

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และ ข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุ์สุพรรณบุรี 1
และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

Comparing the Properties of Germinated Brown Rice and Parboiled Germinated Brown
Rice cv. Suphan Buri 1 and the Effect of Storage Time on the Quality of Rice



มช.
จ 338 ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **102710**
วัน,เดือน,ปี **18. ส.ค. 2552**

เสนอ



ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่ออิเล็กทรอนิกส์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

b. 12036468
i.

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และ ข้าวกล้องงอกนึ่งพันธุ์สุพรรณบุรี 1
และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

Comparing the Properties of Germinated Brown Rice and Parboiled Germinated Brown
Rice cv. Suphan Buri 1 and the Effect of Storage Time on the Quality of Rice

โดย

นาย จูติพงศ์ เจริญยิ่ง

นาย พุฒิพงศ์ เกิดสาย

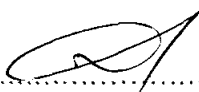
ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

ผศ. อรุณ

(ผศ.ดร. อรุณ แสงคราม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง



(รศ.ดร. สมยศ เดชภีรัตน์มงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 25 เดือน 12 พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก และ ข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

โดย : นายฐิติพงศ์ เจริญยิ่ง
: นายพุดมิงค์ เกิดสาย

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.อุมา แสงคราม

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง และระยะเวลาของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าว วางแผนการทดลองแบบ 2x5 factorial in CRD ปัจจัยการทดลองได้แก่ ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง และระยะเวลาการเก็บรักษาข้าว 5 ระยะ (0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน) การทำข้าวกล้องงอกดำเนินการโดยนำข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 มาแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก่อนบ่มต่อในสภาพชื้น เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วลดความชื้นให้เหลือ 12 เปอร์เซ็นต์ บรรจุข้าวหลังลดความชื้นในถุง สุญญากาศเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องตามระยะเวลาที่กำหนด การทำข้าวกล้องงอกหนึ่ง ดำเนินการเช่นเดียวกับการทำข้าวกล้องงอกแต่หลังจากบ่มข้าวแล้ว นำข้าวไปนึ่งภายใต้ความดัน 20 ปอนด์/ตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นจึงลดความชื้นและบรรจุถุง สุญญากาศเพื่อเก็บรักษาไว้เช่นเดียวกับข้าวกล้องงอก นำตัวอย่างข้าวมาศึกษาวิเคราะห์ตาม ระยะเวลาที่กำหนดในการทดลอง ผลการทดลองพบว่า ข้าวกล้องงอกจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหัก เมื่อนำมาแกะเพาะเปลือกสูงกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง คุณสมบัติในการหุงต้มพบว่าข้าวกล้องงอกจะมี การดูดน้ำระหว่างการหุงต้มและใช้ระยะเวลาในการหุงต้มมากกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง แต่การขยาย ปริมาตรของข้าวหุงสุกจะน้อยกว่า การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคมีความชอบ โดยรวมต่อข้าวข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามพบว่า ข้าวกล้องงอกหนึ่งจะมี เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำที่สกัดได้และปริมาณสารไอริซานอลสูงกว่า สำหรับการเก็บรักษา พบว่า ระยะเวลาที่เก็บนานขึ้นมีผลให้ระยะเวลาการหุงต้มและการดูดน้ำลดลง แต่ข้าวหุงสุกจะขยาย ปริมาตรมากขึ้น สำหรับความแข็งของข้าวหุงสุก เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และปริมาณสารไอริซานอล จะ ผันแปรไม่ขึ้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก ข้าวกล้องงอกหนึ่ง การเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ ไอริซานอล

Title :Comparing the Properties of Germinated Brown Rice and Parboiled Germinated Brown Rice cv. Suphan Buri 1 and the Effect of Storage Time on the Quality of Rice

Author :Mr. Thitipong Charainying
Mr. Putipong Kersai

Department :Plant Production Technology

Faculty :Agricultural Technology

Advisor :Asist.Trof.Dr. Uma Sangkram

ABSTRACT

Germinated brown rice was produced from paddy of cv. Suphan Buri 1. Paddy was soaked in water at 30°C for 12 hrs. and incubated in humid condition for 12 hrs. After incubation, moist paddy was dried at 45°C to final moisture content of 12 %. After drying, germinated paddy was kept in vacuum plastic bag and stored in room temperature for 0, 1, 2, 3 and 4 months. The process to produce parboiled germinated brown rice was the same as germinated brown rice but after incubation and before drying, moist paddy was steamed under pressure of 20 lbs inch² at 121°C for 20 minutes. Parboiled germinated paddy was dried to 12 % mc. and packed in vacuum plastic bag before storing in room temperature for 4 months. The results indicated that germinated brown rice had higher breaking percentage after husking. Water absorption during cooking and cooking time of germinated brown rice were lower than parboiled germinated brown rice but volum expansion of cooked rice was higher. Sensory test showed that the panelists preferred cooked germinated brown rice to parboiled germinated brown rice. However, extracted rice bran oil and oryzanol content of parboiled germinated brown rice were higher. When rice was stored, it was found that storage time caused the decrease of water absorption and cooking time and the increase of volum expansion of cooked rice. The variation of hardness of cooked rice measured by texture analyzer, oil content and oryzanol content were not depend on storage time.

Key work : germinated brown rice, parboiled germinated brown rice, storage, physico – chemical properties, oryzanol



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ดร. อูมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและเป็นคนผลักดันให้มีปัญหาพิเศษเรื่องนี้ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการในการทำปัญหาพิเศษ ซึ่งในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ท่านอาจารย์ได้ให้ความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยช่วยเหลือที่แนะแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ในการเรียนการสอนอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำวิชาความรู้เหล่านั้นที่ได้รับ นำมารวมใช้ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งศึกษาประสิทธิวิชาความรู้ต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาครอบครัว เจริญยิ่ง และครอบครัว เกิดสาย ที่ได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ให้โอกาสทางการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจให้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่สำคัญให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จบรรลุผลดังที่ใฝ่มุ่งหวัง

ขอขอบคุณ คุณสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ไพฑูรย์ และพี่ศิริรัตนพร นักศึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลองในห้องปฏิบัติการ เรื่องค่าความแปรปรวนทางสถิติ อีกทั้งยังให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบคุณ พี่แคทและพี่เอนักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ให้สำเร็จตามความคาดหวัง

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและเพื่อนๆ ที่ร่วมทำปัญหาพิเศษทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ฐิติพงศ์ เจริญยิ่ง

พุฒิพงศ์ เกิดสาย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	19
วิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุป	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	37
ประวัติผู้เขียน	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน	7
2	ระดับการสลายตัวของแต่ละเมล็ด	16
3	แสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	19
4	สลายตัวในต่างของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	21
5	แสดงระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	22
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	24
7	ค่าการขยายปริมาตรของข้าวกล้องพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	25
8	ค่าความแข็งของข้าวหุงสุกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	27
9	ผลการทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัสในลักษณะต่างๆของข้าว กล้องงอกหุงสุกและข้าวกล้องงอกหนึ่งหุงสุก พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ระยะ เวลาการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	29
10	เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	30
11	แสดงปริมาณไอริซานอลของ (รำข้าว) พันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเปรียบเทียบกับ กับค่ามาตรฐาน (ภาคผนวก ก)	32

สารบัญภาพ

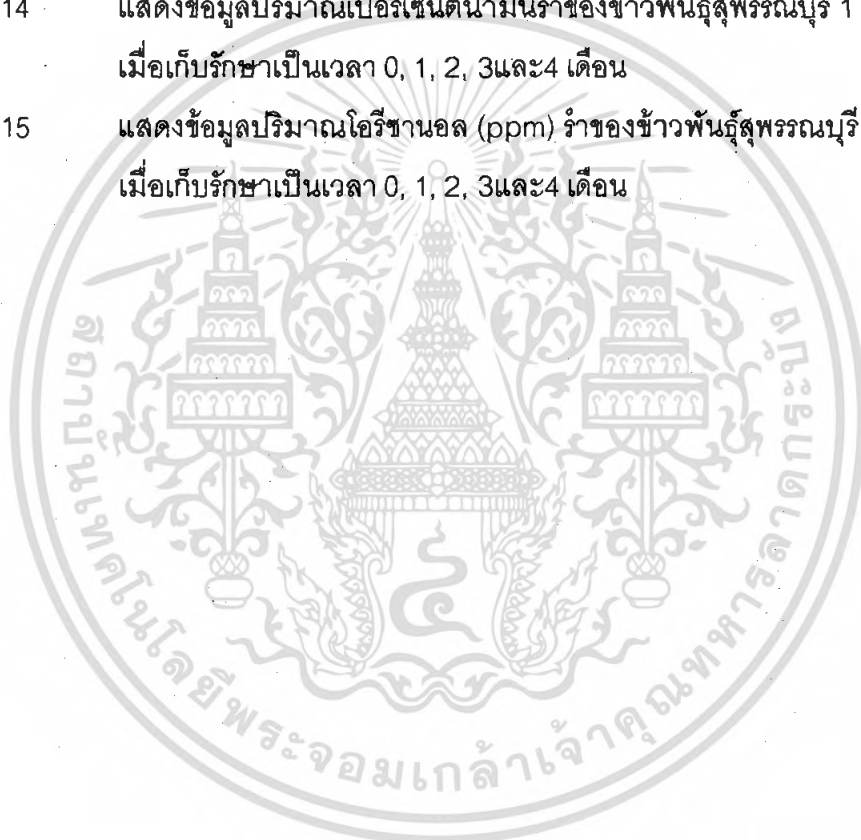
ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวสุพรรณบุรี 1	4
2	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	5
3	แสดงขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องงอก	10
4	กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างเก็บรักษา	13
5	ระดับการสลายตัวของเมล็ดข้าวในต่าง	17
6	กราฟแสดงผลการแตกหักของข้าวกล้องงอก ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน	20
7	แสดงค่าการสลายตัวในต่างของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	21
8	แสดงระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	23
9	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	24
10	การขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	26
11	กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวหุงสุก พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	27
12	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	31
13	ปริมาณไอรีซานอลของ (น้ำมันรำข้าว) ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	32

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ก. 1	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณไอริซานอล	38
ข. 1	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บ รักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	39
ข. 2	แสดงข้อมูลของการสลายตัวในสารละลายต่าง (คะแนน) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	40
ข. 3	แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	41
ข. 4	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	42
ข. 5	แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	43
ข. 6	แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าวหุงสุกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	44
ข. 7	แสดงข้อมูลลักษณะที่ปรากฏของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	45
ข. 8	แสดงข้อมูลกลิ่นของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	46
ข. 9	แสดงข้อมูลการเกาะตัวกันของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	47
ข. 10	แสดงข้อมูลเนื้อสัมผัสหลังเคี้ยวของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	48
ข. 11	แสดงข้อมูลความแข็งของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	49

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข. 12	แสดงข้อมูลรสชาติของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	50
ข. 13	แสดงข้อมูลความชอบโดยรวมของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	51
ข. 14	แสดงข้อมูลปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	52
ข. 15	แสดงข้อมูลปริมาณไอริซานอล (ppm) รำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน	53



คำนำ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อสังคมไทย ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรตประจำวันเท่านั้น แต่ยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ในแต่ละปีข้าวที่เหลือจากการบริโภคภายในประเทศ จะถูกส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น จีน อินเดียเซีย อิหร่าน สอองกง มาเลเซีย และสิงคโปร์ นำเงินได้เข้าประเทศมากกว่าหกหมื่นล้านบาทต่อปี ประเทศไทยครองความเป็นอันดับหนึ่งในการส่งข้าวไปเลี้ยงประชากรเกือบจะทั่วโลกจากการส่งออกข้าวสาร แต่ ในปี 2548 ยอดการส่งออกข้าวทุกชนิดของไทยลดลง 29% มูลค่าลดลง 18% ประเทศคู่แข่งต่างมีการส่งออกเพิ่มขึ้น ได้แก่ เวียดนาม เพิ่มขึ้น 23% สหรัฐอเมริกา เพิ่มขึ้น 27% อินเดีย เพิ่มขึ้น 34% ปากีสถาน เพิ่มขึ้น 51% และพม่า เพิ่มขึ้น 63% ตลาดส่งออกข้าวหลักๆ ของไทยที่ถูกคู่แข่งแย่งไป (นิรนาม, 2551) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการแข่งขันทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดของประเทศไทยว่าเริ่มต่ำกว่าอีกหลายประเทศที่เป็นคู่แข่งที่สำคัญ เช่น อินเดีย สหรัฐอเมริกา พม่า และเวียดนาม ดังนั้นอนาคตของข้าวไทยจึงจำเป็นต้องมุ่งเน้นไปที่การผลิตข้าวคุณภาพสูง และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวใหม่ๆ เพื่อขยายตลาดให้กว้างขึ้น

การทำข้าวกล้องงอก เป็นการพัฒนาข้าวอีกทางหนึ่ง ซึ่งข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวสารขาวขณะเดียวกันก็จะมีคุณภาพในการหุงต้ม และการรับประทานดีกว่าข้าวกล้องปกติ ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวให้มีคุณภาพสูงขึ้น ทั้งในแง่ของคุณค่าสารอาหาร คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทาน อย่างไรก็ตามพบว่าการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกแม้จะทำให้ข้าวที่ได้มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์สูงกว่าข้าวกล้องงอกที่มาจากข้าวกล้อง แต่ จะทำให้ข้าวหลังกะเทาะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูง และ ข้าวกล้องงอกจะเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมื่อถูกเก็บรักษา (อูมา และ ลำพิง, 2550) ดังนั้นการแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวไทยในอนาคต และการทำข้าวกล้องงอกหนึ่ง เป็นการพัฒนาข้าวอีกทางหนึ่ง ซึ่งการทำข้าวกล้องงอกหนึ่งเป็นการทำให้ข้าวมีคุณภาพสูงขึ้นในแง่คุณค่าสารอาหารที่เพิ่มขึ้น แต่ในการเก็บรักษาหรือส่งออกอาจใช้เวลาในการขนส่ง ดังนั้น การศึกษาถึงระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก และ ข้าวกล้องงอกนึ่ง
2. เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก และ ข้าวกล้องงอกนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ชนิดของข้าว

