20719

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของ hydro cooling และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 หลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Hydro Cooling and Storage Duration on the Quality of Super Sweet Corn Variety Indee II

T100209

โดย

นางสาววรรณวิภา ภุมมารักษ์
นางสาวสุดารัตน์ รุนใจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.อุมา แสงคร้าม

ฟพ.
ว259ผ
2547

เลขหมู่ 100209
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 17 JUN 2009

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)
พุทธศักราช 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของ hydro cooling และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 หลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Hydro Cooling and Storage Duration on the Quality of Super Sweet Corn Variety Indee II

โดย

นางสาววรรณวิภา ภุมมารักษ์
นางสาวสุดารัตน์ รุนใจ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร.อุมา แสงคร้าม)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของ hydro cooling และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 หลังการเก็บเกี่ยวฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาระดับปริญญาตรี ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร. อุมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งช่วยให้การปรึกษา แนะนำเทคนิคต่างๆตลอดการทดลอง พร้อมทั้งได้ตรวจสอบแก้ไขจนปัญหาพิเศษฉบับนี้ถูกต้องและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์ และอาจารย์ วิชัย ลิ้มกาญจนพงษ์ ที่กรุณาให้การช่วยเหลือในส่วนของอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช เจ้าหน้าที่แปลงเกษตรที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจน เจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการค้นคว้าข้อมูลในการทดลองตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่อุปการะเลี้ยงดูสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา พี่ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่มีส่วนในการช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอด ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

วรรณวิภา ภุมมารักษ์
สุดารัตน์ รุนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง : ผลของ hydro cooling และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 หลังการเก็บเกี่ยว

: Effect of Hydro Cooling and Storage Duration on the Quality of Super Sweet Corn Variety Indee II

โดย : นางสาววรรณวิภา ภุมมารักษ์

นางสาวสุดารัตน์ รุนใจ

สาขา : พืชไร่

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ pre-cooling โดยใช้น้ำเย็นและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 หลังการเก็บเกี่ยว ได้ดำเนินการที่แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึง มกราคม พ.ศ. 2548 วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยแรกได้แก่ ระยะเวลาการแช่น้ำเย็น 0 40 60 และ 80 นาที ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 2 4 6 8 และ 10 วัน จากการทดลองพบว่า ข้าวโพดที่แช่น้ำเย็นที่ระยะเวลา 80 นาทีก่อนการเก็บรักษา จะมีค่าความหวาน (บริกซ์,%) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) สูงกว่าข้าวโพดที่แช่น้ำเย็นที่ระยะเวลา 60 นาที 40 นาที และ ไม่ได้แช่น้ำเย็น ตามลำดับ การแช่น้ำเย็นที่ 80 นาที จะทำให้ค่าความหวาน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด มีค่าสูงถึง 15.30% 31.67 และ 216.33 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบ ผลของระยะเวลาการแช่น้ำเย็นร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาหลังจากแช่น้ำเย็น ก็พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาจะทำให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p=0.01$) โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ค่าความหวาน (บริกซ์,%) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) ลดลงอย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะแช่น้ำเย็นเป็นเวลาเท่าใด แต่การแช่น้ำเย็น 0 นาที จะทำให้ค่าดังกล่าวลดลงเร็วที่สุด ในขณะที่ข้าวโพดที่แช่น้ำเย็นที่ระยะเวลา 80 นาที จะทำให้ค่าความหวาน (บริกซ์,%) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) ลดลงช้าที่สุด โดยค่าดังกล่าวจะเท่ากับ 8.43 15.82 และ 73.89 ตามลำดับเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of Hydro Cooling and Storage Duration on the Quality of Super Sweet Corn Variety Indee II

Anther : Miss Wanwipa Pummaruk
Miss Sudarat Runjai

Major : Agronomy

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural

Advisor : Auma Sangkram

ABSTRACT

The effect of hydro cooling and storage duration on the quality of sweet corn variety Indee II was studied at Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture Technology, King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang, during October 2004 to January 2005.

The quality of sweet corn was studied as the result of duration of hydro cooling (0, 40, 60 and 80 minutes) and storage time (0 , 2 , 4 , 6 , 8 and 10 days). The results showed that the sweetness as percent of brix, the amount of reducing sugar and total carbohydrate of sweet corn had highly significant difference because of hydro cooling. Eighty minutes of hydro cooling period caused sweet corn had the highest qualities of 15.30% brix , 31.67 and 216.33 mg glucose of reducing sugar and total carbohydrate.

When considered the effect of storage time, it was found that the quality of sweet corn changed during storage. The sweetness (brix), reducing sugar and total carbohydrate of sweet corn were significantly decreased from 0-day storage until 10-day storage in which the values of 80-minute pre-cooling corn were slowest decreased compared to others.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนิยม	i
บทคัดย่อ	ii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vi
สารบัญตารางผนวก	vii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	
- การแบ่งชนิดข้าวโพดหวาน	2
- ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2	4
- ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพข้าวโพดหวาน	4
- การลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยว (Precooling)	6
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9
ผลการทดลอง	
- ความหวาน	11
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	13
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	15
สรุปผลการทดลอง	17
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก	
- ภาคผนวก ก	21
- ภาคผนวก ข	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	องค์ประกอบของเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)	1
2.	แสดงค่าความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็น เป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที ก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน	12
3.	แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็น เป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที ก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน	14
4.	แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี2 ที่แช่น้ำเย็น เป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที ก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าความหวานของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน	12
2.	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน	14
3.	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ หน้า

1. แสดงความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน 23
2. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน 24
3. แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายและปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน 25
4. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น 26
5. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที 26
6. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที 26
7. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที 27
8. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น 27
9. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที 27
10. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที 28
11. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที 28
12. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น 28
13. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที 29
14. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
15. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที	29
16. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน	30
17. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน	30
18. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea may* L. saccharata เป็นพืชที่เริ่มมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นโดยลำดับ การบริโภคอาจบริโภคในรูปของข้าวโพดฝักสด หรือเป็นข้าวโพดแปรรูปบรรจุกระป๋อง ครีมข้าวโพด และน้ำนมข้าวโพด เป็นต้น สำหรับปริมาณการผลิตข้าวโพดหวานในประเทศไทยพบว่าในปี 2543/44 มีผลผลิตรวม 384,961 ตัน และมีผลผลิตเฉลี่ย 1,992 กิโลกรัมต่อไร่ การส่งออกข้าวโพดหวานในช่วงปี 2542-2544 มีปริมาณ 27,625 -37,053 ตัน คิดเป็นมูลค่า 683-1,028 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร. 2548)

การเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดหวานนอกจากจะกระทำโดยการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกแล้ว การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งและถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ การที่มีผลผลิตต่อไร่สูง แต่ขาดเทคโนโลยีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีก็เป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพและปริมาณของผลผลิตลดลงได้ คุณภาพของข้าวโพดที่สำคัญ คือ ความหวานซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลและความอ่อนนุ่มของเมล็ดซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณ water soluble polysaccharide ที่เป็นองค์ประกอบของเมล็ด องค์ประกอบต่างๆเหล่านี้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ฤดูกาล อุณหภูมิ พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว อายุการเก็บรักษาและวิธีการเก็บรักษา อุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาและอายุการเก็บรักษาภายหลังการเก็บเกี่ยว มักเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของข้าวโพดหวาน เพราะในการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานส่วนใหญ่ มักมีความร้อนแฝงที่ติดมาจากแปลงซึ่งทำให้ผลผลิตเสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นต้องมีการลดความร้อนแฝงนี้ก่อนการเก็บรักษา เพื่อยืดอายุและคงคุณภาพผลผลิตไว้ การทดลองนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นเพื่อลดความร้อนแฝงและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลผลิตของข้าวโพดหวานพิเศษลูกผสมพันธุ์อินทรี 2

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำเย็นและระยะเวลาการใช้น้ำเย็นลดความร้อนแฝงของข้าวโพดหวานที่ติดมาจากแปลง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางคุณภาพที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) ซึ่งเดิมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea may* L. saccharata มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเหนือ แต่เดิมจะแบ่งข้าวโพดตามลักษณะเมล็ดซึ่งในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมนัก และจะเรียกชื่อวิทยาศาสตร์ของข้าวโพดทุกชนิดรวมกันว่า *Zea mays* ซึ่งอยู่ในตระกูล Gramineae

