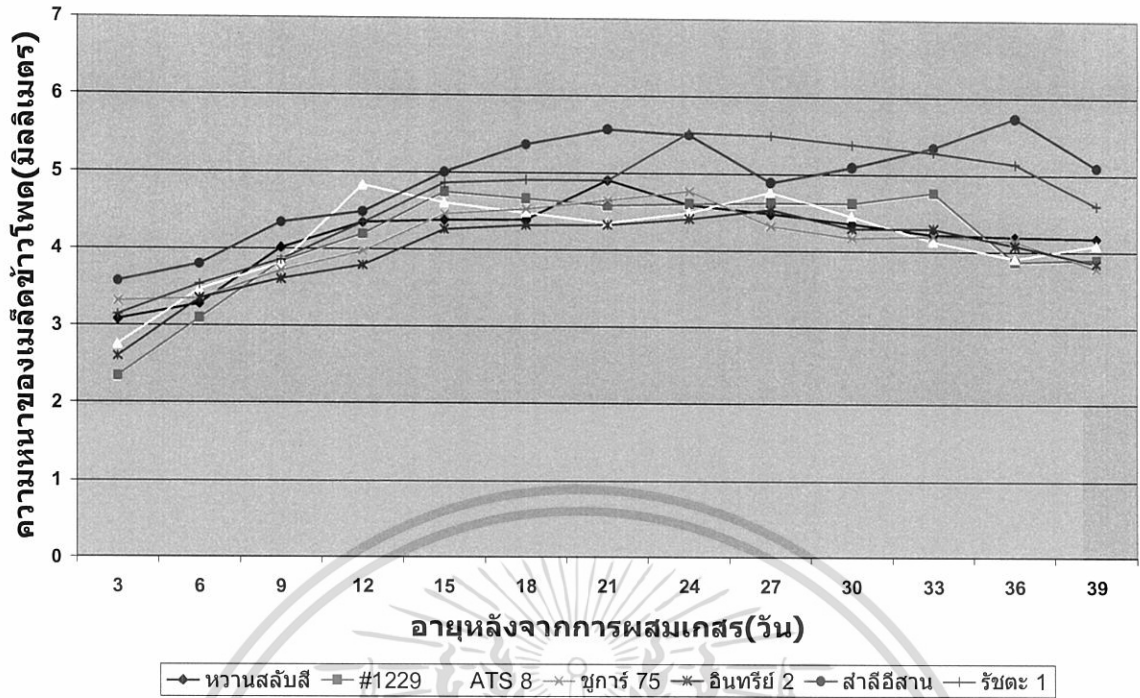
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



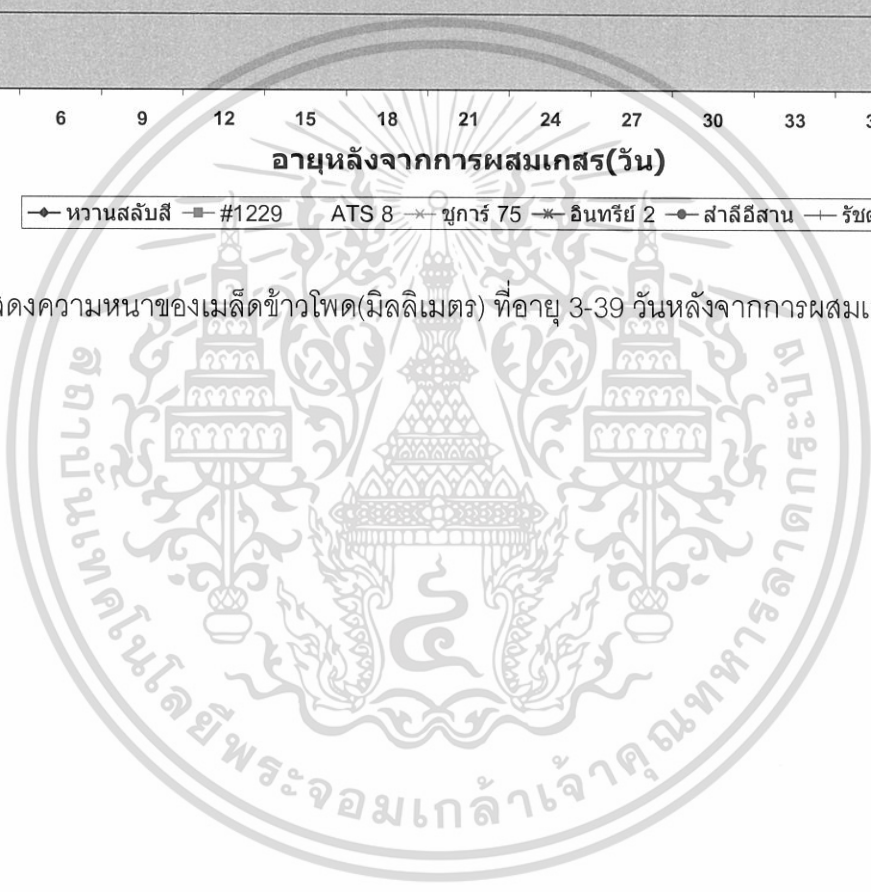
รูปที่ 3 แสดงความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร



