สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและจากข้าวเปลือก
ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6

Effect of Storage Time on the Quality of Germinated Brown Rice Made from Brown Rice and Paddy of Sticky Rice cv. RD. 6

โดย

นางสาวใจยา แก้วสังข์

นายธนวิศิษฏ์ ธนอมรพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม

2/ม.
จ 939ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102743
วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

T 102743

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)
พุทธศักราช 2550

b 19040733
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและจากข้าวเปลือก
ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6

Effect of Storage Time on the Quality of Germinated Brown Rice Made from Brown Rice and Paddy of Sticky Rice cv. RD.6

โดย

นางสาวใจยา แก้วสังข์

นายธนวิศิษฏ์ ธนอมรพงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 21 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและจากข้าวเปลือกของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6
โดย	:	นางสาวใจยา แก้วสังข์
	:	นายธนวิศิษฏ์ ธนอมรพงศ์
ภาควิชา	:	เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ	:	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 และการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก การทำข้าวกล้องงอกดำเนินการโดยนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง และบ่มในสภาพชื้นอีก 5 ชั่วโมง ก่อนลดความชื้นและเก็บรักษาไว้ในถุงสุญญากาศในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ผลการทดลองที่ได้พบว่า ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและจากข้าวเปลือกมีค่าการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว ระยะเวลาการหุงต้ม การขยายปริมาตรของเมล็ดข้าวหุงสุก และการทดสอบคุณภาพข้าวทางด้านประสาทสัมผัส ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การดูดน้ำระหว่างหุงต้มของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกจะน้อยกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำข้าวและปริมาณโอรีซานอลพบว่า ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกจะมีปริมาณน้ำมันและสารโอรีซานอลสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง การเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกทำให้เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ ระยะเวลาการหุงต้ม และการขยายปริมาตรของข้าวหุงสุกเพิ่มสูงขึ้น แต่ความชอบโดยรวมของผู้ชิมต่อข้าวหุงสุกในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำข้าว และปริมาณโอรีซานอลมีค่าลดลง

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก การเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว น้ำมันรำข้าว โอรีซานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	Effect of Storage Time on the Quality of Germinated Brown Rice Made from Brown Rice and Paddy of Sticky Rice cv. RD. 6
Authors	:	Miss Jaiya Keawsung
	:	Mr. Tanawisit Tana-amonpong
Department	:	Plant Production Technology
Faculty	:	Agricultural Technology
Advisor	:	Asst. Prof. Dr.Uma Sangkram

ABSTRACT

The process of making germinated brown rice (GBR) from brown rice and from paddy was compared. Brown rice and paddy of sticky rice cv. RD.6 were soaked in water at the temperature of 30°C for 19 hrs. After soaking, rice was incubated in humid condition for 5 hrs. and then dried to save storage moisture content. Both GBR from brown rice and from paddy were kept in vacuum plastic bag for 0, 1, 2, 3 and 4 months. Before and during storage, GBR was analyzed for the physico-chemical properties. The results showed that the alkaline spreading value, cooking time, volume expansion of cooked rice and sensory test of GBR made from brown rice and from paddy were not significantly different. But water absorption during cooking of GBR from paddy was lower while rice bran oil content and oryzanol content were higher than GBR from brown rice. When GBR was stored for 4 months, the results indicated the effect of storage time on change of rice properties. The increase of storage time caused the increase of water absorption during cooking, cooking time and volume expansion of cooked rice while the overall sensory impression of the testers, rice bran oil content and oryzanol content were decreased with storage time.

Key words : germinated brown rice, storage, physico-chemical property, rice bran oil, oryzanol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำแนะนำคำปรึกษาที่ดียิ่ง และการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆในห้องปฏิบัติการในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ รวมทั้งประสบการณ์ต่างๆ อย่างเต็มความสามารถ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำวิชาความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ มารดา บิดา ที่ได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน สนับสนุนช่วยเหลือให้โอกาสในการศึกษา เป็นแรงผลักดันให้ประสบความสำเร็จในการเรียนและการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน และการช่วยเหลือในการทำรูปเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ พี่ไพฑูรย์ ละลา นักศึกษาปริญญาโทที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษเล่มนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวใจยา แก้วสังข์

นายธนวิศิษฏ์ ธนอมรพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์	29
สรุป	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์ กข.6	35
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล	36
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลผลการทดลอง	37
ประวัติผู้เขียน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระดับการสลายตัวของแต่ละเมล็ด	15
2	แสดงค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	18
3	แสดงระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	19
4	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	20
5	แสดงการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	22
6	แสดงการวัดค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	23
7	แสดงข้อมูลค่าการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของ ข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข.6 เมื่อเก็บ รักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	25
8	แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข.6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	26
9	แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอก และข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
2	แสดงระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	19
3	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	21
4	แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	23
5	แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	24
6	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	27
7	แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ค.1	แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	37
ค.2	แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	38
ค.3	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	39
ค.4	แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	40
ค.5	แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	41
ค.6	แสดงค่าลักษณะที่ปรากฏของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	42
ค.7	แสดงค่ากลิ่นของข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	43
ค.8	แสดงค่าการเกาะตัวของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค.9	แสดงค่าความแข็งของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	45
ค.10	แสดงค่ารสชาติข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	46
ค.11	แสดงค่าความชอบโดยรวมข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	47
ค.12	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	48
ค.13	แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่เหมาะต่อการปลูกข้าว ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและเป็นอาหารหลักที่คนไทยบริโภคมากที่สุด โดยอาจบริโภคโดยตรงในรูปข้าวสารขาว และข้าวกล้องประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด จมูกข้าว และเนื้อข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีเส้นใยอาหารสูง และมีเกลือแร่อยู่บ้าง จมูกข้าวอุดมไปด้วยวิตามิน ไขมัน โปรตีน เกลือแร่ แร่ธาตุต่างๆ นอกจากบริโภคโดยตรง ยังสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว ขนม แต่คนส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวขาว ซึ่งผ่านกระบวนการขัดสี ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวและจมูกข้าวสูญเสียไป ทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีคุณประโยชน์น้อยลง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้บริโภคได้หันมาสนใจในเรื่องการบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และมีสารอาหารที่ครบถ้วนมากขึ้น ซึ่งการรับประทานข้าวกล้องเป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจ แต่เนื่องจากข้าวกล้องมีคุณสมบัติบางประการที่ทำให้ผู้บริโภคไม่นิยมรับประทาน เช่น มีเนื้อสัมผัสไม่นุ่ม เมล็ดข้าวร่วน ไม่เกาะติด และมีกลิ่นที่ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่พึงประสงค์ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องในรูปของข้าวกล้องงอก ซึ่งพบว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง และมีคุณภาพการรับประทานดีกว่าข้าวกล้อง อย่างไรก็ตาม การทำข้าวกล้องงอกส่วนใหญ่จะเป็นข้าวกล้องงอกข้าวเจ้า ในการศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสนใจในการทำข้าวกล้องงอกข้าวเหนียวซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวของไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6
2. เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ข้าว เป็นอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของชาวโลก เป็นแหล่งพลังงานหลักของประชากรเกือบสองพันล้านคนเขาเหล่านั้นได้รับพลังงานจากข้าวมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานรวมที่ร่างกายได้รับ จากข้อมูลของ FAO รายงานว่าในช่วงปี 2539-2543 สถานการณ์การผลิตข้าวทั่วโลกมีผลผลิตประมาณปีละ 564-602 ล้านตันข้าวเปลือกหรือประมาณ 380-406 ล้านตันข้าวสาร ผลผลิตข้าวของโลกส่วนใหญ่มาจากประเทศในทวีปเอเชีย ซึ่งมีผลผลิต 534-538 ล้านตันข้าวเปลือก หรือคิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมโดยประมาณ ข้าวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะบริโภคกันในประเทศผู้ผลิตเอง มีอยู่เพียง 19-27 ล้านตันข้าวสารหรือประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวมที่เข้าสู่ตลาดโลก ซึ่งนับว่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาลีที่มีปริมาณการค้า 90-96 ล้านตัน จากผลผลิตรวม 589-613 ล้านตัน ข้าวส่วนที่เหลือจะเก็บเป็นสต๊อคสำหรับปีต่อๆไป การที่มีข้าวเข้าสู่ตลาดโลกสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้ ทำให้ราคาข้าวในตลาดโลกค่อนข้างขาดเสถียรภาพ ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงราคา (งามชื่น, 2546)

ชนิดของข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (annual grass) ถูกจัดอยู่ในสกุลออไรซา (Genus *Oryza*) ของวงศ์เกรมินี (Family Paoceae หรือ Gramineae) สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) จำนวน ชนิด (species) ทั้งหมดที่พบในสกุลออไรซาของข้าวนั้นมีประมาณ 20 ชนิดด้วยกัน โดยที่ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด (diploid, 2n=24) และส่วนน้อยเป็นพวกที่มีโครโมโซม 4 ชุด (บุญหงษ์, 2547)

Chang (1976) กล่าวว่า ข้าวที่เกิดขึ้นในท้องที่ต่างๆของโลก แบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ *Oryza sativa* มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและปลูกกันทั่วไป *Oryza glaberrima* มีปลูกเฉพาะในแอฟริกาเท่านั้น และข้าวป่าซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในประเทศต่างๆ

ในปัจจุบันข้าวเอเชียได้รับความนิยม และมีผู้นำไปปลูกแทนข้าวแอฟริกามากขึ้น ข้าวเอเชียที่ปลูกกันในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 พวกได้ดังนี้ (นพพร และ อรรควุฒิ, 2547)

1. อินดิคา (indica) เมล็ดยาวเรียว ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย แต่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ปลูกมากในเขตร้อนของทวีปเอเชีย เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา และอินเดีย

2. จาปอนิคา (japonica) เมล็ดป้อมสั้น ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยสูง ปลูกมากในเขตกึ่งร้อนหรืออบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จาวานิคา (javanica) เมล็ดค่อนข้างป้อมอ้วน ผลผลิตต่ำ ปลูกมากในอินโดนีเซียและพม่า

ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์ กข. 6

ข้าวพันธุ์ กข. 6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวหอม ไวต่อช่วงแสง เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยใช้รังสีแกมม่า (Gamma ray) ที่ 20 กิโลแรด (Krads) ในปี พ.ศ. 2508 ปลูกและคัดเลือกมาโดยลำดับและระหว่างปี พ.ศ. 2514 – 2519 ทำการทดสอบในไร่นาเกษตรกรจนได้สายพันธุ์ KDML105'65-G3U-68-254 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม ทนแล้ง และมีคุณภาพการหุงต้มรับประทานดี ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเป็นอันดับ 1 และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เหนียวสันป่าตอง