ข้าวโพดเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์เป็นทั้งอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ รวมถึงเพื่อการอุตสาหกรรม ทั้งนี้เกือบทุกส่วนของข้าวโพดล้วนมีคุณค่าทางเศรษฐกิจทั้งสิ้น การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ได้จากเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเอนโดสเปิร์ม คัพภะ และ เปลือก ในสัดส่วนร้อยละ 82.6 11.1 และ 6.2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบภายในเมล็ด (ตารางที่ 1) พบว่าส่วนใหญ่เป็นแป้งแต่ก็มีโปรตีนและไขมันเป็นองค์ประกอบด้วย โดยในเอนโดสเปิร์มจะประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ แต่ในคัพภะจะมีโปรตีนและไขมันสูง จากองค์ประกอบของเมล็ดทำให้มีการนำข้าวโพดไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง (การันต์และยุทธภัณฑ์. 2546)

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)
(คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542)

ส่วนของเมล็ด	ทั้งเมล็ด	แป้ง	โปรตีน	น้ำมัน	น้ำตาล	เถ้า
ทั้งหมด	100	73.5	9	4.3	1.9	1.5
เอนโดสเปิร์ม	82.6	87.6	7	0.83	0.62	0.33
คัพภะ	11.1	8	18.3	33.1	10.5	10.6
เปลือก	6.2	7	4.3	1.4	-	0.9

ข้าวโพดหวาน เกิดจากยีนด้อยหลายตัวที่สำคัญ คือ ยีน shrunken-2 (sh2 / sh2) ยีนตัวนี้ทำให้กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งเกิดขึ้นในอัตราที่ช้ากว่าปกติ โดยเฉพาะการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสไปเป็นแป้งเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ sucrose reductase ถูกขัดขวางโดยยีนด้อยเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม ความหวานและคุณภาพอื่น ๆ เช่น ความนุ่มของเมล็ด เป็นต้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมในระหว่างการปลูก พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว เป็นต้น (ปาริชาติและพจนี. 2543)

การแบ่งชนิดข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานสามารถแบ่งตามการทำงานของยีน ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้าวโพดหวานจากยีนเดียว (single gene) ข้าวโพดหวานแบบยีนเสริม (synergistic or augmented gene) และข้าวโพดหวานแบบยีนร่วม (multiple genes) (ทวีศักดิ์.2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้าวโพดหวานจากยีนเดียว มีการปลูกมากที่สุดในโลกสามารถแบ่งย่อย ๆ ออกได้ดังนี้

1.1 ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นข้าวโพดที่นิยมปลูกเป็นจำนวนมาก มี sugary gene อยู่ในเมล็ดด้วย เมล็ดแห้งของข้าวโพดหวานชนิดนี้จะเหี่ยวย่น แต่จะดูแวววาว

1.2 ข้าวโพดหวานพิเศษ (super sweet corn, extra sweet corn) นิยมปลูกมากในรูปของฝักสด แทบกล่าวได้ว่า ข้าวโพดหวานที่เรียกกันจะเป็นข้าวโพดหวานพิเศษประมาณ 80 % ข้าวโพดหวานพิเศษจะมี shrunken gene หรือ brittle gene ควบคุมอยู่

2. ข้าวโพดหวานแบบยีนเสริม จะมียีนที่เป็น homozygous recessive อยู่หนึ่งตำแหน่ง แต่อีกตำแหน่งเป็น heterozygous เมื่อเอาเมล็ดไปผลิตฝักสด ยีนที่เป็น heterozygous นั้นมีผลทำให้ 25 % ของเมล็ดที่รับประทานเป็น double recessive ทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าข้าวโพดนั้นหวาน

3. ข้าวโพดหวานแบบยีนร่วม เนื่องจากปัญหาเรื่องความหวานที่มีน้อยในข้าวโพดธรรมดา และอัตราความงอกต่ำในข้าวโพดหวานชนิดพิเศษ จึงได้มีความพยายามนำยีนต่าง ๆ มารวมกันในสภาพ homozygous recessive เพื่อให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพดี ข้าวโพดหวานพันธุ์ไทยซุปเปอร์สวีท คอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ เป็นข้าวโพดหวานพันธุ์หนึ่งที่มียีนที่ทำให้เกิดความหวานหลายคู่ ได้แก่ bt, sh, ae, wx, du และ su ยีนเหล่านี้จะทำให้เมล็ดสดมีรสหวานกว่าข้าวโพดอื่นๆ เพราะมีน้ำตาลมากและหย่อนความสามารถในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้ง เมล็ดแห้งจะมีลักษณะเหี่ยวย่นและค่อนข้างใส (ธวัช. 2524)

Ware และ Mc. Collum พบว่าระยะการแก่ของข้าวโพดหวานนั้นแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ

1. ช่วงก่อนน้ำนม (pre-milk stage) เป็นระยะที่เนื้อเมล็ด บางเมล็ดมีขนาดเล็ก แต่มีรสชาติหวานและฉ่ำน้ำ

2. ช่วงน้ำนม (milk stage) ระยะนี้เมล็ดจะมีขนาดโตขึ้น มีรสหวานขึ้นและน้ำในเมล็ดจะข้นเหมือนน้ำนม

3. ช่วงระยะแป้ง (dough stage) เป็นระยะที่น้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนเป็นแป้งอย่างรวดเร็ว เมล็ดมีคุณภาพต่ำในการบริโภคไม่เหมาะในการซื้อขาย (Pantastico, ER.B. 1975 อ้างโดย ลพ. 2526)

Shoemaker พบว่าคุณภาพของข้าวโพดหวานจะดีที่สุดถ้าเก็บเกี่ยวข้าวโพดในระยะน้ำนม (milk stage) และเก็บให้มีส่วนของลำต้นติดมาด้วย โดยส่วนของลำต้นที่ติดมายาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยวิธีนี้ข้าวโพดจะไม่ขาดออกจากต้นแม่เสียทีเดียว ทำให้การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบในเมล็ดสดเป็นไปในทางเสื่อมลงอย่างช้า ๆ สามารถคงความสดและความหวานอยู่ได้นานราว 3 วันที่อุณหภูมิห้อง (Pantastico, ER.B. 1975 อ้างโดย ลพ. 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

เป็นพันธุ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นลูกผสมเดี่ยวที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ SSW 114 กับ KSei 14004 มีอายุถึงวันออกไหม 48-50 วัน ลักษณะฝักสีเหลืองทรงกระบอก แถวเมล็ดเรียงตัวสม่ำเสมอ ไหมมีสีอ่อน มีความหวานประมาณ 14.5% นุ่ม หวานกรอบไม่ติดฟัน ลักษณะฝักใหญ่ มีลักษณะทางการเกษตรบางอย่างดี เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปและบริโภคฝักสด ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,800-2,300 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก 1,200-1,400 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ. 2548)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพข้าวโพดหวาน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานมีหลายปัจจัย นอกจากเรื่องของพันธุ์และการดูแลรักษาหลังการปลูกแล้ว ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่

1. อายุการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานทั้งเพื่อบริโภคฝักสดและนำมาแปรรูปนั้น จะต้องเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพข้าวโพดหวานให้เหมือนของสดมิฉะนั้นคุณภาพจะลดลงมาก ข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วความหวานจะลดลง เพราะน้ำตาลในข้าวโพดถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ และถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้ง (ทวีศักดิ์. 2536 อ้างโดย ชวนชมและนงเยาว์. 2541)

การเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน เพื่อให้ได้คุณภาพและผลผลิตตรงความต้องการนั้นมีหลายวิธี ได้แก่ การสังเกตด้วยตาเปล่า เป็นการดูลักษณะภายนอก เช่น สีของเปลือกและการแห้งของไหม ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์มากพอสมควร และการพิจารณาจากลักษณะภายในของเมล็ด ได้แก่ ความเหนียวของ pericarp ปริมาณ total soluble solids ปริมาณ isoluble polysaccharide ความอวบน้ำ ความถ่วงจำเพาะและความชื้นในเมล็ด (Linguist *et al.*, 1951; Khalil, 1971 อ้างโดยชวนชมและนงเยาว์. 2541) การเก็บข้าวโพดให้คงอยู่ได้นาน อาจทำโดยการเก็บข้าวโพดหวานแต่เช้าตรู่ตัดให้ส่วนของต้นติดมากับฝัก ให้มีความยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร ซึ่งจะคงความสดและความหวานอยู่ได้ประมาณ 3 วันที่อุณหภูมิห้อง (ประกิต. 2534)

การคาดคะเนอายุเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง โดยการนับอายุจากวันงอกถึงวันเก็บเกี่ยว แต่วิธีนี้ไม่ค่อยแน่นอนเพราะอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานจะเปลี่ยนตามสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิ ซึ่งข้าวโพดหวานที่ปลูกในฤดูร้อนจะเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าข้าวโพดหวานที่ปลูกในฤดูหนาว 21-30 วัน (กรมวิชาการเกษตร. 2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเก็บรักษา

การเก็บรักษามีเป้าหมายเพื่อยืดอายุออกไปให้คงคุณภาพได้นานขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ นับตั้งแต่วิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมด้วยความประณีตและรวดเร็ว รวมทั้งการปรับสภาพแวดล้อมภายหลังการเก็บเกี่ยวให้เหมาะสมเพื่อความสด ซึ่งในการเก็บเกี่ยวต้องคำนึงถึงปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของบรรยากาศ (จริงแท้และธีรนุต. 2543)

