สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1

Effect of Soaking Time and Storage on the Quality of Germinated Brown Rice cv. Suphanburi 1

โดย

นายสุภชัย วรรณมณี

นางสาวสุวดี กวักหิรัญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อุมา แสงคร้าม

T 102686

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102686
วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b.12037481

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

Effect of Soaking Time and Storage on the Quality of Germinated Brown Rice cv. Supanburi 1

โดย

นายสุภชัย วรรณมณี
นางสาวสุวดี กวักหิรัญ

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....
(ดร.อุมา แสงคร้าม)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....
(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๒ เดือน ..... พ.ศ. ๒๕๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1

โดย : นายสุภชัย วรรณมณี

: นางสาวสุวดี กวักหิรัญ

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของระยะเวลาการแช่น้ำในกระบวนการทำข้าวกล้องงอกและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ผลการทดลอง พบว่าค่าการสลายตัวในด่าง และระยะเวลาการหุงต้มของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำในกระบวนการงอกเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเฉลี่ยของข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง จะมีค่าน้อยกว่าข้าวที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 15 ชั่วโมง สำหรับผลของการเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 3 เดือน ที่มีต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก พบว่าการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวกล้องงอก ทำให้การดูดน้ำระหว่างการหุงต้ม และระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ปริมาณโอรีซานอลและน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก ระยะเวลาการแช่น้ำ การเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว โอรีซานอล และน้ำตาลรีดิวซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of Soaking Time and Storage on the Quality of Germinated Brown Rice cv. Suphanburi 1

Author : Mr. Supachi Wanmanee

: Miss Suwadee Kwaghirun

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agriculture Technology

Advisor : Dr.Uma Sangkram

ABSTRACT

The process of soaking time (6 and 15 hours) and the effect of storage time (0, 1, 2 and 3 months) on the quality of germinated brown rice cv. Supanburi 1 were studied. The results showed that alkali spreading value and cooking time of germinated brown rice were not significantly effected by soaking time but water absorption percentage of 6 hour-soaked rice was higher than 15 hour-soaked rice. When germinated brown rice was stored for 3 months, it was found that water absorption percentage and cooking time of rice were increased with the increase of storage but the quantity of oryzanol and reducing sugar were decrease.

Key word : germinated brown rice, soaking time, storage, physico-chemical property, oryzanol, reducing sugar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ดร.อุมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและผลักดันให้เกิดมีปัญหาพิเศษเรื่องนี้พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในระหว่างการทำปัญหาพิเศษอาจารย์ให้ความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น จนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ให้ใช้ในการทำปัญหาพิเศษให้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ต่างๆอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำวิชาความรู้เหล่านั้นที่ได้รับมาร่วมใช้ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาที่ได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ให้โอกาสทางการศึกษาและเป็นกำลังใจให้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่สำคัญให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จบรรลุผลดั่งที่ใจมุ่งหวัง

ขอขอบคุณ คุณสามารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษให้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณพัชรี ชูอำไพ ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆและให้ความช่วยเหลือในเรื่องการทำรูปเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ พี่ไพฑูรย์ ละลา นักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลองในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณ พี่การันต์ ผึ่งบรรหาร นักศึกษาปริญญาโทที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ

ขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาข้าพเจ้ามาโดยตลอด

สุภชัย วรรณมณี

สุวดี กวักหิรัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุป	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1	28
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส	29
กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	30
กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล	31
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลผลการทดลอง	32
ภาคผนวก ง ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน	36
ประวัติผู้เขียน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้ขัดสีที่ความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์	5
2	ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์	5
3	การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลสในข้าวขาว	6
4	การแบ่งประเภทข้าวจ้าวตามความคงตัวของแป้งสุก	7
5	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิแป้งสุกค่าการสลายเมล็ดในด่างและระยะเวลาการหุงต้ม	7
6	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	16
7	แสดงค่าปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	17
8	แสดงค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	18
9	แสดงค่าระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	19
10	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	20
11	แสดงค่าปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	21
12	แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงลักษณะของข้าวสุพรรณบุรี 1	3
2	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
3	แสดงกระบวนการงอกของข้าวกล้อง	9
4	แสดงค่าปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	17
5	ระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	19
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	21
7	แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	22
8	แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข่าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมงเมื่อเก็บรักษาระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ก.	แสดงคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1	28
ข.1	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส	29
ข.2	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	30
ข.3	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล	31
ค.1	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	32
ค.2	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์อะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	32
ค.3	แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0,1, 2 และ 3 เดือน	33
ค.4	แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม(นาที)ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	33
ค.5	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	34
ค.6	แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	34
ค.7	แสดงข้อมูลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ3เดือน	35
ง.1	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	36
ง.2	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	36
ง.3	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	37
ง.4	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง.5	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอริซานอล(ppm) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	38
ง.6	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก. กลูโคส)ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวถือเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลกโดยเฉพาะมีความสำคัญต่อประเทศแถบทวีปเอเชีย ทั้งนี้เนื่องมาจากประชากรในทวีปเอเชียนิยมบริโภคข้าวเป็นจำนวนมากและพบว่าในเมล็ดข้าวนั้นจะมีสารอาหารประเภทต่างๆ ที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย อันได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่พบมากที่สุดในเมล็ดข้าวและเป็นแหล่งให้พลังงานแก่ร่างกาย และยังพบโปรตีน วิตามินบี วิตามินอี รวมทั้งไขมัน ซึ่งพบได้ในรำข้าวเป็นส่วนใหญ่และได้มีการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์จำพวกน้ำมันรำข้าว เป็นต้น

ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นผู้ที่ส่งออกข้าวและบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ดังนั้น จึงมีความสนใจศึกษาค้นคว้า เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวและเพื่อการขยายตลาดรับซื้อให้กว้างขึ้น การทำข้าวกล้องงอก(germinated brown rice) ถือเป็นกระบวนการหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพข้าว ซึ่งข้าวกล้องงอกเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางอาหารสูง แต่จากการศึกษาต่างๆ แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของข้าวกล้องงอกนั้นจะผันแปรขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต และการเก็บรักษา ดังนั้น การศึกษาถึงขั้นตอนที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาการแช่น้ำที่เหมาะสมในกระบวนการการทำข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1
2. เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

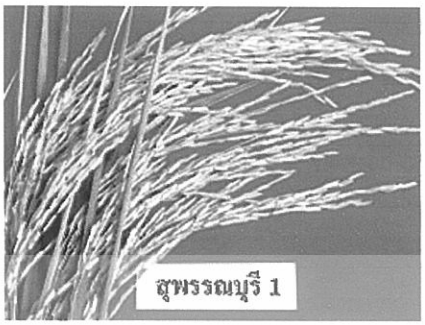
ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูลหญ้า (Poaceae หรือ Gramineae) จัดอยู่ในสกุล (Genus) Oryza ข้าวที่มนุษย์ใช้ในการบริโภคมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa*) และข้าวปลูก แอฟริกา (*Oryza glaberrima*) สำหรับข้าวปลูกเอเชีย ปลูกอยู่ทั่วไปในเขตร้อน และเขตอบอุ่นของโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอินเดียรวมทั้งประเทศในแถบคาบสมุทรอินโดจีน ซึ่งได้แก่ไทย กัมพูชา ลาว เวียดนาม พม่า จีน ญี่ปุ่น และอินโดนิเซีย ส่วนข้าวปลูกแอฟริกามีแหล่งปลูกเริ่มแรกอยู่ในแอฟริกาตะวันตก จากนั้นจึงแพร่กระจายไปในบริเวณทางใต้ของทะเลททราย ซาฮารา