ข้าวจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้า (Family : Gramineae or Poaceae) สกุลออไรซา (Genus : *Oryza*) ซึ่งพืชในตระกูลนี้มีอยู่ประมาณ 23 ชนิด ในจำนวนนี้มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่นิยมปลูกเพื่อใช้เป็นบริโภค ได้แก่ *Oryza sativa* Linn. ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศผู้ปลูกข้าวรวมทั้งเอเชียด้วย และ *Oryza glaberrima* Steud. ที่ปลูกกันในบางส่วนของทวีปแอฟริกา ส่วนอีก 21 ชนิดที่เหลือถือเป็นข้าวป่า (อรอนงค์, 2547) ทั้งข้าวปลูกและข้าวป่าจะมีโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 12 โดยที่ข้าวปลูกจะมีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ (diploids) คือ $2n = 24$ ส่วนข้าวป่าบางชนิดจะเป็นเตตระพลอยด์ (tetraploids) คือมีโครโมโซมเท่ากับ 48 (ชาญ, 2536) ข้าวเอเชียที่ปลูกกันในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. อินดิกา (Indica) เป็นพันธุ์วันสั้น ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ส่วนใหญ่ปลูกอยู่ในเขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา และอินเดีย
2. จาโปนิกา (Japonica) บางพันธุ์เป็นพืชวันสั้น ส่วนใหญ่ไม่ไวแสง ปลูกในเขตร้อน (เขตอบอุ่น) ปลูกมากในเขตกึ่งร้อนหรืออบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือ
3. จาวานิกา (Javanica) เป็นพันธุ์ไม่ไวแสง ปลูกมากในเขตศูนย์สูตรของอินโดนีเซียและพม่า

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

เป็นข้าวเจ้าลูกผสม ระหว่าง พันธุ์ผสมชั่วที่ 1 ของ IR 25393-57-2-3 กข 23/IR 27316-96-3-2-2 และคู่ผสมเดี่ยวของ IR 77205-3-2-1-1/SPPLR 79134-51-2-2 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ.2528 แล้วได้ปลูกศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตจนถึงปี พ.ศ. 2535 และได้รับการพิจารณารับรองพันธุ์ของคณะกรรมการวิจัยและพัฒนาของกรมวิชาการเกษตรเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2537 และได้ใช้ชื่อว่า ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 1 ที่มีลักษณะเป็นข้าวไม่ไวแสง มีความสูงประมาณ 125 เซนติเมตรงอกตั้งต้นแข็งไม่ล้มใบสีเขียวเข้มมีขนกาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาวรวงค่อนข้างแน่น เปลือกมีเมล็ดสีฟาง มีลักษณะเด่นคือ ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว ด้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม ตอบสนองต่อการใช้น้ำดี มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 806 กิโลกรัม/ไร่ อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120-125 วัน เหมาะที่จะปลูกในพื้นที่นาชลประทานภาคกลาง ใช้ปลูกร่วมกับ พันธุ์สุพรรณบุรี 90 เพื่อแก้ไขปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว (กรมวิชาการเกษตร, 2537) (ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) เมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนใหญ่มาก 2 ส่วนดังนี้ (บุญหงส์, 2547 ; อรอนงค์, 2547) (ภาพที่ 2)

1). แกลบ (hull หรือ husk) ประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ข้าวเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas) เปลือกใหญ่จะครอบคลุมอยู่ 2 ใน 3 ของเนื้อที่เมล็ด เปลือกเล็กจะยึดแน่นอยู่ภายในส่วนของเปลือกใหญ่ด้วยโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตะขอ (hooklike structure) ดังนั้นเปลือกข้าวจึงปิดแน่น

2). ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice) หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 เยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) หรือ fruit coat ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ epicarp, mesocarp และ endocarp, pericarp มีลักษณะเป็น fibrous ผนังเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน, เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส

2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน (fatty material)

2.3 เยื่อเนื้อเมล็ด (aleurone layer) อยู่ต่อจากเยื่อหุ้มเมล็ด ห่อหุ้มส่วนสะสมอาหาร (starchy endosperm หรือ ข้าวสาร) และคัพภะ (embryo) เยื่อหุ้มเมล็ดมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยไขมัน, เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.4 ส่วนที่เป็นแป้ง (starch endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสาร อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด

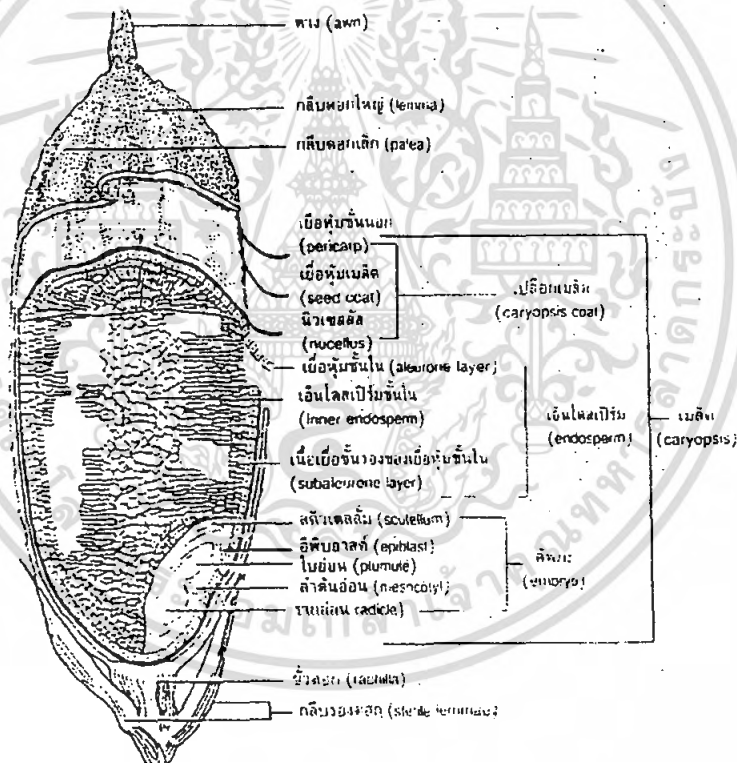
ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมีอยู่ 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อะมิโลส (amylose) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างต่อกันเป็นเส้นตรง (linear chain) ด้วยพันธะ α -1,4 เมื่อย่อยสลายด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะมีส่วนน้ำเงิน เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือดและทำให้เย็นจะเกิดการคืนตัวเป็นของแข็งขึ้น ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำลดลง และมีผลให้ข้าวสุกร่วนและแข็งกระด้างมากขึ้น

- อะมิโลเพคติน (amylopectin) ซึ่งเป็น polymer ของ D-glucose ที่ต่อกันเป็น branch chain

2.5 คัพภะ (embryo) อยู่ติดกับ endosperm ทางด้าน lemma เป็นส่วนที่เจริญเป็นต้นต่อไป embryo ประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radical) เชื้อหุ้มต้นอ่อน (coleoptiles) เชื้อหุ้มรากอ่อน (coleorhizae) ท่อน้ำพ้ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum) embryo เป็นส่วนที่มีโปรตีนและไขมันสูง



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเมล็ดข้าว (บุญหงษ์, 2547)

คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี

องค์ประกอบเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำหรือความชื้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (อรอนงค์, 2547)

1). คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

แป้ง (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ที่พบมากที่สุดในเนื้อเมล็ดของข้าว (ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์) จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวมากที่สุด โดยโมเลกุลของแป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ลักษณะ คือ อะมิโลสและอะมิโลเพคตินซึ่งโมเลกุลทั้งสองจะจัดเรียงตัวกันแน่นจนเป็นเม็ดแป้ง (starch granule) ที่มีขนาด 3 - 5 ไมครอน ซึ่งนับว่าเล็กที่สุดในกลุ่มธัญพืช รูปร่างลักษณะเป็นเหลี่ยมหลายเหลี่ยม รวมตัวกันอยู่ภายในอะมิโลพลาสหรือคลอโรพลาสของเซลล์จำนวน 20 - 60 เม็ดแป้งเป็นกลุ่มก้อนกลมหรือยาวรี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกลุ่มเม็ดแป้งในอะมิโลพลาสประมาณ 7 - 39 ไมครอน

เมื่อนำอะมิโลสและอะมิโลเพคติน มาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ (ตารางที่ 1) จะเห็นความแตกต่างในคุณสมบัติการจับไอน้ำได้ชัดเจน เมื่อนำเมล็ดข้าวหรือแป้งข้าวมาผ่านกระบวนการแปรรูปซึ่งโดยทั่วไปต้องมีน้ำและความร้อนมาเกี่ยวข้องเสมอ และจากการที่องค์ประกอบหลักในเมล็ดข้าว คือ แป้ง (starch) ทำให้สามารถแบ่งประเภทคุณภาพการหุงสุกของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวตามปริมาณ อะมิโลส โดยจะพบว่าข้าวเหนียวซึ่งมีอะมิโลสเพคตินใน ส่วนประกอบของโมเลกุลแป้งทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด เมื่อหุงเป็นข้าวสุกจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียวมาก เมื่อปริมาณอะมิโลสมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเจ้าจะมีลักษณะร่วนแข็งและหุงขึ้นหม้อ ซึ่งหมายถึงการขึ้นฟูของข้าว ดังนั้นการตรวจสอบคุณสมบัติหรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแป้ง จึงมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากข้าวหรือแป้งข้าวนั้น ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงคุณภาพของข้าวหรือแป้งข้าวที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน (Juliano, 1985)

คุณสมบัติ	อะมิโลส	อะมิโลเพคติน	
		ข้าวเจ้า	ข้าวเหนียว
ความสามารถในการจับไอโอดีน (%)	17.4 - 20.0	0.37 - 2.74	0.07 - 0.09
ปีตา - อะมิโลไลซิส ลิมีต (%)	72 - 84	49 - 58	49 - 59
ค่าคงที่ของการตกตะกอน ($S_{20,w}$ Svedbergs)	4 - 14	20 - 510	60 - 520
ค่าเฉลี่ยของดีกรีการเกิดพอลิเมอร์ (กลูโคสยูนิท)	530 - 790	260 - 800	330 - 1,050
ความหนืดชั้นในตัว (0.15 - 0.10 M KOH, มล./ก.)	55 - 242	85 - 221	46 - 186
ค่าเฉลี่ยความยาวของเส้น (กลูโคสยูนิท/พันธะกิ่ง)	100 - 160	18 - 28	18 - 27
ความหนืดชั้นของเจล (6 % ใน KOH เข้มข้น 0.2 N , เซนต์ฟลอยด์)	13 - 160	290 - 740	19 - 330

2). โปรตีน (protein)

โปรตีนในข้าวมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว โดยทั่วไปจะมีปริมาณน้อยกว่าในธัญพืชชนิดอื่นๆ โปรตีนจะเกิดขึ้นตามส่วนต่างๆของเมล็ดและมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งจะมีปริมาณโปรตีนมากกว่าใจกลางเมล็ด

กรดอะมิโนแต่ละชนิดของข้าวเปลือกจะมีปริมาณไม่ต่างจากข้าวกล้องและข้าวสารมากนักในส่วนของข้าวเปลือกจะมีปริมาณโปรตีนอยู่น้อยมาก (2 - 3 เปอร์เซ็นต์) แต่ในส่วนของเนื้อเมล็ดจะมีปริมาณโปรตีนมาก เนื่องจากสัดส่วนของเนื้อเมล็ดมีมากกว่าส่วนอื่น และแหล่งที่มีโปรตีนมากอีกส่วนหนึ่ง คือ ชั้นถัดจากแอลิวโรนและชั้นแอลิวโรน โดยสะสมเป็นกลุ่มโปรตีน (protein bodies) ซึ่งมีกลูเทลินเป็นองค์ประกอบหลักโปรตีนที่กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเมล็ด ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลมขนาดเล็ก สำหรับร่างแหโปรตีน (protein matrix) จะพบน้อยมากหรือไม่พบเลย

3). ไขมัน

ข้าวมีปริมาณไขมันประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของข้าวทั้งเมล็ด คล้ายคลึงกับธัญพืชชนิดอื่นและมีอยู่ในสัดส่วนด้านนอกของเมล็ดมากกว่าในใจกลางเมล็ด ดังนั้นการขัดสีข้าวให้ขาว ทำให้ข้าวสารเจ้ามีไขมันอยู่เพียง 0.3 - 0.5 เปอร์เซ็นต์

ประเภทของไขมันในข้าวส่วนใหญ่ คือ ไตรกลีเซอไรด์ รองลงมา คือ ฟอสโฟลิพิด และ เทอร์พีนอยด์ ทั้งไขมันภายนอกและภายในเมล็ดแบ่งเป็นไขมันประเภทสารประกอบโมโนแอซิล (monoacyl) (Kreuzer, 2000) สำหรับไขมันภายในเมล็ดแบ่งยังมีไลโซเลซิทิน (lysolecithin) และกรดไขมันอีกด้วย (Henry and Kettlewell, 1996 อ้างโดย อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4). ความชื้น (moisture)

ปริมาณความชื้นของข้าวทั้งในข้าวเปลือกและข้าวสารมักใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าวเนื่องจากปริมาณความชื้น สามารถบ่งชี้น้ำหนักของเนื้อข้าวในการกำหนดราคาซื้อขาย นอกจากนี้ความชื้นและสามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าวหรือบ่งบอกถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาให้ข้าวมีคุณภาพดีและตรงความต้องการ ถ้าข้าวมีความชื้นสูงจะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำกว่า โดยระดับความชื้นทั่วไปที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อการเก็บรักษาข้าวที่เหมาะสมคือ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเก็บรักษาได้ดีภายในเวลา 6 เดือน และถ้าข้าวมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนี้ความชื้นยังมีผลต่อการสีของข้าวเปลือกอีกด้วย (Juliano, 1993)