รูปที่ 4 แสดงความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร



รูปที่ 5 แสดงความหนาของเมล็ดข้าวโพด(มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

อายุ หลังจาก การผสม เกสร(วัน)	พันธุ์							ค่าเฉลี่ย
	หวาน สลับสี (wxsush <sub>2</sub> )	#1229 (bt <sub>1</sub> )	ATS 8 (bt <sub>1</sub> )	ชูการ์ 75 (sh <sub>2</sub> )	อินทรี 2 (sh <sub>2</sub> )	สำลี อีสาน (wxsh <sub>2</sub> )	รัชตะ 1 (wx)	
3	5.53	3.39	4.43	5.30	4.63	5.27	3.25	4.54
6	7.09	5.37	6.73	5.69	6.97	7.11	4.21	6.17
9	7.16	7.43	7.12	6.61	5.74	7.12	5.84	6.72
12	8.11	7.21	7.99	6.74	6.98	6.90	7.92	7.41
15	8.10	7.13	7.39	7.62	7.72	7.61	8.10	7.67
18	9.03	7.67	8.28	8.98	8.58	7.83	8.33	8.39
21	9.13	8.32	9.07	10.08	9.20	8.06	8.81	8.95
24	10.00	9.04	9.98	10.90	9.53	8.14	8.57	9.45
27	9.11	9.21	9.33	11.16	10.47	8.44	8.81	9.51
30	9.40	9.60	9.51	11.05	9.83	8.53	9.05	9.57
33	9.45	9.49	9.99	10.61	9.48	8.20	8.51	9.39
36	9.84	10.11	10.75	9.96	9.54	8.72	8.74	9.67
39	8.54	9.03	10.60	9.85	10.14	8.34	8.83	9.33
ค่าเฉลี่ย	8.50	7.92	8.55	8.81	8.37	7.71	7.61	164.24

F-test (HD) \*\*

F-test (var.) \*\*

LSD<sub>0.01</sub> (HD) 1.378

LSD<sub>0.01</sub> (var.) 1.329

C.V.(HD) 9.35%

C.V.(var.) 7.57%

หมายเหตุ \*\* Significantly difference at 99% confident

HD : Harvesting date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

อายุ หลังจาก การผสม เกสร(วัน)	พันธุ์							ค่าเฉลี่ย
	หวาน สลับสี (wxsush <sub>2</sub> )	#1229 (bt <sub>1</sub> )	ATS 8 (bt <sub>1</sub> )	ชูการ์ 75 (sh <sub>2</sub> )	อินทรี 2 (sh <sub>2</sub> )	สำลี อีสาน (wxsh <sub>2</sub> )	รัชตะ 1 (wx)	
3	4.23	2.89	3.95	4.31	3.57	4.45	3.46	3.84
6	5.90	4.09	5.91	4.98	5.57	6.10	4.36	5.27
9	6.76	6.21	6.14	6.08	5.99	6.51	5.64	6.19
12	8.11	6.63	8.70	6.51	7.46	8.01	6.36	7.40
15	8.70	7.88	8.38	7.96	8.26	8.78	7.80	8.25
18	9.32	8.58	8.99	8.50	8.89	9.71	8.75	8.96
21	9.61	9.29	9.46	9.14	9.48	10.12	9.05	9.45
24	10.14	9.46	9.93	9.38	9.96	10.65	9.67	9.89
27	9.79	9.51	9.96	9.26	10.01	9.91	10.07	9.79
30	9.74	9.64	9.52	9.22	10.26	9.79	10.29	9.78
33	9.60	9.57	9.36	8.99	9.88	10.29	9.93	9.66
36	9.68	8.83	9.25	8.63	9.35	10.16	9.73	9.38
39	8.89	8.72	9.20	8.32	9.28	9.97	9.71	9.16
ค่าเฉลี่ย	8.50	7.79	8.37	7.79	8.31	8.80	8.06	164.63