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลกมากกว่า 3 พันล้านคน โดยเฉพาะประชากรในแถบเอเชียและประเทศกำลังพัฒนา และยังเป็นอาหารเสริมของประชากรอีกประมาณ 2 พันล้านคน ประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิต ข้าวโลกจะมีการผลิตและการบริโภคอยู่ในทวีปเอเชีย และจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2548 พื้นที่เพาะปลูกข้าวทั่วโลก 958,212 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวที่ได้ 617,351ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่ 644 กิโลกรัมต่อไร่ ไทยส่งข้าวทั้งหมดปริมาณ 6,503,994 ตัน เป็นมูลค่า 80,840 ล้านบาท จีนมีปริมาณผลผลิตรวม 115 ล้านตัน อินเดีย 88 ล้านตัน เวียดนาม มีปริมาณผลผลิตรวม 21.25 ล้านตัน และสหรัฐอเมริกา 6.32 ล้านตัน (วัชระ, 2547)

ข้าวสุพรรณบุรี 1

เป็นข้าวเจ้าพันธุ์ผสม ระหว่าง พันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของ IR 25393 – 57 – 2 – 3 กข 23/IR 27316-96-3-2-2 และคู่ผสมเดี่ยวของ IR77205-3-2-1-1/SPPLR 79134-51-2-2 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2528 แล้วปลูกคัดเลือกแบบสืบตระกูลจนได้สายพันธุ์ SPRLR 85163-5-1-1-2 แล้วปลูกศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตทั้งในสถานีทดลองและนาเกษตรจนถึงปี 2535 ผ่านการพิจารณารับรองพันธุ์ของคณะกรรมการวิจัยและพัฒนาของกรมวิชาการเกษตรเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2537 และให้ชื่อว่า ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 มีลักษณะ ตรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้ม ใบสีเขียวเข้ม มีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้ง คอรวงยาวค่อนข้างแน่น ระแง้ค่อนข้างถี่ เปลือกเมล็ดสีฟาง อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 120-125 วัน ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 22 วันเมล็ดข้าวกล้อง ยาว 7.3 มม.ความสูง ประมาณ 125 ซม.ผลผลิตเฉลี่ย 806 กก./ไร่ ลักษณะพันธุ์ ไม่ไวต่อช่วงแสง คุณภาพข้าวสุก ร่วนแข็งเปอร์เซ็นต์แป้งอะมิโลส 29 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของข้าวสุพรรณบุรี 1 (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (pericarp)

เมล็ดข้าวประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ห่อหุ้ม เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk)
2. ส่วนที่รับประทานได้ เรียกว่า ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice)

แกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ขั้วเมล็ด (rachilla)และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas)

ข้าวกล้อง คือ เมล็ดที่เอาเปลือกออกแล้วประกอบด้วยเยื่อหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วย เนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ epicarp mesocarp และ endosperm ผนังเซลล์ประกอบด้วย protein cellulose และ hemicellulose เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen) ประกอบด้วยเนื้อสองชั้นเป็นที่อยู่ของสาร ประเภทไขมัน เยื่ออลูโลน (aleurone) ห่อหุ้มเอนโดสเปิร์มและคัพภะ มีโปรตีนสูงประกอบด้วย oil cellulose hemicellulose ส่วนที่เป็นแป้งอยู่ชั้นในสุดประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้าง แป้งมี 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylase) และ อะมิโลเพคติน (amylopectin) มีสัดส่วนแตกต่างกันตามชนิดของข้าว คัพภะ (embryo) เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นต่อไปและเป็นส่วนที่มีโปรตีนและไขมันสูง (เอกสงวน, 2544)

ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของข้าว (Anon, 2006)

องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสาร การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) เพื่อให้ทราบองค์ประกอบทางเคมี หรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก นอกจากนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ให้คุณค่าทางอาหาร และโภชนาการ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุและปริมาณกรดอะมิโนที่มีในโปรตีนของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการกะเทาะเปลือก ขัดขาว และขัดมัน แสดงในตารางที่ 1 สำหรับปริมาณวิตามินได้แก่ ไทอะมิน (วิตามิน บี1) ไรโบเฟลวิน (วิตามินบี 2) ไนอะซิน (กรดสิโคทินิก) และแอลฟา-ทอโคเฟอรอล (วิตามินอี) และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสในไฟทิน เหล็ก และสังกะสี แสดงในตารางที่ 2 (Juliano, 1993)

ตารางที่ 1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (Juliano, 1993)

ส่วนของข้าว	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	รำข้าว	แกลบ
โปรตีน (ก.)	5.8-7	7.1-8.3	6.3-7.1	11.3-14.9	2.0-2.8
ไขมัน (ก.)	1.5-2.3	1.6-2.8	0.3-0.5	15-19.7	0.3-0.8
เส้นใย (ก.)	7.2-10.4	0.6-1.0	0.2-0.5	7.0-11.4	34.5-45.9
เถ้า (ก.)	2.9-5.21.	1.0-1.5	0.3-0.8	6.6-9.9	13.2-21
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	64-73	73-87	77-89	34-62	22-34
เส้นใยอาหาร (ก.)	16.4-19.2	2.9-3.9	0.7-2.3	24-29	66-74
พลังงาน (กิโลจูน)	1,580	1,520-1,610	1,460-1,560	670-1,990	1,110-1,390
(กิโลแคลอรี)	378	363-385	349-373	399-476	265-332

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ (Juliano, 1993)

ส่วนของข้าว	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร	รำข้าว	แกลบ
ไทอะมิน (มก.)	0.26-0.33	0.29-0.61	0.02-0.11	1.20-2.40	0.09-0.21
ไรโบเฟลวิน (มก.)	0.06-0.11	0.04-0.14	0.02-0.06	0.18-0.43	0.05-0.07
ไนอะซิน (มก.)	2.9-5.6	3.5-5.3	1.3-2.4	26.7-49.9	1.6-4.2
แอลฟา-ทอโคฟีรอล	0.09-2.00	0.90-2.50	0.01-0.03	2.60-13.3	0
แคลเซียม (มก.)	10-80	10-50	10-30	30-120	60-130
ฟอสฟอรัส (มก.)	0.17-0.43	0.17-0.43	0.08-0.15	1.1-2.5	0.03-0.07
ไฟทินฟอสเฟต (มก.)	0.18-0.21	0.13-0.27	0.02-0.07	0.9-2.2	0
เหล็ก (มก.)	1.4-6.0	0.2-5.2	0.2-2.8	8.6-43.0	3.9-9.5
สังกะสี (มก.)	1.7-3.1	0.6-2.8	0.6-2.3	4.3-25.8	0.9-4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางจะเห็นว่ารำจะเป็นแหล่งของวิตามิน และแร่ธาตุที่ดีที่สุด รองลงมา คือ ข้าวกล้อง ข้าวสาร ตามลำดับ จึงควรนำรำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารมนุษย์แทนการนำไปเป็นอาหารสัตว์ และการบริโภคข้าวกล้องจะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์มากกว่าการบริโภคข้าวสารขาว (อรอนงค์, 2547)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกหรือคุณสมบัติของแป้ง

1. ปริมาณอะมิโลส (appearance amylase content) แม้ว่าแป้งข้าวมีปริมาณอะมิโลเพคตินมากกว่า อะมิโลสแต่นิยมแบ่งข้าวโดยใช้อะมิโลสเป็นหลักอัตราส่วนของอะมิโลสกับอะมิโลเพคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น แป้งข้าวเหนียวมีอะมิโลเพคตินเป็นส่วนใหญ่หรือมีอะมิโลสเพียงเล็กน้อยส่วนแป้งข้าวเจ้ามีอะมิโลสเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ10-34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ข้าวสุกร่วนขึ้น มีการจัดแบ่งข้าวตามปริมาณอะมิโลสดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลสในข้าวขาว (ละม้ายมาศ, 2547)

ชนิดข้าว	ปริมาณอะมิโลส	ลักษณะข้าว
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้า		
ข้าวอะมิโลสต่ำ	10-19	เหนียว-นุ่ม
ข้าวอะมิโลสปานกลาง	20-25	ค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
ข้าวอะมิโลสสูง	25-34	ร่วนแข็ง

2. ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) ปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกันความแข็งของข้าวสุกอาจแตกต่างกันเนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวต่างกันการทดสอบความแข็งของแป้งสุกทดสอบจากระยะทางที่แป้งสุกไหลหน่วยเป็นมิลลิเมตร การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก แบ่งได้ 3 ประเภท (ตารางที่ 4) การพิจารณาคุณภาพข้าวเจ้าโดยใช้ความคงตัวแป้งสุกนั้นจะต้องพิจารณาบนพื้นฐานของข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสอยู่ในประเภทเดียวกัน ดังนั้นหากมีข้าว 2 พันธุ์ ที่มีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกัน ข้าวที่มีแป้งอ่อนหรือมีค่าความคงตัวของแป้งสุกสูง เมื่อหุงสุก จะได้ข้าวสุกนุ่มกว่าข้าวที่มีแป้งแข็งหรือมีค่าความคงตัวของแป้งสุกต่ำ ดังในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวแป้งสุก (ละม้ายมาศ, 2547)

ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มิลลิเมตร)
แป้งสุกแข็ง	ต่ำกว่า 40
แป้งสุกปานกลาง	41-60
แป้งสุกอ่อน	61-100

3. อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) การหุงต้มเมล็ดข้าวในสุก มักใช้เวลา (cooking duration) ประมาณ14-24 นาทีขึ้นกับอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ค่าอุณหภูมิแป้งสุกหาได้จาก Viscogram ของน้ำแป้งข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เครื่อง Brabender Visco-Amylograph ที่อัตราการเพิ่มและลดอุณหภูมิ 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงต่อตัวอย่าง หรืออาจหาจากค่าการสลายเมล็ดในด่าง (alkali test) โดยการแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลายด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ นาน 23 ชั่วโมง วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ได้หลายร้อยตัวอย่างต่อวัน ทั้งสองวิธีการนี้พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิแป้งสุกค่าการสลายเมล็ดในด่างและระยะเวลาการหุงต้ม (ละม้ายมาศ, 2547)

อุณหภูมิแป้งสุก (°ซ)	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 70	ต่ำ	6-7	12-17
70-74	ปานกลาง	4-5	17-24
มากกว่า 75	สูง	1-3	มากกว่า 24

นอกจากระยะเวลาหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุกแล้ว ความหนาของเมล็ดข้าวอาจทำให้ต้องยืดระยะเวลาหุงต้มออกไปอีก เช่น ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกใกล้เคียงกัน ข้าวที่มีเมล็ดหนาจะต้องใช้เวลาหุงต้นนานกว่าข้าวที่มีเมล็ดบาง นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนที่ผิวนอกของเมล็ดยังเป็นอุปสรรคต่อการซึมผ่านของน้ำ นั่นคือข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงต้องใช้เวลาการหุงต้มนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การงอกของเมล็ด

เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของคัพภะ (embryo) ไปเป็นต้นอ่อน (seedling) ซึ่งปัจจัยในการงอกของเมล็ด ได้แก่ (เอกสงวน, 2544)

1. น้ำ หรือ ความชื้น เพื่อช่วยในการย่อยสลายสารประกอบเคมีโมเลกุลใหญ่ๆในเมล็ดให้เล็กลง เพื่อขนย้ายไปยังจุดเจริญ เช่น โปรตีน แตกย่อยเป็นกรดอะมิโนคาร์โบไฮเดรต เป็นกลูโคส และไขมันเป็นกรดไขมันความชื้นที่เมล็ดจะงอกได้ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์

2. ออกซิเจน (oxygen) การงอกของเมล็ดเป็นขบวนการของสิ่งมีชีวิตจึงต้องการออกซิเจนสำหรับการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการแบ่งเซลล์ และเจริญเติบโต เมล็ดพืชสามารถงอกได้เมื่อมีออกซิเจน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับข้าวต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ก็ยังงอกได้

3. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการงอกของเมล็ดพืชอยู่ระหว่าง 10-50 องศาเซลเซียส แล้วแต่ชนิดของพืช อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปทำให้เมล็ดไม่งอกได้

4. แสง จำเป็นสำหรับการงอกของเมล็ดพืชบางชนิดเท่านั้น พืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสำหรับการงอก ที่สำคัญมีเพียง 3 ปัจจัยแรกเท่านั้น

ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้อง (cargo rice; loozain rice; brown rice; husked rice) คือ ข้าวที่กะเทาะเอาเปลือกหรือแกลบออกโดยการผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จึงมีสีขุ่นจึงยังคงส่วนที่เป็นจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก ข้าวกล้องโดยทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อนๆ ในสมัยก่อนใช้วิธีซ้อมมือหรือตำด้วยมือจึง เรียกว่า ข้าวซ้อมมือ ข้าวกล้องจึงยังคงคุณค่าทางการโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง อย่างไรก็ตามการบริโภคยังไม่ได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากหุงสุกยากและเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหยาบ การทำข้าวกล้องงอกเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหานี้ได้

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการหุงต้มและการรับประทานของข้าวกล้องให้ดีขึ้น โดยนำข้าวกล้องไปแช่น้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เมล็ดข้าวเกิดการดูดน้ำและเริ่มต้นกระบวนการงอกขึ้น คัพภะจะขยายขนาดขึ้นมาประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร จากนั้นจะหยุดกระบวนการก่อนที่รากจะงอก ข้าวที่ได้จะถูกนำมาลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ในการหุงต้มข้าวกล้องที่ได้นี้จะสามารถดูดน้ำได้ดีขึ้น หุงสุกง่าย มีรสชาติหวานเพราะแป้งบางส่วนนั้นจะถูกย่อยเป็นน้ำตาล และนอกจากนี้ข้าวกล้องยังอุดมไปด้วยเส้นใย กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย Kayahara and Tsukahara (2003) รายงานว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสารขัดขาวแล้วข้าวกล้องงอกมี GABA มากกว่าข้าวสาร 10 เท่า มีเส้นใย วิตามินอี ไนอาซีน และไลซีน มากกว่า 4 เท่า และมีวิตามินบี 1 และ บี 6 มากกว่า 3 เท่า การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานข้าวกล้องงอกอย่างต่อเนื่องจะมีผลดีต่อกระบวนการเมทตาบอลิซึมของสมองและป้องกันอาการปวดหัว อาการท้องผูก มะเร็งลำไส้ใหญ่ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โรคหัวใจ รวมทั้ง โรคอัลไซเมอร์

Komatsuzaki N. และ คณะ (2003) นำข้าวเปลือกไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0.5, 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 ชม.แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิปกติจนครบ 24 ชม. ในระหว่างเวลาดังกล่าวจะมีการให้อากาศร่วมด้วย พบว่าข้าวกล้องที่ได้มีปริมาณของ GABA เพิ่มขึ้น และปริมาณกรดกลูตามิกลดลง โดยข้าวที่แช่เป็นเวลา 3 ชม. และบ่มต่ออีก 21 ชม. จะมีปริมาณของ GABA เพิ่มขึ้นมากที่สุด 42.2 มก./100ก. แล้วข้าวที่แช่น้ำ 2 ชม. แล้วบ่มต่ออีก 22 ชม.จะมีปริมาณของ GABA 37.6 มก./100ก.

ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการงอกของข้าวกล้อง (Anon, 2005)

การเก็บรักษาข้าว

การเปลี่ยนแปลงของข้าวนั้นเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค โดยขึ้นอยู่กับสภาวะของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ เวลา และความชื้นซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพข้าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และทางเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยพบว่าอุณหภูมินั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาวะอื่น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัด คือ เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกในข้าวใหม่ (เก็บเกี่ยวมาใหม่) ซึ่งในการหุงนั้นจะได้ข้าวหุงสุกที่นุ่มแฉะ เกาะติดกัน มีของแข็งละลายในน้ำที่ใช้หุงสุกมาก ข้าวอุ้มน้ำได้น้อย ขยายปริมาตรไม่มาก ตรงกันข้ามกับข้าวหุงสุกจากข้าวเก่าซึ่งร่วนแข็งไม่เกาะติดกันมีของแข็งละลายในน้ำที่ใช้หุงน้อย อุ้มน้ำมากและขยายปริมาตรมาก (หุงขึ้นหม้อ) เนื่องจากข้าวที่ถูกเก็บรักษาไว้จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว ส่งผลให้มีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลให้มีความคงตัวและการละลายในน้ำน้อยลง มีผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงมากกว่าข้าวใหม่ ลักษณะข้าวหุงสุกของข้าวเก่าจะแข็งและร่วนมากกว่าข้าวใหม่ ความหนืดและความคงตัวของแป้งจะเพิ่มขึ้น ส่วนองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณอะมิโลส และ แป้งก็ยังคงใกล้เคียงกับข้าวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ข้าวเก่าที่เก็บไว้นานในอุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากแต่ถ้าเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ กลิ่นรสชาติของข้าวเก่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบของข้าวโดยเฉพาะในกลุ่มของสารระเหยจะให้กลิ่นที่ผิดปกติ จากไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน เช่นสารกลุ่มแอลดีไฮด์ คีโตน เช่น เมทิลเมอร์แคพแทน (methyl mercaptan)ไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethyl sulfide) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(sulfur dioxide) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) โดยในระหว่างเก็บการรักษาสารเหล่านี้จะเพิ่มหรือลดลงบ้าง แต่มีผลต่อกลิ่นที่ผิดจากปกติทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (อรอนงค์, 2547; Swamy, 1972; Joliano, 1985)

มีนักวิจัยหลายกลุ่มพยายามหาทฤษฎีและเสนอการเปลี่ยนแปลงของข้าวขณะเก็บรักษาจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า ที่ทำให้คุณภาพการหุงต้ม และการรับประทานของข้าวเปลี่ยนแปลง *(*Chrastil *et al.,*1994*)* พบว่าการเปลี่ยนแปลงของข้าวในการเก็บรักษามีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน และแป้ง ตลอดจนการทำปฏิกิริยาสัมพันธ์กันระหว่างโปรตีน และเม็ดแป้งในระดับโครงสร้างโมเลกุลโดยทำให้น้ำหนักโมเลกุลของแป้งเปลี่ยนแปลง และน้ำหนักโมเลกุลของออริซานิน (oryzanin) ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่มีมากที่สุดในข้าวเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่า เอนไซม์หลายชนิดที่พบในข้าวคงมีกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง แม้จะเก็บรักษาข้าวไว้เป็นเวลานาน รวมทั้งเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แป้งก็ยังคงทำงานอยู่จึงอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้าวจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าได้ซึ่งจำเป็นต้องมีงานวิจัยในเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้น (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จำนวน 8 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ความงอก 95 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (oven) ยี่ห้อ Memment modell 800
2. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo electron รุ่น Helios gamma
3. อ่างน้ำร้อน (water bath) ยี่ห้อ Memmert
4. เครื่อง votex mixer
5. เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ FALC รุ่น BE 6
6. เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าว
7. เครื่องขัดสีข้าว
8. เครื่องโม่แป้ง
9. ตะแกรงร่อนที่มีความละเอียด 100 เมช (mesh)
10. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม
11. petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 13.5 ซม.

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×4 factorial in completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการแช่น้ำ 2 ระยะ ได้แก่ 6 และ 15 ชั่วโมง

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 ระยะ ได้แก่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน

2. การทำข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก

นำข้าวเปลือกจำนวน 2 กิโลกรัม ต่อสิ่งทดลอง (treatment) มาล้างเอาสิ่งเจือปนออกแล้วนำไปแช่น้ำในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ 15 ชั่วโมงโดยทำการเปลี่ยนน้ำทุก 6 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำข้าวเปลือกที่ได้ไปล้างน้ำ 2-3 ครั้ง หลังจากนั้นนำข้าวเปลือกมาใส่ในตะแกรงเพื่อให้สะเด็ดน้ำ ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ปิดทับบ่มไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 และ 9 ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากการครบกำหนด นำข้าวเปลือกไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 11±1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ได้มากะเทาะเปลือกออกแล้วบรรจุใส่ถุงโพลีเอทิลีนเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, และ 3 เดือน เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา นำตัวอย่างข้าวมาศึกษาคุณสมบัติ

3. การบันทึกข้อมูล

(1) เปอร์เซ็นต์ความชื้น

ทำการหาความชื้นของข้าวกล้องหลังจากครบกำหนดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่ละระยะโดยนำถ้วยทดสอบความชื้น (moisture can) ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักจนคงที่ก่อนนำไปใช้และบันทึกค่าน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักถ้วยทดสอบความชื้นพร้อมฝา ใส่ตัวอย่างข้าวทั้งเมล็ด 25 กรัมต่อ 1 ถ้วย บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นของเมล็ดข้าวจากสูตร

$$\text{ความชื้น (\%น้ำหนักเปียก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างข้าวก่อนอบ-น้ำหนักตัวอย่างข้าวหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างข้าวก่อนอบ}} \times 100$$

(2) ปริมาณอะมิโลส

บดเมล็ดข้าวกล้องงอกด้วยเครื่องโม่แป้งร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช ชั่งแป้งมา 0.1000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 20 มล.ปิเปตเอทธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1 มล. เติมในตัวอย่างเขย่าเบาๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออก ระวังอย่าให้แป้งขึ้นมาเกาะตามผนังขวด ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1N ปริมาณ 9 มล. พร้อมทั้งล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด ต้มในอ่างน้ำร้อน นาน 10 นาที ให้เป็นน้ำแป้ง แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล.