ลักษณะทั่วไปของข้าวเหนียว กข. 6 จะมีต้นสูงประมาณ 160 เซนติเมตร ทรงกอแผ่ ปล้องสีเหลืองอ่อน ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้ม ใบสีเขียวจาง มีขนเล็กน้อย กาบใบสีเขียว ใบธงค่อนข้างสั้น การแก่ของใบปานกลาง ดอกมีกลีบรองดอกสั้นสีฟาง รวงยาวปานกลาง คอรวงยาว จำนวนรวงต่อตารางเมตรเฉลี่ย 146 รวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ย 109 เมล็ด เมล็ดยาวเรียว มีเปลือกสีน้ำตาล เมล็ดมีขนสั้น ยอดเมล็ดสีน้ำตาล ขนาดเมล็ดยาว 10.59 มิลลิเมตร กว้าง 2.79 มิลลิเมตร และหนา 2.02 มิลลิเมตร น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 26.11 กรัม คิดเป็นน้ำหนักข้าวเปลือก 10.84 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวกล้องมีสีขาวยาว 7.25 มิลลิเมตร กว้าง 2.26 มิลลิเมตร และหนา 1.80 มิลลิเมตร ลักษณะอื่นๆผลผลิตเฉลี่ย 670 กิโลกรัมต่อไร่ วันเก็บเกี่ยวได้ประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์ คุณภาพหุงต้มดี

พื้นที่ปลูกที่เหมาะสมคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ปลูกได้เฉพาะนาปี อย่างไรก็ตามข้าวพันธุ์นี้ ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง ไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

โครงสร้างเมล็ดข้าว

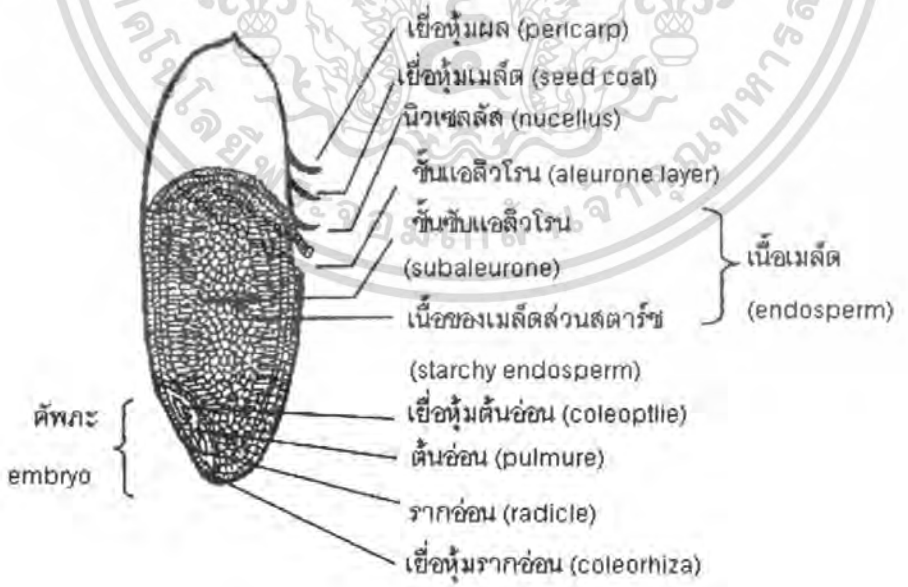
เมล็ดข้าวประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว (หรือผล) เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk) และส่วนเนื้อผล หรือ ผลแท้ (true fruit หรือ caryopsis grain) หรือ ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice) โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังนี้

1. แกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma), เปลือกเล็ก (palea), ขน, หาง, ขั้วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองมล็ด (sterile lemmas) ซึ่งเชื่อมต่อกับก้าน (pedicel) (อรอนงค์, 2547)

2. ส่วนของแป้งข้าวที่เรียกว่า เอ็นโดสเปิร์ม นั้นจะเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้อง เอ็นโดสเปิร์มจะถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มชั้นใน (aleurone layer) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเอ็นโดสเปิร์มเองจะประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมา (parenchyma cells) ที่มีผนังบางซึ่งบรรจุเม็ดแป้งในเมล็ดข้าวเจ้า (non-glutinous rice) จะมีเม็ดแป้งอัดแน่นในส่วนของเอ็นโดสเปิร์ม ทำให้เนื้อข้าวสารมีลักษณะใสกว่าในข้าวเหนียว (glutinous rice) ซึ่งมีเม็ดแป้งอัดกันค่อนข้างหลวม อย่างไรก็ตามในเมล็ดข้าวสารเจ้าก็ยังมีส่วนที่ขาวขุ่นซึ่งเรียกว่า ท้องไข่หรือท้องปลาซิว (white abdomen or chalkiness) อันเนื่องมาจากการอัดตัวของเม็ดแป้งไม่แน่นพอ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากลักษณะประจำพันธุ์ หรือสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกไม่เหมาะสม ลักษณะท้องไข่นี้ถือเป็นลักษณะด้อยสำหรับข้าวเจ้า เพราะทำให้น้ำหนักของเมล็ดเบาลง และส่วนที่เป็นท้องไข่นี้จะมีลักษณะเปราะ เมื่อนำไปสีจะทำให้เมล็ดหักง่ายจึงได้ส่วนของต้นข้าว (head rice) น้อยลง นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดข้าวสารที่ได้ไม่ขาวสม่ำเสมอจึงไม่จูงใจให้ผู้บริโภคซื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ได้ราคาต่ำในการขาย ส่วนของต้นอ่อนหรือคัพภะนั้นมีขนาดเล็กมาก คัพภะนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนของใบอ่อน (plumule) และส่วนของรากแรกเกิด (radicle) โดยมีส่วนของลำต้นอ่อนสั้นๆ (mesocotyl) เชื่อมอยู่ตรงกลางระหว่างส่วนของใบและรากดังกล่าว ส่วนของใบจะถูกห่อหุ้มด้วยกลุ่มของเนื้อเยื่อที่มีลักษณะอ่อนนุ่มเรียกว่าปลอกหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) ด้านนอกสุดของคัพภะจะอยู่ติดกับเยื่อหุ้มชั้นใน ส่วนของปลอกหุ้มต้นอ่อนนั้น จะถูกล้อมรอบด้วยชั้นของเซลล์ที่มีชื่อว่า สคิวเทลลัม (scutellum) และอีพิบลาสต์ (epiblast) (บุญหงษ์, 2547) ซึ่งโครงสร้างของเมล็ดข้าว ทั้งส่วนของเยื่อหุ้มผลและเนื้อเมล็ดแสดงในภาพที่ 1 (อรอนงค์, 2547)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบข้าวทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมีของข้าว หมายถึง องค์ประกอบทางเคมีซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และอื่นๆ โดยคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ได้แก่ แป้งประกอบด้วยอะมิโลส (Amylose) และอะมิโลเปคติน (Amylopectin) โดยมีสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าวประกอบด้วย (วัลลพ, 2538)

1. คาร์โบไฮเดรตหรือแป้งข้าว ข้าวจะมีแป้งอยู่ 90 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง เม็ดแป้ง 20 – 60 เม็ดอัดรวมกันอยู่ในอะมิโลพลาสและล้อมรอบเม็ดแป้งด้วยโปรตีน แป้งข้าวสามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อย 2 ชนิด ได้แก่ อะมิโลเปคติน (Amylopectin) และอะมิโลส (Amylose)

1.1 อะมิโลเปคติน เป็นแป้งที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสมีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกิ่งไม้ โดยมีพันธะ α 1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นเส้นยาว และพันธะ α 1-6 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสที่แตกแยกออกจากเส้นตรง คุณสมบัติของอะมิโลเปคตินทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีนได้สีม่วง หรือน้ำตาลแดง ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลสได้ต่ำ และย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์ β-amylase ได้ต่ำ

1.2 อะมิโลส เป็นแป้งที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเช่นกัน มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเส้นตรงมีพันธะ α 1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นเส้นยาว คุณสมบัติของอะมิโลส คือ ทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีนได้สีน้ำเงินเข้ม ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลสได้มาก และย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์ β-amylase ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าข้าวเหนียวมีคุณสมบัติของแป้งเหนียวแตกต่างจากข้าวเจ้าเนื่องจากข้าวเหนียวมีส่วนประกอบของทั้งอะมิโลเปคตินและอะมิโลส ในขณะที่ข้าวเจ้ามีแป้งอะมิโลสเป็นส่วนประกอบอย่างเดียว คุณสมบัติดังกล่าวของแป้งข้าวเหนียวทำให้เวลากินไปแล้ว บางคนจะมีอาการท้องอืด แน่นท้อง เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวมีโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนกว่าข้าวเจ้าจึงทำให้ย่อยยากกว่า

2. โปรตีน เมล็ดข้าวมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ประมาณ 4.3 – 18.2 เปอร์เซ็นต์ หรือเฉลี่ย 9.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอันดับสองรองจากแป้ง ปริมาณโปรตีนที่พบในเมล็ดข้าวมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและสภาพแวดล้อม โปรตีนในเมล็ดข้าวสามารถแบ่งเป็น 4 ชนิด ตามคุณสมบัติในการละลายได้แก่

2.1 อัลบลูมิน (Alblumin) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำ (Water soluble protein)

2.2 โกลบูลิน (Globulin) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลือ (Salt soluble protein)

2.3 โปรลามิน (Prolamin) มีคุณสมบัติละลายได้ในแอลกอฮอล์ (Alcohol soluble protein)

2.4 กลูเตลลิน (Glutelin) มีคุณสมบัติละลายได้ในกรดหรือด่าง (Acid or alkali soluble protein) ในข้าวกล้องมีโปรตีนชนิดที่ละลายน้ำ (Alblumin) และละลายได้ในเกลือ (Globulin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าในข้าวสาร ซึ่งโปรตีนทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่อยู่ในเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและคัพภะ ส่วนโปรตีนที่ละลายได้ทั้งในกรดและด่าง (Glutelin) เป็นโปรตีนหลักที่พบทั้งในเมล็ดข้าวกล้องและข้าวสาร และในรำข้าวก็มีความแตกต่างกันของชนิดของโปรตีนเช่นกัน

3. ไขมัน ไขมันที่อยู่ในเมล็ดข้าวมักจะอยู่ในสภาพเป็นหยดไขมันเล็กๆ ขนาดเล็กกว่า 1.5 ไมครอน อยู่บริเวณเยื่อหุ้มผิวเมล็ด (รำหยาบและรำละเอียด) และจมูกข้าว (คัพภะ) เมล็ดข้าวมีไขมัน 1.6 – 2.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่อยู่ในรำข้าว ไขมันที่ได้จากข้าวเป็นไขมันชนิดที่มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Linoleic acid, Oleic acid และ Palmitic acid) มีสารแกมม่าโอรีซานอล (Gamma Oryzanol) ช่วยในการควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเส้นเลือด และช่วยในการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ เด็กแรกเกิด และเด็กเล็ก สารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-oxidants) เป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งทำให้เนื้อเยื่อเสื่อมสภาพเกี่ยวข้องกับกลไกการสร้างภูมิต้านทานโรค เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวและมีมากกว่าร้อยชนิด สารต้านอนุมูลอิสระมีหลายประเภท ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ หรือเอ็นไซม์ มีประโยชน์ช่วยป้องกันร่างกายจากอนุมูลอิสระ (Free radicals) ซึ่งเชื่อว่าเป็นสารก่อให้เกิดโรคมะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระสำคัญที่อยู่ในเมล็ดข้าว ได้แก่ แกมมา-โอรีซานอล (Gamma Oryzanol) โทโคฟีรอล (Tocopherol)

