สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35

Effects of Packing Methods and Storage Time on Quality of Germinated Brown Rice cv. Suphunburi 35

โดย

นาย นิติยศักดิ์ วุฒิสาร

นาย หาญฟ้า บุญบัน

T102731

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อุมา แสงคร้าม

ว/ท.
ม 587 ส
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....102731
วัน,เดือน,ปี.....18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b.19040538
ปี.....ที่ได้รับ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

ผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35

Effects of Packing Methods and Storage Time on Quality of Germinated Brown Rice cv. Suphunburi 35

โดย

นาย นิติยศักดิ์ วุฒิสาร

นาย หาญฟ้า บุญบัน

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร. อุมา แสงคร้าม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 2 เดือน ธ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง :ผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก พันธุ์สุพรรณบุรี 35

โดย :นายนิติยศักดิ์ วุฒิสาร

:นายหาญฟ้า บุญปัน

ภาควิชา :เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ :เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา :ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เป็นเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 ในถุงโพลีเอธิลีนธรรมดา และถุงพลาสติกสุญญากาศเพื่อศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก โดยในกระบวนการทำข้าวกล้องงอกจะแช่ข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35 ในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนบ่มและลดความชื้นเพื่อบรรจุถุงเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน ผลการทดลอง เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำระหว่างการหุงต้มของข้าวที่เก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนธรรมดาจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำต่ำกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ แต่จะมีปริมาณโอรีซานอลสูงกว่า ส่วนค่าการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว ระยะเวลาในการหุงต้ม และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับการเก็บรักษา พบว่าเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก ทำให้ระยะเวลาในการหุงต้ม และเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ปริมาณโอรีซานอล และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง

คำสำคัญ: ข้าวกล้องงอก บรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมี - ฟิสิกส์ โอรีซานอล และน้ำตาลรีดิวซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title :Effects of Packing Methods and Storage Time on Quality of Germinated Brown Rice cv. Suphunburi 35

Author :Mr. Nitiyasuk Wuttisarn

Mr. Hanfa Boonpun

Department :Plant Production Technology

Faculty :Agricultural Technology

Advisor :Dr. Uma Sangkram

ABSTRACT

The effects of packing materials (polyethylene and vacuum plastic bags) and the effect of storage time on the quality of germinated brown rice were studied. Brown rice cv. Suphunburi 35 was soak for 12 hours and kept for 12 hours before drying and stored in 2 different plastic bags. The results showed that water absorption during cooking of germinated brown rice stored in polyethylene bag was lower than rice stored in vacuum bag while the quantity of oryzanol was higher. The value of alkali test, cooking time and quantity of reducing sugar were not statistical different by packing materials. The increase of storage time caused the increase of water absorption during cooking and cooking time but caused the decrease of the quantity of oryzanol and reducing sugar.

Key words : germinated brown rice, packaging, storage, physico - chemical properties, oryzanol and reducing sugar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ดร. อุมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและเป็นคนผลักดันให้มีปัญหาพิเศษเรื่องนี้ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการในการทำปัญหาพิเศษ ซึ่งในระหว่างการทำปัญหาพิเศษท่านอาจารย์ได้ให้ความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยช่วยเหลือชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ในการเรียนการสอนอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำวิชาความรู้เหล่านั้นที่ได้รับ นำมาร่วมใช้ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งศึกษาประสิทธิ์วิชาความรู้ต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาครอบครัว บุญปัน และครอบครัว วุฒิสาร ที่ได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ให้โอกาสทางการศึกษาและคอยเป็นกำลังใจให้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่สำคัญให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จบรรลุผลดังที่ใจมุ่งหวัง

ขอขอบคุณ คุณสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ไพฑูรย์ และพี่การันต์ นักศึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลองในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งยังให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบคุณ พี่ฝน นักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องค่าความแปรปรวนทางสถิติ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและเพื่อนๆ ที่ร่วมทำปัญหาพิเศษทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นิติยศักดิ์ วุฒิสาร