5). กลิ่นสารระเหยของข้าว (aroma)

ข้าวบางพันธุ์มีกลิ่นสารระเหยบางชนิด ซึ่งเป็นกลิ่นที่มีอยู่ประจำพันธุ์ เช่น ข้าวหอมที่ซื้อขายกันในตลาดโลก คือ พันธุ์ข้าวที่มีสาร 2 - acetyl - 1 - pyrroline ซึ่งเป็นสารหลักของกลิ่นหอมจากข้าวโดยข้าวหอมที่อยู่ในรูปของข้าวกล้อง จะมีสารประมาณ 0.1 - 0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ข้าวสารมีเพียง 0.04 - 0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนกลิ่นหอมอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดอะมิโนที่มีสารซัลเฟอร์อยู่ในโมเลกุล สารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ หรือแอซิลดีไฮด์ ซึ่งเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Juliano, 1993)

ข้าวกล้อง (brown rice)

ข้าวกล้อง (brown rice) คือข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น โดยข้าวจะผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จึงมีลักษณะสีขาวขุ่น แต่เป็นข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มากที่สุดถือว่าเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ข้าวกล้องมีสารอาหารที่สำคัญหลายอย่าง อาทิเช่น คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โปรตีนช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ไขมันชนิดไม่อิ่มตัวให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย เส้นใยช่วยเพิ่มกากอาหารทำให้ขับถ่ายสะดวก ป้องกันอาการท้องผูกและการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ วิตามินบี 2 (riboflavin) ป้องกันปากนกกระจะอก ช่วยเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน แคลเซียมและฟอสฟอรัส ช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรงขึ้น ธาตุเหล็กช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง อีกทั้งในจมูกข้าวยังมีวิตามินอี ซีลีเนียม และแมกนีเซียม ช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (อรอนงค์, 2547)

ข้าวกล้องงอก

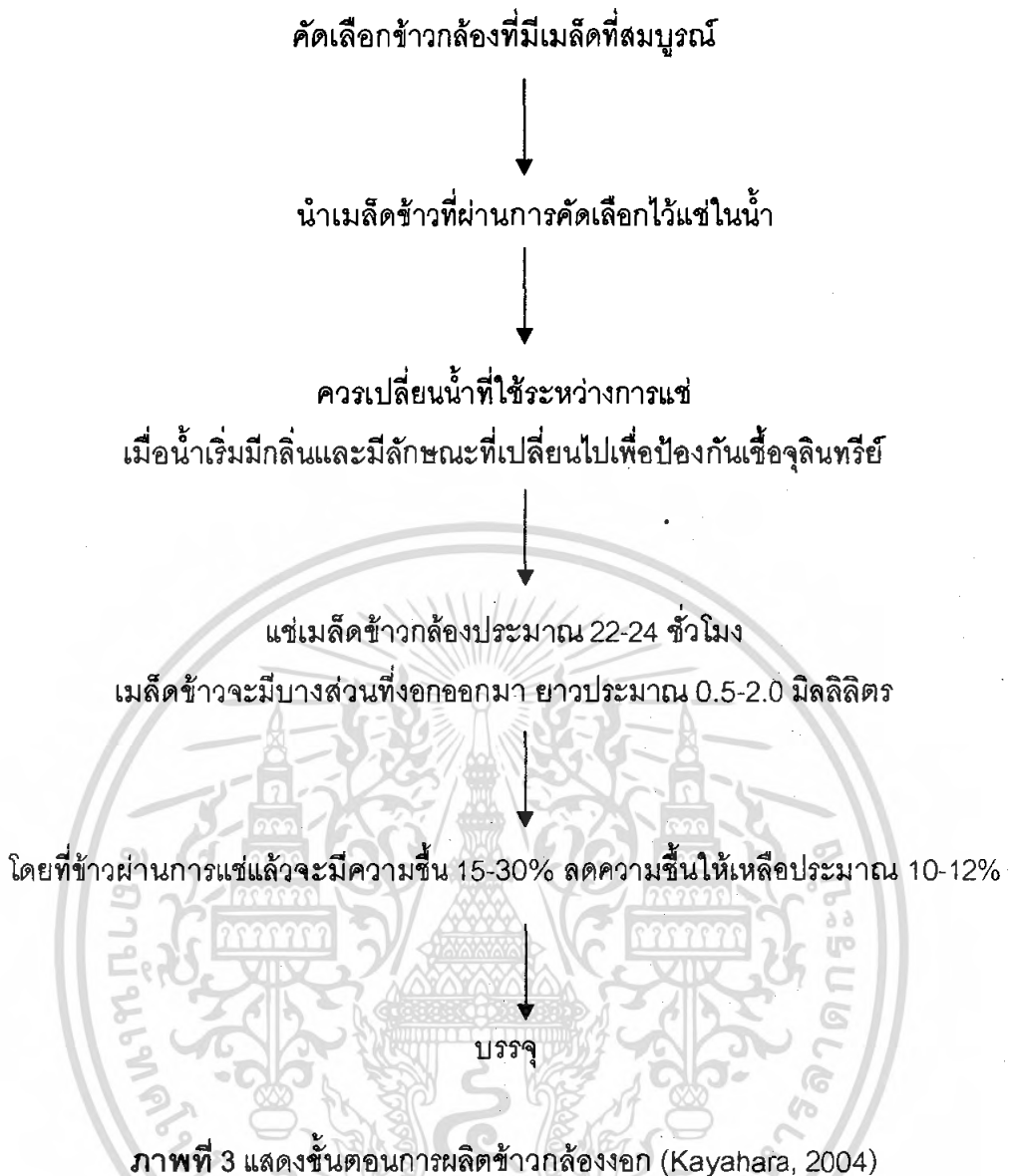
ข้าวกล้องงอก (germinated Brown Rice) คือข้าวกล้อง (ข้าวที่ไม่ได้ผ่านการขัดสี) ซึ่งผ่านการแช่น้ำ (soaking) ที่อุณหภูมิเหมาะสม เป็นเวลา 22 - 24 ชั่วโมง (แล้วแต่ความเหมาะสม) จนกระทั่งส่วนของคัพภะ (germ) งอก ออกมาประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร ซึ่งขณะที่มีการงอกนั้น ภายในเมล็ดข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเมล็ดข้าวจะดูดซับน้ำเข้าสู่เมล็ด ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดมีความนุ่มมากขึ้น และเป็นการกระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในการงอก

จุดประสงค์ของการทำข้าวกล้องงอก คือ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องความแข็งของข้าวกล้องหุงสุก ซึ่งรับประทานยาก การแช่ข้าวทิ้งไว้ในการทำข้าวกล้องงอกจะช่วยให้เมล็ดข้าวนุ่มขึ้นง่ายต่อการรับประทาน โดยเฉพาะในเด็กและผู้สูงอายุ การบริโภคข้าวกล้องงอกจึงช่วยให้ย่อยได้ง่ายกว่าและลดอาการเกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร เนื่องจากการแช่ข้าวเป็นการย่อยขั้นต้น (pre - digestion) ของเมล็ด ซึ่งเกิดได้หลายทางโดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งทำให้ข้าวกล้องงอกมีรสชาติที่หวานกว่าข้าวกล้องปกติ ในการทำข้าวกล้องงอกมีกระบวนการเปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดอะมิโนและเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันในระหว่างการงอก ซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคข้าวกล้องงอก มีการย่อยและดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น

การงอกจะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ทั้งหมดที่มีอยู่ในข้าวกล้องให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในคราวเดียวและที่สำคัญคือ ช่วยเพิ่มสารอาหารทั้งหมดในข้าวกล้อง ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ เช่น วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น โยอาหาร น้ำตาล และ GABA เป็นต้น ทำให้ข้าวกล้องงอกอุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (Ohtsubo et al., 2005)

กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องงอก

Kayahara (2004) ศึกษากระบวนการทำข้าวกล้องงอก โดยนำเมล็ดที่ผ่านการคัดเลือก แช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง (28 - 35 °ซ) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการเปลี่ยนน้ำระหว่างการแช่ เมื่อน้ำเริ่มมีกลิ่นและลักษณะที่เปลี่ยนไป เพื่อลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ หลังจากนั้นนำไปอบลดความชื้นลง ให้เหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)



ข้าวนึ่ง

กระบวนการขัดสีข้าว อาจมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูง ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะของพันธุ์ข้าว สภาพแวดล้อมขณะที่ยังเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยวเร็ว หรือ ล่าช้าเกินไป รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งหากข้าวมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูงจะทำให้ราคาข้าวลดลง ดังนั้นจึงได้มีความพยายามในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งการทำข้าวนึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถลดปัญหาดังกล่าวลงได้ (เครือวัลย์, 2536)

ข้าวนึ่ง หมายถึง ข้าวที่ผ่านการทำให้สุกด้วยกระบวนการให้ความร้อนชื้น (hydrothermal process) โดยนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำ ทำให้น้ำซึมเข้าสู่เมล็ดจนอิมมัตว แล้วจึงแยกน้ำออกจากข้าวเปลือก ทำการนึ่งข้าวเปลือกด้วยไอน้ำ เพื่อให้เนื้อในเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มสุกบางส่วนโดยเฉพาะที่ผิวรอบนอกของเมล็ด แล้วทำให้ข้าวเปลือกหนึ่งแห้ง จนมีความชื้นใกล้เคียงกับข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดาคือประมาณ 16% และต้องเก็บรักษาหรือพักข้าวไว้อย่างน้อย 7 วันก่อนนำไปผ่านกระบวนการสีข้าวเหมือนข้าวเปลือกธรรมดา เพื่อจะทำให้ได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ด และ ต้นข้าวเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระบวนการแปรรูปข้าวหนึ่งจึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเปลือกธรรมดา โดยเฉพาะข้าวเปลือกที่มีคุณภาพการสีต่ำหรือข้าวเปลือกเปียกให้เป็นข้าวเปลือกหนึ่ง แล้วทำแห้งและสีเป็นข้าวสารหนึ่ง เพื่อลดปริมาณข้าวหักระหว่างการสี เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามินบี และแร่ธาตุบางชนิด ซึ่งจะซึมเข้าสู่เนื้อในเมล็ดข้าวพร้อมกับน้ำที่เข้าไปในเมล็ดขณะแช่ข้าวเปลือกในน้ำ (เครือวัลย์, 2536)

การเก็บรักษาข้าว

เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือ ต้องการให้มีการสูญเสียของข้าวในขณะที่เก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไปคือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) โดยวิธีการเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 4 วิธีได้แก่ (กัญญาและกิตติยา, 2549)

1. การเก็บรักษาในสภาพปกติ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หมายถึงการเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะมีการลงทุนน้อยและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่

2. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ตู้เย็น หรือในไซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น

3. การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปีปลังกะสี หรือ polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษาอย่างไรก็ตามโดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดีและมีค่าใช้จ่ายต่ำ

4. การเก็บรักษาในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดใน สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวให้คงคุณภาพดีได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่น การเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเวลา 3-4 เดือนหลังเก็บเกี่ยว เอนโดสเปิร์มจะแกร่งขึ้นทำให้คุณภาพการสีดีขึ้นหากเมล็ดไม่ถูกแมลงทำลายในระหว่างการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน (ภาพที่ 4) กรดไขมันอิสระที่ได้จากการย่อยของ Enzyme เมื่อทำปฏิกิริยากับเม็ดแป้ง โดยเฉพาะโมเลกุลของอะมิโลส มีผลยับยั้งการขยายตัวของเมล็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม และส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวสวย นอกจากนี้ไขมันเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จะได้สารประกอบประเภท Hydro peroxides carbonyl สารประเภท carbonyl นี้ ทำให้ข้าวมีกลิ่นหืนเช่นเดียวกับการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมันในส่วนของโปรตีน เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้สารที่มีส่วนประกอบที่มีธาตุกำมะถัน (-s-s-) ที่คงตัวมากขึ้นทำให้สารระเหยที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ลดลงและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของข้าว ในขณะที่เดียวกันสารประกอบของธาตุ -s-s- นี้ยังมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม ทำให้ข้าวสวยมีความนุ่มลดลง ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนทำให้ข้าวเก่ามีสีคล้ำกว่าข้าวใหม่ ผลการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ มีส่วนกระทบกระเทือนต่อคุณสมบัติการหุงต้มของเมล็ดและข้าวสุก กล่าวคือ ข้าวเก่าเมื่อหุงเป็นข้าวสวย ข้าวสุกแข็งและร่วนมากขึ้นหรือเหนียวเกาะติดกันน้อยลง และมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวม (bulk volume) ได้มากขึ้น หรือขึ้นหม้อดีขึ้น ทั้งนี้เมล็ดข้าวคุดน้ำได้มากขึ้นโดยไม่แตกตัว น้ำข้าวจะใสขึ้น เมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย สีของข้าวจะคล้ำมากขึ้น ในข้าวเก่าจะมีกลิ่นสาบ เมล็ดเหลืองมากขึ้น สืบเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมีในข้าวเปลือกที่ได้รับความชื้นและความร้อนสูง ก่อนที่จะทำการลดความชื้น (Moritaka and Yamamatsu, 1972 อ้างโดย (งามชื่น, 2545)(ภาพที่ 3)