ดูดน้ำแป้งปริมาตร 5 มล. ใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล. อีก 1 ชุด เติมน้ำกลั่น 70 มล. กรดอะซิติกปริมาณ 1N 1 มล. และสารละลายไอโอดีน 2 มล. เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร (nm) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณอะมิโลสโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวกที่ ค.2)

(3) การสลายเมล็ดในด่าง (alkaline digestion test)

สุ่มเมล็ดข้าวกล้องงอกมา 10 เมล็ดต่อซ้ำใส่ลงในจานแก้วทดสอบ (petri-dish) แล้ววางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10 มล.หรือท่วมเมล็ดข้าว โดยให้เมล็ดข้าวทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย และให้แต่ละเมล็ดอยู่ห่างกันพอสมควร ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามลักษณะการสลายของเมล็ดข้าวและให้คะแนน 1-7 ซึ่งแต่ละระดับคะแนนแสดงลักษณะของเมล็ดข้าวดังนี้ (งามชื่น, 2545)

ค่าการสลาย	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะของเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงเลย
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือยาว และมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขาวขุ่น
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด และมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

(4) เวลาการหุงต้ม

ต้มน้ำกลั่นปริมาตร 400 มล. ในบีกเกอร์ขนาด 600 มล. ให้เดือด ใส่ตัวอย่างข้าว 30 กรัมต่อซ้ำลงในน้ำเดือดพร้อมจับเวลา หลังจากครบ 10 นาทีทำการสุ่มตัวอย่างข้าวนาทีละ 10 เมล็ดวางบนแผ่นแก้วแล้วนำแผ่นแก้วอีกหนึ่งแผ่นกดบนเมล็ดข้าว ตรวจดูไตสีขาวตรงกลางเมล็ดข้าว บันทึกค่าเวลาต้มข้าวที่เหมาะสม เมื่อเมล็ดข้าว 9 ใน 10 เมล็ดไม่มีไตสีขาวตรงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) การดูดน้ำของข้าว

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวกล้องงอกจำนวน 2 กรัม ใส่หลอดทดลองที่ชั่งไว้แล้ว เติมน้ำ 20 มล. ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว ต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที รินน้ำออกให้ข้าวสะเด็ดน้ำทิ้งให้เย็น 30 นาที ชั่งน้ำหนักข้าวสุก คำนวณการดูดน้ำของเมล็ดข้าวจากสูตร

$$\text{ความสามารถในการดูดน้ำของข้าว(\%)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}} \times 100$$

(6) การทดสอบหาปริมาณโอรีซานอล

นำข้าวกล้องงอกมาขัดสีเพื่อให้ได้รำข้าวมาสกัดน้ำมัน ปริมาณรำข้าวที่ใช้ 10 กรัมนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชม. แล้วนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปสกัดด้วยเฮกเซน 200 มล. ด้วยเครื่องสกัดไขมัน จากนั้นนำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporater) นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ตัวอย่างละ 0.10000 มล. ละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับการดูดกลืนแสงของสารละลายแกรมมาโอรีซานอลมาตรฐาน (ภาคผนวกที่ ค.5)

(7) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแป้งข้าว

ทำการชั่งแป้ง 2 กรัม (±0.0001) ผสมกับน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ค่าเท่ากับ 100 มล. เขย่าบ่อยๆ จนครบ 1 ชั่งโมง แล้วนำส่วนใสที่กรองได้ไปกรองน้ำแป้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 จากนั้นนำน้ำแป้งที่ได้มา 1มล.นำมาผสมกับสารละลาย DNS 1 มล. ต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำให้เย็นทันที นำไปเติมน้ำกลั่น 5 มล. แล้วเขย่าด้วยเครื่อง Vortex แล้วนำสารที่ได้ไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร (nm.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SAS version 6.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่และเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์ความชื้น

ในการทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกหลังจากอบลดความชื้นและก่อนทำการเก็บรักษา พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวมีค่าประมาณ 11.5-12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับความชื้นดังกล่าวมีความผันแปรเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	11.78	11.45	11.36	11.97	11.64
15 ชั่วโมง	11.57	11.23	11.45	11.48	11.43
เฉลี่ย	11.67	11.34	11.40	11.72	

ปริมาณอะมิโลส

สมบัติทางเคมีที่สามารถใช้จำแนกชนิดของข้าวหุงสุกได้ คือ ปริมาณอะมิโลส จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์อะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7 ภาพที่ 4) โดยข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์อะมิโลส (31.81 เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 15 ชั่วโมง (32.44 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์อะมิโลสดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มอะมิโลสสูง (มีปริมาณอะมิโลสมากกว่า 25-34 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งลักษณะข้าวสุกที่ได้จะร่วนแข็ง (กรมวิชาการเกษตร, 2549) การเพิ่มขึ้นของปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำนานกว่าอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเมล็ดในส่วนของอะมิโลเพคตินทำให้พันธะ α 1,6 – glucoside หลุดออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

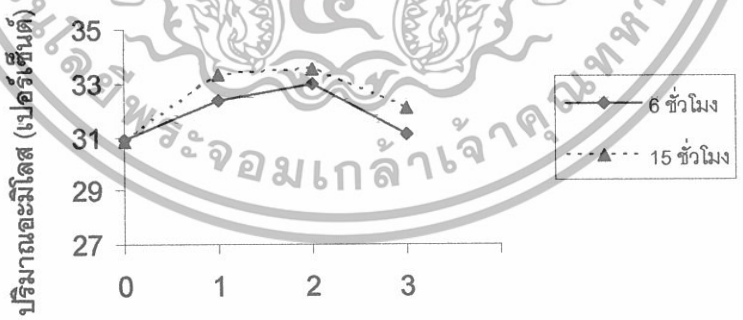
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่ามีผลทำให้ปริมาณอะมิโลสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องงอกก่อนเก็บรักษาจะมีปริมาณอะมิโลส 30.85 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาไปจนถึงระยะเวลา 2 เดือน จะมีปริมาณอะมิโลสเพิ่มขึ้นเป็น 33.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 แสดงค่าปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	30.88	32.34	32.96	31.09	31.81^{A}
15 ชั่วโมง	30.82	33.31	33.55	32.10	32.44^{B}
เฉลี่ย	30.85^{b}	32.82^{a}	33.25^{a}	31.59^{b}	
CV (%)	= 2.08				

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 แสดงค่าปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102686

การสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว

จาการทดลองการสลายเมล็ดข้าวในด่างของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องงอกพบว่าผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางและทางยาว รวมทั้งมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง มีคะแนนการสลายอยู่ในช่วง 5-6 คะแนน (อรอนงค์, 2547) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6
15 ชั่วโมง	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6
เฉลี่ย	5-6	5-6	5-6	5-6	

ระยะเวลาในการหุงต้ม

ระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาในการแช่น้ำไม่มีผลทำให้ระยะเวลาการหุงต้มแตกต่างกันโดยจะใช้เวลาประมาณ 38-39 นาที เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อเวลาการหุงต้ม พบว่าการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีแนวโน้มทำให้ระยะเวลาการหุงต้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 3 เดือน ข้าวกล้องงอกจะใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานที่สุด คือประมาณ 40 นาที ข้าวที่เก็บรักษานานจะใช้เวลาการหุงต้มนานขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของกุลวลีและผกามาศ (2549) (ตารางที่ 9 และภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมงเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	38.66	37.00	40.33	39.67	38.91^{A}
15 ชั่วโมง	36.66	35.66	40.00	40.67	38.24^{B}
เฉลี่ย	37.66^{b}	36.33^{c}	40.16^{a}	40.17^{a}	
CV (%)	= 1.83				
หมายเหตุ	ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์				