หาญฟ้า บุญปัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
โครงสร้างของเมล็ดข้าว	2
องค์ประกอบทางเคมีของข้าว	4
คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว	6
ข้าวกล้องงอก	7
การเก็บรักษาข้าว	9
ผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว	10
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	17
สรุป	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35	31
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส, เอรีซานอล และน้ำตาลรีดิวซ์	32
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลผลการทดลอง	35
ภาคผนวก ง ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน	39
ประวัติผู้เขียน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว	3
2	คุณค่าสารอาหารตามธรรมชาติของข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร	4
3	การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวของแป้งสุก	6
4	การแบ่งชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุก และการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดในด่างที่สัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้มข้าวสุก	7
5	ระดับการสลายตัวในด่างของแต่ละเมล็ด	13
6	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	17
7	แสดงปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บ รักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	18
8	แสดงค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	19
9	แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	20
10	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	21
11	แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	23
12	แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	3
2	กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	11
3	ระดับการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว	14
4	แสดงปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	18
5	แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	20
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	22
7	แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	23
8	แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ก.1	คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35	31
ข.1	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส	32
ข.2	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล	33
ข.3	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	34
ค.1	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติและสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	35
ค.2	แสดงข้อมูลปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	35
ค.3	แสดงข้อมูลของการสลายตัวในสารละลายด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	36
ค.4	แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	36
ค.5	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	37
ค.6	แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	37
ค.7	แสดงข้อมูลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.น้ำตาลกลูโคส) ของแป้งข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในสภาวะปกติ และสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	38
ง.1	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแป้งข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน	39
ง.2	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง.3	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะและระยะเวลาที่แตกต่างกัน	40
ง.4	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของแป้งข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะและระยะเวลาที่แตกต่างกัน	40
ง.5	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของแป้งข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะและระยะเวลาที่แตกต่างกัน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อสังคมไทย ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรตประจำวันเท่านั้น แต่ยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ ในแต่ละปีข้าวที่เหลือจากการบริโภคภายในประเทศ จะถูกส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น จีน อินโดนีเซีย อิหร่าน ฮ่องกง มาเลเซีย และสิงคโปร์ นำเงินได้เข้าประเทศมากกว่าหกหมื่นล้านบาทต่อปี ประเทศไทยครองความเป็นอันดับหนึ่งในการส่งข้าวไปเลี้ยงประชากรเกือบจะทั่วโลกจากการส่งออกข้าวสาร 3 ล้านตันในปีพ.ศ. 2522 เป็นประมาณ 6 ล้านตัน ในปีพ.ศ.2540 แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการแข่งขันทั้งทางด้านการผลิตและการตลาดของประเทศไทยว่าเหนือกว่าอีกกว่าหลายประเทศที่เป็นคู่แข่งที่สำคัญ เช่น อินเดีย สหรัฐอเมริกา พม่า และเวียดนาม แต่สถานการณ์นี้อาจเปลี่ยนไปได้ ถ้ารัฐบาลไม่ให้การสนับสนุนด้านการพัฒนาพันธุ์ข้าวคุณภาพดีและด้านการเกษตรกรรม เพราะในปัจจุบันตลาดข้าวคุณภาพต่ำถูกพม่าและเวียดนามยึดครองจากไทยไปเกือบหมด ดังนั้นอนาคตของข้าวไทยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมุ่งเน้นไปที่การผลิตข้าวคุณภาพสูง และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวใหม่ๆเพื่อขยายตลาดให้กว้างขึ้น

การทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอีกทางหนึ่งซึ่งข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวสารขาวขณะเดียวกันก็จะมีคุณภาพในการหุงต้ม และการรับประทานดีกว่าข้าวกล้องปกติ ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวให้มีคุณภาพสูงขึ้น ทั้งในแง่ของคุณค่าสารอาหาร คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทาน ทำให้ข้าวกล้องงอกเริ่มเป็นที่รู้จักและเริ่มได้รับความนิยมในกลุ่มผู้รักสุขภาพมากขึ้น ปัจจุบันเริ่มมีการผลิตข้าวกล้องงอกสำเร็จรูปออกสู่ตลาด แต่เนื่องจากข้าวกล้องงอกยังมีส่วนของรำอยู่ ซึ่งทำให้เสื่อมคุณภาพได้ง่ายหากเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการศึกษาถึงวัสดุที่ใช้บรรจุและวิธีการบรรจุที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการบรรจุข้าวกล้องงอกในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ข้าวเป็นธัญพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งข้าวที่มนุษย์ปลูกเพื่อบริโภค คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* Linn) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud) ข้าวเอเชียที่นิยมปลูกกันในปัจุบัน แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ อินดิกา (Indica) จาโปนิกา (Japonica) และจาวานิกา (Javanica) ซึ่งข้าวประเภทอินดิกาเป็นข้าวที่นิยมปลูกกันมากในเขตร้อนของทวีปเอเชีย เช่นไทย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา และอินเดีย ข้าวจัดเป็นพืชวันสั้นส่วนใหญ่ปลูกอยู่ในเขตร้อนชื้นมีลักษณะต้นสูง ลำต้นอ่อน แตกกอมาก ใบกว้าสีเขียวอ่อน เมล็ดร่วงง่าย เมล็ดมีลักษณะเรียวยาวค่อนข้างแบน หางเมล็ดสั้นมาก ขนของข้าวเปลือกสั้น เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (pericarp) โครงสร้างของเมล็ดข้าวแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งเมล็ดข้าวจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน ดังนี้ (บุญหงษ์, 2547 ; อรอนงค์, 2547)

1. แกลบ (hull หรือ husk) คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) หาง (awn) ขั้วเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmas)

2. ข้าวกล้อง(caryopsis หรือ brown rice) หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว คิดเป็น 80 % ของน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก ประกอบด้วย

(1) เยื่อหุ้มผล (pericarp) หรือ fruit coat ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ epicarp, mesocarp และ endocarp, pericarp มีลักษณะเป็น fibrous ผนังเซลประกอบด้วย โปรตีน, เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

(2) เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen หรือ seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน (fatty material)

(3) เยื่อเนื้อเมล็ด (aleurone layer) อยู่ต่อจากเยื่อหุ้มเมล็ดห่อหุ้มส่วนสะสมอาหาร (starchy endosperm หรือ ข้าวสาร) และ คัพภะ (embryo) เยื่อเนื้อเมล็ดมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย ไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

(4) ส่วนที่เป็นแป้ง (starch endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสาร อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพคติน (amylopectin)

ส่วนประกอบของแป้งทั้ง 2 ชนิด มีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดข้าว ในข้าวเหนียวมีอะมิโลสอยู่ประมาณ 0 - 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นอะมิโลเพคติน ข้าวเจ้าจะมีส่วนของอะมิโลสมากกว่ากว่าคือประมาณ 7 - 33 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) คัพภะ (embryo) อยู่ติดกับส่วนสะสมอาหาร ทางด้าน lemma เป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นต่อไปคัพภะ ประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) ท่อน้ำท่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum) embryo เป็นส่วนที่โปรตีนและไขมันสูง

ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว (กัญญา , 2549)

ตารางที่ 1 สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าว (เครือวัลย์, 2536 ; Juliano,1993)

โครงสร้างเมล็ด	%สัดส่วน	
	ค่าเฉลี่ย	ช่วงของสัดส่วน
ข้าวเปลือก	100	-
แกลบ	20	16 - 28
ข้าวกล้อง	80	72 - 84
ข้าวกล้อง	100	-
เยื่อหุ้มผล	1.5	1 - 2
เยื่อหุ้มเมล็ด	5	4 - 6
คัพภะ	3	2 - 3
เนื้อเมล็ด	90.5	89 - 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าวคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย น้ำ เกลือแร่ และวิตามินต่างๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะของข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร (ตารางที่2)

ตารางที่ 2 คุณค่าสารอาหารตามธรรมชาติของข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร (นิรนาม, 2548)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้อง (brown rice)	ข้าวสาร (milled rice)
โปรตีน (Protein)%	7.1 - 8.3	6.3 - 7.1
ไขมัน (Crude fat) %	1.6 - 2.8	0.3 - 0.5
เส้นใย (Crude fibers) %	0.6 -1.0	0.2 - 0.5
เถ้า (Ash) %	1.0 - 1.5	0.3 - 0.8
แป้ง (Carbohydrate) %	75.9	76.7 - 78.4
วิตามิน B1 (Thiamine) mg	2.9 - 6.1	0.2 - 1.1
วิตามิน B2 (Riboflavin) mg	0.4 - 1.4	0.2 - 0.6
วิตามิน B5 (Niacin) mg	35 - 53	13 - 24