4. แร่ธาตุ 8 ชนิดที่สำคัญในเมล็ดข้าว (ไชยรัตน์, 2543)

4.1 แคลเซียม (Calcium) เป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกาย เป็นเกลือแร่ที่สำคัญต่อการสร้างกระดูก ฟัน เล็บและอื่นๆ ช่วยลดความดัน ควบคุมการเต้นของหัวใจ ทำให้การทำงานของไตเป็นปกติ

4.2 แมกนีเซียม (Magnesium) แมกนีเซียมมีส่วนในการควบคุมการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับแคลเซียม ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่จำเป็นสำหรับการเผาผลาญสารอาหาร และการสังเคราะห์โปรตีน

4.3 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) หน้าที่ของฟอสฟอรัสเป็นส่วนสำคัญในการเสริมสร้างของกระดูกและฟันให้เป็นไปอย่างปกติและควบคุมการทำงานของไต ช่วยให้วิตามินทำหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 โพแทสเซียม (Potassium) มีหน้าที่รักษาการเต้นของหัวใจให้ปกติ กระตุ้นการทำงานของระบบไต ลดความดันเลือด เป็นตัวสำคัญในการควบคุมการเต้นของหัวใจให้เป็นปกติ

4.5 เหล็ก (Iron) มีความจำเป็นในการสร้างเม็ดเลือดแดง คนที่ขาดเหล็กจึงเกิดภาวะซีดได้ เหล็กมีความจำเป็นกับคนทุกวัย โดยเฉพาะวัยที่มีการเจริญเติบโตสูง เช่น ทารก เด็ก วัยรุ่น หญิงตั้งครรภ์ ในหญิงวัยเจริญพันธุ์มีการสูญเสียเหล็กไปกับประจำเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สังกะสี (Zinc) สังกะสีมีบทบาทมากมายในร่างกาย ทั้งในด้านระบบประสาท ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การป้องกันอนุมูลอิสระ และการแบ่งตัวในระดับเซลล์

4.7 แมงกานีส (Manganese) ร่างกายจะขาดไม่ได้ พบมากที่สุดในโครงกระดูก ตับ ตับอ่อน หัวใจและต่อมพิทูอิทารี่ แมงกานีสช่วยควบคุมการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิด

4.8 ซีลีเนียม (Selenium) ทำหน้าที่กำจัดสารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นให้หมดไป และทำงานร่วมกับวิตามินอีโดยเสริมฤทธิ์ในการปฏิบัติงานของวิตามินอีรักษาเนื้อเยื่อต่างๆ และชะลอการแก่ตายของเซลล์ตามธรรมชาติป้องกันการแก่ก่อนวัย

5. วิตามิน (Vitamin) ในเมล็ดข้าว มีดังนี้ (ฉัตรชัย, 2546)

5.1 กลุ่มวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ประกอบด้วยวิตามิน 9 ชนิด

5.1.1 วิตามิน บี 1 หรือ Thiamine จำเป็นสำหรับการเผาผลาญสารอาหารหรือเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาการเผาอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต การมีวิตามิน บี 1 สูงจะช่วยให้มีความอยากอาหารดี

5.1.2 วิตามิน บี 2 หรือ Riboflavin นอกจากนี้อาจรู้จักในชื่อ วิตามินจีกรดแลคโตฟลาวิน วิตามิน บี 2 มีความจำเป็นต่อการหายใจของเซลล์ ขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต และไขมัน

5.1.3 วิตามิน บี 3 หรือ Niacin ทำหน้าที่ช่วยน้ำย่อยในการย่อยสลายอาหารประเภทโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งช่วยร่างกายในการใช้สิ่งเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ

5.1.4 วิตามิน บี 5 หรือ Pathothenic acid วิตามินชนิดนี้ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้โดยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้

5.1.5 วิตามิน บี 6 หรือ Pyridoxin มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การดูดซึมของวิตามิน บี 12 เข้าสู่ร่างกายได้เต็มที่และสมบูรณ์ปกติ

5.1.6 วิตามิน บี 9 หรือ กรดโฟลิค (Folic acid) เป็นสารอาหารชนิดหนึ่งที่พบว่ามักจะขาดบ่อยมากในอาหาร หน้าที่ต่อร่างกายที่รู้จักกันทั่วไปก็คือ กรดโฟลิคช่วยร่างกายในการสร้างเม็ดเลือดแดงใหม่

5.1.7 วิตามิน บี 12 หรือ Cobalamin ร่างกายต้องการวิตามิน บี 12 สำหรับการสังเคราะห์ RNA, DNA และการเจริญเติบโตตามปกติของเม็ดเลือดแดง วิตามิน บี12 มีผลต่อการดูดซึมและการใช้โฟเลทในร่างกาย สามารถละลายได้ในน้ำและแอลกอฮอล์

5.1.8 โคลีน หรือ Chlorine จำเป็นสำหรับการใช้ไขมันในร่างกายของคนและสัตว์ ในร่างกายจะอยู่ในรูปฟอสโฟไลปิด หรือ acetylcholine จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนและฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.9 อีโนซิตอล หรือ Inosital ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ อีโนซิตอลมีความคงทนต่อการหุงต้ม และการแปรรูปอาหาร อีโนซิตอลทำหน้าที่ป้องกันการสะสมไขมัน ป้องกันอาการกระวนกระวายใจอย่างอ่อนได้

5.2 กลุ่มวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ประกอบด้วยวิตามิน 4 ชนิด (จิราภรณ์, 2546)

5.2.1 วิตามิน เอ หรือ Retinol ซึ่งดับสร้างขึ้นโดยใช้สารเบต้าแคโรทีน (Beta Carotene) เป็นสารตั้งต้นวิตามิน เอ ที่อยู่ในรูปของแคโรทีนจะช่วยป้องกันการสะสมของวิตามิน เอ ในปริมาณที่มากจนทำให้เกิดเป็นพิษแก่ร่างกาย

5.2.2 วิตามิน อี หรือ α -Tocopherol หากขาดอาจทำให้เกิดภาวะผิดปกติต่อขบวนการต่างๆ ในร่างกาย พบว่าเมื่อร่างกายได้รับวิตามิน อี ไปพร้อมกับอาหาร วิตามิน อี จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายไปพร้อมกับไขมันที่ผนังลำไส้เล็กได้

5.2.3 วิตามิน เอฟ หรือ ที่รู้จักกันในชื่อ กรดไลโนเลอิค (Linoleic acid) เป็นวิตามินที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้จะต้องได้จากสารอาหารเท่านั้น จัดเป็นวิตามินประเภทที่ละลายในไขมัน ช่วยให้ร่างกายเผาผลาญไขมันอิ่มตัวได้ดี

5.2.4 แคโรทีน (Carotene) หรือที่เรียกว่า แคโรทินอยส์ เป็นโปรวิตามิน เอ โดยเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นวิตามิน เอ ทำให้ช่วยในการมองเห็นและปรับสภาพสายตาให้มองเห็นได้ในที่มืด ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน

6. สารอาหารที่สำคัญอื่นๆ

6.1 แกมมาอะมิโนบิวไทริก แอสิด (gamma aminobutyric acid : GABA) เป็นสารที่เกิดขึ้นในเมล็ดข้าวขณะที่ข้าวเริ่มงอก แตกตุ่มรากสีขาวบริเวณจมูกข้าว ช่วงนี้สารแกมมาอะมิโนบิวไทริก แอสิดนี้มาก และจะหายไปเมื่อข้าวสร้างใบและรากออกมา แกมมาอะมิโนบิวไทริก แอสิด เป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณของระบบประสาทจากประสาทต่อประสาทในสมองส่วนกลางและบริเวณประสาทตา (retina) มีคุณสมบัติเป็นสารที่ช่วยผ่อนคลาย ทำให้จิตใจสงบ ลดความเครียด ความกังวล ลดอาการชัก และยังช่วยกระตุ้นให้หลั่งฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต (ลาวัลย์, 2546)

6.2 สารโอรีซานอล โอรีซานอลเป็นสารธรรมชาติที่ถูกค้นพบครั้งแรกในน้ำมันรำข้าวเมื่อปี ค.ศ. 1954 โดยปริมาณโอรีซานอลที่ค้นพบในน้ำมันรำข้าวมีมากกว่าวิตามินอีประมาณ 20 เท่า เป็นสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างมาก โดยทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์คล้ายกับวิตามิน อี ในการลดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการต้านอนุมูลอิสระ แต่แกมมาโอรีซานอลสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการดูดซึมคอเลสเตอรอลของร่ายกาย ช่วยรักษาอาการของระบบประสาทที่ทำงานผิดปกติและช่วยเกี่ยวกับเรื่องฮอร์โมนของสตรีภายหลังหมดประจำเดือนและการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮอร์โมนเทสเตอโรน จากประโยชน์หลายประการดังกล่าว จึงถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายทั้งทางด้านอาหาร เครื่องสำอาง และทางการแพทย์ (Oryzanol Company Limited, 2006)

การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

การผลิตข้าวในปัจจุบัน นอกจากจะคำนึงถึงผลผลิตแล้ว คุณภาพก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง การเพิ่มผลผลิตนั้น สามารถทำได้โดยการจัดการด้านการผลิตและการดูแลรักษา เช่น การใช้ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้ข้าวได้ผลผลิตตามศักยภาพของแต่ละพันธุ์ ทางด้านคุณภาพ นอกจากการคัดเลือกพันธุ์ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สีเปลือก สีข้าวกล้อง ขนาดและรูปร่างเมล็ด คุณสมบัติการหุงต้มรับประทาน เช่น เป็นข้าวนุ่มเหนียว ข้าวอ่อน หรือข้าวแข็งตามต้องการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงลักษณะคุณภาพของข้าวอีกประการหนึ่ง ได้แก่ คุณภาพการสี ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่ใช้กำหนดในการซื้อ-ขายข้าว โดยพิจารณาจากปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว ซึ่งการปฏิบัติก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ได้แก่ การกำหนดวันเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น ตลอดถึงการเก็บรักษา เป็นต้น มีผลอย่างมากต่อคุณภาพดังกล่าว (Ghaouth *et al.*, 1991 อ้างโดย ภาวดี, 2542)