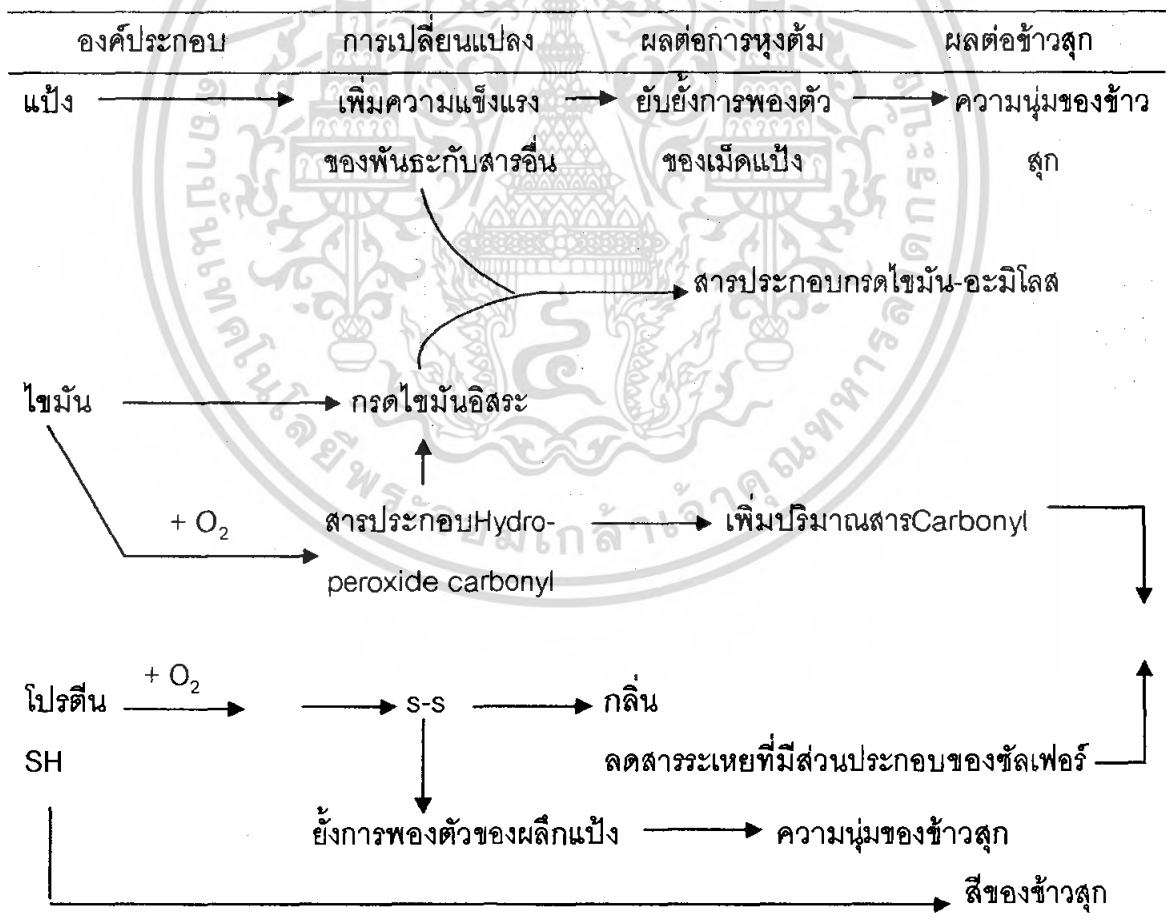
มีนักวิจัยหลายท่านพยายามหาทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้าวขณะเก็บรักษา จากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่า ที่ทำให้มีคุณภาพการหุงต้มข้าวและการรับประทานของข้าวเปลี่ยนแปลง พบว่า การเปลี่ยนแปลงของข้าวขณะเก็บรักษามีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงโปรตีนและแป้ง ตลอดจนการทำปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนและเม็ดแป้งของข้าวในระดับโครงสร้างโมเลกุล โดยทำให้น้ำหนักโมเลกุลของแป้งเปลี่ยนแปลงและมีน้ำหนักโมเลกุลของ ออริซานิน (oryzanin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีมากที่สุดในข้าวเพิ่มขึ้นและยังพบอีกว่าเอนไซม์หลายชนิดที่พบในข้าวยังคงมีกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างต่อเนื่อง แม้จะเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานจึงอาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของข้าวจากข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าได้ซึ่งจำเป็นต้องมีงานวิจัยเพิ่มมากขึ้น (อรอนงค์, 2547)

นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีแอลิวโรน และคัพภะที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยเอนไซม์ลิเพส (lipase) และปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอาจเกิดเอง (autoxidation) หรือโดยเอนไซม์ลิพอกซิจีเนส (lipoxygenase) โดยน้ำมันในข้าวถูก ออกซิไดซ์ได้สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสารนี้ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนในข้าวแต่เกิดการแตกตัว ต่อไปกลายเป็นสารประกอบต่างๆ ได้แก่ แอลดีไฮด์ คีโตน และกรดคาร์บอกซิลิก ที่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนเมื่อหุงต้มข้าว (Marshall and Wadsworth, 1994)

การันต์ (2550) ทดลองเก็บข้าวในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 เดือน พบว่า การดูดน้ำระหว่างหุงต้มจะสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณโอริซานอลจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพที่ 4 กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

(Moritaka and Yamamatsu, 1972 อ้างโดย งามชื่น, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จำนวน 8 กิโลกรัม ความงอก 75 - 80 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์

- เครื่องไม้แป้ง
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo Electron รุ่น Helios Gamma
- เครื่องสกัดน้ำมัน ยี่ห้อ FALC รุ่น BE6
- เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าว
- เครื่องวัดสี
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ยี่ห้อ Memmert

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×5 Factorial in Completely Randomized Design

จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ ข้าวกล้องงอก ข้าวกล้องงอกหนึ่ง

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

2. การทำข้าวกล้องงอก ข้าวกล้องงอกหนึ่ง และการเก็บรักษา

(1) การทำข้าวกล้องงอก

นำข้าวเปลือก 1.5 กิโลกรัม ต่อ 1 สิ่งทดลองไปแช่น้ำในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยทำการเปลี่ยนน้ำทุก 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 12 ชั่วโมง นำข้าวใส่ตระแกรง ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วบ่มต่อเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปลดความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 °ซ ให้เหลือความชื้นประมาณ 10 ±1% (น้ำหนักเปียก) จากนั้นนำข้าวเปลือกไปกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะ แล้วทำการเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ทำการสุ่มข้าวตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูล

(2) การทำข้าวกล้องงอกหนึ่ง

ดำเนินการเช่นเดียวกับการทำข้าวกล้องงอก แต่หลังจากการบ่มและก่อนอบแห้ง นำข้าวเปลือกที่ได้มาหนึ่งด้วยไอน้ำที่ความดันสูงอุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลา 10 นาที (น้ำฝน และ อรอนงค์, 2546) จากนั้นนำข้าวเปลือกหนึ่งมาลดความชื้นให้เหลือ 10±1% พักข้าวไว้ก่อนนำมา กะเทาะเป็นข้าวกล้องงอกหนึ่ง แล้วทำการเก็บรักษาข้าวกล้องงอกหนึ่งในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ทำการสุ่มข้าว ตัวอย่างมาวิเคราะห์ และ บันทึกข้อมูล

3.การบันทึกข้อมูล

(1) เปอร์เซ็นต์การแตกหัก

ชั่งข้าวเปลือกที่ลดความชื้นแล้ว 100 กรัม มากะเทาะ ซึ่งน้ำหนักข้าวกล้องรวมนำข้าวกล้องไปคัดแยกเมล็ดเต็ม แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักด้วยสูตร

$$\% \text{การแตกหัก(ข้าวกล้องงอก)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอกรวม}-\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอกเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอก}} \times 100$$

$$\% \text{การแตกหัก(ข้าวกล้องงอกหนึ่ง)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอกหนึ่งรวม}-\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอกหนึ่งเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักข้าวกล้องงอกหนึ่ง}} \times 100$$

(2) การสลายเมล็ดข้าวในต่าง

สุ่มเมล็ดข้าวกล้อง 10 เมล็ด ใส่ในจานแก้วทดลอง (petri dish) แล้วนำมาวางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายไปเตรสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในจานแก้วประมาณ 10 มิลลิลิตร ให้เมล็ดข้าวจมอยู่ในสารละลาย ปิดฝาทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยไม่มีการเคลื่อนย้าย ขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวและให้คะแนนตามระดับการสลายตัว ดังแสดงในตารางที่ 2

(3) การหาเวลาในการหุงต้มข้าว

ต้มน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร ในมีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้เดือด ใส่ตัวอย่างข้าวกล้อง 30 กรัม ลงในน้ำเดือด จับเวลา หลังจาก 10 นาที สุ่มตัวอย่างข้าวนาที่ละ 10 เมล็ดวางบนแผ่นแก้ว นำแผ่นแก้วอีกหนึ่งแผ่นกดบนแผ่นแก้วที่มีเมล็ดข้าววางอยู่ตรวจดูไตสีขาวตรงกลาง เมล็ดข้าวบันทึกค่าเวลาต้มข้าวเมื่อเมล็ดข้าวอย่างน้อย 9 ใน 10 เมล็ดไม่มีไตสีขาวตรงกลางเมื่อข้าวถูกกด

(4) การดูน้ำของข้าว

ซึ่งเมล็ดข้าวกล้องจำนวน 2 กรัม ใส่หลอดทดลองที่ชั่งน้ำหนักแล้ว เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตรปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 90 °ซ เป็นเวลา 50 นาที เมื่อครบตามเวลา นำหลอดแก้วนั้นออกมาคว่ำให้สะเด็ดน้ำโดยระวังไม่ให้ข้าวที่อยู่ข้างในไหลออกมา หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดทดลอง คำนวณค่าการดูน้ำของเมล็ดข้าว จากสูตร

$$\% \text{ การดูน้ำของข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวกล้องก่อนหุง}}{\text{น้ำหนักข้าวกล้องก่อนหุง}} \times 100$$

ตารางที่ 2 ระดับการสลายตัวของแต่ละเมล็ด (งามชื่น, 2545)

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

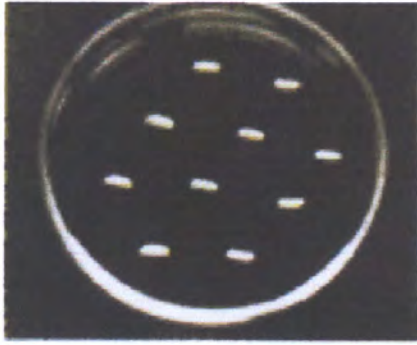
(5) การขยายปริมาตร

จากวิธีในข้อ (4) หลังจากชั่งข้าว 2 กรัม ใส่หลอดทดลองให้ขีดเส้นที่ความสูงของข้าวไว้ และหลังจากนำข้าวไปต้มเสร็จก็วัดความสูงของข้าวที่เพิ่มขึ้น

(6) การวัดความแข็งของข้าว (texture analysis)

เตรียมตัวอย่างโดยหุงข้าวกล้องอกให้สุก หลังจากนั้นวัดเนื้อสัมผัส โดยชั่งข้าวสุกมา 2 กรัม เรียงกันบน Plate form ที่สะอาด เรียงเมล็ดข้าวให้เป็นชั้นเดียว แล้ววัดเนื้อสัมผัสโดยใช้แรงกด (compression) ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัส (pre-test speed) 10 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงบนเนื้อข้าว (test speed) 1.0 มิลลิเมตร/วินาที โดยมีระยะพัก 30 วินาที และความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ขึ้นจากเมล็ดข้าว (post-test speed) 10 มิลลิเมตร/วินาที

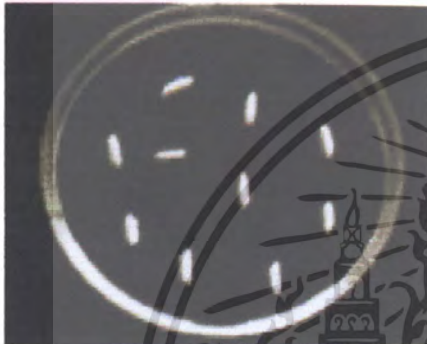
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 ค่ะแนน



5 ค่ะแนน



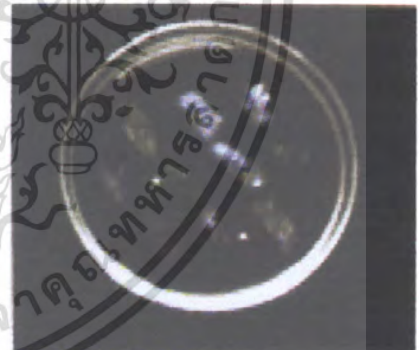
2 ค่ะแนน



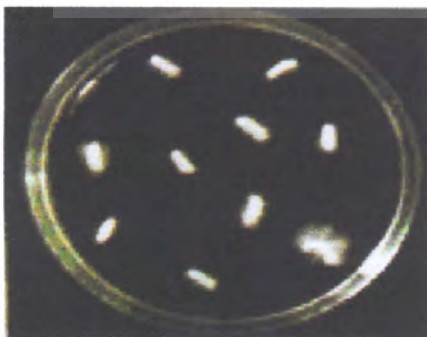
6 ค่ะแนน



3 ค่ะแนน



7 ค่ะแนน



4 ค่ะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารภาพที่ 5 ระดับการสลายตัวของเมล็ดข้าวในต่าง (อรอนงค์ 2547) ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102710

(7) การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ทำโดยใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน และให้คะแนนความชอบแบบ 7 ระดับ (7-point hedonic scale) แบ่งได้เป็น ลักษณะปรากฏของ เมล็ดข้าว กลิ่นของเมล็ดข้าว การเกาะตัวกันของเมล็ดข้าว เนื้อสัมผัสของข้าว (หลังเคี้ยว) ความ แข็งของเมล็ดข้าว รสชาติของเมล็ดข้าว ความชอบโดยรวม

(8) ปริมาณน้ำมันในรำ

นำข้าวกล้องงอกจำนวน 300 กรัมมาเข้าเครื่องขัดสีเพื่อให้ได้ส่วนของรำ นำส่วนของรำที่ได้ ไปชั่งปริมาณ 10 กรัม ใส่ในกระป๋องวัดความชื้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปสกัดด้วยเฮกเซน (hexane) โดยห่อรำข้าวด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ในเครื่องสกัดน้ำมัน ใช้เฮกเซนปริมาณ 250 มิลลิลิตร สกัดเป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง แล้วนำไประเหยเฮกเซนออกจากรำน้ำมัน ด้วยการอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 85 °ซ นาน 2 ชั่วโมง คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากสูตร

$$\% \text{ น้ำมันในรำ} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักรำ}} \times 100$$