F-test (HD) \*\*

F-test (var.) \*\*

LSD<sub>0.01</sub> (HD) 1.209

LSD<sub>0.01</sub> (var.) 1.204

C.V.(HD) 7.02%

C.V.(var.) 6.86%

หมายเหตุ \*\* Significantly difference at 99% confident

HD : Harvesting date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงความหนาของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

อายุ หลังจาก การผสม เกสร(วัน)	พันธุ์							ค่าเฉลี่ย
	หวาน สลีบสี (wxsush <sub>2</sub> )	#1229 (bt <sub>1</sub> )	ATS 8 (bt <sub>1</sub> )	ชูการ์ 75 (sh <sub>2</sub> )	อินทรี 2 (sh <sub>2</sub> )	สำลี อีสาน (wxsh <sub>2</sub> )	รัชตะ 1 (wx)	
3	3.07	2.33	2.75	3.31	2.59	3.56	3.14	2.96
6	3.27	3.08	3.46	3.35	3.34	3.79	3.53	3.40
9	4.01	3.82	3.80	3.72	3.59	4.34	3.85	3.88
12	4.34	4.19	4.83	3.97	3.78	4.48	4.34	4.28
15	4.38	4.74	4.61	4.46	4.26	5.00	4.86	4.62
18	4.39	4.66	4.48	4.53	4.32	5.36	4.91	4.66
21	4.91	4.58	4.36	4.65	4.33	5.56	4.91	4.76
24	4.59	4.60	4.49	4.77	4.41	5.49	5.52	4.84
27	4.48	4.62	4.77	4.33	4.54	4.89	5.49	4.73
30	4.36	4.62	4.46	4.17	4.29	5.08	5.38	4.62
33	4.22	4.76	4.13	4.20	4.29	5.34	5.29	4.60
36	4.19	3.85	3.90	4.14	4.07	5.73	5.14	4.43
39	4.17	3.89	4.09	3.78	3.84	5.09	4.60	4.21
ค่าเฉลี่ย	4.18	4.13	4.16	4.11	3.97	4.90	4.69	86.15

F-test (HD) \*\*

F-test (var.) \*\*

LSD<sub>0.01</sub> (HD) 0.646

LSD<sub>0.01</sub> (var.) 0.651

C.V.(HD) 6.68%

C.V.(var.) 7.09%

หมายเหตุ \*\* Significantly difference at 99% confident

HD : Harvesting date

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของพันธุ์หรือยีน และอายุการเก็บฝักสดต่อการสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ด และขนาดของเมล็ด มีนัยสำคัญทางสถิติ( $P < .01$ ) โดยพบว่าข้าวโพดรับประทานฝักสดทั้ง 7 พันธุ์มีขนาดของเมล็ดและการสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดสดสูงสุดที่อายุประมาณ 24-27 วันหลังจากผสมเกสร และสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดสดสูงสุดที่อายุประมาณ 33-36 วันหลังจากผสมเกสร หลังจากนั้นขนาดและน้ำหนักรวมจะคงที่หรือลดลงเล็กน้อย และพบว่ากลุ่มพันธุ์ที่มียีน waxy (wx) ได้แก่พันธุ์ชะต๊ะ1(wx) หวานสลบสี(wx/su/sh<sub>2</sub>) และลำลีอีสาน(wx/sh<sub>2</sub>) มีการสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดโดยเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ที่ควบคุมด้วยยีน sh<sub>2</sub> และ bt<sub>1</sub>

2. การสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดของข้าวโพดหวานที่เกิดจากยีนชนิดเดียวกัน มีความแตกต่างกัน เช่น ระหว่างพันธุ์ชูการ์75 กับอินทรี2 หรือระหว่างพันธุ์ ATS8 กับพันธุ์ลูกผสมเบอร์1229 ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ด นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของยีนควบคุมความหวานแล้วยังแสดงให้เห็นว่า ยีนพื้นฐาน(genetic components) อื่นๆ ก็มีอิทธิพลต่อการสะสมน้ำหนักรวมในเมล็ดด้วยเช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- กรีนไทย ศรีโคกกรวด และจรรยาลักษณ์ บุญยานุเคราะห์. ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพ และผลผลิตของข้าวโพดหวาน และข้าวโพดข้าวเหนียววีรชตะ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 27 หน้า.
- ทวีศักดิ์ ภู่อ่ำ. 2540. ข้าวโพดหวาน: การปรับปรุงพันธุ์ และการปลูกเพื่อการค้า. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 188 หน้า.
- นิตย์ ศกุนรักษ์. 2542. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 237 หน้า
- ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด: การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร. กรุงเทพฯ. 274 หน้า.
- วิไลวรรณ พรหมคำ และพัชราพร หนูวิสัย. 2547. ข้าวโพดฝักสด: อนาคตที่สดใส. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ การวิจัยและพัฒนาพืชสู่ความปลอดภัยอาหาร วันที่ 10-11 มีนาคม 2547. สุพรรณบุรี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. หน้า 46-52.
- วิไลวรรณ พรหมคำ และวันชัย ถนอมทรัพย์. 2547. สถานการณ์การผลิตและการตลาดของข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อน. ในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนและข้าวโพดหวานเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. กรมวิชาการเกษตร. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. ชัยนาท. หน้า 1-9.
- Lisec, B., Grath, D.M. and T. Cross. 2004. Sweet corn for processing. Oregon State University. Oregon.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางภาคผนวก

**ตารางภาคผนวกที่ 1** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

SOV	d.f.	SS	MS	Computed F	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Replication	2	33547.52	289.20	23.68**	3.40	5.61
Main plot factor(HD)	12	31029.35	2585.78	211.74**	2.18	3.03
Error(HD)	24	326.73	13.61	1.11**		
Sub plot factor(var.)	6	585.67	97.61	7.99**	2.16	2.92
HD.* var.	72	1587.84	22.05	1.81**	1.37	1.56
Error(var.)	156	1905.05	12.21			
<b>Total</b>	<b>272</b>	<b>78982.17</b>	<b>3020.47</b>			

**ตารางภาคผนวกที่ 2** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด (กรัม/100เมล็ด) ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

SOV	d.f.	SS	MS	Computed F	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Replication	2	11754.71	101.33	59.80**	3.40	5.61
Main plot factor(HD)	12	8834.14	736.18	434.47**	2.18	3.03
Error(HD)	24	264.33	1.69	1.36**		
Sub plot factor(var.)	6	1657.29	276.21	163.01**	2.16	2.92
HD.* var.	72	1206.15	16.75	9.89**	1.37	1.56
Error(var.)	156	55.36	2.31			
<b>Total</b>	<b>272</b>	<b>23771.97</b>	<b>1134.48</b>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร)  
ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

SOV	d.f.	SS	MS	Computed F	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Replication	2	815.39145	7.02923	18.19**	3.40	5.61
Main plot factor(HD)	12	654.93923	54.5782	141.25**	2.18	3.03
Error(HD)	24	14.1335	0.5888	1.52**		
Sub plot factor(var.)	6	53.2596	8.8766	22.97**	2.16	2.92
HD.* var.	72	92.6023	1.2861	3.33**	1.37	1.56
Error(var.)	156	60.27736	0.38639			
Total	272	1690.60344	72.74532			