ข้าวโพดหวานจะเสื่อมคุณภาพลงหลังจากหักฝักออกจากต้นแล้ว เนื่องจากน้ำตาลจะเปลี่ยนไปเป็นแป้งโดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เพราะความร้อนเป็นตัวเร่งอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้ง อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเพราะอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่างๆภายในผลผลิตทุกอย่าง อุณหภูมิจะเร่งการหายใจ การคายน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ภายในผลิตผลให้เกิดขึ้นเร็วทำให้ผลผลิตเสียหายได้ง่าย ดังนั้นในการเก็บรักษาจึงต้องใช้อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะต่ำได้ การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการรักษาผลผลิตให้มีคุณภาพดีอยู่ได้นานและเป็นปัจจัยสำคัญมากกว่าปัจจัยอื่นๆทุกปัจจัยรวมกัน และจากข้อมูลพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาข้าวโพดหวานให้คงอยู่ได้นาน คือ 0 องศาเซลเซียส (จริงแท้และธีรนุต. 2543) วิธีการเก็บรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง จะมีส่วนช่วยลดอัตราการเสื่อมคุณภาพของข้าวโพดหวานได้เป็นอย่างดี เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานให้คงเดิมได้นานขึ้น (ประกิต. 2534)

จากรายงานเรื่อง การหาความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมและอายุการเก็บรักษาระยะยาวของข้าวโพดหวาน พบว่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศในห้องเก็บรักษาที่เหมาะสม คือ 95-98 % สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 5-8 วัน โดยที่ปริมาณน้ำตาลในเมล็ดไม่ลดลง (จริงแท้และธีรนุต. 2543)

Appleman และ Arthur (1919 อ้างโดย ลพ. 2526) พบว่าข้าวโพดหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลไปเป็นแป้งถึง 50% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลเพียง 8% เท่านั้นถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสในเวลาเท่ากัน และยังพบว่าตั้งแต่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสขึ้นไป ข้าวโพดหวานจะมีอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้งเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวทุกๆ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดอุณหภูมิภายหลังการเก็บเกี่ยว (Precooling)

ข้าวโพดหวานเมื่อเก็บเกี่ยวมาจากแปลงใหม่ๆจะมีความร้อนแฝง (field heat) ติดมากับผลผลิต ซึ่งความร้อนดังกล่าวจะทำให้ผลผลิตเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความร้อนที่สะสมอยู่ในผลผลิตที่ถูกเก็บเกี่ยวมาจากแหล่งปลูก จะมีการเก็บสะสมความร้อน (field heat) ไว้ภายในตัว เมื่อการเก็บสะสมความร้อนสูงมากขึ้น ก็จะเกิดการระอุของความร้อน รังสีความร้อนที่แผ่ออกมา จะมีผลถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงหรือพฤติกรรมต่างๆของตัวผลผลิตนั้นเอง และส่งผลถึงผลผลิตที่อยู่ข้างเคียง นอกจากนี้การที่ผลผลิตมีความร้อนแฝงอยู่ในตัว จะเร่งให้กระบวนการทางเมตาบอลิซึมหลังการเก็บเกี่ยวสูงมากขึ้นตามไปด้วย เร่งให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้น (สังคม. 2536)

การลดอุณหภูมิล่วงหน้า มีจุดประสงค์เพื่อทำให้ผลผลิตเย็นลงอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว โดยการถ่ายเทความร้อนออกจากผลผลิตนั้น อัตราการถ่ายเทความร้อนหรือภาวะกรรมทางความร้อนจะขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิต คุณสมบัติทางความร้อนของผลผลิต อุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายและเวลาที่ต้องการทำให้เย็น (สายชล. 2528 อ้างโดย ฤกษ์ชัยและพงษ์ศักดิ์. 2541)

การลดอุณหภูมิโดยใช้ความเย็นหลังการเก็บเกี่ยวมีบทบาทที่สำคัญ สำหรับช่วยลดความสูญเสียและกิจกรรมทางเมตาบอลิซึมหลังการเก็บเกี่ยวก็จะลดลงตามไปด้วย นอกจากนี้ในการเก็บรักษาผลผลิตซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ความเย็นของอุณหภูมิต่ำเป็นหลัก การลดอุณหภูมิของผลผลิตก่อนเข้าสู่การเก็บรักษาจะช่วยลดกำลังงาน (load) ที่เครื่องทำความเย็นต้องใช้เพื่อลดอุณหภูมิของผลผลิตให้ถึงระดับที่เหมาะสมลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงาน หรือสามารถใช้เครื่องทำความเย็นที่มีขนาดเล็กลงได้ (สังคม. 2536) การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต้องคำนึงถึงขีดอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความเย็น (chilling injury or low temperature, LTB) ของผลผลิตซึ่งแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะเฉพาะตัวของผลผลิตซึ่งความเสียหายจะเกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลา (ช.ณิฏฐ์ศิริ. 2526) วิธีการลดอุณหภูมิที่ใช้ในปัจจุบันนี้แบ่งออกได้เป็น 6 วิธีการ ซึ่งความเหมาะสมของแต่ละวิธีนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืชแต่ละชนิดดังนี้

1. การใช้น้ำเย็น (hydro cooling) เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำที่มีจุดเดือดสูง (100 องศาเซลเซียส) และจุดเยือกแข็งต่ำ (0 องศาเซลเซียส) ที่ความกดดันปกติ ทำให้น้ำมีความจุความร้อนสูง เมื่อนำน้ำมาเป็นตัวกลางช่วยพาความร้อนออกจากผลผลิต จะสามารถทำให้ผลผลิตมีอุณหภูมิลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว และนอกจากนี้สภาพความเป็นของเหลวของน้ำทำให้น้ำสามารถสอดแทรกเข้าไปในช่องว่างทุกส่วนของผลผลิต ทำให้การลดอุณหภูมิเกิดขึ้นในทุกส่วนของผลผลิตด้วย ในการใช้น้ำเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิมีข้อควรระวังถึงการหมุนเวียนของการใช้น้ำที่อาจมีการสะสมของเชื้อที่ติดมากับผลผลิต ดังนั้น จึงควรมีการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (pesticide) ลงในน้ำที่ใช้ด้วย การใช้น้ำเป็นตัวลดอุณหภูมิล่วงหน้ายังสามารถใช้ในการทำความสะอาดผลผลิตควบคู่กันไปด้วย ผลผลิตที่นิยมใช้น้ำเป็นตัวลดอุณหภูมิ ได้แก่ ผลผลิตสดทั้งหลาย ทั้งผัก ผลไม้ ดอกไม้ ไม้ใบ แต่ไม่ควรใช้น้ำในการลดอุณหภูมิของผลผลิตที่ต้องการความแห้ง เช่น หอม กระเทียม วิธีนี้นิยมใช้กันมากเพราะสามารถผสมสารระงับเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราหรือโรคลงไปพร้อมกับน้ำได้และสะดวกรวดเร็ว วิธีใช้น้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส จากเครื่องทำความเย็นหรือน้ำแข็งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนออกจากผลผลิตมีอยู่ 3 ประเภท คือ

1.1 การพ่น (spraying)

1.2 การจุ่มผลิตผลในถังน้ำเย็น (immersing)

1.3 การราดน้ำให้ท่วมผลผลิต (flooding)

2. การใช้ลมเย็น (room cooling or forced air cooling or refrigerated air cooling) วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้เช่นกัน อาศัยลมที่ผ่านเครื่องทำความเย็น ให้ลมเย็นพัดผ่านผลผลิต โดยมีความเร็วของลมประมาณ 1-3 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิต้องไม่ต่ำกว่า 30° F พัดผ่านผลิตผลในภาชนะบรรจุ การหมุนเวียนถ่ายเทของลมมีความสำคัญเพื่อให้อุณหภูมิลดลงโดยสม่ำเสมอทั่วกัน ดังนั้นลักษณะการเรียงของภาชนะบรรจุเพื่อให้มีช่องเปิดให้ลมผ่านได้สะดวกและทั่วถึง รวมทั้งจำนวนช่องหรือรูบนหีบห่อหรือเข่งที่บรรจุจะมีส่วนช่วยให้มีการถ่ายเทความร้อนได้ดีขึ้น วิธีที่ใช้กันมี 3 แบบ คือ

2.1 room or car cooling ใช้ห้องหรือรถตู้ที่มีเครื่องทำความเย็น

2.1 tunnel cooling ใช้อุโมงค์เย็นโดยบรรจุหีบห่อเข้าไปหรือนำรถเข้าไปทั้งคัน

2.2 pressure cooling ใช้แรงดันของลมแทรกอัดผ่านหีบห่อที่เรียงกันแน่น อาศัยความแตกต่างของความกดดัน ทำให้ลมผ่านผลิตผลไป