การเก็บรักษาข้าว

การเก็บรักษาข้าว เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือต้องมีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไปคือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) วิธีการเก็บรักษาข้าว การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วๆไป แบ่งออกได้เป็น 4 วิธี ได้แก่ (นิรนาม, 2550)

1. การเก็บในสภาพปกติ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หมายถึง การเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการลงทุนน้อย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่ๆ

2. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ ตู้เย็น หรือในไซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น

3. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดี และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

4. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดี ได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่น การเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าว

วิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาข้าว สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาข้าว คือการรักษาปริมาณและคุณภาพข้าวที่เก็บให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าว ได้แก่ (นิรนาม, 2550)

1. ความชื้นของข้าวที่จะเก็บ โดยทั่วไปความชื้นของข้าวไม่ควรสูงเกิน 14 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ความชื้นไม่ควรเกิน 12 เปอร์เซ็นต์

2. ความสะอาด ข้าวที่จะเก็บต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง ตอซัง วัชพืช กรวด หิน ดิน ทราย เพราะสิ่งเหล่านี้ดูดความชื้นได้ดี ทำให้ข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้นในขณะเก็บรักษา

3. การปลอดจากโรค แมลง ศัตรูต่างๆ ข้าวที่จะนำเข้าเก็บต้องปลอดจากโรค แมลง และศัตรูต่างๆ หากพบควรหาวิธีป้องกันกำจัดที่ถูกต้องและเหมาะสม

4. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

5. ลักษณะและสถานที่ตั้งของโรงเก็บ โรงเก็บที่ดีควรตั้งอยู่บนที่ดอน และแห้ง มีการระบายน้ำดี เพื่อป้องกันน้ำท่วม รอบๆบริเวณโรงเก็บต้องสะอาด โปร่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม สภาพโรงเก็บต้องมีผนังปิดมิดชิด แน่นหนา มีหลังคากันแดดกันฝน น้ำค้าง ควรยกพื้นสูงเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศด้านล่าง ตามช่องเปิดต่างๆ ควรมีตาข่ายป้องกัน นก หนู และสัตว์ศัตรูต่างๆ

6. การจัดการในขณะเก็บรักษา ควรมีการตรวจสอบข้าวที่เก็บและโรงเก็บเป็นระยะๆ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงของข้าวเกิดขึ้นตลอดเวลาตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค โดยขึ้นอยู่กับสภาวะของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ เวลา และความชื้น ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพข้าวจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาวะอื่นๆ ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดถึงเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในข้าวใหม่ (เก็บเกี่ยวมาใหม่) จะได้ลักษณะข้าวหุงสุกที่นุ่มแฉะ เกาะติดกัน มีของแข็งละลายในน้ำที่ใช้หุงมาก อุ้มน้ำได้น้อย ขยายปริมาตรไม่มากตรงกันข้ามกับลักษณะข้าวหุงสุกจากข้าวเก่าซึ่งร่วนแข็งไม่เกาะติดกัน มีของแข็งละลายในน้ำที่ใช้หุงน้อย อุ้มน้ำมากขยายปริมาตรมาก (หุงขึ้นหม้อ) นอกจากนี้ข้าวเก่าที่เก็บไว้นานในอุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำสำหรับกลิ่น และรส ตลอดจนรสชาติของข้าวเก่า เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร ที่เป็นองค์ประกอบของข้าวโดยเฉพาะในกลุ่มสารระเหยที่ให้กลิ่นผิดปกติ จากไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน เช่น สารกลุ่มแอลดีไฮด์ คีโตน ได้แก่ เมทิลเมอร์แคพแทน (methyl mercaptan) ไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethyl sulfide) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) โดยในระหว่างการเก็บรักษาสารเหล่านี้จะเพิ่มหรือลดลงบ้าง แต่มีผลต่อกลิ่นที่ผิดจากปกติทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับได้ (อรอนงค์, 2547)

Anselme (1988) รายงานว่าหากเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ความชื้นของเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาสูงเกินไป จะทำให้คุณภาพของเมล็ดข้าวเสื่อมเร็วขึ้น สำหรับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในที่เก็บหรือปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาวะอื่นๆ การเก็บรักษาที่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการเก็บรักษา สามารถป้องกันและลดการสูญเสียได้ดี (Hill, 1999)

Quitco (1981) พบว่า ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 20-25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้เพียง 3 อาทิตย์ จะเกิดเมล็ดเหลืองขึ้น แต่ถ้าลดความชื้นลงเหลือ 15-16 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดเมล็ดเหลืองขึ้นหลังการเก็บรักษา 6 เดือน นอกจากนี้เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะถูกแมลงศัตรูและจุลินทรีย์ต่างๆ ทำลายได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ

Meullenet *et al.* (1999) ทดลองนำข้าวเปลือกพันธุ์ Cypess ความชื้น 20.5 เปอร์เซ็นต์ มาลดให้เหลือ 12.5 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งข้าวเปลือกออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำมาลดความชื้นทันที และอีกส่วนพักเอาไว้นาน 86 ชั่วโมงก่อนที่จะนำมาลดความชื้น ทำการลดความชื้นที่อุณหภูมิสูง (54.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 21.9 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 67.8 เปอร์เซ็นต์) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยการชิม (sensory test) 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนเก็บรักษา หลังเก็บรักษา 4 และ 20 สัปดาห์ โดยผู้ชำนาญ 9 คน พบว่า อุณหภูมิอบแห้งมีผลต่อการเกาะตัวกันของเม็ดข้าวและความแข็งของข้าวหุงสุก อุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงจะทำให้การเกาะตัวกันของเม็ดข้าวและความเหนียวลดลง ในขณะที่ความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

วิลาวัลย์ และ สุธา (2547) ทดลองนำข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มาลดความชื้นและเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนในอุณหภูมิห้อง พบว่าข้าวที่ถูกเก็บรักษาจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการสลายตัวในด่างและการดูดน้ำของข้าวเพิ่มขึ้น แต่ค่าการคงตัวของแป้งสุกและปริมาณอะไมโลสของข้าวไม่แตกต่างกัน

พิษณุ และ เจตน์สุดา (2549) ศึกษาผลของระยะเวลาการแช่น้ำในการทำข้าวกล้องงอกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศที่มีผลต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกโดยใช้ระยะเวลาในการแช่น้ำ 6 และ 15 ชั่วโมง ระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวกล้องงอก 0, 1, 2 และ 3 เดือน พบว่า ระยะเวลาการแช่น้ำของข้าวที่ 6 ชั่วโมง ทำให้ข้าวกล้องงอกมีปริมาณโอรีซานอลต่ำกว่า การแช่น้ำที่ 15 ชั่วโมง และการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ปริมาณโอรีซานอลลดลง

ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้องงอก (Germinated Brown Rice) คือ ข้าวกล้อง (ข้าวที่ไม่ได้ผ่านการขัดสี) ซึ่งผ่านการแช่น้ำ (soaking) ที่อุณหภูมิเหมาะสม เป็นเวลา 22-24 ชั่วโมง จนกระทั่งมีส่วนที่งอก (Germ) ออกมาประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร ซึ่งขณะที่มีการงอกนั้นภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเมล็ดข้าวจะดูดซับน้ำเข้าสู่เมล็ด ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดมีความนุ่มมากขึ้นและเป็นการกระตุ้นเอ็นไซม์ที่ใช้ในการงอก (Allbritton, 2003)

ข้าวกล้องงอกช่วยแก้ปัญหาเรื่องความแข็งของข้าวกล้องตามปกติที่รับประทานยาก เพราะการแช่ข้าวทิ้งไว้จะช่วยให้เมล็ดข้าวนุ่มขึ้นง่ายต่อการรับประทานโดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่ความสามารถในการผลิตเอ็นไซม์เพื่อใช้ในการย่อยอาหารจะลดลง การบริโภคข้าวกล้องงอกจึงช่วยให้ย่อยได้ง่ายกว่า และลดอาการเกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร เนื่องจากการแช่ข้าวเป็นการย่อยขั้นต้น (pre-digestion) ของเมล็ดซึ่งเกิดได้หลายทางโดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งทำให้ข้าวกล้องงอกมีรสชาติที่หวานกว่าข้าวกล้องปกติ โดยเปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดอะมิโนและเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันเพื่อใช้ในกระบวนการงอก การดูดซึมอาหาร และกระบวนการเมตาบอลิซึมของเมล็ดข้าวกล้อง ซึ่งส่งผลให้ผู้ที่บริโภคข้าวกล้องงอกมีการย่อยและการดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น (Allbritton, 2003 อ้างโดย ธิราพร และคณะ, 2548) และได้สารอาหารที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะสารโอรีซานอลและกรดแกมมาอะมิโนบิวไทริก (gramma-aminobutyric acid : GABA) (Ito and IshiKawa, 2004 อ้างโดย สมชาติ และคณะ, 2550)

การทำข้าวกล้องงอกสามารถทำได้เองโดยแช่ข้าวกล้องในน้ำที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-22 ชั่วโมงหรือแช่ข้าวกล้องในน้ำเย็น 2-3 วัน แต่ต้องมีการเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ เพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียซึ่งจะทำให้ข้าวกล้องงอกที่ได้มีกลิ่นเหม็น Hiroshi (2005) กล่าวว่า ข้าวกล้องงอกที่ได้จะหุงง่าย และข้าวที่หุงจะมีรสชาติที่หวานนุ่มกว่าข้าวกล้อง Suzuki and Maekewa (1999) กล่าวว่า ในกระบวนการทำข้าวกล้องงอกนั้นต้องมีการควบคุมระยะเวลาในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่ข้าวกล้อง อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำเพื่อให้การงอกมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมคือ 30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนในน้ำระหว่าง 3.5-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

Komatsuzaki *et al.* (2007) รายงานผลการทำข้าวกล้องงอกโดยการบ่มข้าวให้คัพภะมีขนาดใหญ่ขึ้น (ประมาณ 1 มิลลิเมตร) โดยการแช่น้ำอุ่นซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง และให้แก๊ส 21 ชั่วโมง พบว่าปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอกจะเพิ่มขึ้น (24.9 มิลลิกรัม /100 กรัม) แม้ว่าจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการแช่ข้าวกล้องก็ตามแต่เมื่อฆ่าเชื้อโดยการนึ่ง 20 นาที และใช้เอทานอล 3 นาที ก็ไม่มีผลให้สาร GABA ไม่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 จำนวน 8 กิโลกรัม ความงอก 75 - 80 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์

1.ตู้อบ (oven) ยี่ห้อ Memment model 800

2.เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo electron รุ่น Helios gamma

3.อ่างน้ำร้อน (water bath) ยี่ห้อ Memment

4.เครื่อง votex mixer

5.เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ FALC รุ่น BE 6

6.เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าว

7.เครื่องขัดสีข้าว

8.เครื่องโม่แป้ง

9.ตะแกรงร่อนที่มีความละเอียด 100 เมช (mesh)