(9) ปริมาณโอรีซานอล

นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากข้อที่ (5) ไปชั่ง 0.1000 มิลลิกรัม แล้วนำมาละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) ใส่ในขวดปริมาตรแล้วปรับปริมาตรด้วยเฮปเทนให้ได้ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าที่ได้มา เปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแกมมาโอรีซานอลมาตรฐาน (ภาคผนวก ก.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

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

5. สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาทำการทดลอง

ระหว่างเดือนสิงหาคม 2550 ถึง เดือนมกราคม 2551

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การแตกหัก

เมื่อนำข้าวในการทดลองมาทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก โดยการนำข้าวทั้งสองชนิดที่ได้จากการกะเทาะเปลือกแล้วนำมาคัดแยกข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักออก พบว่าข้าวกล้องงอกจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูงกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องงอกมีค่า 13.64 เปอร์เซ็นต์และข้าวกล้องงอกหนึ่งมีค่า 2.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) การแตกหักของข้าวกล้องงอกหนึ่งที่ทดลองนี้อาจเนื่องมาจากในกระบวนการนี้ ความร้อนและชื้นทำให้แป้งข้าวในเมล็ดเกิดเจลาติไนซ์และเชื่อมรอยร้าวที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดทำให้เมื่อเมล็ดได้รับแรงกระแทกจากการกะเทาะมีการแตกหักลดลง (อรอนงค์, 2547)

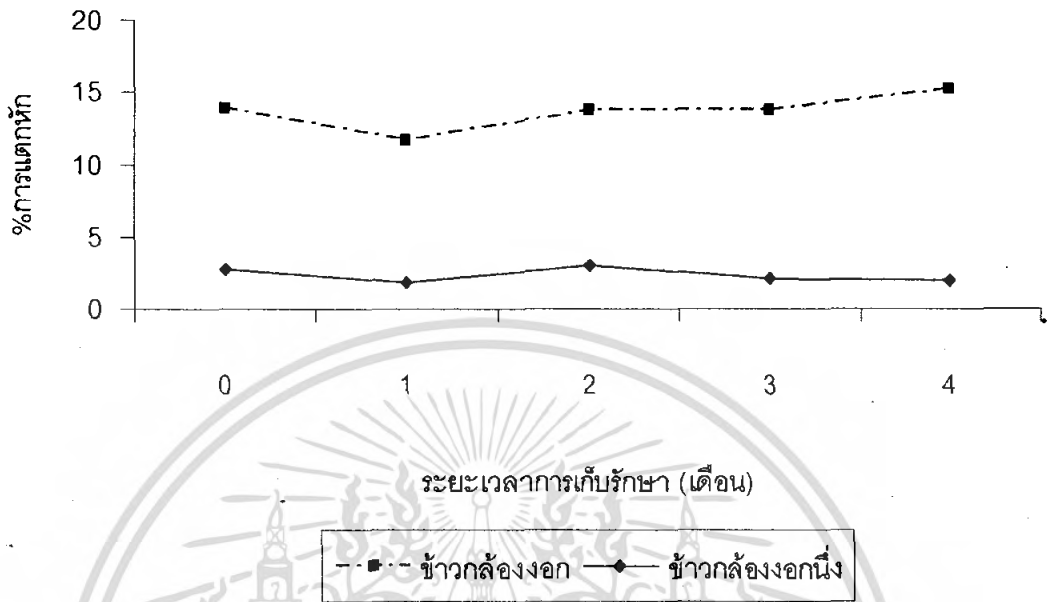
เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ในรูปของข้าวเปลือก และนำมากะเทาะทุกเดือน ระหว่างเก็บรักษา พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวจากการกะเทาะเปลี่ยนแปลง โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวทั้งสองชนิดจะมีค่าประมาณ 7 - 8.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	13.90	11.67	13.71	13.73	15.18	13.64 ^A
ข้าวกล้องงอกหนึ่ง	2.69	1.89	3.01	2.11	1.93	2.33 ^B
เฉลี่ย	8.30 ^a	6.78 ^a	8.36 ^a	7.92 ^a	8.56 ^a	

CV (%) = 25.11%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 6 กราฟแสดงผลการแตกหักของข้าวกล้อง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

การสลายตัวในต่าง

จากการตรวจสอบการสลายตัวในต่างของเมล็ดข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง โดยการสังเกต พบว่าค่าการสลายตัวในต่างของเมล็ดข้าวกล้องงอกน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของข้าวกล้องงอกหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยหลังจากแช่เมล็ดข้าวในต่างเป็นเวลา 23 ชั่วโมงพบว่า เมล็ดข้าวกล้องงอกหนึ่งมีการพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดหรือรอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง มีคะแนนการสลายตัวอยู่ในช่วง 5 - 6 คะแนน ขณะที่เมล็ดข้าวกล้องงอกมีค่าการสลายตัวในต่างอยู่ในช่วง 2 - 4 คะแนน

เมื่อทำการเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ทำให้มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวในต่างของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งเพิ่มขึ้น จาก 4.17 เป็น 5.00 แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งที่เก็บรักษาไว้จะหุงสุกเร็วขึ้น

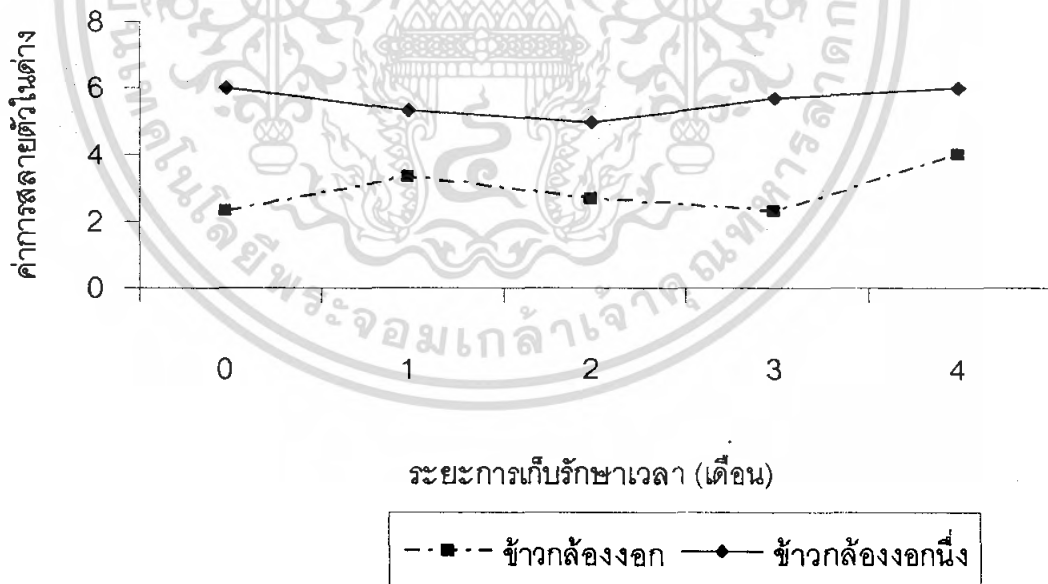
ตารางที่ 4 แสดงค่าการสลายตัวในต่างของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	2.33	3.33	2.67	2.33	4.00	2.93 ^B
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	6.00	5.33	5.00	5.67	6.00	5.60 ^A
เฉลี่ย	4.17 ^b	4.33 ^b	3.84 ^b	4.00 ^b	5.00 ^a	

CV (%) = 10.48%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 7 แสดงค่าการสลายตัวในต่างของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาในการหุงต้ม

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการหุงต้มของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกใช้เวลาการหุงต้มเฉลี่ยเท่ากับ 32.63 นาที ซึ่งนานกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งซึ่งใช้เวลาการหุงต้มเฉลี่ยเท่ากับ 22.07 นาที (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) การให้ข้าวเปลือกอยู่ในสภาพชื้นเป็นเวลานาน โดยการแช่น้ำและบ่มพักไว้ทำให้แป้งข้าวคุดน้ำและเกิดการย่อยของแป้งทั้งเมล็ด เมื่อแป้งได้รับความร้อนจากการนึ่งจึงทำให้แป้งในเมล็ดข้าวทั้งหมดสุก แม้ข้าวจะถูกอบให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง แต่เมื่อนำมาหุงและหุงจึงคุดน้ำได้เร็วและหุงสุกเร็วขึ้น เพราะแป้งในเมล็ดเคยสุกมาแล้วโดยกระบวนการทำข้าวกล้องงอกและการนึ่ง

สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระยะเวลาในการหุงต้ม พบว่าระยะเวลาการหุงต้มข้าวจะลดลงเมื่อข้าวถูกเก็บรักษา โดยระยะเวลาการหุงต้มเฉลี่ยของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งจะลดลงจาก 33.17 นาที เหลือ 24.17 นาที เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน โดยระยะเวลาการหุงต้มข้าวกล้องงอกจะลดลงจาก 38.33 นาที เหลือ 29.67 นาที ในขณะที่ระยะเวลาการหุงต้มข้าวกล้องงอกหนึ่งจะลดลงจาก 28.00 นาที เหลือ 18.67 นาที การลดลงของเวลาการหุงต้มของข้าวที่ถูกเก็บรักษาสอดคล้องกับค่าการสลายตัวในต่าง ที่พบว่าจะมีค่าสูงขึ้น เมื่อการเก็บรักษานานขึ้น (ตารางที่ 4)

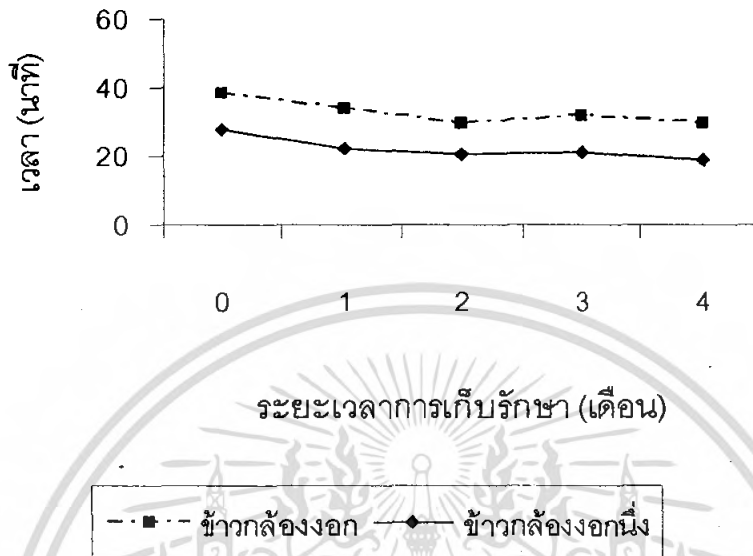
ตารางที่ 5 แสดงระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	38.33	34.00	29.67	31.67	29.67	32.63 ^A
ข้าวกล้องงอกหนึ่ง	28.00	22.00	20.33	21.33	18.67	22.07 ^B
เฉลี่ย	33.17 ^a	28.00 ^b	24.92 ^{cd}	26.50 ^{bc}	24.17 ^d	

CV (%) = 4.66 %

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็น เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

จากการทดลองหาเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวระหว่างหุงพบว่า ข้าวกล้องงอกจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำมากกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 308.93 เปอร์เซ็นต์ และ 214.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และเมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุง พบว่า การเก็บรักษาที่นานขึ้นทำให้ข้าวดูดน้ำระหว่างการหุงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ข้าวเก่าดูดน้ำมากกว่าข้าวใหม่เนื่องจากโดยทั่วไปข้าวที่เก็บรักษาไว้นาน (ข้าวเก่า) จะมีค่าการดูดน้ำสูงกว่าข้าวใหม่ ส่งผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่และทำให้มีการขยายปริมาตรเพิ่มขึ้นด้วย (อ้างโดยวิลาวัลย์และสุธา, 2547) และข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานจะดูดน้ำมากกว่าข้าวที่ใช้เวลาในการหุงต้มสั้น ซึ่งเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำจะสอดคล้องกับระยะเวลาในการหุงต้ม

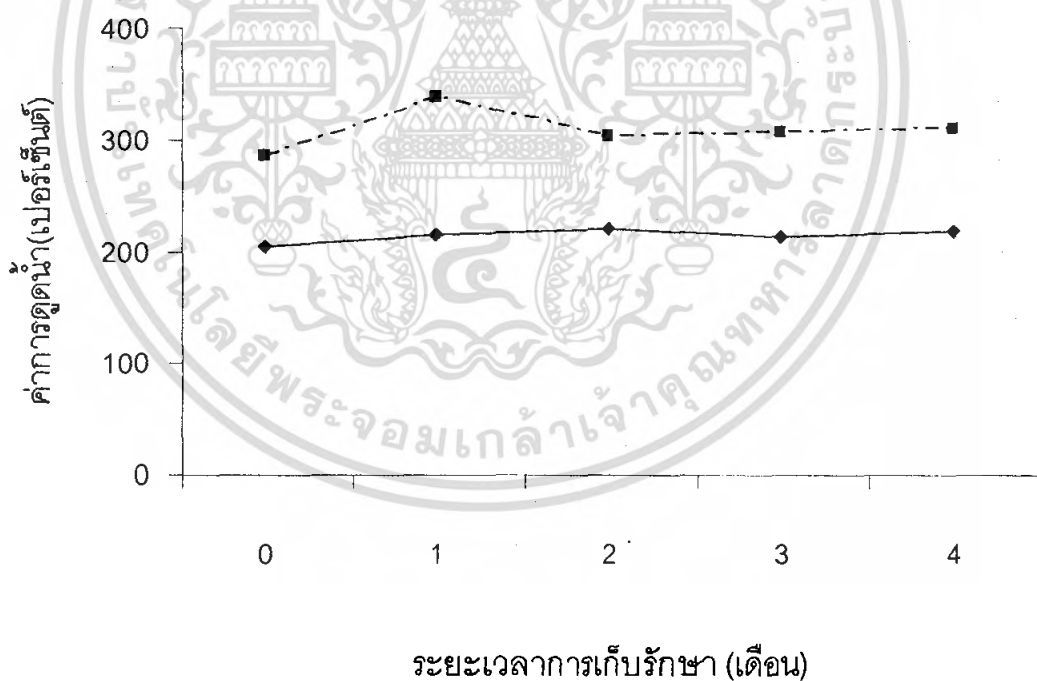
ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกนึ่ง พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	286.17	338.67	302.33	307.17	310.33	308.93 ^A
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	204.33	215.33	220.17	213.67	218.17	214.33 ^B
เฉลี่ย	245.25 ^C	277.00 ^a	261.25 ^b	260.42 ^b	264.25 ^b	