3. การใช้สุญญากาศ (vacuum cooling) อาศัยหลักการของการระเหยน้ำ (evaporative cooling) เนื่องจากมีความกดดันต่ำต่างกันทำให้จุดเดือดของน้ำต่ำลง การระเหยของน้ำเร็วขึ้นจะช่วยพาความร้อนออกจากผลผลิตได้ น้ำจะเดือดกลายเป็นไอที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากพืชผลไปได้ประมาณ 588 กิโลแคลอรี่ ต่อน้ำที่ระเหย 1 กิโลกรัม ของน้ำที่ระเหยที่ 4.6 มิลลิเมตรปรอทโดยที่จุดเดือดของน้ำลดลงในความกดดันต่ำ โดยการระเหยของน้ำในลักษณะนี้ ผลผลิตจะมีการสูญเสียความชื้นประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ทำให้ผลผลิตแสดงอาการเหี่ยว เนื่องจากผลผลิตมีการสูญเสียน้ำในทุกๆ ส่วนในปริมาณเท่าๆ กัน วิธีนี้นิยมใช้กับผักกินใบ วิธีป้องกันไม่ให้ผักเหี่ยวโดยการพรมน้ำกับผักก่อนการลดอุณหภูมิ การทำให้เกิดสุญญากาศทำได้ 2 แบบ คือ

3.1 อาศัยหลักการพ่นของไอน้ำร้อน (steam ejector) เหนือผลผลิต ทำให้สภาพแวดล้อมเหนือผลผลิตเกิดสุญญากาศดึงเอาน้ำระเหยออกไป

3.2 การใช้ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) เพื่อลดความกดดันภายในห้องเก็บ อากาศภายในห้องหรืออุโมงค์ที่ใช้ในการลดอุณหภูมิจะถูกปั๊มออกเพื่อลดความดัน

4. การใช้น้ำแข็งป่น (top or contact crushed ice) ใช้น้ำแข็งป่นคลุมด้านบนหรือเทปูลงเป็นชั้นๆระหว่างพืชผลหรือภาชนะบรรจุ เพื่อลดความร้อนแฝงโดยอาศัยคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของน้ำแข็งจำนวน 79.8 กิโลแคลอรี่ ต่อ 1 กิโลกรัม วิธีนี้เหมาะสำหรับผักชนิดต่างๆโดยเฉพาะลดความร้อนในรถตู้ก่อนลำเลียงหรือในระหว่างการขนส่ง แต่ไม่เหมาะกับผลผลิตที่ไม่ต้องการการเปียกชื้นมากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้วิธีการนี้ จะต้องคำนึงถึงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการสัมผัสโดยตรงของน้ำแข็งบนผิวผลผลิต การไหลนองของน้ำแข็งที่ละลาย ตลอดจนการเสียสภาพของภาชนะบางชนิดที่ใช้บรรจุผลผลิต

5. การระเหยของน้ำ (evaporative cooling) อาศัยการระเหยของน้ำตามธรรมชาติ โดยการสร้างส่วนของผนังโรงเก็บ ให้มีลักษณะเป็นเส้นใยหรือตะแกรงซ้อนๆ กัน หรือทำจากวัสดุที่มีลักษณะดังกล่าว แล้วฉีดพ่นน้ำให้เป็นละอองฝอยเล็กๆ หรือปล่อยให้น้ำไหลผ่านในลักษณะเป็นฟิล์มบางๆ แล้วให้ลมพัดน้ำให้ระเหยดูดความร้อนออกไป นอกจากนี้อาจมีการดูดลมพัดกลับเข้ามายังกองหรือชั้นของผลผลิต วิธีการนี้ มีต้นทุนที่ไม่แพงมากนักและจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อความชื้นของอากาศไม่สูงมาก

6. การทำให้เย็นโดยไม่ใช้วิธีกล (cryogenics) เช่น การใช้น้ำแข็งแห้ง (dry ice) การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (liquid carbon dioxide) การใช้ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) เป็นต้น สารต่างๆเหล่านี้ จะอยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลว มีอุณหภูมิต่ำมาก และมีพลังในการทำความเย็นมาก เมื่อเกิดการเปลี่ยนสถานะโดยการระเหิดหรือการระเหยก็จะพาความร้อนออกไปด้วย สำหรับน้ำแข็งแห้งมีอุณหภูมิ -78.9 องศาเซลเซียส มีความร้อนแฝงของการระเหิดเป็นไอจำนวน 137 กิโลแคลอรีต่อ 1 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เหลวมีอุณหภูมิ -71 องศาเซลเซียส และมีความร้อนแฝงของการระเหยกลายเป็นไอ 155.2 กิโลแคลอรี่ต่อ 1 กิโลกรัม ไนโตรเจนเหลวมีอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส มีความร้อนแฝงของการระเหยกลายเป็นไอ 47.6 กิโลแคลอรีต่อ 1 กิโลกรัม พลังในการทำความเย็นของสารเหล่านี้สามารถทำให้อุณหภูมิของผลผลิตลดต่ำลง (สังคม. 2536)

การลดอุณหภูมิ ถ้าทำได้เร็วที่สุดเท่าใดยิ่งเป็นผลดีกับผลผลิต ความเหมาะสมในการเลือกวิธีใช้วิธีการลดอุณหภูมิแต่ละวิธีนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผลผลิต รวมทั้งค่าใช้จ่ายและพลังงานที่ใช้ไปด้วย บางวิธีจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากทำให้น้ำหนักลดลงและเหี่ยวแห้งง่าย เช่น วิธีลมเย็นและสุญญากาศ บางวิธีอาจทำความเสียหายต่อผิวของผลผลิต เช่น น้ำหรือน้ำแข็งแห้ง (นันทวดีและอมรรัตน์. 2541)

ลพ (2526) พบว่าการทำ hydro cooling มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา คือ ฝักข้าวโพดหวานที่ผ่านการทำ hydro cooling ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง หลังเก็บเกี่ยวแต่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง น้ำตาลในเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลา 4 วัน ของการเก็บรักษา ส่วนฝักข้าวโพดหวานที่ผ่านการ hydro cooling ที่ระยะเวลาทั้ง 3 ระดับ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา คือ สามารถเก็บรักษาได้ 14 วัน โดยมีสภาพฝักสดใกล้เคียงกับฝักที่เก็บเกี่ยวใหม่ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอินทรี 2
2. Hand Refractometer
3. เครื่อง Spectrophotometer
4. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
5. เครื่องปั่นแยกกาก
6. อ่างน้ำเดือดอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

วิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิเดียวกันมี 4 วิธี ได้แก่

1.1 ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น 0 นาที

1.2 ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น 40 นาที

1.3 ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น 60 นาที

1.4 ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น 80 นาที

ปัจจัยที่ 2 คืออายุการเก็บรักษามี 6 ระยะ คือ 0 2 4 6 8 และ 10 วัน

2. การเตรียมแปลง การปลูก และการดูแลรักษา

เตรียมแปลงโดยการไถพรวนจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 1-2 สัปดาห์ โดยใช้ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร ก่อนปลูกจะมีการใส่ฟูราดานรองไว้ชั้นล่างสุดก่อนจากนั้นใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 รองก้นหลุม หยอดเมล็ด 3-4 เมล็ดต่อหลุม กลบด้วยดิน หลังจากงอกประมาณ 2 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยหลังการปลูกอีก 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กก./ไร่ หรือหลุมละประมาณ 10 กรัม โดยใส่หลังจากถอนแยกแล้วหลังปลูก 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยอีก 3 ครั้งทุก 15 วัน โดยครั้งที่ 2 และ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่หรือหลุมละ 15 กรัม และครั้งที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กก./ไร่หรือหลุมละ 10 กรัม ก่อนเก็บผลผลิต 3 สัปดาห์

ในการป้องกันกำจัดวัชพืช จะใช้แรงงานคนพร้อมกับการพรวนดินกลบโคนต้นเมื่อใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3สำหรับการให้น้ำ ในช่วงแรกของการปลูกให้น้ำทุกวันๆละ 2 ครั้ง ในเวลาเช้าและเย็น หลังจากต้นกล้าตั้งตัวแล้วให้น้ำทุก 2 วันในเวลาเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดฝักสดเมื่อฝักเจริญเติบโตเต็มที่หรือเมื่อฝักมีอายุ 21 วันหลังดอกบาน นำฝักข้าวโพดมาแช่น้ำเย็นตามระยะเวลาที่กำหนดตามสิ่งทดลองและสุ่มฝักข้าวโพดมาครั้งละ 5 ฝัก เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 2 4 6 8 และ 10 วัน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพซึ่งได้แก่