หมายเหตุ คุณค่าสารอาหารตามธรรมชาติของข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร คิดเป็นคุณค่าสารอาหารต่อน้ำหนักข้าวสาร 100 กรัม

1. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

แป้ง (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็คคาไรด์ ที่พบมากที่สุดในเนื้อเมล็ดของข้าว (ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์) จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวมากที่สุด โดยโมเลกุลของแป้ง ประกอบพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ลักษณะ คือ อะมิโลส และอะมิโลเพคติน ซึ่งโมเลกุลทั้ง 2 จะจัดเรียงตัวกันแน่นจนเป็นเม็ดแป้ง (Champagne, 1996 อ้างโดย อรอนงค์, 2547)

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

- อะมิโลเพคติน (amylopectin) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมากเช่นกัน และมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันแบบแยกเป็นกิ่งก้านสาขา (branched chain) ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธะ α-1,6 เมื่อย้อมสีด้วยสารละลายไอโอดีนจะมีสีน้ำตาลแดง เมื่อทำให้สุก (gelatinized) ในน้ำเดือดจะค่อนข้างคงสภาพเดิมได้นาน และเป็นส่วนให้ข้าวสุกเหนียวติดกัน (งามชื่น, 2545)

2. โปรตีน (protein)

โปรตีนในข้าวมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และโดยทั่วไปจะมีปริมาณน้อยกว่าในธัญพืชอื่นๆ โปรตีนจะมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด และเนื้อเมล็ดด้านนอกมีโปรตีนมากกว่าใจกลางเมล็ด

ปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดในโปรตีนของข้าวเปลือกไม่ต่างจากข้าวกล้อง และข้าวสารมากนัก ปริมาณโปรตีนจะมีอยู่น้อยมาก (2 - 3 เปอร์เซ็นต์) ในส่วนของเปลือก แต่จะมีมากในส่วนเนื้อเมล็ด คือ ชั้นถัดจากแอลิวโรน และชั้นแอลิวโรน โดยสะสมเป็นกลุ่มโปรตีน (protein bodies) เนื่องจากโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อเมล็ดจะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดแป้งและโปรตีนที่เชื่อมโยงกับเม็ดแป้ง อาจจะมีผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของเม็ดแป้งโดยทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งไม่เสียรูปร่างได้ง่าย และทำให้โมเลกุลของอะมิโลสไม่ซึมผ่านออกไป มีผลต่อลักษณะความอ่อนหรือแข็งของเจลเมื่อเย็นลง ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกที่มีลักษณะนุ่ม เหนียว หรือร่วน (อรอนงค์, 2547)

3. ไขมัน (lipid)

ข้าวมีปริมาณไขมันประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของข้าวทั้งเมล็ด และมีอยู่ในส่วนด้านนอกของเมล็ดมากกว่าใจกลางเมล็ด การขัดสีข้าวให้ขาว ทำให้ข้าวสารเจ้ามีไขมันเหลืออยู่เพียง 0.3 - 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Hoseney, 1986 อ้างโดย อรอนงค์, 2547)

ประเภทของไขมันในข้าวส่วนใหญ่ คือ ไตรกลีเซอไรด์ รองลงมา คือ ฟอสฟอลิพิด และเทอร์พีนอยด์ ส่วนในข้าวกล้อง จะมีไขมันประเภทไม่มีขั้วมาก (neutral lipids) มีไกลโคลิพิด และฟอสโฟลิพิดน้อย ในน้ำมันรำข้าวยังมีสารที่มีประโยชน์อื่นๆ ได้แก่ ทอโคไทรอีนอล และทอโคเฟอรอล ซึ่งเป็นสารในกลุ่มวิตามินอีและมีสารโอรีซานอล (oryzanal) ซึ่งเป็นสารประกอบเอสเทอร์ของกรดเฟอริวลิก มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่น (antioxidation) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันการอุดตันของเส้นเลือด และช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมันและแร่ธาตุบางชนิด (Hoseney, 1986 อ้างโดย อรอนงค์, 2547 ; Obanni *et al*., 1998 ; Pszczola, 2001)

4. ความชื้น (moisture)