10.เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.00001 กรัม

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×5 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ชนิดของข้าว ได้แก่ ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 ระยะ ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

2. การทำข้าวกล้องงอก และการเก็บรักษา

(1) การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้อง

นำข้าวกล้องไปแช่น้ำในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 ชั่วโมง โดยทำการเปลี่ยนน้ำทุก 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด (19 ชั่วโมง) ทำข้าวกล้องให้สะเด็ดน้ำก่อน จึงนำข้าวใส่ตะแกรง แล้วบ่มโดยนำกระดาษหนังสือพิมพ์มาคลุมปิดทับตะแกรงข้าวไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปลดความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ให้เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักเปียก) พักข้าวไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนจากนั้นเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ทำการสุ่มข้าวตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูล

(2) การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก

ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่ไม่ต้องทำการกะเทาะเปลือกข้าวก่อนการแช่น้ำ และการเก็บรักษาจะเก็บรักษาในรูปของข้าวเปลือก โดยทำการกะเทาะก่อนการวิเคราะห์คุณสมบัติเมื่อครบกำหนดการเก็บรักษาแต่ละระยะ

3. การบันทึกข้อมูล

(1) การสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkaline digestion test)

สุ่มเมล็ดข้าวกล้อง 10 เมล็ด ใส่ในจานแก้วทดลอง (petri dish) แล้วนำมาวางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในจานแก้วประมาณ 10 มิลลิลิตร ให้เมล็ดข้าวจมอยู่ในสารละลาย ปิดฝาทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องโดยไม่มีการเคลื่อนย้ายขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามระดับการสลายตัวและให้คะแนนตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการสลายตัวของแต่ละเมล็ด (งามชื่น, 2546)

ค่าการสลาย	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลง
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ด
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาว และมีแป้งกระจายออกรอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขาวขุ่น
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด และมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

(2) การหาเวลาในการหุงต้มข้าว

ต้มน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้เดือด ใส่ตัวอย่างข้าวกล้อง 30 กรัม ลงในน้ำเดือด จับเวลา หลังจาก 10 นาที สุ่มตัวอย่างข้าวทุกๆนาที ครั้งละประมาณ 10 เมล็ดวางบนแผ่นแก้ว นำแผ่นแก้วอีกหนึ่งแผ่นกดบนแผ่นแก้วที่มีเมล็ดข้าววางอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจดูไตสีขาวตรงกลางเมล็ดข้าว บันทึกค่าเวลาต้มข้าวเมื่อเมล็ดข้าวอย่างน้อย 9 ใน 10 เมล็ดไม่มีไตสีขาวตรงกลางเมื่อเมล็ดข้าวถูกกด

(3) การดูดน้ำของข้าว

ชั่งเมล็ดข้าวกล้องจำนวน 2 กรัม ใส่หลอดทดลองที่ชั่งน้ำหนักแล้ว เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 นาที เมื่อครบตามเวลานำหลอดแก้วนั้นออกมาคว่ำให้สะเด็ดน้ำโดยระวังไม่ให้ข้าวที่อยู่ข้างในหลอดทดลองไหลออกมา หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดทดลอง คำนวณค่าการดูดน้ำของเมล็ดข้าว จากสูตร

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

(4) การขยายปริมาตร

จากวิธีในข้อ (3) หลังจากชั่งข้าว 2 กรัม ใส่หลอดทดลองและวัดความสูงของข้าวที่เพิ่มขึ้นหลังการหุงต้ม

(5) ค่าความแข็งของข้าว

เตรียมตัวอย่างโดยหุงข้าวกล้องงอกให้สุก จากนั้นวัดโดยชั่งข้าวสุกมา 2 กรัม เรียงกันบน Plate form ที่สะอาด เรียงเมล็ดข้าวให้เป็นชั้นเดียว แล้ววัดความแข็งโดยใช้แรงกด (compression) ของเครื่อง Texture analyser ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัส (pre-test speed) 10 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงบนเนื้อข้าว (test speed) 1.0 มิลลิเมตร/วินาที โดยมีระยะพัก 30 วินาที และความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ขึ้นจากเมล็ดข้าว (post-test speed) 10 มิลลิเมตร/วินาที

(6) การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ทำโดยใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน และให้คะแนนความชอบแบบ 7 ระดับ (7-point hedonic scale) ลักษณะที่วัด ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏของเมล็ดข้าว ค่ากลิ่น ค่าการเกาะตัว ค่าความแข็ง ค่ารสชาติข้าว และค่าความชอบโดยรวมของข้าว

(7) เปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าว

นำข้าวกล้องงอกจำนวน 300 กรัม มาเข้าเครื่องขัดสีเพื่อให้ได้ส่วนของรำ นำส่วนของรำที่ได้ ใส่ในกระป๋องวัดความชื้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปสกัดด้วยเฮกเซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(hexane) โดยชั่งรำข้าว 10 กรัม และห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ในเครื่องสกัดน้ำมัน ใช้เฮกเซนปริมาณ 250 มิลลิลิตร สกัดเป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง แล้วนำไประเหยเฮกเซนออกจากน้ำมันด้วยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการสกัด นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากสูตร

$$\text{น้ำมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักรำ}} \times 100$$

(8) ปริมาณโอรีซานอล

จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากข้อ (7) ไปชั่ง 0.1000 มิลลิกรัม แล้วนำมาละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) ใส่ในขวดปรับปริมาตรแล้วปรับปริมาตรด้วยเฮปเทนให้ได้ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแกมมาโอรีซานอลมาตรฐาน (ภาคผนวก ข.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

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

สถานที่และเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

102743

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว

จากการตรวจสอบการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าวกล้องงอก เปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก พบว่าการสลายตัวในด่างของข้าวทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าประมาณ 5-6 และเมื่อทำการเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีผลทำให้ค่าการสลายตัวในด่างของข้าวเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 4 เดือน คือ 5-6

ตารางที่ 2แสดงค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6
ข้าวเปลือกงอก	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6
เฉลี่ย	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6	

ระยะเวลาการหุงต้ม

ตารางที่ 3 และภาพที่ 2 แสดงระยะเวลาในการหุงต้มข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและข้าวเปลือก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องใช้เวลาในการหุงต้ม 27.00 นาที และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกใช้เวลาในการหุงต้ม 27.40 นาที

สำหรับผลของระยะเวลาของการเก็บรักษาต่อระยะเวลาในการหุงต้ม พบว่าข้าวกล้องงอกทั้ง 2 ชนิดจะมีระยะเวลาในการหุงต้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยข้าวกล้องงอกทั้ง 2 ชนิดที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 และ 4 เดือน จะมีระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1 และ 2 เดือน โดยระยะเวลาในการหุงต้มข้าวที่เก็บรักษา 3 และ 4 เดือน ใช้ระยะเวลาการหุงต้มประมาณ 28 นาที ในขณะที่ข้าวก่อนการเก็บรักษาจะใช้เวลาในการหุงต้ม เฉลี่ย 26.67 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

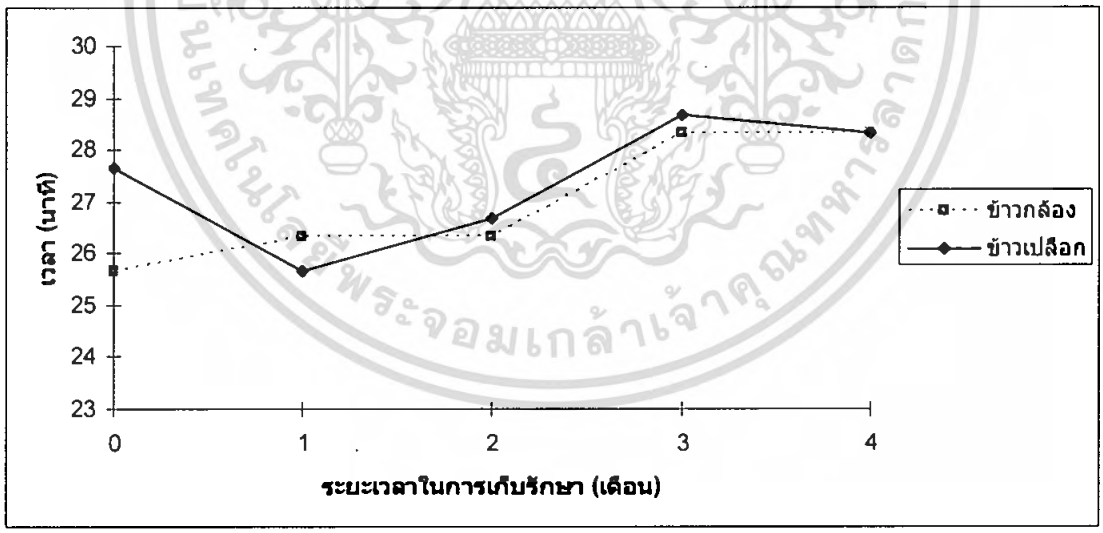
ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	25.67	26.33	26.33	28.33	28.33	27.00^{A}
ข้าวเปลือกงอก	27.67	25.67	26.67	28.67	28.33	27.40^{A}
เฉลี่ย	26.67^{b}	26.00^{b}	26.50^{b}	28.50^{a}	28.33^{a}	

CV (%) = 3.15

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 แสดงระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำในระหว่างการหุงต้มของข้าวกล้องงอกทั้ง 2 ชนิด คือ ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก พบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3) โดยข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ 306.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกที่มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ 289.87 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้ม พบว่าการดูดน้ำของข้าวกล้องงงอกทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยข้าวที่มีการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน จะมีการดูดน้ำสูงกว่าข้าวกล้องงอก ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน โดยค่าการดูดน้ำของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องมีค่าสูงสุดที่ระยะการเก็บรักษาที่ 4 เดือน เท่ากับ 329.00 เปอร์เซ็นต์

โดยทั่วไปข้าวที่เก็บรักษาไว้นาน หรือข้าวเก่า จะมีค่าการดูดน้ำสูงกว่าข้าวใหม่ ส่งผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่ (อ้างโดย วิลาวัลย์ และ สุธา, 2547) และข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานจะดูดน้ำมากกว่าข้าวที่ใช้เวลาหุงต้มน้อยกว่า