3.1 ความหวาน (บริกซ์) โดยการสุ่มฝักข้าวโพดมาประมาณ 5 ฝักแล้วแกะให้ได้เมล็ดที่สมบูรณ์เต็มเมล็ด แล้วนำเมล็ดที่ได้ไปปั่นแยกกาก จากนั้นนำน้ำข้าวโพดที่ได้ใส่หลอดทดลองแล้วนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อให้ตกตะกอน โดยครั้งที่ 1 ใช้เวลา 5 นาที นำน้ำใสที่ได้มาปั่นเหวี่ยงครั้งที่ 2 เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำน้ำข้าวโพดที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงครั้งที่ 2 ไปตรวจวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดหรือค่าบริกซ์ด้วย hand-refractometer ค่าที่วัดได้จะใช้เปรียบเทียบกับค่าความหวาน ทั้งนี้เพราะในของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในข้าวโพด ส่วนใหญ่จะได้แก่น้ำตาลซูโครส

3.2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ นำน้ำข้าวโพดที่ได้จากข้อ (1) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น โดยปิเปตน้ำข้าวโพด 1 มล.ใส่ในขวด 100 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล. หลังจากนั้นปิเปตน้ำข้าวโพดที่เจือจาง ใส่หลอดทดลองจำนวน 3 หลอด หลอดละ 1 มล. แล้วเติม DNS regent (3,5-dinitrosalicylic acid และ potassium sodium tartrate ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกซ์) หลอดละ 1 มล. แล้วจึงนำไปต้มในอ่างน้ำเดือด (อุณหภูมิ 95°C) เป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นนำไปแช่ไว้ในอ่างน้ำเย็นจนอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับสารละลายกลูโคสมาตรฐาน แล้วคำนวณกลับให้ได้ค่าน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำข้าวโพดก่อนเจือจาง

3.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ปิเปตน้ำข้าวโพดจากข้อ (2) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ปริมาตร 20 มล. ใส่ในขวด 100 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล. หลังจากนั้นปิเปตน้ำข้าวโพดเจือจางแล้ว ใส่หลอดทดลอง 3 หลอด หลอดละ 2 มล. เติมสารละลาย phenol (4%) หลอดละ 0.5 มล. และกรดซัลฟุริกเข้มข้น (96%) หลอดละ 2.5 มล. เขย่าโดยเครื่องเขย่าให้เข้ากันแล้วปล่อยทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร (nm) เปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายกลูโคสมาตรฐาน แล้วคำนวณกลับให้ได้ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของน้ำข้าวโพดเริ่มต้นก่อนเจือจาง

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547 – เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้อุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้เท่ากับ 7 องศาเซลเซียส หลังจากแช่น้ำเย็นตามเวลาที่กำหนดและสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามเวลาที่กำหนดผลการทดลองปรากฏดังนี้

ความหวาน

ผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงความหวานของข้าวโพดแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 พบว่าระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นมีผลทำให้ความหวานซึ่งวัดเป็นค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดหรือค่าบริกซ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ตารางผนวกที่ 16) โดยข้าวโพดหวานที่ผ่านการแช่น้ำเย็นที่ระยะเวลา 80 นาที จะมีความหวานสูงกว่าข้าวโพดที่แช่น้ำเย็นที่ระยะเวลา 60 นาที 40 นาที และ ไม่ได้แช่น้ำเย็น ตามลำดับ

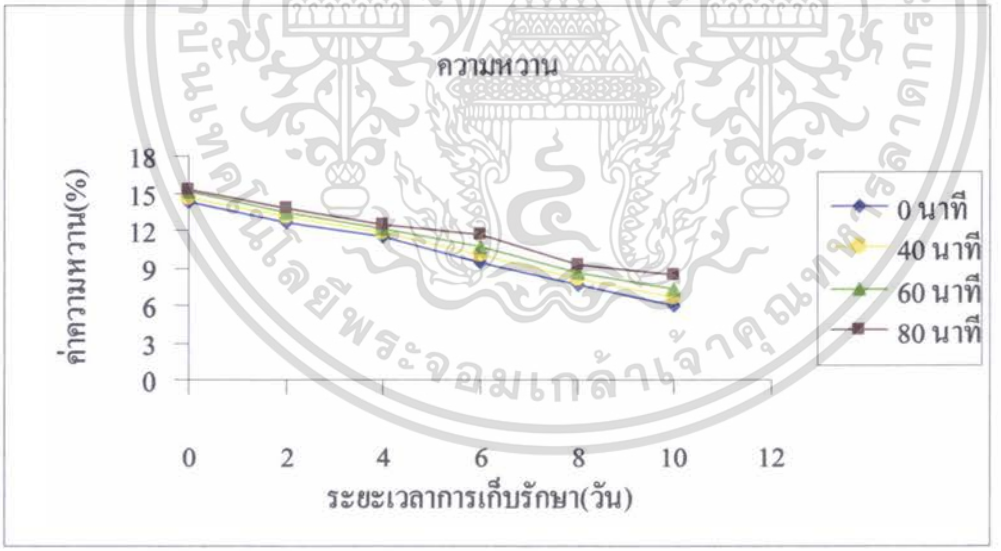
เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความหวานของข้าวโพด ก็พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 4-7) โดยความหวานจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 วัน ไม่ว่าจะแช่น้ำเย็นก่อนเก็บรักษาเวลาเท่าใด

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความหวานของข้าวโพด พบว่า ระยะการเก็บรักษาที่นานขึ้นความหวานจะลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากน้ำตาลถูกนำไปใช้ในการหายใจ แต่หากมีการแช่น้ำเย็นก่อนเก็บรักษาจะทำให้ความหวานลดลงช้ากว่าข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็นหรือแช่น้ำเย็นในระยะเวลาสั้นๆ เพราะน้ำเย็นจะช่วยยับยั้งขบวนการทำงานของเอนไซม์ การเก็บรักษาโดยไม่ได้แช่น้ำเย็นจะทำให้ความหวานของข้าวโพดลดลงเร็วที่สุด โดยค่าความหวานจะลดลงจาก 14.30% เหลือ 6.07% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาโดยการแช่น้ำเย็นที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที จะทำให้ความหวานลดลงช้าที่สุด ความหวานหรือค่าบริกซ์ของข้าวโพดจะลดลงเพียง 1.57% เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 2 วัน และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน พบว่าความหวานลดลงเพียง 6.87% เท่านั้น โดยความหวานของข้าวโพดหวานเมื่อเก็บรักษาไว้ในเวลา 10 วัน จะยังสูงถึง 8.43%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาทีก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	ระยะเวลาการแช่น้ำเย็น (นาที)				
	0	40	60	80	เฉลี่ย
0	14.30	14.53	15.03	15.30	14.79
2	12.57	13.10	13.40	13.73	13.20
4	11.50	11.77	12.13	12.53	11.98
6	9.33	10.03	10.63	11.63	10.41
8	7.57	8.07	8.67	9.30	8.40
10	6.07	6.70	7.30	8.43	7.13
เฉลี่ย	10.22	10.70	11.19	11.82	10.98
CV (%)	1.51	1.88	1.68	1.56	1.66
LSD .05	0.27	0.36	0.34	0.33	0.33
LSD .01	0.39	0.50	0.47	0.46	0.46



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าความหวานของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 2 พบว่า ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นมีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ หน่วยเป็นมิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ตารางผนวกที่ 17) โดยข้าวโพดหวานที่แช่น้ำเย็น 80 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าข้าวโพดหวานที่แช่น้ำเย็นที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที 40 นาที และ ไม่ได้แช่เย็น ตามลำดับ

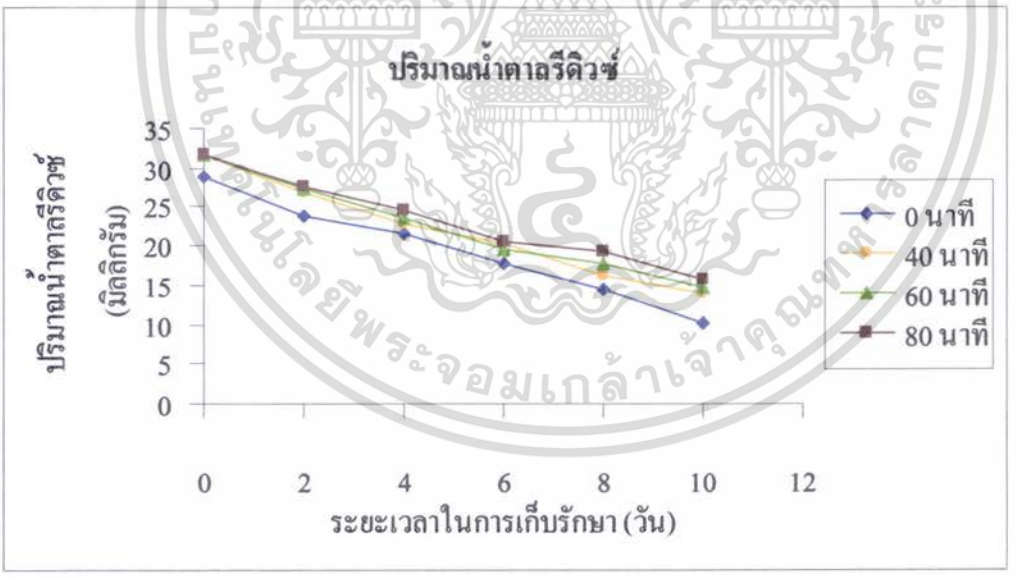
สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษา ก็พบว่ามีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 8-11) โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 วัน ไม่ว่าจะแช่น้ำเย็นนานเท่าใด