CV (%) = 2.52 %

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 9 เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายปริมาตร

เมื่อทดสอบการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุสุพรรณบุรี 1 โดยวัดในรูปของความสูงที่เพิ่มขึ้น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกมีค่าการขยายปริมาตรเท่ากับ 2.98 เซนติเมตรและข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุมีค่าเท่ากับ 2.86 เซนติเมตร (ตารางที่ 7) เนื่องจากข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุมีการดูดน้ำระหว่างการงอกน้อยกว่าและใช้เวลาการงอกเร็วกว่าข้าวกล้องงอก จึงมีการขยายปริมาตรน้อยกว่า

เมื่อถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือนพบว่า ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุมีการขยายปริมาตรเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 เดือนข้าวหุงสุกจะมีค่าเฉลี่ยการขยายปริมาตรมากที่สุดคือ 3.07 เซนติเมตร ในขณะที่ข้าวก่อนเก็บรักษาเมื่อนำมาหุงสุกจะขยายปริมาตรเพียง 2.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

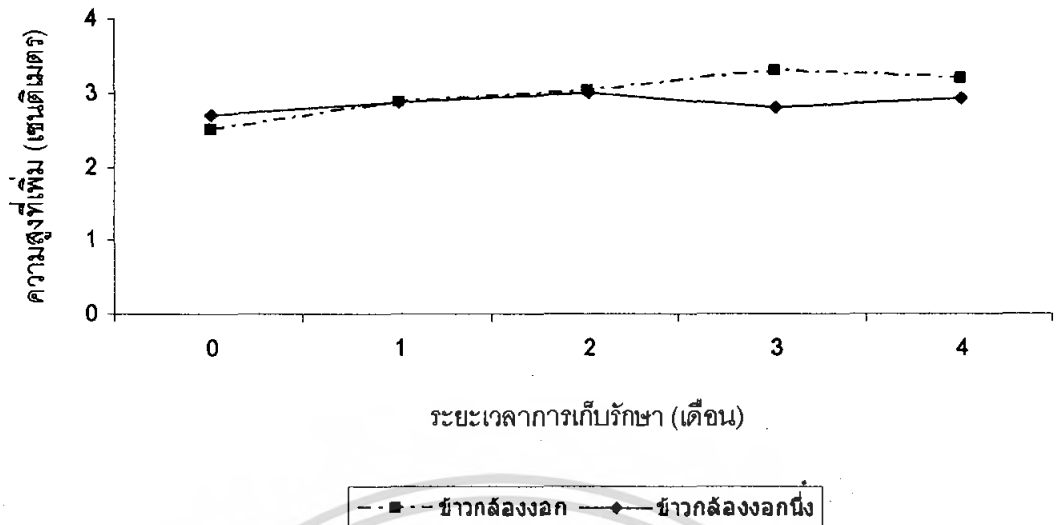
ตารางที่ 7 ค่าการขยายปริมาตรของข้าวกล้องพันธุสุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	2.50	2.87	3.03	3.30	3.20	2.98 ^A
ข้าวกล้องงอกหนึ่งพันธุ	2.70	2.87	3.00	2.80	2.93	2.86 ^B
เฉลี่ย	2.60 ^C	2.87 ^B	3.02 ^{ab}	3.05 ^a	3.07 ^a	

CV (%) = 4.63%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 10 การขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ความแข็งของข้าวหุงสุก

ตารางที่ 8 และภาพที่ 11 แสดงค่าความแข็ง (hardness) ของข้าวหุงสุกที่วัดโดยเครื่อง texture analyzer ซึ่งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความแข็งของข้าวกล้องงอกมีค่า 2118.95 กรัม และของข้าวกล้องงอกหนึ่งมีค่า 5955.55 กรัม ค่าความแข็งของข้าวหุงสุกนี้สอดคล้องกับค่าการสลายตัวในต่างของข้าว โดยข้าวที่มีค่าการสลายตัวในต่างสูงจะมีความแข็งของข้าวหุงสุกต่ำกว่าข้าวที่มีค่าการสลายตัวในต่างต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าความแข็งของข้าวหุงสุกในการทดลองนี้พบว่า ข้าวกล้องงอกจะมีค่าความแข็งของข้าวหุงสุกลดลงตามเวลา ในขณะที่ความแข็งของข้าวหุงสุกของข้าวกล้องงอกหนึ่งจะมีความผันแปรไม่ขึ้นกับระยะเวลา

ตารางที่ 8 ค่าความแข็งของข้าวหุงสุกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	3099.47	2160.80	2085.68	1903.93	1344.86	2118.95 ^B
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3539.32	6607.29	6168.47	9014.63	4448.06	5955.55 ^A
เฉลี่ย	3319.40 ^b	4384.05 ^{ab}	4127.08 ^{ab}	5459.28 ^a	2896.46 ^b	

CV (%) = 38.84%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 11 กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวหุงสุก พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส

การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัสเป็นการทดสอบโดยใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบต่อคุณภาพข้าวหุงสุกและให้คะแนนเป็นเกณฑ์บอกถึงความพึงพอใจ

จากการทดลองพบว่า ความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อลักษณะปรากฏ กลิ่นของข้าว การเกาะตัวของเมล็ดข้าวและเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องงอกหุงสุกไม่แตกต่างจากข้าวกล้องงอกหนึ่งหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจต่อความแข็งและรสชาติของข้าวกล้องงอกหุงสุกมากกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งและเป็นผลให้ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อข้าวกล้องงอกหุงสุกสูงกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษา การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอกหุงสุกพบว่า ทางด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส ความแข็งของเมล็ดข้าวและรสชาติ มีความแตกต่างกับข้าวกล้องงอกหนึ่งหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อลักษณะดังกล่าวของข้าวทั้งสองชนิด (ตารางที่ 9)



ตารางที่ 9 ผลการทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัสในลักษณะต่างๆของข้าวกล้องงอกหุงสุกและข้าวกล้องงอกนึ่งหุงสุก พันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ประเภทของ sensory test						
		ลักษณะ ปรากฏ	กลิ่น	การเกาะตัว	เนื้อสัมผัส	ความแข็ง	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ข้าวกล้องงอก	0	3.875 ^{abc}	3.937 ^{abc}	3.750 ^a	3.500 ^{bc}	3.125 ^{bc}	3.313 ^{bcd}	3.500 ^{bc}
	1	4.000 ^{bc}	4.625 ^c	3.688 ^a	3.875 ^c	4.500 ^d	4.813 ^f	4.813 ^d
	2	3.875 ^{abc}	3.312 ^{ab}	2.938 ^a	2.250 ^a	2.063 ^{ab}	2.250 ^{abcd}	2.313 ^{ab}
	3	2.813 ^{ab}	3.625 ^{abc}	3.250 ^a	3.625 ^{bc}	3.875 ^{cd}	3.375 ^{cde}	3.500 ^{bc}
	4	3.063 ^{ab}	3.375 ^{abc}	3.563 ^a	2.688 ^{ab}	2.188 ^{ab}	2.375 ^{abc}	2.500 ^{ab}
	เฉลี่ย	3.063 ^A	3.702 ^A	3.438 ^A	3.188 ^A	3.150 ^A	3.225 ^A	3.325 ^A
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.438 ^{ab}	3.062 ^{ab}	2.688 ^a	1.813 ^a	1.438 ^a	2.068 ^{ab}	2.250 ^a
	1	3.125 ^{ab}	3.437 ^{abc}	2.813 ^a	2.188 ^a	2.188 ^{ab}	2.438 ^{abcd}	2.438 ^{ab}
	2	2.398 ^{ab}	4.062 ^{bc}	3.375 ^a	4.188 ^c	4.250 ^{cd}	4.188 ^{ef}	4.125 ^{cd}
	3	2.625 ^a	2.687 ^a	3.188 ^a	1.875 ^a	1.625 ^a	1.625 ^a	1.875 ^a
	4	4.875 ^c	4.125 ^{bc}	4.063 ^a	3.750 ^{bc}	3.625 ^{cd}	3.500 ^{de}	3.813 ^{cd}
	เฉลี่ย	3.292 ^A	3.474 ^A	3.225 ^A	2.763 ^A	2.625 ^B	2.764 ^B	2.900 ^B

CV (%) = 34.35%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี DMRT

เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำ

เมื่อนำข้าวที่ได้จากการทดลองมาหาปริมาณน้ำมันรำพบว่า ปริมาณน้ำมันรำของข้าวกล้องงอกเท่ากับ 15.25 เปอร์เซ็นต์และข้าวกล้องงอกหนึ่งเท่ากับ 32.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการทำข้าวกล้องงอกหนึ่งข้าวได้ผ่านความร้อน ทำให้ปริมาณน้ำมันที่อยู่ตรงส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดแตกตัวและเกาะกันอยู่อย่างหลวมๆ เมื่อนำมากลั่นหาปริมาณน้ำมันทำให้ได้ปริมาณน้ำมันที่มากกว่าข้าวกล้องงอก (ตารางที่ 10)

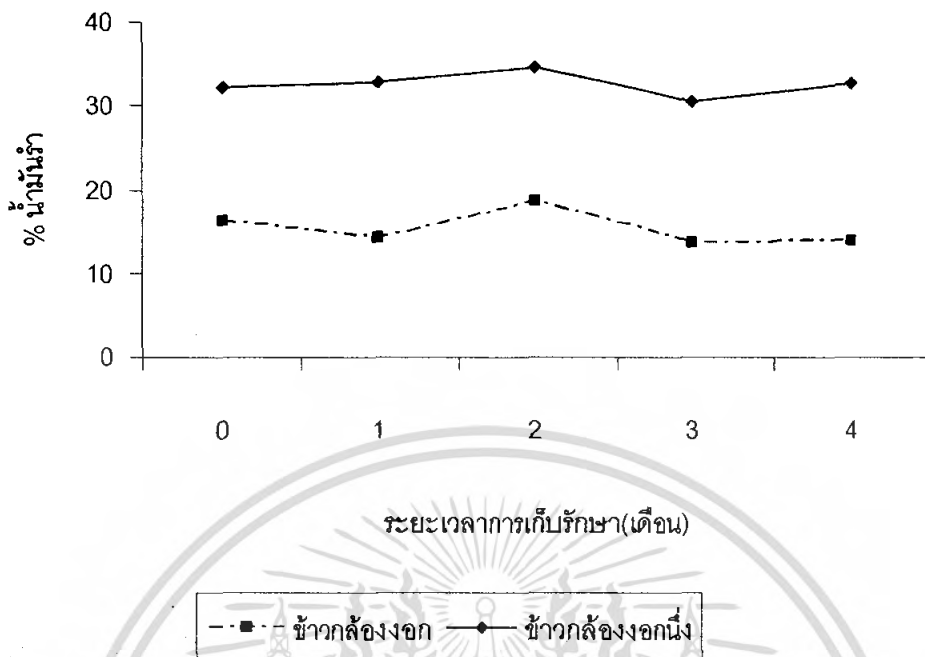
สำหรับผลของการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำ พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำข้าวจะผันแปรขึ้นลง โดยข้าวกล้องงอกจะมีน้ำมันรำผันแปรในช่วงประมาณ 13.50-18.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวกล้องงอกหนึ่งจะมีน้ำมันรำอยู่ในช่วง 30.50-34.50 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 10 เปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	16.11	14.20	18.53	13.56	13.84	15.25 ^B
ข้าวกล้องงอกหนึ่ง	32.32	32.90	34.60	30.55	32.55	32.58 ^A
เฉลี่ย	24.22 ^b	23.55 ^{bc}	26.57 ^a	22.06 ^d	23.20 ^c	

CV (%) = 3.03%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT
ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ปริมาณไอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว

จากการทดลองหาปริมาณไอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว เปรียบเทียบระหว่างรำของข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกนึ่ง พบว่าน้ำมันรำของข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีไอรีซานอลสูงกว่าน้ำมันรำของข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 7) โดยมีค่าเท่ากับ 16.81 และ 14.57 ppm ตามลำดับ

เมื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาพบว่า มีผลให้ปริมาณไอรีซานอลผันแปร โดยเฉพาะในข้าวกล้องงอกนึ่งซึ่งปริมาณไอรีซานอลจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าจะลดลงจาก 21.41 ppm เหลือเพียง 16.30 ppm เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