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

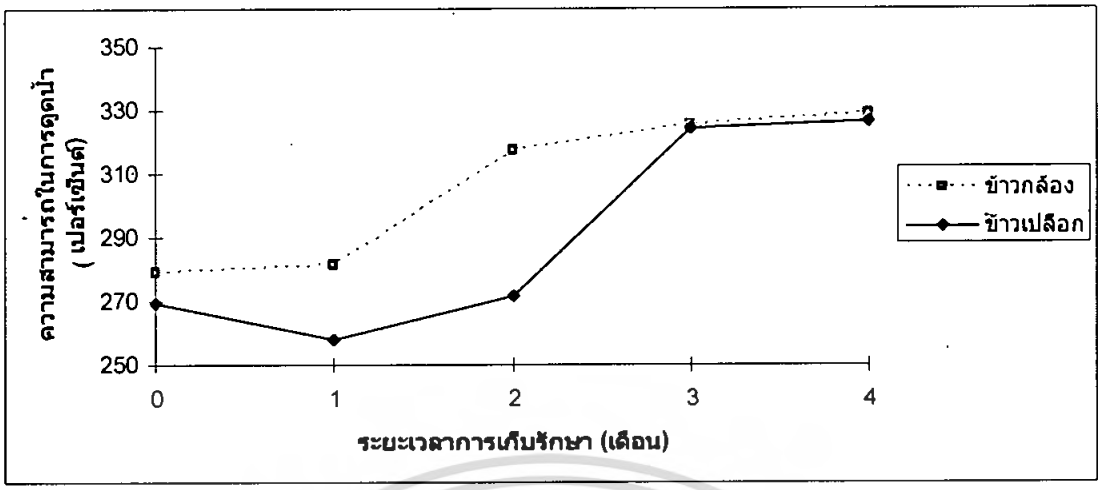
ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	279.33	281.67	317.67	325.67	329.00	306.67^{A}
ข้าวเปลือกงอก	269.17	258.00	271.50	324.17	326.50	289.87^{B}
เฉลี่ย	274.25^{c}	269.83^{c}	294.58^{b}	324.92^{a}	327.75^{a}	

CV (%) = 2.84

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

การขยายปริมาตรของเมล็ดข้าว

การศึกษาการขยายปริมาตรของข้าวหุงสุกของข้าวกล้องงอกพบว่า ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก มีการขยายปริมาตรของเมล็ดข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4) แต่การเก็บรักษาข้าวจะทำให้ข้าวหุงสุกมีการขยายปริมาตรเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ เวลา และความชื้น ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพข้าวจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาวะอื่นๆ คือ ในข้าวใหม่ (เก็บเกี่ยวมาใหม่) จะได้ลักษณะข้าวหุงสุกที่มีการขยายปริมาตรไม่มาก ซึ่งตรงกันข้ามกับลักษณะข้าวหุงสุกจากข้าวเก่ามีการขยายปริมาตรมาก (หุงขึ้นหม้อ) (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

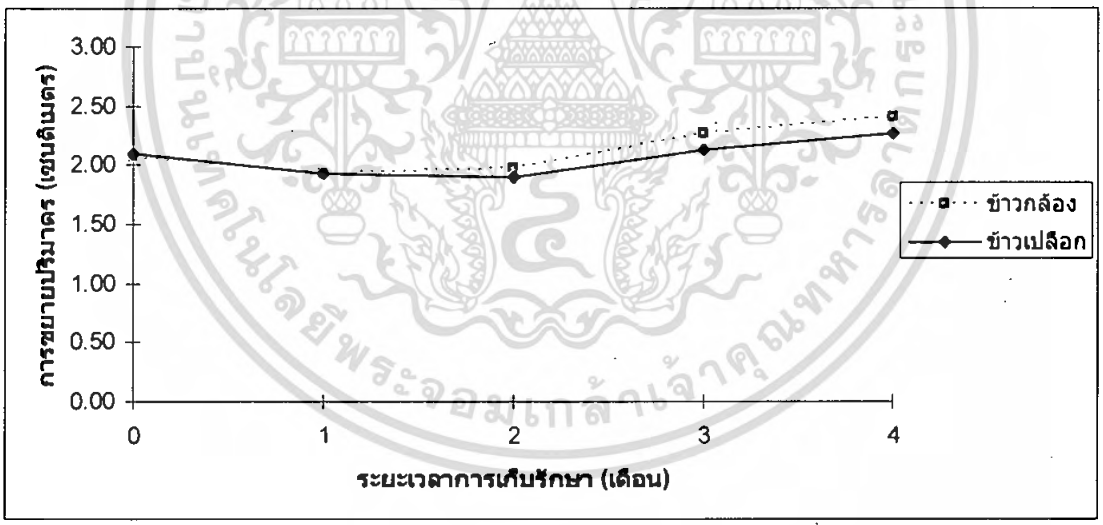
ตารางที่ 5 แสดงการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	2.07	1.93	1.97	2.27	2.40	2.13^{A}
ข้าวเปลือกงอก	2.10	1.93	1.90	2.13	2.27	2.07^{A}
เฉลี่ย	2.08^{bc}	1.93^{c}	1.93^{c}	2.20^{ab}	2.33^{a}	

CV (%) = 5.71

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความแข็งของข้าว

จากการทดสอบความแข็งของข้าวหุงสุกด้วยเครื่อง Texture analyzer เพื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก พบว่าความแข็งของข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวหุงสุกของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกมีค่ามากกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง (1763.49 และ 1539.27 กรัม ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาผลของการเก็บรักษาพบว่า ก่อนการเก็บรักษาข้าวหุงสุกจะมีค่าความแข็งเฉลี่ยเท่ากับ 1996.24 กรัม และลดลงเหลือ 1807.81, 1751.49, 1459.15 และ 1242.21 กรัม เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงการวัดค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

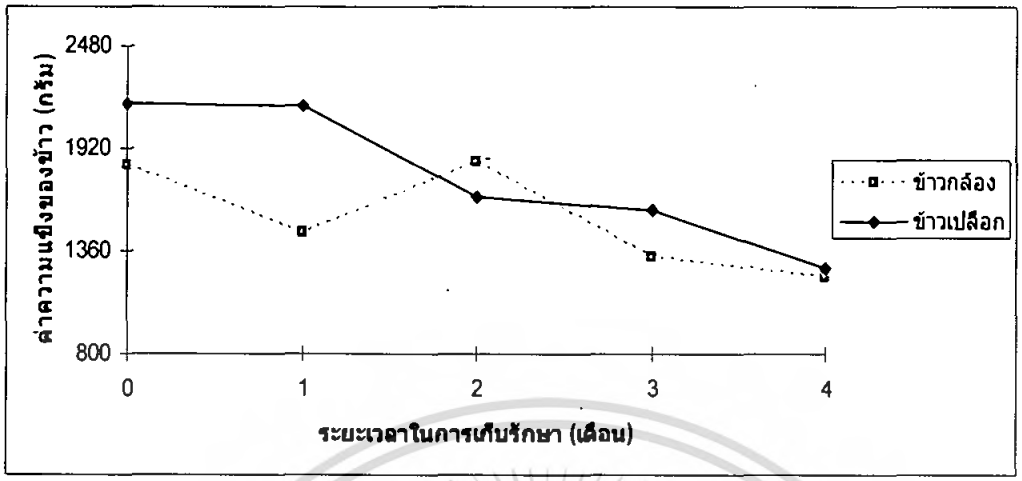
ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	1831.32	1462.16	1848.87	1333.44	1220.54	1539.27^{B}
ข้าวเปลือกงอก	2161.16	2153.45	1654.11	1584.86	1263.87	1763.49^{A}
เฉลี่ย	1996.24^{a}	1807.81^{ab}	1751.49^{b}	1459.15^{c}	1242.21^{d}	

CV (%) = 9.49

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ชิมต่อลักษณะของข้าวกล้องงอกหุงสุก พบว่าความชอบของผู้ชิมต่อลักษณะปรากฏของข้าว กลิ่นข้าว การเกาะตัว ความแข็งของข้าว และรสชาติ ของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งส่งผลให้ความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาผลของการเก็บรักษา พบว่า เมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้น ทำให้ความชอบของผู้ชิมต่อกลิ่นของข้าวเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ความชอบของผู้ชิมโดยรวมลดลงด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลค่าการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	(เดือน)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นของข้าว	การเกาะตัว	ความแข็ง	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ข้าวกล้องงอก	0	4.50^{a}	3.88^{a}	4.50^{a}	4.81^{a}	5.06^{a}	4.94^{a}
	1	4.38^{a}	3.50^{a}	4.31^{a}	4.88^{a}	4.81^{a}	4.63^{a}
	2	4.75^{a}	2.86^{ab}	4.06^{a}	5.25^{a}	4.50^{a}	4.00^{a}
	3	5.31^{a}	2.50^{abc}	3.75^{a}	5.13^{a}	3.75^{a}	3.81^{ab}
	4	5.44^{a}	2.56^{abc}	4.00^{a}	4.88^{a}	3.75^{a}	3.69^{ab}
	เฉลี่ย	4.88^{A}	3.06^{A}	4.13^{A}	4.99^{A}	4.38^{A}	4.21^{A}
ข้าวเปลือกงอก	0	4.19^{a}	4.00^{abc}	4.69^{a}	4.75^{a}	5.00^{a}	5.00^{ab}
	1	4.63^{a}	3.31^{abc}	4.50^{a}	4.81^{a}	4.56^{a}	4.56^{ab}
	2	5.00^{a}	3.31^{abc}	4.31^{a}	5.31^{a}	4.56^{a}	4.19^{ab}
	3	5.31^{a}	2.69^{bc}	4.13^{a}	5.25^{a}	4.00^{a}	4.19^{b}
	4	5.38^{a}	2.75^{c}	4.38^{a}	5.13^{a}	3.94^{a}	3.56^{b}
	เฉลี่ย	4.90^{A}	3.21^{A}	4.40^{A}	5.05^{A}	4.41^{A}	4.30^{A}
	CV (%)	65.10%	77.75%	69.30%	64.27%	68.29%	69.37%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าว

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องโดยมีค่าเท่ากับ 26.90 เปอร์เซ็นต์ และ 22.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 6)

เมื่อนำข้าวมาเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 4 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำข้าวลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยก่อนเก็บรักษารำข้าวจะมีน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 25.72 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 23.32 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

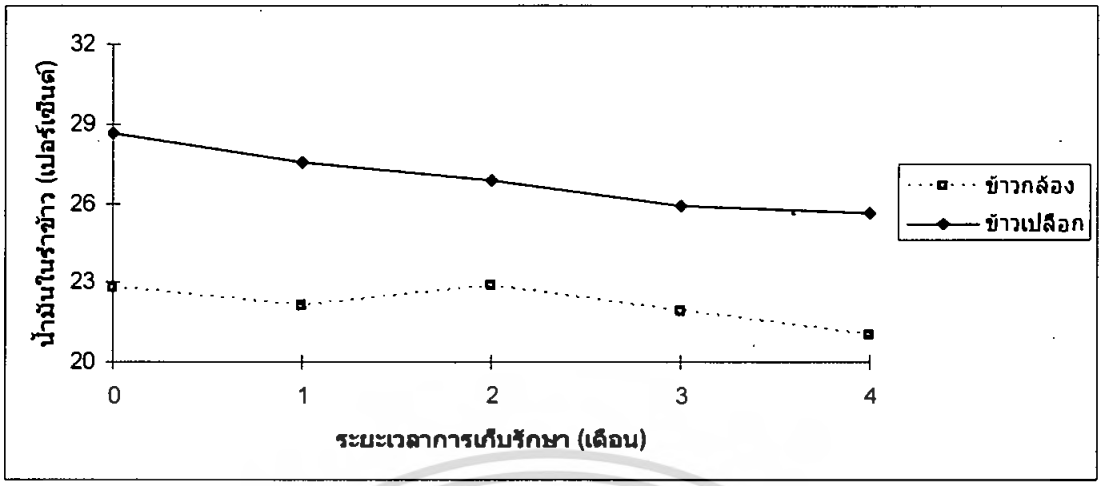
ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	22.78	22.15	22.87	21.91	21.05	22.15^{B}
ข้าวเปลือกงอก	28.66	27.52	26.85	25.88	25.59	26.90^{A}
เฉลี่ย	25.72^{a}	24.84^{b}	24.86^{b}	23.89^{c}	23.32^{c}	