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน จะมีปริมาณน้ำตาลลดลงอย่างมากโดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงจาก 29.0 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส เหลือ 10.09 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส ในขณะที่โดยการแช่น้ำเย็น 80 นาทีก่อนเก็บรักษา จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงช้าที่สุด โดยลดลงจาก 31.67 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสเหลือ 15.82 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน การแช่น้ำเย็นก่อนเก็บรักษาจะทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงช้ากว่าข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็นหรือแช่ในระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางช่วยพาความร้อนที่เป็นตัวเร่งอัตราการสูญเสียน้ำตาลของผลผลิตซึ่งจะช่วยรักษาคุณภาพของข้าวโพดหวานให้คงเดิมได้นานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาทีก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	ระยะเวลาการแช่น้ำเย็น (นาที)				
	0	40	60	80	เฉลี่ย
0	29.00	31.63	31.82	31.67	31.03
2	23.92	26.85	27.40	27.66	26.46
4	21.50	22.72	23.60	24.73	23.14
6	17.73.	20.31	19.50	20.57	20.13
8	14.48	16.18	17.64	18.30	16.65
10	10.09	14.06	14.80	15.82	13.69
เฉลี่ย	19.80	21.96	22.46	23.13	21.85
CV (%)	3.23	4.09	2.49	2.41	3.06
LSD .05	1.12	1.60	1.00	0.99	1.18
LSD .01	1.57	2.24	1.40	1.39	1.65



รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ตารางที่ 4 และรูปที่ 3 แสดงผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพด ซึ่งพบว่า ข้าวโพดหวานที่เก็บรักษาโดยการแช่น้ำเย็นที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดที่แช่น้ำเย็น 60 นาที 40 นาที และ ไม่ได้แช่น้ำเย็น ตามลำดับ โดยระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นมีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด หน่วยเป็นมิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (ตารางผนวกที่ 18)

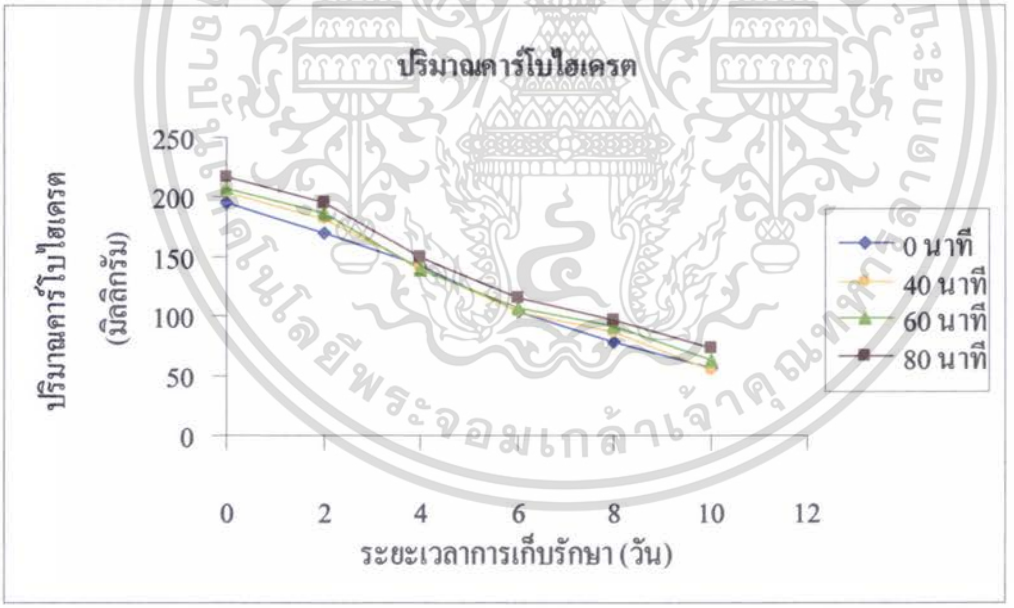
เมื่อเปรียบเทียบ ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพด ก็พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 12-15) โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 วัน ไม่ว่าจะแช่น้ำเย็นนานเท่าใด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ผลของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นร่วมกับระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพด พบว่าข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็นจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดจะลดลงจาก 194.71 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสเหลือ 57.14 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาโดยมีการแช่น้ำเย็นที่ก่อนเก็บจะทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดลดลงช้ากว่าโดยการแช่น้ำเย็นเป็นเวลา 80 นาที จะทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดลดลงช้าที่สุดจะลดลงเพียง 142.44 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคสเท่านั้นเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานจะยังคงสูงถึง 73.89 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส การเก็บรักษาที่ระยะเวลานานขึ้นทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากข้าวโพดหวานที่เก็บรักษายังคงมีความชื้นสูงอยู่ และการเก็บรักษาเป็นการเก็บในสภาวะอุณหภูมิห้อง ซึ่งสภาวะดังกล่าวมีส่วนส่งเสริมกระบวนการหายใจของผลผลิต ซึ่งใช้น้ำตาลและแป้งเป็นสารตั้งต้นของกระบวนการ แต่การแช่น้ำเย็นก่อนเก็บรักษาจะช่วยลดการสูญเสียน้ำตาลและแป้งลงได้บ้าง เนื่องจากความเย็นที่ผลผลิตได้รับทันทีหลังการเก็บเกี่ยวจะช่วยลดความร้อนแฝงที่ติดมาจากแปลง และชลอการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายของแป้งและน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาทีก่อนเก็บรักษาเป็นเวลา 0-10 วัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	ระยะเวลาการแช่น้ำเย็น (นาที)				
	0	40	60	80	เฉลี่ย
0	194.71	202.72	206.99	216.33	205.19
2	169.83	181.70	186.44	194.51	183.12
4	142.94	140.40	139.20	149.81	143.09
6	103.38	104.24	107.78	115.12	107.63
8	78.09	87.70	91.63	96.57	88.50
10	57.14	55.74	63.01	73.89	62.45
เฉลี่ย	124.35	128.75	132.51	141.04	131.66
CV (%)	7.07	3.79	5.01	5.13	5.25
LSD .05	15.64	8.67	11.81	12.88	12.25
LSD .01	21.93	12.16	16.56	18.05	17.18



รูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวโพดหวานพันธุ์ อินทรี 2 ซึ่งผ่านการแช่น้ำเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การทำ precooling เป็นการลดอุณหภูมิโดยให้ผลผลิตได้รับความเย็นทันทีหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งจะช่วยลดความร้อนแฝงของผลผลิตที่ติดมาจากแปลง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้คงสภาพเดิมอยู่ได้นานที่สุด และวิธีหนึ่งของการทำ precooling คือ การใช้น้ำเย็น (hydro cooling) ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่น้ำเย็นและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 โดยใช้การแช่น้ำเย็นสี่ระยะคือ 0 40 60 และ 80 นาที ก่อนเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาทีข้าวโพดจะมีความหวาน (บริกซ์,%) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) สูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น หรือแช่ในระยะเวลาสั้น ๆ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก น้ำเป็นตัวกลางพาและถ่ายเทความร้อนแฝงที่ติดมาจากแปลงออกจากข้าวโพดหวาน ซึ่งทำให้ข้าวโพดหวานมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว และยิ่งใช้เวลาการแช่น้ำเย็นนานขึ้นอุณหภูมิก็จะลดลงได้มากขึ้น ทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา ก็พบว่าความหวาน(บริกซ์,%) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส) จะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 10 วัน ไม่ว่าจะแช่น้ำเย็นเวลาเท่าใด แต่การแช่น้ำเย็น 80 นาที ก็จะทำให้ค่าวิเคราะห์ดังกล่าวลดลงในระหว่างการเก็บรักษาช้ากว่า ข้าวโพดที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น หรือแช่เป็นเวลา 40 และ 60 นาทีตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการแช่น้ำเย็นนี้ควรมีการศึกษาซ้ำโดยเพิ่มระยะเวลาการแช่น้ำเย็นให้นานขึ้น เพื่อหาระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

100209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. **เอกสารวิชาการ เล่มที่ 4.** ธนประดิษฐ์การพิมพ์. กรุงเทพฯ. 191 หน้า

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **สถานการณ์การผลิตและการตลาด.** http://www.doa.go.th/BA_CORN/1stat/st02.html. April 18,2005.