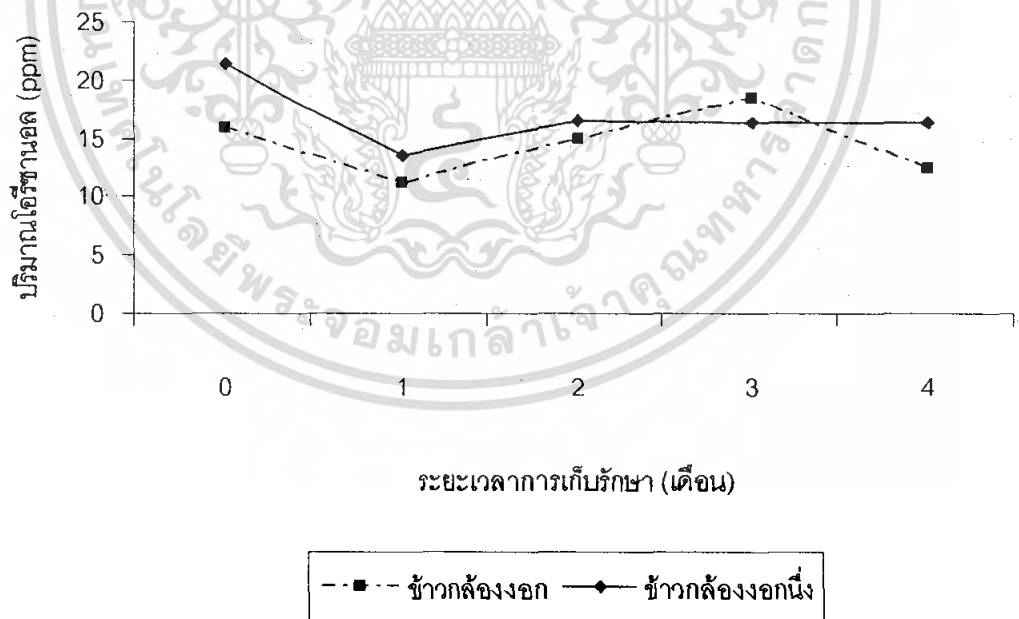
ตารางที่ 11 แสดงปริมาณไอริซานอลของ (รำข้าว) พันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (ภาคผนวก ก)

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
ข้าวกล้องงอก	15.86	11.22	14.89	18.44	12.46	14.57 ^B
ข้าวกล้องงอกหนึ่ง	21.41	13.51	16.56	16.27	16.30	16.81 ^A
เฉลี่ย	18.63 ^a	12.37 ^e	15.73 ^c	17.36 ^b	14.38 ^d	

CV (%) = 1.54%

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแถวแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 13 ปริมาณไอริซานอลของ (น้ำมันรำข้าว) ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า การนำข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มาทำเป็นข้าวกล้องงอก เพื่อคุณค่าทางอาหารพบว่า คุณค่าทางอาหารในข้าวกล้องงอกมีมากกว่าข้าวกล้องอย่างเห็นได้ชัด แต่มีข้อเสียอยู่ที่การขัดสีมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักมาก จากข้อเสียดังกล่าวได้มีการทดลองทำข้าวกล้องงอกหนึ่งเพื่อลดเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ซึ่งพบว่าสามารถลดการแตกหักของข้าวกล้องงอกได้ดี เนื่องจากการนี้ทำให้แป้งเกิดเจลลาตินไนซ์และเชื่อมรอยร้าวภายในเมล็ดทำให้ลดการแตกหักได้ (อรอนงค์ , 2547) นอกจากนี้พบว่ากระบวนการทำข้าวกล้องงอกหนึ่งสามารถลดระยะเวลาการหุงต้มกับเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำให้น้อยลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับค่าการสลายตัวในต่างของเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตามการทดสอบด้านประสาทสัมผัส (sensory test) พบว่าผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบต่อข้าวกล้องงอกมากกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง ในด้านรสชาติและความแข็งของข้าว ในขณะที่ความชอบต่อลักษณะอื่นไม่แตกต่างกัน เมื่อดูปริมาณน้ำมันรำข้าวพบว่า ในการทดลองข้าวกล้องงอกจะมีปริมาณน้ำมันรำข้าวที่สกัดได้น้อยกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง อาจเป็นเพราะการทำข้าวกล้องงอกหนึ่งข้าวได้มีการผ่านการนี้ทำให้น้ำมันในเมล็ดมีการแตกตัว เมื่อนำไปบีบอัดทำให้น้ำมันมากกว่าข้าวกล้องงอก

ผลการทดลองนี้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว ที่ยังคงต้องมีการพัฒนาต่อ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะส่งผลต่อการขยายตลาดสินค้าข้าวในอนาคต

สรุป

การทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอีกทางหนึ่งซึ่งข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวสารขาว คุณภาพของข้าวกล้องงอกจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ รวมถึงตั้งแต่การผลิต วิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา แต่การทำข้าวกล้องงอกมีข้อเสียอยู่ที่ข้าวจะมีการแตกหักในระหว่างการกะเทาะ

ในการทดลองนี้การทำข้าวกล้องงอกหนึ่งสามารถลดการแตกหักของข้าวกล้องหลังการกะเทาะได้ เมื่อนำข้าวทั้งสองชนิดมาหุงต้มพบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอกจะมีมากกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง เนื่องจากกระบวนการทำข้าวกล้องงอกหนึ่งข้าวจะผ่านกระบวนการทำข้าวงอกและผ่านการึ่งซึ่งข้าวจะดูดน้ำเข้าไปทำปฏิกิริยาภายในเมล็ดทำให้เม็ดแป้งแตกตัวก่อนนำมาลดความชื้น เมื่อนำไปหุงต้มจึงทำให้มีการดูดน้ำและการขยายปริมาตรน้อยกว่าข้าวกล้องงอกและยังทำให้ระยะเวลาการหุงต้มสั้นลงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งมีปริมาณน้ำมันในรำข้าวและโอรีซานอลสูงกว่าข้าวกล้องงอก สำหรับผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องงอกหนึ่ง พบว่าเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าว

แม้ว่าข้าวกล้องงอกหนึ่งจะสามารถแก้ปัญหาการแตกหักหลังการกะเทาะได้ และทำให้ปริมาณน้ำมันในรำที่สกัดได้รวมทั้งปริมาณสารโอรีซานอลเพิ่มขึ้นสูงกว่าข้าวกล้องงอกก็ตาม แต่พบว่าเมื่อนำมาหุงและให้ผู้ทดสอบชิมเพื่อให้คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อลักษณะต่างๆ พบว่า ลักษณะที่วัดได้ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นความแข็งและรสชาติซึ่งผู้ทดสอบพึงพอใจข้าวกล้องงอกหุงสุกมากกว่าจึงทำให้ความชอบโดยรวมสูงกว่าข้าวกล้องงอกหนึ่ง ส่วนการเก็บรักษาข้าวพบว่า มีผลทำให้ลักษณะต่างๆ มีความผันแปรแต่ไม่ขึ้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

กัญญา เชื้อพันธุ์ และกิตติยา กิจควรดี. 2549. การเก็บรักษาข้าว.

http://www.doa.go.th/mi/tech/m5_4.htm. พฤศจิกายน 2549.

การ์นต์ ผึ้งบรรหาร. 2550. ผลของอุณหภูมิและการเก็บรักษาต่อปริมาณโอรีซานอลและคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าว วิทยานิพนธ์หลักสูตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เครือวัลย์ อัดตะวีริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. สถาบันวิจัยข้าว. กรุงเทพฯ. 53 หน้า.

งามชื่น คงเสรี. 2545. คุณภาพข้าวสวย. หน้า 11 - 30. ใน คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. จีรวัดมนเือกเพชร. กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

ชาญ. 2536. เรื่องข้าว โรงพิมพ์การศาสนากรมการศาสนา. กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 184 หน้า.

นิรนาม. 2551. เรื่องการส่งออกข้าว. <http://www.ryt9.com>.

วิลาวัลย์ นามวิชัย และ สุธา โจมเกิด. 2547. อิทธิพลของอุณหภูมิแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อุมา แสงคร้าม และ ลำพิ่ง พุ่มจันทร์. 2550. ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อปริมาณสารโอรีซานอลในข้าวกล้องงอก การประชุมทางวิชาการ "มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 3" วันที่ 6-7 กันยายน 2550 ณ ห้องประชุม โรงแรมตักศิลา อ.เมือง จ.มหาสารคาม.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

Henry, R.J. and P.S. Kettlewell. 1996. Cereal Grain Quality. Chapman & Hall, London. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

Juliano, B.O. 1985. Critical and tests for rice grain qualities. In Rice : Chemistry and Technology 2nd ed. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St.Paul, Minnesota. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่

1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.
- Juliano, B.O.1993. Rice in Human Nutrition FAO Food and Nutrition Series, No 26. the International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Laguna (Philippines),and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Kayahara, H. 2004. Surprising Live Germinated Brown Rice, (in Japanese). Shougakukan-Square Co. Tokyo.
- Marshall and Wadsworth. 1994.Rice science and technology. Marcel Dekker Inc., New York. 470 pp.
- Moritaka, S. and K. Yamamatsu. 1972. Study on Cereal. The effect of sulfhydryl group on storage deterioration of mille rice. Eiyo To Shokuryo 25 : 59 - 62. อ้างโดย งามชื่น คงเสรี. 2545. กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา. หน้า 24 - 25. ใน : คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. จีรวัฒน์เอ็กเพรส. กรุงเทพฯ. 149 หน้า.
- Ohtsubo K., Susuki K., Yasui Y., and Kasumi T. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. J. Food. Compos. Anal. 18: 303-316.



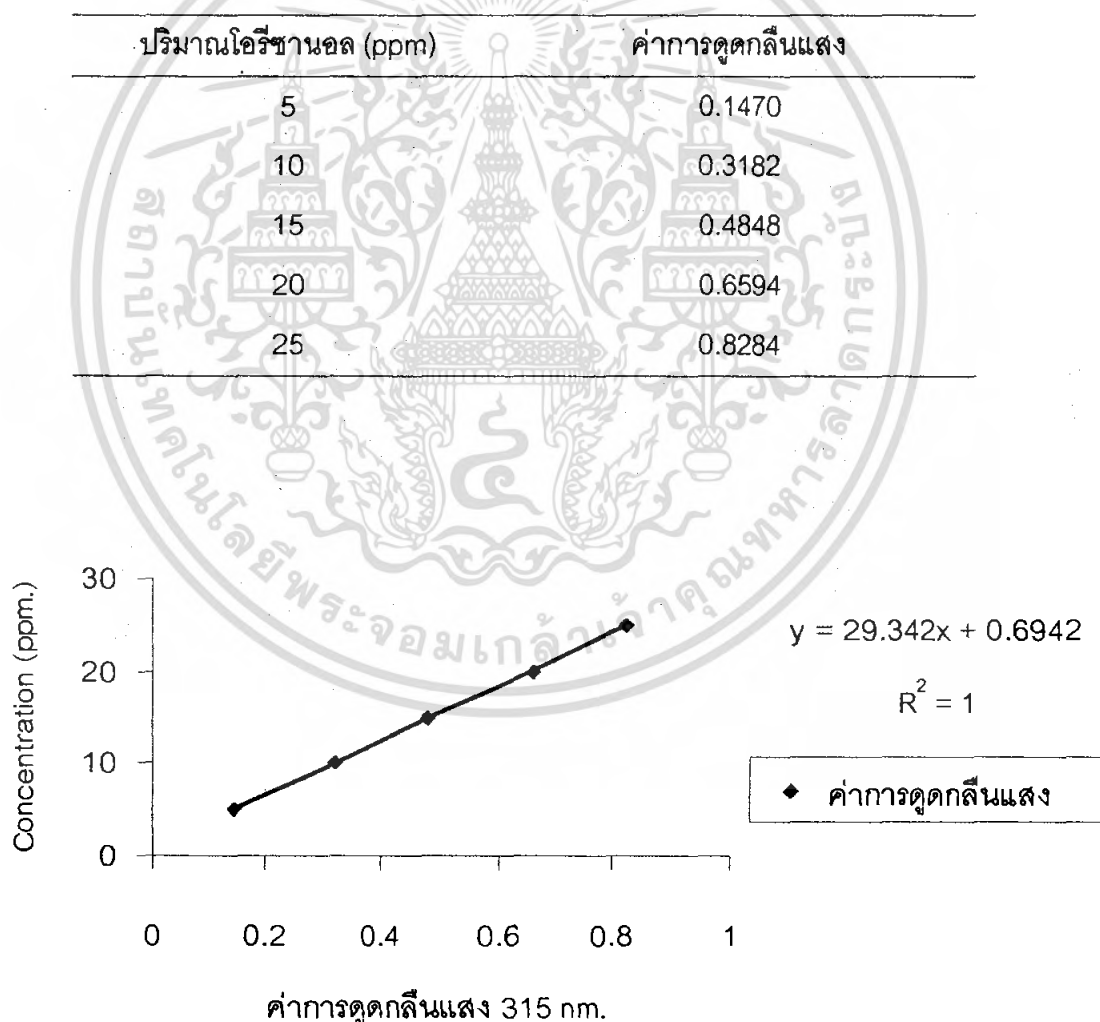
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณไอริซานอล

ซึ่งแก๊รมมาไอริซานอล 50 ± 0.0001 มิลลิกรัม ใส่ในขวดแก้วขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n-heptane) ให้ครบ 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็น stock solution จากนั้นเตรียมความเข้มข้นต่างๆโดยปิเปตสารละลายเริ่มต้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรด้วยเฮปเทนให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) จากนั้นเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณไอริซานอลและค่าการดูดกลืนแสง