ภาพที่ 5 แสดงค่าระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำระหว่างการหุงต้มของข้าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ (373.58 เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง (394 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 10 และภาพที่ 6) ซึ่งอาจเนื่องมาจากการแช่น้ำที่นานกว่าในกระบวนการทำข้าวกล้องงอกมีผลให้โครงสร้างของรำเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่ายขึ้น และโครงสร้างของแป้งที่ดูดน้ำไว้มากระหว่างทำข้าวกล้องงอกและถูกลดความชื้นลงจะดูดซับน้ำได้ง่ายในระหว่างการหุงต้ม

สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ แม้ว่าผลการทดลองจะแสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกก่อนเก็บรักษาจะมีค่าการดูดน้ำระหว่างการหุงต้มสูงสุดก็ตาม แต่ค่าการดูดน้ำจะผันแปรขึ้นลงและหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนค่าการดูดน้ำไม่แตกต่างจากก่อนเก็บรักษา ความผันแปรดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการทดลอง ทั้งนี้เพราะโดยปกติแล้วข้าวที่เก็บรักษานานจะมีค่าการดูดน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี โดยข้าวที่เก็บรักษานานจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อย อุ้มน้ำมาก และขยายปริมาตรมาก (อรอนงค์, 2547)

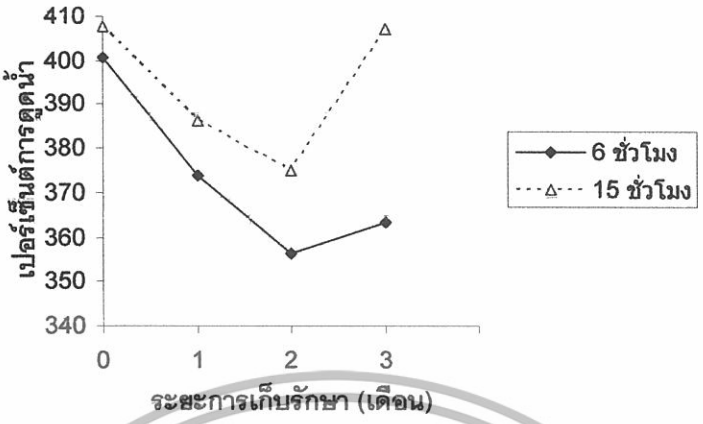
ตารางที่ 10 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	400.83	374	356.16	363.33	373.58^{A}
15 ชั่วโมง	407.66	386.16	375.04	407.16	394.00^{B}
เฉลี่ย	404.24^{a}	380.08^{b}	365.6^{b}	385.24^{ab}	

CV (%) = 4.08

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

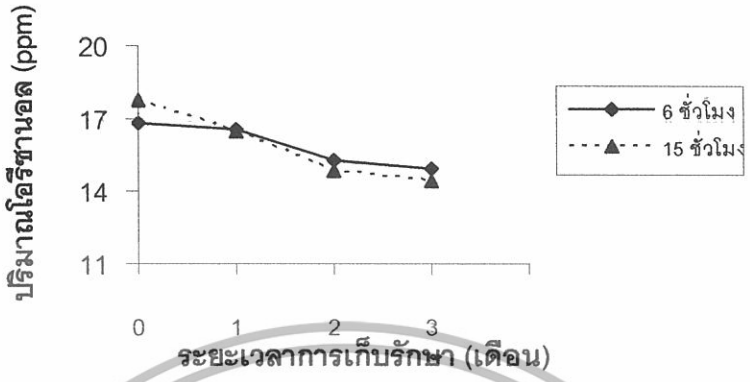
ปริมาณโอรีซานอล

จากการทดลองพบว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง จะมีปริมาณโอรีซานอลไม่แตกต่างกันโดยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 16 ppm แต่ทั้งนี้ปริมาณโอรีซานอลจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาโดยข้าวก่อนเก็บรักษาจะมีปริมาณโอรีซานอลประมาณ 17 ppm และค่าจะลดลงเหลือ 16.54, 15.09, และ 14.69 ppm เมื่อเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 1, 2 และ 3 เดือนตามลำดับ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 11 แสดงค่าปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	16.85	16.59	15.29	14.93	15.91^{A}
15 ชั่วโมง	17.81	16.49	14.90	14.46	15.91^{A}
เฉลี่ย	17.33^{a}	16.54^{b}	15.09^{c}	14.69^{d}	
CV (%)	= 0.89				
หมายเหตุ	ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงปริมาณโอริซานอล (ppm)ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากการทดลองพบว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง จะมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง จะมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 0.0754 มก.กลูโคส มากกว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0678 มก.กลูโคส

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องงอกจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น จะมีปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงจาก 0.0869 มก.กลูโคส ก่อนเก็บรักษาเหลือ 0.0660 มก.กลูโคส เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 เดือน (ตารางที่ 12 และภาพที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก. กลูโคส)ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0.0844	0.0877	0.0640	0.0657	0.0754^{A}
15 ชั่วโมง	0.0895	0.0524	0.0632	0.0663	0.0678^{B}
เฉลี่ย	0.0869^{a}	0.0700^{b}	0.0636^{c}	0.0660^{bc}	

CV (%) = 6.50

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 8 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก. กลูโคส) ของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ข้าวกล้องเป็นข้าวที่มีคุณค่าโภชนาการสูงกว่าข้าวที่ทำการขัดสีแล้วแต่เนื่องจากในการหุงต้มข้าวที่ได้นั้นจะมีลักษณะแข็งและเมื่อรับประทานจะทำให้รู้สึกระคายปากดังนั้นจึงทำการทดลองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของเมล็ด โดยดูได้จากผลการทดลองในเรื่องของการเก็บรักษา ซึ่งผลที่ได้นั้นปริมาณของอะมิโลสลดลง ทำให้ข้าวที่ได้มีลักษณะที่อ่อนนุ่มลงดูได้จากค่าการสลายตัวในด่าง

จากการศึกษาการทำข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และศึกษาผลของการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 4 ระยะ ได้แก่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ที่มีต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก พบว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำในระยะที่แตกต่างกันมีคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานใกล้เคียงกันในทุกลักษณะ โดยปริมาณอะมิโลสที่ได้จากการทำการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกันโดยดูได้จากค่าที่ได้ทำการทดลองของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง และ 15 ชั่วโมงในตารางภาคผนวกที่ ค.2 ส่วนปริมาณโอรีซานอลที่ได้ทำการทดลองที่ใกล้เคียงกันจนเกือบจะเท่ากันยกเว้นการดูดน้ำระหว่างการหุงต้ม ซึ่งข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงจะมีค่าน้อยกว่าข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง มีแนวโน้มว่าจะลดลงซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองของกุลวลีและผกามาศ (2549) และยังพบว่าการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะทำให้ระยะเวลาการหุงต้มมีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2537. ข้าวสุพรรณบุรี 1. [www.paujinjong.com/webboard/show.] วันที่ 18 ตุลาคม 2549.

กรมวิชาการเกษตร. 2549. ข้าวสุพรรณบุรี 1. [www.rakbankerd.com/agriculture/commerce/new_board01.html]. วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549.

กุลวดี ทรัพย์เฉลิม และ ผกามาศ อินทร์พันธ์. 2549. การศึกษาการทำข้าวกล้องงอกและผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 47 หน้า.

ละม้ายมาศ ยังสุข. 2547. การแปรรูปและการใช้ประโยชน์:เอกสารวิชาการข้าว. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.หน้า 127-128.

งามชื่น คงศรี. 2545.คุณภาพข้าวสวย, หน้า 11 – 30. ใน : คุณภาพและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. งามชื่น คงเสรี (บรรณาธิการ). จิรวัฒน์เอ็กเพรส. กรุงเทพฯ.115 น.

วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล. 2547. ประวัติและความเป็นมาของข้าว:เอกสารวิชาการข้าว. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า1-14.

เอกสงวน ชุวิสิฐกุล. 2544.การผลิตข้าวพันธุ์ดี: เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดข้าวพันธุ์ดี. กรุงเทพฯ หน้า 71-72.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

Anon. 2006. โครงสร้างของข้าว. [www.riceweb.org/plant.htm] November 23, 2006.

Juliano, B.O. 1993. Rice in Human Nutrition. FAO Food and Nutrition Series, No 26. the International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Laguna (Phillipines), and Food and Agriculture Organization of the united Nations (FAO). Rome.

Kayahara, Hiroshi and Kikuichi Tsukahara. 2003. Contribution of GBR to health [http://www.abc.net.au/science/news/syories/s225249.htm]. December, 2006.

Komatsuzaki N., Tsukahara K., Toyoshima H., Suzuki T., Shimizu N., and Kimura T.2003. Effect of Soaking and Gaseous Phase Sprout Process The GABA Content of Pre-Germinated Brown Rice. [http://www.asabe.org] October 15, 2006.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

News in Science. Soaked brown rice is better for you. [htttp://www.abc.net.au/science/news/stories/s225249.htm]. December 19, 2000.

Swamy, W.R. 1972. Critical temperature and duration for high temperature induced Sterility in rice JARQ. 11 : 190-191.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

การทดลองคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ก่อนการทำข้าวกล้องงอกได้ผลดังนี้

ตารางผนวกที่ ก. คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

คุณสมบัติที่ตรวจวัด	ค่าวิเคราะห์	หมายเหตุ
ความชื้น	12.43%	
ปริมาณอะมิโลส	28.98%	อยู่ในกลุ่มอะมิโลสสูง
ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	3-4 คะแนน	ลักษณะการแตกปริของเมล็ดข้าว เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาบางส่วนและรอบๆเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม	31.66 นาที	
เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ	277.33%	
ปริมาณโอรีซานอล	16.1280ppm	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

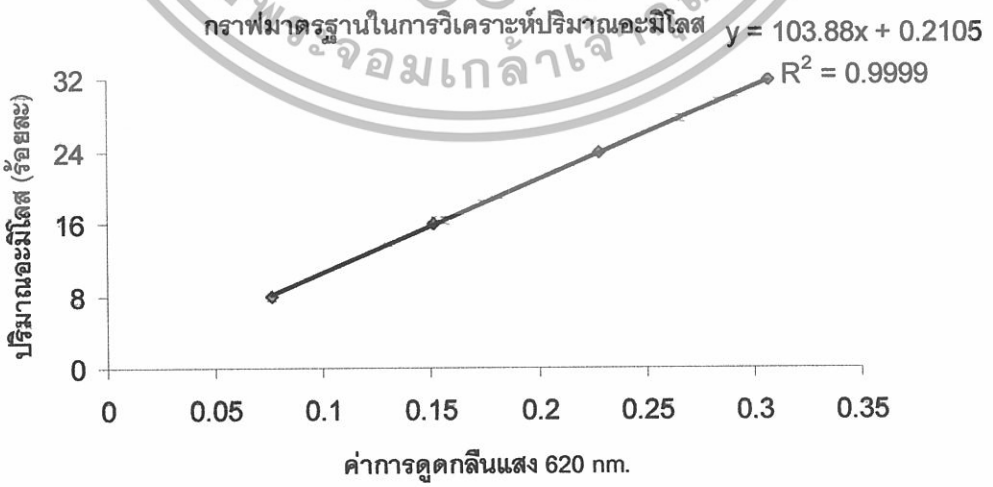
ภาคผนวก ข

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

ชั่งโปเตโตอะมิโลส 0.0400 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรที่แห้งสนิทแล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำแป้ง เตรียมขวดปริมาตรขนาดความจุ 100 มล. จำนวน 4 ขวด สารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 1, 2, 3 และ 4 มล. ซึ่งเทียบปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 8, 16, 24 และ 32 ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มล. เติมกรดเกลเซียลอะซิติก ปริมาณ 0.2, 0.4, 0.6, และ 0.8 มล. ในขวดที่ 1-4 ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มล. ลงในแต่ละขวดที่เตรียมไว้ เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร (nm.) หลังปรับด้วย blank (เติมกรดเกลเซียลอะซิติกปริมาณ 1 มล.แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.) ให้ได้ค่าเท่ากับ 0 นำค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณอะมิโลสในสารละลายมาตรฐานมาเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะมิโลสและค่าการดูดกลืนแสง

ตารางผนวกที่ ข. 1 แสดงค่าปริมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

ปริมาณอะมิโลส (%)	ค่าการดูดกลืนแสง
8	0.076
16	0.151
24	0.228
32	0.307



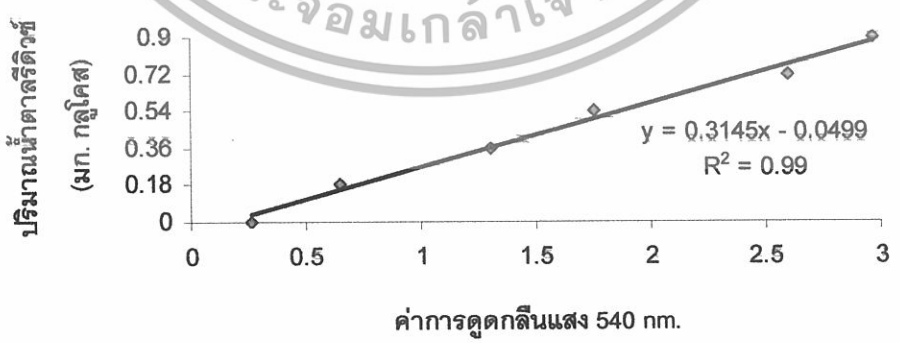
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 5.0 ไมโครโมล/มล. โดยสารละลายกลูโคส 0.902 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. จากนั้นปิเปตสารละลายปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1.0 มล. และเติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมเป็น 1 มล. จากนั้นเติม DNS regent หลอดละ 1 มล. นำหลอดแช่ในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วมาแช่ในน้ำแข็งทันที เมื่อเย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm.) โดยหลอดเปรียบเทียบใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกลูโคส เขียนกราฟระหว่างค่าที่อ่านได้กับปริมาณกลูโคสแต่ละหลอด

ตารางผนวกที่ ข. 2 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสง
0	0.263
0.18	0.6485
0.36	1.301
0.54	1.757
0.72	2.5985
9.0	2.968



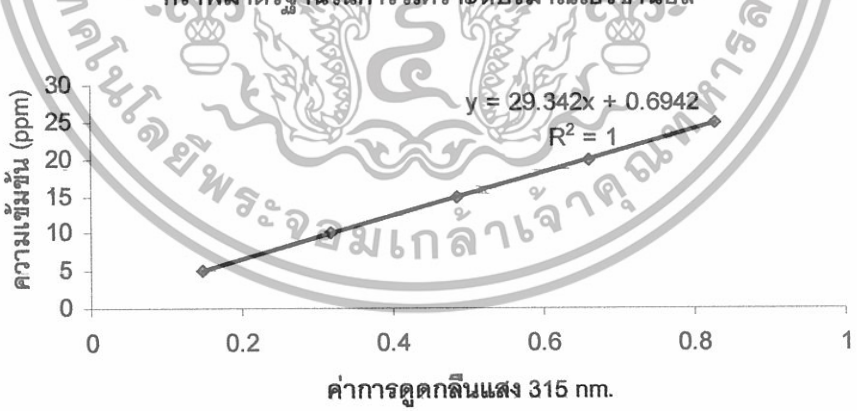
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ชั่งแกรมม่าโอรีซานอล 50 ± 0.0001 มก. ละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) และปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ด้วยเฮปเทน เพื่อเป็น stock solution จากนั้นเตรียมความเข้มข้นต่างๆ โดยปิเปตสารเริ่มต้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มล. ลงในขวดปรับปริมาตร 50 มล. ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n- heptane) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) และนำค่าการดูดกลืนแสงต่างๆ ที่วัดได้เขียนกราฟมาตรฐาน