การันต์ ผึ่งบรรหารและยุทธภัณฑ์ พันธ์สิงสอน. 2546. **ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและระยะเวลาในการเก็บรักษาก่อนการอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 28 หน้า

คณาจารย์ภาคพืชไร่นา. 2542. **พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1.** คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิชและธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดี. 2543. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.**เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโครงการเกษตรกู้ชาติ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 47-59

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. 2526. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร(ผักและผลไม้).** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 145-147 หน้า

ชวนชม ดีรัศมีและนงเยาว์ กลั่นแก้ว. 2541. **ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับการพัฒนาและคุณภาพฝักสดของข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 46 หน้า

ทวีศักดิ์ ภู่หล่ำ. 2540. **ข้าวโพดหวาน:การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 200 หน้า

ธวัช ลวะเปารยะ. 2524. แนะนำพืชพันธุ์ใหม่ ข้าวโพดหวานพิเศษ "ไทยซุปเปอร์สวีท คอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์". **วารสารพืชสวน.** 16(1):45-49

นันทวดี คำสงค์และอมรรัตน์ ซูซูกิ. 2541. **การฉดอุณหภูมิกุหลาบตัดดอกสีชมพูพันธุ์ ลิเวียร์ (Rosa hybrida Var. Livia) เพื่ออายุการปักแจกัน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เบญจวรรณ ชุติชูเดช. 2527. **สภาพหลังเก็บเกี่ยวที่มีต่อการทำ hydro cooling ของการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 20 หน้า

ประกิต ชลวัฒนะกุล. 2534. **การรักษาคุณภาพข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยว.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 13 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปาริชาติ สมหวังและพจนี พละสินธุ์. 2543. **ผลของอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพและผลผลิตของข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์อินทรี 2.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ลพ ภวภูตานนท์. 2526. **ผลของ hydro cooling และอุณหภูมิเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของข้าวโพดหวานหลังเก็บเกี่ยว.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 16 หน้า

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ. 2548. **ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2.** http://www.iicrd.ku.ac.th/corn_research/insee 2. html. April 18,2005.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2536 **เอกสารประกอบการสอน การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฤกษ์ชัย ฤกษ์ดีและพงษ์ศักดิ์ พันธุคุปต์. 2541. **ผลของการใช้ Kinetin และ GA_3 ร่วมกับการทำ precooling ต่ออายุการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียน.**ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

Appleman, C.o., and Arthur, J.M. 1919. Carbohydrate metabolism in green sweet corn during storage at different temperatures. **J. Agr. Res** 17 : 135-152.

Pantastico, ER.B. 1975. **Post harvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables.** The AVI Publishing Company. Westport Connecticut.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20719

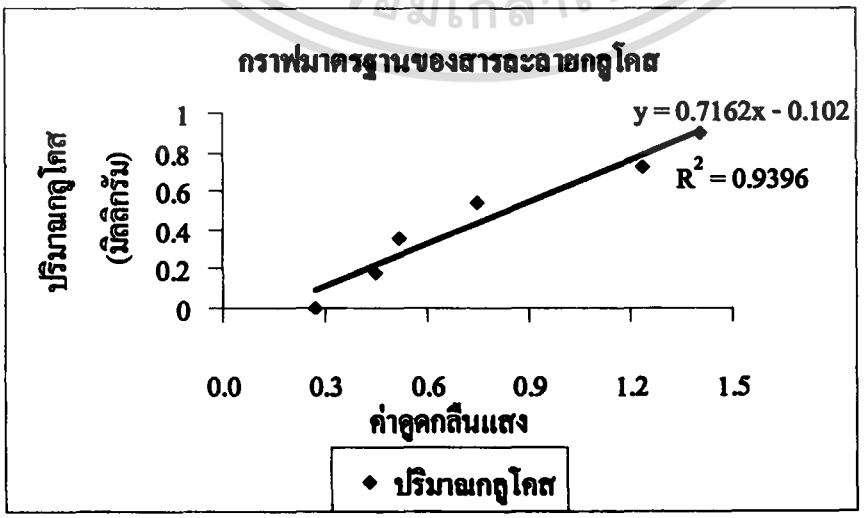
ภาคผนวก ก.

1. การทำกราฟมาตรฐานในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (0.5 ไมโครโมล / มิลลิลิตร) ปริมาตร 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติม DNS regent หลอดละ 1 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างน้ำเดือด (อุณหภูมิ 95° C) เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาแช่ในอ่างน้ำเย็นทันที เมื่อเย็นเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้ว นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm) โดยหลอดเปรียบเทียบ (blank) ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกลูโคส เขียนกราฟระหว่างค่าที่อ่านได้กับปริมาณกลูโคสแต่ละหลอด

ผลการทดลอง

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม)	ค่าดูดกลืนแสง
0	0.272
0.1802	0.448
0.3604	0.518
0.5406	0.746
0.7208	1.238
0.901	1.407



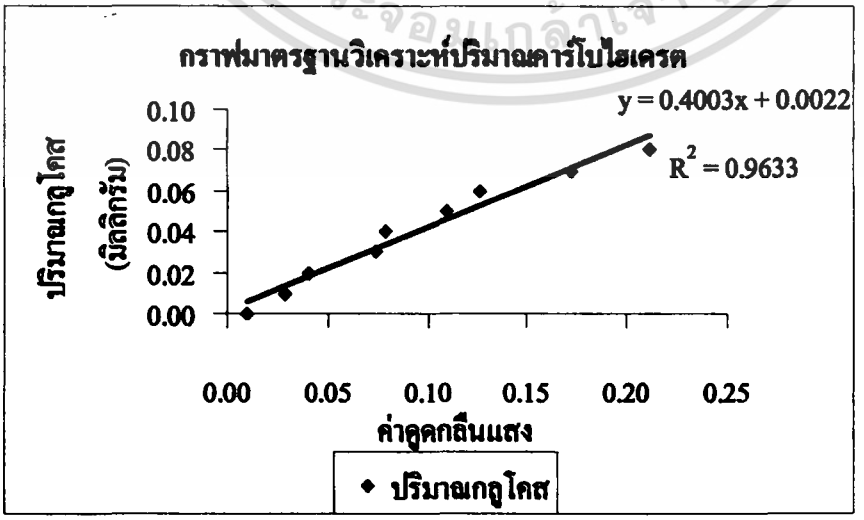
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานเข้มข้น 100 µg/ml ปริมาณ 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 และ 0.8 แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรของสารละลายกลูโคสทั้งหมด 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย phenol (4%) ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรและกรดซัลฟุริกเข้มข้น (96%) ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกลูโคส

ผลการทดลอง

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม)	ค่าดูดกลืนแสง
0.00	0.010
0.01	0.029
0.02	0.040
0.03	0.074
0.04	0.079
0.05	0.109
0.06	0.126
0.07	0.172
0.08	0.212



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางผนวกที่ 1 แสดงความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน

ระยะเวลาการแช่น้ำเย็น (นาที)	ระยะเวลาการเก็บรักษา(วัน)	ค่าความหวาน			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0	14.4	14.3	14.3	14.3
	2	13.4	13.4	13.3	13.4
	4	11.5	11.6	11.5	11.5
	6	10.5	10.8	10.5	10.6
	8	9.3	9.5	9.3	9.4
	10	7.6	7.8	7.7	7.7
40	0	15	15.3	15.0	15.1
	2	13.2	13.7	13.3	13.4
	4	11.5	11.9	11.6	11.7
	6	10	10.3	10.0	10.1
	8	8	8.3	8.1	8.1
	10	7.7	7.5	7.4	7.5
60	0	14.6	14.7	14.5	14.6
	2	12.6	12.7	12.6	12.6
	4	11.4	11.5	11.4	11.4
	6	9.3	9.5	9.3	9.4
	8	8.8	8.8	8.7	8.8
	10	6.1	6.5	6.1	6.2
80	0	15.4	15.5	15.3	15.4
	2	13.2	13.7	13.3	13.4
	4	12.2	12.4	12.2	12.3
	6	11.7	11.8	11.6	11.7
	8	8.9	8.9	8.7	8.8
	10	7.3	7.6	7.3	7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน

ระยะเวลาแช่น้ำเย็น (นาที)	ระยะเวลาเก็บรักษา(วัน)	ค่าการดูดกลืนแสง [1]			ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ [2] (มิลลิกรัม)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0	0.554	0.553	0.535	29.48	29.41	28.12	29.00
	2	0.483	0.471	0.475	24.39	23.53	23.82	23.91
	4	0.436	0.441	0.451	21.03	21.38	22.10	21.50
	6	0.397	0.392	0.381	18.23	17.88	17.09	17.73
	8	0.336	0.341	0.357	13.86	14.22	15.37	14.49
	10	0.275	0.284	0.291	9.50	10.14	10.64	10.09
40	0	0.579	0.585	0.588	31.27	31.70	31.91	31.63
	2	0.517	0.517	0.518	26.83	26.83	26.90	26.85
	4	0.483	0.440	0.456	24.39	21.31	22.46	22.72
	6	0.409	0.437	0.432	19.09	21.10	20.74	20.31
	8	0.364	0.360	0.381	15.87	15.58	17.09	16.18
	10	0.340	0.348	0.328	14.15	14.72	13.29	14.06
60	0	0.590	0.587	0.583	32.06	31.84	31.55	31.82
	2	0.523	0.519	0.533	27.26	26.97	27.97	27.40
	4	0.482	0.473	0.461	24.32	23.68	22.82	23.60
	6	0.426	0.407	0.411	20.31	18.95	19.24	19.50
	8	0.391	0.393	0.382	17.80	17.95	17.16	17.64
	10	0.357	0.342	0.348	15.37	14.29	14.72	14.80
80	0	0.583	0.594	0.577	31.55	32.34	31.12	31.67
	2	0.522	0.539	0.525	27.19	28.40	27.40	27.66
	4	0.488	0.493	0.482	24.75	25.11	24.32	24.73
	6	0.438	0.432	0.419	21.17	20.74	19.81	20.57
	8	0.395	0.402	0.397	18.09	18.59	18.23	18.30
	10	0.366	0.370	0.354	16.01	16.30	15.15	15.82

หมายเหตุ [1] แสดง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำข้าวโพดที่เจือจางด้วยอัตรา 1 ใน 100 มิลลิลิตร

[2] แสดง ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของตัวอย่างน้ำข้าวโพดก่อนเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย และปริมาณคาร์โบไฮเดรตของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่แช่น้ำเย็นเป็นเวลา 0 40 60 และ 80 นาที เป็นเวลา 10 วัน

ระยะเวลาแช่น้ำเย็น (นาที)	ระยะเวลาเก็บรักษา(วัน)	ค่าการดูดกลืนแสง [1]			ปริมาณคาร์โบไฮเดรต [2] (มิลลิกรัม)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
0	0	0.979	0.983	0.940	197.05	197.85	189.24	194.71
	2	0.884	0.824	0.821	178.03	166.02	165.42	169.83
	4	0.689	0.654	0.783	139.00	132.00	157.82	142.94
	6	0.477	0.472	0.584	96.57	95.57	117.99	103.38
	8	0.361	0.409	0.384	73.35	82.96	77.96	78.09
	10	0.251	0.285	0.304	51.34	58.14	61.95	57.14
40	0	1.059	0.985	0.978	213.06	198.25	196.85	202.72
	2	0.917	0.928	0.862	184.64	186.84	173.63	181.70
	4	0.699	0.682	0.707	141.00	137.60	142.61	140.40
	6	0.524	0.510	0.512	105.98	103.18	103.58	104.24
	8	0.428	0.436	0.434	86.76	88.37	87.97	87.70
	10	0.281	0.266	0.272	57.34	54.34	55.54	55.74
60	0	1.089	1.017	0.980	219.06	204.65	197.25	206.99
	2	0.959	0.932	0.887	193.04	187.64	178.63	186.44
	4	0.712	0.716	0.642	143.61	144.41	129.60	139.20
	6	0.530	0.542	0.527	107.18	109.58	106.58	107.78
	8	0.448	0.439	0.470	90.77	88.97	95.17	91.63
	10	0.309	0.322	0.297	62.95	65.55	60.54	63.01
80	0	1.074	0.998	1.154	216.06	200.85	232.07	216.33
	2	0.976	0.959	0.964	196.45	193.04	194.04	194.51
	4	0.736	0.726	0.767	148.41	146.41	154.62	149.81
	6	0.570	0.592	0.547	115.19	119.59	110.58	115.12
	8	0.454	0.485	0.492	91.97	98.17	99.57	96.57
	10	0.378	0.369	0.344	76.76	74.96	69.95	73.89

หมายเหตุ [1] แสดง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำข้าวโพดที่เจือจางด้วยอัตรา 1 ใน 500 มิลลิลิตร

[2] แสดง ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างน้ำข้าวโพดก่อนเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	146.6044	29.3209	1227.39**	3.11	5.06
ERROR	12	0.2867	0.0239			
TOTAL	17	146.8911	8.6407			

CV.(%)= 1.51 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p= 0.01) ns = non significant

LSD.05 =0.27 LSD .01 =0.39

ตารางผนวกที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	134.9133	26.9827	665.33**	3.11	5.06
ERROR	12	0.4867	0.0406			
TOTAL	17	135.4000	7.9647			

CV.(%) = 1.88 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 0.36 LSD .01 = 0.50

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	127.0628	25.4126	714.73**	3.11	5.06
ERROR	12	0.4267	0.0356			
TOTAL	17	127.4894	7.4994			

CV.(%) = 1.68 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 0.36 LSD .01 = 0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	102.4044	20.4809	604.35**	3.11	5.06
ERROR	12	0.4067	0.0339			
TOTAL	17	102.8111	6.0477			

CV.(%) = 1.56 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 0.33 LSD .01 = 0.46

ตารางผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	691.5878	138.3176	350.56**	3.11	5.06
ERROR	12	4.7347	0.3946			
TOTAL	17	696.3225	40.9601			

CV.(%) = 3.23 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 1.12 LSD .01 = 1.57

ตารางผนวกที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	649.6587	129.9317	161.2800**	3.11	5.06
ERROR	12	9.6673	0.8056			
TOTAL	17	659.3260	38.7839			

CV.(%) = 4.09 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 1.60 LSD .01 = 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	612.1763	122.4353	390.23**	3.11	5.06
ERROR	12	3.765	0.3137			
TOTAL	17	615.9413	36.2318			

CV.(%) = 2.49 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 1.00 LSD .01 = 1.40

ตารางผนวกที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	537.9775	107.5955	346.08**	3.11	5.06
ERROR	12	3.7308	0.3109			
TOTAL	17	541.7083	31.8652			

CV.(%) = 2.41 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 0.99 LSD .01 = 1.39

ตารางผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ไม่ได้แช่น้ำเย็น

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	43383.4444	8676.6889	112.24**	3.11	5.06
ERROR	12	927.6296	77.3025			
TOTAL	17	44311.0740	2606.5338			

CV.(%) = 7.07 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 15.64 LSD .01 = 21.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 40 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	48081.2589	9616.2518	404.65**	3.11	5.06
ERROR	12	285.174	23.7645			
TOTAL	17	48366.4329	2845.0843			

CV.(%) = 3.79 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 8.67 LSD .01 = 12.16

ตารางผนวกที่ 14 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพด หวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 60 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	46836.7558	9367.3512	212.54**	3.01	5.06
ERROR	12	528.8725	44.0727			
TOTAL	17	47365.6283	2786.2134			

CV.(%) = 5.01 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 11.81 LSD .01 = 16.56

ตารางผนวกที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวาน พันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็น 80 นาที

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	5	47289.5684	9457.9137	180.58**	3.01	5.06
ERROR	12	628.4884	52.374			
TOTAL	17	47918.0568	2818.7092			

CV.(%) = 5.13 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p= 0.01) ns = non significant

LSD.05 = 12.88 LSD .01 = 18.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวาน (บริกซ์,%) ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	23	536.3265	23.3185	696.65**	1.79	2.29
A	3	25.3415	8.4472	252.36**	2.84	4.31
B	5	507.6957	101.5391	3033.53**	2.45	3.51
AB	15	3.2893	0.2193	6.55**	1.92	2.52
ERROR	48	1.6067	0.0335			
TOTAL	71	537.9332	7.5765			

CV.(%) = 1.67 * = significant (p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

Factor A = ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น Factor B = ระยะเวลาในการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	23	2630.3592	114.3634	250.64**	1.79	2.29
A	3	138.7110	46.2370	101.33**	2.84	4.31
B	5	2473.0857	494.6171	1084.02**	2.45	3.51
AB	15	18.5624	1.2375	2.71**	1.92	2.52
ERROR	48	21.9015	0.4563			
TOTAL	71	2652.2607	37.3558			

CV.(%) = 3.11 * = significant(p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

Factor A = ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น Factor B = ระยะเวลาในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ระยะเวลาแช่น้ำเย็นต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	23	188299.0257	8186.9142	165.79**	1.79	2.29
A	3	2710.7884	903.5961	18.30**	2.84	4.31
B	5	184986.4643	36997.2929	749.23**	2.45	3.51
AB	15	601.7729	40.1182	0.81**	1.92	2.52
ERROR	48	2370.2547	49.3803			
TOTAL	71	190669.2804	2685.4828			

CV.(%) = 5.34 * = significant(p = 0.05) ** = highly significant (p = 0.01) ns = non significant

Factor A = ระยะเวลาในการแช่น้ำเย็น Factor B = ระยะเวลาในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้