ตารางผนวกที่ ก.1 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณไอริซานอล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางผนวกที่ ข.1 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้า้ที่			เฉลี่ย (%)
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	13.50	11.74	16.46	13.90
	1	16.22	12.06	6.74	11.67
	2	11.46	13.60	16.08	13.71
	3	14.00	14.54	12.66	13.73
	4	14.80	14.12	16.62	15.18
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	2.60	3.02	2.44	2.69
	1	3.44	1.48	0.76	1.89
	2	3.18	3.68	2.18	3.01
	3	3.34	1.40	1.60	2.11
	4	2.48	1.78	1.52	1.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.2 แสดงข้อมูลของการสลายตัวในสารละลายต่าง(คะแนน)ของข้าวพันธุ์
สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการ เก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องอก	0	3	2	2	2
	1	3	3	4	3
	2	2	3	3	3
	3	3	2	2	2
	4	4	4	4	4
ข้าวกล้องอกนึ่ง	0	6	6	6	6
	1	5	5	6	5
	2	5	5	5	5
	3	5	6	6	6
	4	6	6	6	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.3 แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาทื) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1
เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ช้ำที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	38	39	38	38.33
	1	34	33	35	34.00
	2	30	29	30	29.67
	3	30	32	33	31.67
	4	29	30	30	29.67
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	26	28	30	28.00
	1	22	23	21	22.00
	2	19	20	22	20.33
	3	21	20	23	21.33
	4	19	20	17	18.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.4 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การคุดน้ำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้า้ที่			เฉลี่ย (%)
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	285.50	276.50	296.50	286.17
	1	334.50	335.50	346.00	338.67
	2	295.00	302.50	309.50	302.33
	3	302.50	300.50	318.50	307.17
	4	320.00	307.00	304.00	310.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	203.50	204.50	205.00	204.33
	1	215.00	219.50	211.50	215.33
	2	222.00	217.00	221.50	220.17
	3	207.00	216.50	217.50	213.67
	4	214.00	221.50	219.00	218.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.5 แสดงข้อมูลการขยายปริมาตร (เซนติเมตร) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ข้าวที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	2.60	2.40	2.50	2.50
	1	2.80	3.00	2.80	2.87
	2	2.80	3.10	3.20	3.03
	3	3.30	3.30	3.30	3.30
	4	3.50	3.10	3.00	3.20
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	2.70	2.80	2.60	2.70
	1	2.80	3.00	2.80	2.87
	2	3.10	2.90	3.00	3.00
	3	2.70	2.90	2.80	2.80
	4	2.90	3.00	2.90	2.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.6 แสดงข้อมูลค่าความแข็งของข้าวหุงสุกของข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	3092.34	3106.57	3099.51	3099.47
	1	2302.42	2125.87	2054.12	2160.80
	2	1748.50	2462.93	2045.60	2085.68
	3	1910.93	1696.28	2104.59	1903.93
	4	1310.98	1260.10	1463.50	1344.86
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3498.52	3852.38	3267.06	3539.32
	1	8860.98	9871.31	1089.57	6607.29
	2	6063.70	6012.52	6429.20	6168.47
	3	7825.18	9357.77	9860.93	9014.63
	4	4222.46	4575.05	4546.67	4448.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.7 แสดงข้อมูลลักษณะที่ปรากฏของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบ
คุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4
เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการ เก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	4.0	2.5	4.0	4.0	4.5	3.0	4.0	5.0	3.88
	1	2.5	3.0	2.5	5.0	5.5	3.5	6.0	4.0	4.00
	2	3.0	6.0	4.0	5.0	2.5	1.5	3.0	6.0	3.88
	3	2.0	3.0	1.0	3.5	2.5	3.0	4.5	3.0	2.81
	4	2.0	3.0	2.0	2.0	3.5	3.0	3.0	5.0	2.94
ข้าวกล้องงอก นิ่ง	0	3.5	2.0	5.0	5.0	2.5	5.0	1.5	3.0	3.44
	1	2.5	1.0	4.0	3.5	5.5	2.0	3.5	3.0	3.13
	2	4.0	3.0	4.0	1.0	3.5	2.5	1.0	4.5	2.94
	3	2.5	2.5	2.0	3.0	2.5	1.5	3.0	3.5	2.56
	4	5.0	4.5	5.5	5.0	4.5	3.5	5.0	6.0	4.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.8 แสดงข้อมูลกลิ่นของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	3.0	3.0	5.0	5.0	4.5	4.0	4.5	2.5	3.94
	1	3.5	4.5	4.0	6.0	4.0	5.0	6.0	4.0	4.63
	2	2.5	4.0	5.0	2.0	2.0	2.0	5.0	4.0	3.31
	3	4.0	3.0	2.0	4.0	4.5	5.0	3.0	3.5	3.63
	4	2.0	1.5	3.0	3.0	5.0	3.5	3.5	5.5	3.38
ข้าวกล้องงอก นิ่ง	0	5.5	3.0	3.5	3.5	2.0	3.0	3.0	1.0	3.06
	1	4.0	3.5	4.0	3.0	4.0	2.0	3.5	3.5	3.44
	2	3.5	4.5	5.5	5.5	3.0	3.5	3.0	4.0	4.06
	3	4.0	4.0	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	3.5	2.69
	4	3.0	4.0	3.0	5.5	3.0	4.0	4.5	6.0	4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.9 แสดงข้อมูลการเกาะตัวกันของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบ
คุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4
เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บ รักษา(เดือน)	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	3.0	2.5	5.0	5.0	4.5	4.5	2.5	3.0	3.75
	1	2.0	2.0	3.0	5.0	3.0	5.5	5.0	4.0	3.69
	2	1.0	5.5	1.0	1.0	3.5	3.5	5.0	3.0	2.94
	3	2.5	4.0	2.0	3.5	2.0	5.0	4.0	3.0	3.25
	4	2.0	3.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.5	5.5	3.63
ข้าวกล้องงอก นิ่ง	0	5.5	1.0	2.0	2.0	2.0	6.0	1.0	2.0	2.69
	1	4.0	1.0	3.0	3.0	4.5	3.5	1.0	2.5	2.81
	2	1.5	5.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.5	3.38
	3	2.5	2.5	5.5	3.5	3.0	1.5	3.5	2.5	3.06
	4	3.0	4.0	4.0	5.0	2.0	4.0	4.5	6.0	4.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.10 แสดงข้อมูลเนื้อสัมผัสหลังเคี้ยวของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบ
คุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4
เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บ รักษา(เดือน)	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	2.5	2.0	4.5	4.5	3.5	5.0	4.0	2.0	3.50
	1	3.0	4.0	2.5	4.5	4.5	4.0	4.0	4.5	3.88
	2	2.0	4.5	1.5	1.0	2.0	1.5	2.5	3.0	2.25
	3	1.5	2.5	3.0	5.0	4.5	5.5	4.5	2.5	3.63
	4	1.0	3.0	3.0	3.0	1.5	3.5	1.5	5.0	2.69
ข้าวกล้องงอก ใน	0	2.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	1.5	1.0	1.81
	1	2.5	1.0	3.0	1.5	2.5	3.0	2.0	2.0	2.19
	2	4.5	5.0	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	5.0	4.19
	3	1.5	1.5	2.5	2.5	1.0	2.0	1.0	3.5	1.94
	4	1.5	4.0	3.0	5.0	2.5	4.0	3.5	6.5	3.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.11 แสดงข้อมูลความแข็งของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ซ้ำที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	5.0	1.5	3.0	3.0	3.0	4.0	3.5	2.0	3.13
	1	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	3.0	5.0	5.0	4.50
	2	1.0	3.5	2.0	1.0	2.5	1.5	2.0	3.0	2.06
	3	1.0	4.0	5.0	5.0	3.5	6.5	3.5	2.5	3.88
	4	1.0	1.0	2.5	2.5	1.5	2.5	1.0	5.0	2.13
ข้าวกล้องงอก นิ่ง	0	1.0	1.5	1.0	1.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.44
	1	2.5	1.0	3.0	1.0	3.0	3.5	1.5	2.0	2.19
	2	5.5	5.5	4.0	3.5	5.0	3.0	3.0	4.5	4.25
	3	1.0	1.0	1.5	2.5	1.5	1.5	1.0	3.0	1.63
	4	1.5	4.5	3.0	5.0	2.0	4.0	2.5	6.5	3.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.12 แสดงข้อมูลรสชาติของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบคุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	2.5	1.5	4.0	4.0	3.5	5.0	4.0	2.0	3.31
	1	4.0	4.5	2.5	5.0	5.5	5.5	6.5	5.0	4.81
	2	1.0	4.0	2.0	2.5	2.5	1.5	1.5	3.0	2.25
	3	1.0	3.5	3.5	5.0	4.5	4.0	3.0	2.5	3.38
	4	1.0	2.5	1.0	1.0	3.0	3.5	1.0	4.5	2.19
ข้าวกล้องงอก นิ่ง	0	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5	3.0	3.5	1.0	2.06
	1	2.5	2.5	2.0	1.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.44
	2	4.0	5.0	4.5	5.5	3.5	3.0	3.0	5.0	4.19
	3	1.0	1.0	2.0	3.5	1.0	1.0	1.0	2.5	1.63
	4	1.5	4.0	2.0	5.0	2.5	4.0	2.5	6.5	3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.13 แสดงข้อมูลความชอบโดยรวมของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ทดสอบ
คุณภาพข้าวแบบ sensory test เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4
เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บ รักษา(เดือน)	ข้าวที่								เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	
ข้าวกล้องงอก	0	4.0	1.5	4.5	4.5	3.0	5.0	2.5	3.0	3.50
	1	5.0	5.0	2.5	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	4.81
	2	2.0	4.5	2.0	1.0	2.5	1.5	2.0	3.0	2.31
	3	1.5	3.0	2.0	5.0	4.0	6.0	4.0	2.5	3.50
	4	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	3.0	1.0	5.0	2.38
ข้าวกล้องงอก นี้	0	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0	3.0	2.5	2.0	2.25
	1	2.5	1.5	2.0	2.0	4.0	3.0	2.0	2.5	2.44
	2	4.0	5.0	5.0	5.0	3.5	3.0	2.5	5.0	4.13
	3	1.0	1.0	2.0	3.5	1.0	1.5	2.0	2.5	1.81
	4	2.5	4.0	3.0	5.0	3.0	4.0	2.5	6.5	3.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.14 แสดงข้อมูลปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมันรำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ข้าวที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	17.16	15.36	15.81	16.11
	1	15.00	13.63	13.97	14.20
	2	17.88	19.00	18.72	18.53
	3	14.00	13.25	13.44	13.56
	4	14.53	13.35	13.65	13.84
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	31.50	32.88	32.59	32.32
	1	33.63	32.38	32.69	32.90
	2	33.00	35.75	35.06	34.60
	3	30.62	30.50	30.53	30.55
	4	32.63	32.50	32.53	32.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ข.15 แสดงข้อมูลปริมาณโอริซานอล (ppm) รำของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน

ชนิดของข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	ข้าวที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	0	0.519	0.514	0.517	0.517
	1	0.360	0.358	0.360	0.359
	2	0.484	0.483	0.485	0.484
	3	0.623	0.585	0.606	0.605
	4	0.397	0.398	0.408	0.401
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	0.706	0.704	0.707	0.706
	1	0.426	0.436	0.449	0.437
	2	0.536	0.544	0.543	0.541
	3	0.523	0.538	0.533	0.531
	4	0.530	0.534	0.532	0.532

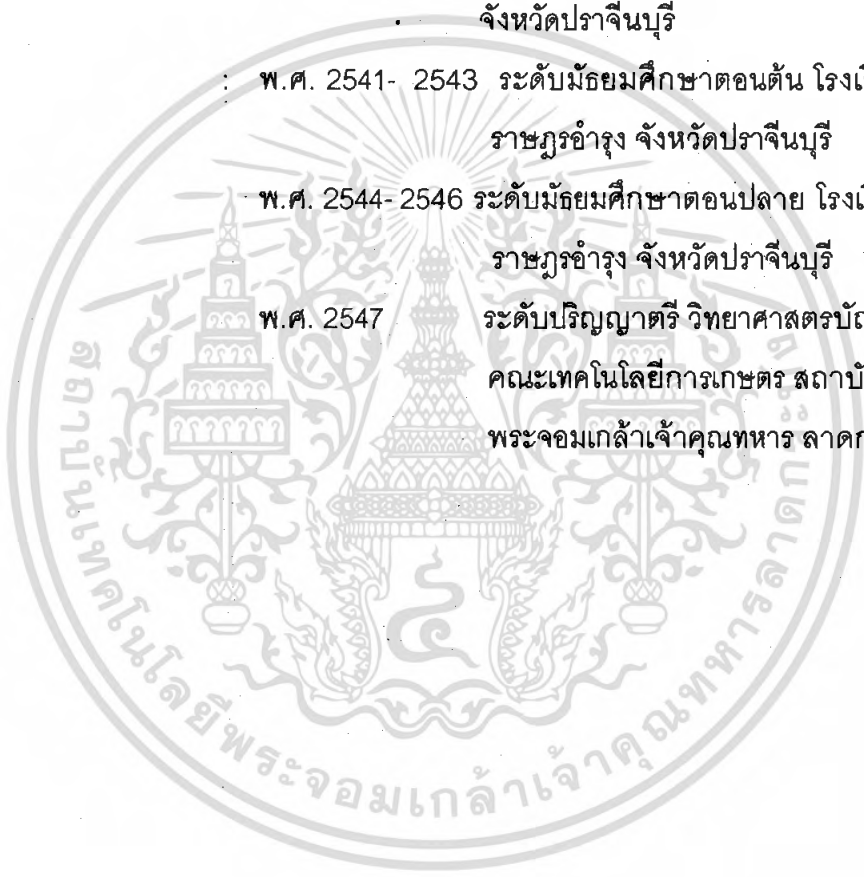
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล : นายฐิติพงศ์ เจริญยิ่ง
 วันเดือนปีเกิด : 15 มกราคม พ.ศ. 2529
 ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 5/3 หมู่ 5 ตำบลไม้เค็ด อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี 25230
 โทรศัพท์ : 08 - 6366 - 0735, 037-405133
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 5/3 หมู่ 5 ตำบลไม้เค็ด อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี 25230
 การศึกษา : พ.ศ. 2535- 2540 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนมารีวิทยา

จังหวัดปราจีนบุรี

พ.ศ. 2541- 2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปราจิณ
 ราษฎร์อำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
 พ.ศ. 2544- 2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปราจิณ
 ราษฎร์อำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
 พ.ศ. 2547 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ - นามสกุล : นายพุมพิงศ์ เกิดสาย
 วันเดือนปีเกิด : 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529
 ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 99 หมู่ 7 ถนนวงแหวนรอบนอก แขวงหลักสอง เขตบางแค
 : กรุงเทพฯ 10160
 โทรศัพท์ : 08 - 1930 - 0926
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 99 หมู่ 7 ถนนวงแหวนรอบนอก แขวงหลักสอง เขตบางแค
 กรุงเทพฯ 10160
 การศึกษา : พ.ศ. 2535- 2540 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเสสสะเวชวิทยา
 จังหวัดกรุงเทพฯ
 พ.ศ. 2541 - 2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเสสสะเวช
 วิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ
 พ.ศ. 2544 - 2546 ระดับมัธยมศึกษาโรงเรียนเสสสะเวชวิทยา
 จังหวัดกรุงเทพฯ
 พ.ศ. 2547 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้