CV (%) = 2.72

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ปริมาณโอรีซานอล

จากการทดลองหาปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว พบว่าน้ำมันรำจากข้าวกล้องงอกทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณโอรีซานอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 7) โดยน้ำมันรำของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องมีปริมาณโอรีซานอลเท่ากับ 16.96 ppm ในขณะที่น้ำมันรำของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือก มีปริมาณโอรีซานอลเท่ากับ 17.72 ppm

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีผลให้ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณโอรีซานอลจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งน้ำมันรำของข้าวกล้องงอกก่อนการเก็บรักษาจะมีปริมาณโอรีซานอลสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 18.35 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

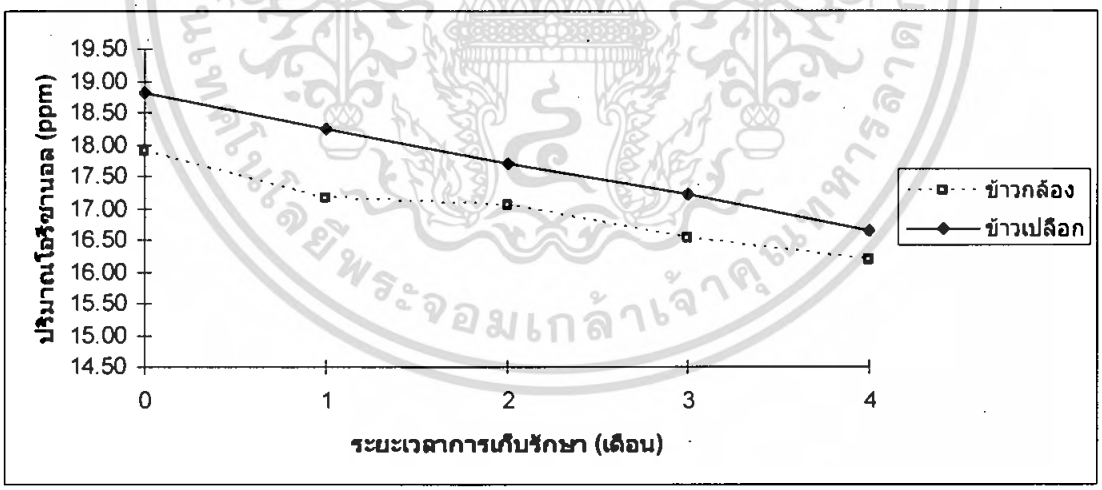
ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	17.87	17.17	17.04	16.52	16.18	16.96^{B}
ข้าวเปลือกงอก	18.81	18.25	17.70	17.22	16.64	17.72^{A}
เฉลี่ย	18.35^{a}	17.71^{b}	17.37^{c}	16.87^{d}	16.41^{e}	

CV (%) = 0.47

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 7 แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากการทดลองพบว่า คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเก็บรักษาข้าวมีผลทำให้การดูดน้ำของข้าวมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว ทำให้มีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลที่มีการคงตัวและละลายในน้ำได้น้อยลง ทำให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่ (อ้างโดย วิลาวัลย์ และ สุธา, 2547) สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ชิมมีความพึงพอใจต่อข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ความพึงพอใจต่อกลิ่นของข้าวลดลง ส่งผลให้ความชอบโดยรวมต่อข้าวหุงสุกลดลงด้วย ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีโดยเฉพาะในส่วนของน้ำมันในรำข้าวซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 และศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการทดลองพบว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้องและจากข้าวเปลือกมีค่า การสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว ระยะเวลาการหุงต้ม การขยายปริมาตรของเมล็ดข้าวหุงสุก และคุณสมบัติของข้าวทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกจะดูดน้ำระหว่างการหุงต้มน้อยกว่าข้าวหุงสุกมีความแข็งซึ่งวัดด้วยเครื่อง Texture analyzer สูงกว่า และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวและปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำมากกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง

สำหรับผลของการเก็บรักษาพบว่า เมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก โดยระยะเวลาหุงต้ม เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ และการขยายปริมาตรของเมล็ดข้าวจะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ค่าความแข็งของข้าวหุงสุก เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำข้าว และปริมาณโอรีซานอลจะลดลง รวมทั้งความชอบโดยรวมของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสก็ได้รับผลกระทบจากระยะเวลาเก็บรักษาด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2550. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6. [http://www.doa.go.th/public/plibai 45/october%2045/code 1.html.] วันที่ 23 ตุลาคม 2550.

งามชื่น คงเสรี. 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 167 หน้า.

จิราภรณ์ นามเมือง. 2546. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์

ฉัตรชัย วงษ์รักษา. 2546. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.

ไชยรัตน์ เพชรชลนุวัฒน์ และคณะ. 2543. คุณสมบัติทางเคมีของข้าวสารจำนวน 8 พันธุ์. กรมวิชาการเกษตร.

นิรนาม. 2550. การเก็บรักษาข้าวและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษา. [http://doa.go.th/rri /tech/m25html.] วันที่ 2 พฤศจิกายน 2550.

พิษณุ แก้วตะพาน และ เจตน์สุดา สุขม่อย. 2549. ผลของระยะการแช่น้ำและการเก็บรักษาแบบสุญญากาศต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์ สุพรรณบุรี 1. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 43 หน้า.

บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต.พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 184 หน้า.

ลาวัลย์ มณีน้อย. 2546. เกร็ดความรู้สมุนไพร : ข้าวกล้อง. [http://www.thaihealth.info/samunp-ai25.asp.2550] วันที่ 18 พฤศจิกายน 2550.

วัลลภ สันติประชา. 2538. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 212 หน้า.

วิลาวัลย์ นามวิชัย และ สุธา โฉมเกิด. 2547. อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 34 หน้า.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น และ นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์. 2547. พฤกษศาสตร์ทั่วไปของข้าว. หน้า 27-30. ใน: พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 460 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 336 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Allbrition, J. 2003. The vitamin cottage health hotline. March 2003. อ้างโดย ธิราพร ผุยหนองโพธิ์ คุณากช พรรณะ และ ฐาปณี จงสืบโชค. 2548. ผลของอุณหภูมิต่อกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก. ใน ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 31 หน้า.

Anselme, C. 1988. Preharvest and postharvest treatments to improve rice seed health. IRRI proceeding of the international workshop on rice seed health.

Chang, T.T. 1979. Rice. In N.W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longmans, London, NewYork.

Ghaouth , P.J. 1991. The effect of sulfhydryl group on storage deteriorafion of mille rice : 54-60. อ้างโดย ภาวดี ศิริศรีชัย. 2542. กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา. หน้า 16-17. ใน : คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าว. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. ปทุมธานี.

Hill, M. 1999. The drying and storage of grain and herbage seeds. A foundation for arable research publication, Lincoin New Zealand.

Hiroshi, K. 2004. Surprising live germinated brown rice, (in Japanese). Shougakukan-square Co. Tokyo.

Ito, S. and Ishikawa, Y. 2004. Marketing of value-added rice products in Japan: germidated brown rice and rice bread., FAO rice conference, 12-13 February 2004, Rome, Italy, 1-10. อ้างโดย สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, สมเกียรติ ปรัญาวรากร, และ ชัยยงค์ เตชะไพโรจน์. 2550. การจัดการข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการปรับปรุงคุณภาพและการพัฒนาผลิตภัณฑ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38:5 (พิเศษ): 291-300.

Komatsuzaki N., Tsukahara K., Toyoshima H., Suzuki T., Shimizu N., and Kimura T. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. Journal of Food Engineering. 78:556-560.

Meullenet, C. Marks, B.P. Griffin, K. and. Daniels, M.J. 1999. Effects of rough rice drying and storage conditions on sensory profiles of cooked rice. J. Cereal Chem. 76(4) : 483-486.

Oryzanol Company Limited. 2006. Oryzanol. [http://www.doa.go.th.rri/tech/m5.4 html.] Dec 12, 2007.

Quitco, R.T. 1981. Paddy deterioration form procurement to storage. NAPHIRE, Technical Bullentin No.2, Philippines.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suzuki, K. and Maekawa, T. 1999. Microorganisms control during processing of germinated brown rice (Vol. 9.). The Society of Agricultural Structures. Japan, pp. 137-144.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธ์ กข. 6

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธ์ กข. 6 ก่อนนำมาทำข้าวเปลือกงอกได้ผลดังนี้

คุณสมบัติที่ตรวจวัด	เฉลี่ย
การสลายตัวในด่าง	5-6
ระยะเวลาการหุงสุก (นาที)	27.67
เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ	269.17
การขยายปริมาตร (ซม.)	2.10
เนื้อสัมผัส (กรัม)	2161.16
เปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าว	28.33
โอรีซานอล (ppm)	18.81

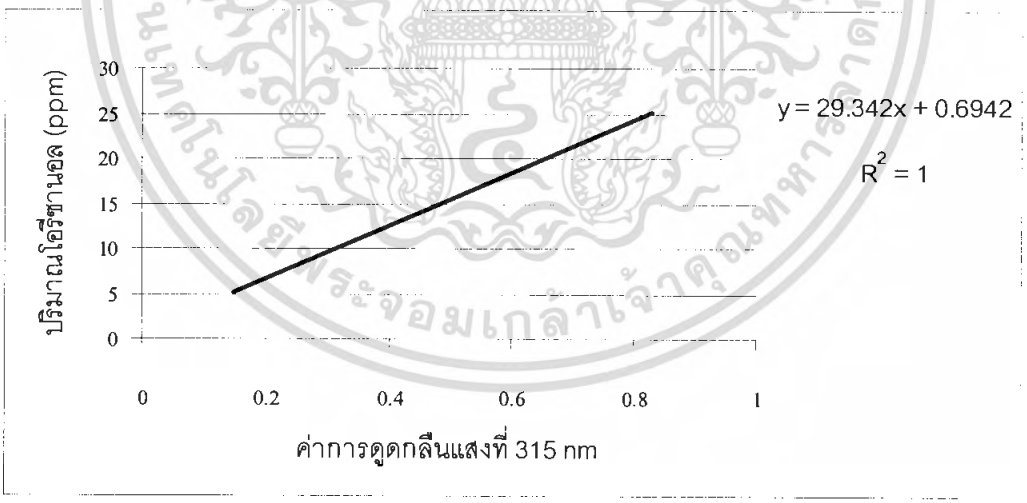
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ชั่งแกมมาโอรีซานอล 50±0.0001 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n-heptane) ด้วยขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็น stock solution จากนั้นเตรียมความเข้มข้นต่างๆโดยปิเปตสารเริ่มต้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n-heptane) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm) และนำค่าการดูดกลืนแสงต่างๆที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐาน

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



กราฟแสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค.1 แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวกล้องงอก	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
	4	5-6	5-6	5-6	5-6
ข้าวเปลือกงอก	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
	4	5-6	5-6	5-6	5-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	(เดือน)	1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	25.00	26.00	26.00	25.67
	1	27.00	25.00	27.00	26.33
	2	26.00	26.00	27.00	26.33
	3	28.00	29.00	28.00	28.33
	4	29.00	27.00	29.00	28.33
ข้าวเปลือกงอก	0	27.00	28.00	28.00	27.67
	1	25.00	25.00	27.00	25.67
	2	26.00	27.00	27.00	26.67
	3	29.00	28.00	29.00	28.67
	4	27.00	29.00	29.00	28.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	282.00	280.50	275.50	279.33
	1	285.00	280.00	280.00	281.67
	2	315.00	315.50	322.50	317.67
	3	329.50	318.50	329.00	325.67
	4	320.50	331.00	335.50	329.00
ข้าวเปลือกงอก	0	278.50	267.00	262.00	269.17
	1	251.50	241.50	281.00	258.00
	2	274.50	271.00	269.00	271.50
	3	326.50	315.00	331.00	324.17
	4	322.00	329.00	328.50	326.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.4 แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	2.00	2.20	2.00	2.07
	1	1.80	2.00	2.00	1.93
	2	1.90	2.00	2.00	1.97
	3	2.20	2.20	2.40	2.27
	4	2.30	2.30	2.60	2.40
ข้าวเปลือกงอก	0	2.20	2.00	2.10	2.10
	1	1.90	2.00	1.90	1.93
	2	1.90	2.00	1.80	1.90
	3	2.00	2.10	2.30	2.13
	4	2.10	2.30	2.40	2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.5 แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าว (กรัม) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	1920.05	1886.36	1687.54	1831.37
	1	1309.57	1548.10	1528.83	1462.16
	2	2069.91	1729.37	1747.35	1848.87
	3	1353.93	1357.15	1289.24	1333.44
	4	1372.81	1300.74	988.10	1220.54
ข้าวเปลือกงอก	0	2149.31	2019.75	2314.41	2161.16
	1	2148.39	2007.28	2304.70	2153.45
	2	1735.25	1592.23	1634.84	1654.11
	3	1468.32	1813.31	1472.93	1584.86
	4	1042.14	1457.62	1291.86	1263.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.6 แสดงค่าลักษณะที่ปรากฏของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.50	4.50	5.50	2.50	5.50	4.50	2.50	5.50	4.50
	1	5.50	6.00	5.00	3.00	3.00	4.00	3.00	5.50	4.38
	2	6.00	5.50	5.00	3.50	4.50	5.00	2.50	6.00	4.75
	3	6.00	6.00	6.00	4.50	5.00	6.00	3.50	5.50	5.31
	4	6.00	6.00	5.50	5.00	5.00	5.50	4.50	6.00	5.44
ข้าวเปลือกงอก	0	3.50	3.50	5.50	2.00	5.50	5.50	2.00	6.00	4.19
	1	6.00	6.00	4.00	3.50	4.00	5.00	2.50	6.00	4.63
	2	6.00	6.00	4.50	5.00	4.50	5.00	3.00	6.00	5.00
	3	5.50	6.00	6.00	4.50	5.00	5.50	4.00	6.00	5.31
	4	6.00	5.50	5.50	5.00	5.00	5.50	4.50	6.00	5.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.7 แสดงค่ากลิ่นของข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	2.50	2.50	3.00	4.50	5.00	4.00	4.00	5.50	3.88
	1	2.50	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.50	5.00	3.50
	2	1.00	1.50	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.50	2.88
	3	1.00	2.00	2.50	3.00	2.00	2.50	3.00	4.00	2.50
	4	1.00	2.00	2.00	3.00	2.50	3.00	3.00	4.00	2.56
ข้าวเปลือกงอก	0	2.00	3.50	3.50	4.00	5.00	4.50	3.00	6.50	4.00
	1	1.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	2.50	5.00	3.31
	2	1.00	3.00	3.50	2.50	4.00	4.00	2.00	5.00	3.31
	3	1.00	2.50	2.50	3.00	3.50	3.00	2.00	4.00	2.69
	4	1.00	2.50	3.00	3.00	3.50	3.00	2.00	4.00	2.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.8 แสดงค่าการเกาะตัวของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.00	3.00	5.50	3.00	5.00	4.50	4.00	6.00	4.50
	1	4.00	3.50	4.50	3.00	5.50	5.00	3.00	6.00	4.31
	2	4.00	2.50	4.00	3.50	5.00	4.00	3.50	6.00	4.06
	3	3.00	2.50	5.00	2.50	4.00	4.00	3.50	5.50	3.75
	4	3.50	3.00	4.50	3.50	4.50	4.00	3.00	6.00	4.00
ข้าวเปลือกงอก	0	4.00	4.50	5.50	2.50	6.00	5.00	4.00	6.00	4.69
	1	4.50	5.00	5.00	2.00	5.50	5.00	3.50	5.50	4.50
	2	3.50	3.50	4.50	2.50	6.00	5.00	3.50	6.00	4.31
	3	3.50	4.50	4.00	2.00	4.50	5.50	3.00	6.00	4.13
	4	4.50	4.00	4.50	3.00	4.50	4.50	4.00	6.00	4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.9 แสดงค่าความแข็งของเมล็ดข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.50	4.00	5.00	5.50	4.50	6.00	2.00	6.00	4.81
	1	4.50	3.00	5.00	4.50	5.50	6.50	3.00	7.00	4.88
	2	6.00	3.50	6.50	5.50	5.00	6.00	3.00	6.50	5.25
	3	5.50	4.00	6.00	5.00	4.50	5.50	3.50	7.00	5.13
	4	5.50	5.00	5.00	5.00	4.00	6.00	2.50	6.00	4.88
ข้าวเปลือกงอก	0	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	6.00	2.00	7.00	4.75
	1	5.50	4.00	5.50	5.00	3.50	5.50	3.50	6.00	4.81
	2	5.50	5.50	6.00	6.50	4.00	5.00	3.00	7.00	5.31
	3	6.00	4.50	5.50	5.50	4.50	6.50	2.50	7.00	5.25
	4	4.50	5.00	5.50	6.00	5.00	5.50	3.00	6.50	5.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.10 แสดงค่ารสชาติข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.50	4.50	5.00	5.00	5.50	6.50	2.00	6.50	5.06
	1	5.50	4.00	5.50	4.50	6.00	5.00	2.50	5.50	4.81
	2	5.00	4.50	4.50	4.00	5.50	5.50	2.00	5.00	4.50
	3	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.50	1.50	5.00	3.75
	4	4.00	3.50	4.00	4.50	4.00	4.50	1.00	4.50	3.75
ข้าวเปลือกงอก	0	5.50	4.50	5.00	5.00	5.50	6.00	2.50	6.00	5.00
	1	5.00	4.00	4.50	5.00	5.00	5.00	2.00	6.00	4.56
	2	5.00	4.00	4.00	4.50	5.00	5.50	2.50	6.00	4.56
	3	4.50	3.50	4.00	3.50	4.00	5.00	1.50	6.00	4.00
	4	4.50	3.50	4.00	4.00	4.00	4.50	2.00	5.00	3.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.11 แสดงค่าความชอบโดยรวมข้าวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.50	3.50	5.50	5.00	5.50	5.50	3.00	6.00	4.94
	1	5.00	3.50	5.00	4.50	5.50	5.00	3.00	5.50	4.63
	2	4.50	3.00	4.00	4.00	4.50	4.50	2.50	5.00	4.00
	3	4.00	3.00	4.00	4.50	4.00	4.00	2.00	5.00	3.81
	4	4.00	2.50	4.00	3.50	4.00	4.50	2.00	5.00	3.69
ข้าวเปลือกงอก	0	4.50	4.00	5.50	5.00	5.00	5.50	4.00	6.50	5.00
	1	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	3.50	6.00	4.56
	2	4.00	3.00	4.00	4.00	4.50	5.00	3.00	6.00	4.19
	3	4.00	3.50	3.00	4.50	4.00	5.00	3.00	6.50	4.19
	4	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	2.00	5.00	3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.12 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวกล้องงอก	0	22.50	23.00	22.84	22.78
	1	23.50	21.83	21.13	22.15
	2	23.86	22.43	22.31	22.87
	3	21.25	23.00	21.48	21.91
	4	20.87	21.02	21.26	21.05
ข้าวเปลือกงอก	0	28.00	29.00	28.98	28.66
	1	27.17	27.33	28.06	27.52
	2	26.43	27.57	26.54	26.85
	3	26.43	25.56	25.64	25.88
	4	25.76	25.65	25.36	25.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.13 แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอกพันธุ์ กข. 6 เมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	(เดือน)	1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	17.94	17.67	18.06	17.89
	1	17.16	17.16	17.19	17.17
	2	17.04	17.01	17.07	17.04
	3	16.50	16.53	16.53	16.52
	4	16.17	16.17	16.20	16.18
ข้าวเปลือกงอก	0	18.95	18.68	18.80	18.81
	1	18.24	18.18	18.33	18.25
	2	17.67	17.73	17.70	17.70
	3	17.19	17.22	17.25	17.22
	4	16.65	16.65	16.62	16.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	:	นางสาวใจยา แก้วสังข์	
วันเดือนปีเกิด	:	5 พฤษภาคม 2528	
ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน		: 127/194 หมู่12 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม จังหวัดกรุงเทพ ฯ 10240	
โทรศัพท์	:	02-988-6838	
การศึกษา	:	พ.ศ. 2535 – 2540	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดนวลจันทร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
		พ.ศ. 2541 – 2546	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ กรุงเทพมหานคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร
		พ.ศ. 2547-2550	ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	:	นายธนวิศิษฏ์ ธนอมรพงศ์	
วันเดือนปีเกิด	:	9 สิงหาคม 2529	
ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน		: 31 หมู่9 ตำบลวัดโบสถ์ อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี 20140	
โทรศัพท์	:	08-6575-9458	
การศึกษา	:	พ.ศ. 2535 – 2540	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัฒนานุศาสตร์ จังหวัดชลบุรี
		พ.ศ. 2541 – 2546	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
		พ.ศ. 2547-2550	ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้