ตารางผนวกที่ ข. 3 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ปริมาณโอรีซานอล (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง
5	0.1470
10	0.3182
15	0.4848
20	0.6594
25	0.8284



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค. 1 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่ข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	12.37	11.77	11.20	11.78
	1	11.50	11.37	11.48	11.45
	2	11.17	11.35	11.58	11.37
	3	11.66	12.00	12.26	11.97
15 ชั่วโมง	0	11.50	11.77	11.44	11.57
	1	11.28	11.17	11.26	11.24
	2	11.38	11.60	11.37	11.45
	3	11.57	11.58	11.30	11.48

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงข้อมูลปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	31.06	31.06	30.54	30.88
	1	32.72	31.79	32.51	32.34
	2	33.03	32.93	32.93	32.96
	3	31.27	31.27	30.75	31.09
15 ชั่วโมง	0	31.16	30.75	30.54	30.82
	1	31.47	34.38	34.07	33.31
	2	34.17	33.14	33.34	33.55
	3	31.58	32.30	32.41	32.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง(คะแนน)ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่ข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	5-6	5-6	5-6	5-6
	1	5-6	5-6	5-6	5-6
	2	5-6	5-6	5-6	5-6
	3	5-6	5-6	5-6	5-6
15 ชั่วโมง	0	5-6	5-6	5-6	5-6
	1	5-6	5-6	5-6	5-6
	2	5-6	5-6	5-6	5-6
	3	5-6	5-6	5-6	5-6

ตารางผนวกที่ ค. 4 แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม(นาที)ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่ข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	39	38	39	38.67
	1	36	37	38	37.00
	2	40	41	40	40.33
	3	40	40	39	39.67
15 ชั่วโมง	0	37	36	37	36.67
	1	35	37	35	35.67
	2	40	40	40	40.00
	3	41	41	40	40.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค. 5 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่ข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	409.00	390.00	403.50	400.83
	1	378.00	360.50	383.50	374.00
	2	354.00	359.00	355.50	356.17
	3	369.00	361.00	360.00	363.33
15 ชั่วโมง	0	415.00	420.50	387.50	407.67
	1	349.50	386.50	422.50	386.17
	2	378.10	376.23	370.79	375.04
	3	401.00	412.50	408.00	407.16

ตารางผนวกที่ ค.6 แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	17.15	16.94	16.45	16.85
	1	16.62	16.59	16.56	16.59
	2	15.27	15.30	15.30	15.29
	3	14.95	14.95	14.89	14.93
15 ชั่วโมง	0	17.65	17.80	17.97	17.81
	1	16.48	16.53	16.48	16.49
	2	14.89	14.95	14.86	14.90
	3	14.51	14.45	14.42	14.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.7 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่แช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ชั่วโมงที่แช่น้ำ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
6 ชั่วโมง	0	0.0821	0.0790	0.0922	0.0844
	1	0.0953	0.0831	0.0847	0.0877
	2	0.0604	0.0696	0.0620	0.0640
	3	0.0630	0.0680	0.0661	0.0657
15 ชั่วโมง	0	0.0884	0.0837	0.0966	0.0895
	1	0.0532	0.0516	0.0526	0.0524
	2	0.0664	0.0608	0.0626	0.0632
	3	0.0661	0.0658	0.0670	0.0663

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง

ตารางผนวกที่ ง.1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	1.1631	0.1661	2.39^{ns}	0.0707
A	1	0.2583	0.2583	3.71^{ns}	0.0719
B	3	0.6582	0.2194	3.15^{ns}	0.0538
AB	3	0.2466	0.0822	1.18^{ns}	0.3478
ERROR	16	1.1128	0.0695		
TOTAL	23	2.2760			

CV (%) = 2.28

ns (non singnificant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ชั่วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	25.4371	3.6338	8.13*	0.0003
A	1	2.3126	2.3126	5.17*	0.0371
B	3	22.0119	7.3373	16.41*	0.0001
AB	3	1.1126	0.3708	0.83^{ns}	0.4968
ERROR	16	7.1530	0.4470		
TOTAL	23	32.5901			

CV (%) = 2.08

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non singnificant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ชั่วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	75.8333	10.8333	21.67*	0.0001
A	1	2.6666	2.6666	5.33*	0.0346
B	3	65.5000	21.8333	43.67*	0.0001
AB	3	7.6666	2.5555	5.11*	0.0114
ERROR	16	8.0000	0.5000		
TOTAL	23	83.8333			

CV (%) = 1.83

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

Factor A = ขั้วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	8299.8525	244.4238	4.83*	0.0044
A	1	2503.4922	2503.4922	10.20*	0.0057
B	3	4591.4234	1530.4744	6.24*	0.0052
AB	3	1204.9368	401.6456	1.64ns	0.2206
ERROR	16	3927.3422	245.4588		
TOTAL	23	12227.1947			

CV (%) = 4.08

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non singnificant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ขั้วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	29.2454	4.1779	206.19*	0.0001
A	1	0.00001667	0.00001667	0.00ns	0.9775
B	3	27.2904	9.0968	448.95*	0.0001
AB	3	1.9549	0.6516	32.16*	0.0001
ERROR	16	0.3242	0.0202		
TOTAL	23	29.5696			

CV (%) = 0.89

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non singnificant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ชั่วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	0.0039	0.0005	25.68*	0.0001
A	1	0.0003	0.0003	15.76*	0.0011
B	3	0.0020	0.0006	30.74*	0.0001
AB	3	0.0015	0.0005	23.91*	0.0001
ERROR	16	0.0003	0.00002175		
TOTAL	23	0.0042			

CV (%) = 6.50

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

Factor A = ชั่วโมงในการแช่ข้าว Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล :นายสุภชัย วรรณมณี

วันเดือนปีเกิด :9 กันยายน 2527

ที่อยู่ในทะเบียนบ้าน :35/1 ถ.ไชยบูรณ์ ต.ในเวียง อ.เมือง จ.แพร่ 54000

โทรศัพท์ :054-522653

การศึกษา :พ.ศ. 2534-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนมารดาอุปถัมภ์ จังหวัดแพร่

พ.ศ. 2539-2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ จังหวัดแพร่

พ.ศ. 2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ จังหวัดแพร่

พ.ศ. 2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล :นางสาวสุวดี กวักหิรัญ

วันเดือนปีเกิด :18 กันยายน 2527

ที่อยู่ในทะเบียนบ้าน :5/6 ม.20 ถ.เทพารักษ์ ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

โทรศัพท์ :02-7524696

การศึกษา :พ.ศ. 2534-2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสันต์เสริมวิทย์
จังหวัดสมุทรปราการ

พ.ศ. 2539-2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง
จังหวัดสมุทรปราการ

พ.ศ. 2543-2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง
จังหวัดสมุทรปราการ

พ.ศ. 2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยี
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้