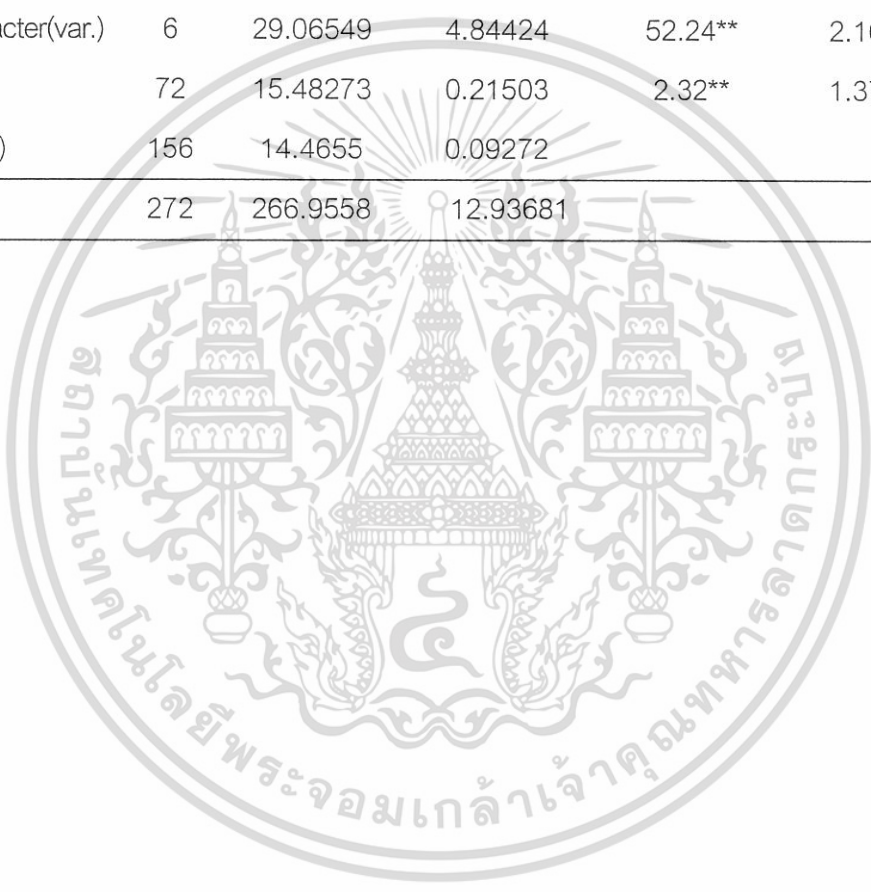
ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร)  
ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

SOV	d.f.	SS	MS	Computed F	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Replication	2	1143.0299	8.9916	28.34**	3.40	5.61
Main plot factor(HD)	12	964.9997	80.4166	253.43**	2.18	3.03
Error(HD)	24	7.9723	0.3321	1.05**		
Sub plot factor(var.)	6	33.0465	5.5077	17.36**	2.16	2.92
HD.* var.	72	35.94	0.4991	1.57**	1.37	1.56
Error(var.)	156	49.5017	0.3173			
Total	272	2234.4901	96.0644			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาของเมล็ดข้าวโพด (มิลลิเมตร)  
ที่อายุ 3-39 วันหลังจากการผสมเกสร

SOV	d.f.	SS	MS	Computed F	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Replication	2	126.6373	1.0917	11.17**	3.40	5.61
Main plot factor(HD)	12	79.3302	6.61085	71.29**	2.18	3.03
Error(HD)	24	1.97461	0.08227	0.89**		
Sub plot factor(var.)	6	29.06549	4.84424	52.24**	2.16	2.92
HD.* var.	72	15.48273	0.21503	2.32**	1.37	1.56
Error(var.)	156	14.4655	0.09272			
Total	272	266.9558	12.93681			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล : นางสาววิญญา ด้านทวิศิลป์

วันเดือนปีเกิด : 12 สิงหาคม 2526

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 150/6 หมู่ 8 ตำบลหัวรอ อำเภอพระนครศรีอยุธยา  
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

โทรศัพท์ : 0-5569-3198

ที่อยู่ปัจจุบัน : 150/6 หมู่ 8 ต.หัวรอ อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

โทรศัพท์ : 0-9175-9959

การศึกษา : พ.ศ 2533 - 2538 ระดับ ประถมศึกษา โรงเรียนสายธรรม จังหวัดสุโขทัย

พ.ศ 2539 - 2541 ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอุดมดรุณี จังหวัดสุโขทัย

พ.ศ 2542 - 2544 ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุดมดรุณี จังหวัดสุโขทัย

พ.ศ 2545 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล : นายชุมพล รักมัน

วันเดือนปีเกิด : 8 ตุลาคม 2526

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 303 หมู่ 8 ต.น้ำร้อน อ.เมืองตาก จ.ตาก 63000

โทรศัพท์ : 0-5554-0582

ที่อยู่ปัจจุบัน : 303 หมู่ 8 ต.น้ำร้อน อ.เมืองตาก จ.ตาก 63000

โทรศัพท์ : 0-66128-389

การศึกษา : พ.ศ 2533 - 2538 ระดับ ประถมศึกษา โรงเรียนเทศบาล 1(กิตติขจร) จังหวัดตาก  
 พ.ศ 2539 - 2541 ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก  
 พ.ศ 2542 - 2544 ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก  
 พ.ศ 2545 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)  
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้