ความชื้นจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดข้าวทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงจะใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าว เนื่องจากความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงน้ำหนักของเนื้อข้าว ส่วนในทางอ้อม ความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าว หรือความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้าว ข้าวที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมเสียเร็ว ระดับความชื้นทั่วไปที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาคือ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเก็บรักษาได้ดีภายใน 6 เดือน และถ้าข้าวมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้นานขึ้น นอกจากนี้ความชื้นยังมีผลต่อการขัดสีข้าวเปลือก ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมจะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง และข้าวหักน้อย (Juliano, 1993 อ้างโดย อรอนงค์, 2547)

คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าว

คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวจะผันแปรตามชนิดและพันธุ์ข้าว รวมทั้งกระบวนการต่างๆที่ปฏิบัติต่อข้าวทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ที่ตรวจวัดกันโดยทั่วไป ได้แก่

(1) ปริมาณอะมิโลส อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ลักษณะข้าวสุกจะเหนียว ปริมาณอะมิโลสเป็นสาเหตุทำให้ข้าวมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติการคืนตัวของอะมิโลสที่สุกแล้ว retrogradation

ปริมาณอะมิโลสจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการหุงต้ม ซึ่งมีผลต่อคุณภาพข้าวสุก เช่น ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำต้องการน้ำน้อยในการหุงต้มถ้าใส่น้ำมากเกินไปข้าวสุกจะแฉะเละ ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงต้องการน้ำมากในการหุงต้มจึงจะได้ข้าวสุกที่นุ่ม ข้าวหุงขึ้นหม้อซึ่งถ้าใส่น้ำน้อยเกินไปข้าวสุกจะแข็งกระด้าง

(2) ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) แม้ปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพข้าวสุก แต่ในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสเท่ากันอาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวของแป้งสุก (งามชื่น, 2545)

ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.)
แป้งสุกแข็ง	26 - 40
แป้งสุกปานกลาง	41 - 60
แป้งสุกอ่อน	61 - 100

(3) ระยะเวลาในการหุงต้ม การต้มเมล็ดข้าวให้สุกอาจใช้เวลา 14 - 24 นาที หรือมากกว่านั้น เมล็ดข้าวสุกต้องไม่มีไตของแป้งดิบภายในเมล็ด ระยะเวลานี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุก ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali test) (ตารางที่ 4) นอกจากนี้โปรตีนโดยเฉพาะที่อยู่ส่วนนอกของเมล็ด ก็มีส่วนทำให้ระยะเวลาการหุงต้มเมล็ดข้าวให้สุกนานขึ้น เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว ข้าวที่มีโปรตีนสูงยังทำให้เมล็ดแกร่งขึ้น ขัดสียาก (มีรำเหลืออยู่มาก) และทำให้ข้าวสุกเหนียวน้อยลงและมีสีคล้ำ

ตารางที่ 4 การแบ่งชนิดข้าวตามอุณหภูมิแป้งสุก และการประเมินด้วยค่าการสลายเมล็ดในด่างที่สัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้มข้าวสุก (งามชื่น, 2545)

อุณหภูมิแป้งสุก (°ซ)	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 65	ต่ำ	6 - 7	12 - 17
70 - 74	ปานกลาง	4 - 5	17 - 24
มากกว่า 75	สูง	1 - 3	> 24

(4) การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio during cooking)

การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกนี้ เป็นคุณภาพพิเศษของข้าวบางพันธุ์ ซึ่งจะช่วยเสริมให้เมล็ดข้าวสุกขยายขนาดเพิ่มขึ้น และหากข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่เหนียวติดกัน การขยายขนาดของเมล็ดข้าวสุกจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งขึ้นไม่อัดกันแน่น

(5) กลิ่นหอม (aroma) ข้าวทั่วไปอาจมีสารระเหยหลายชนิด ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สาร 2 - acetylthiazole และ benzothiasole มีกลิ่นรำ สำหรับข้าวหอมมีสาร 2 -acetyl - 1 - pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวหอม 1 กรัม อาจมีสารนี้ประมาณ 0.04 ไมโครกรัม และในข้าวกล้องอาจมีประมาณ 0.1 - 0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม

ข้าวกล้องงอก

ข้าวกล้อง (brown rice) คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออก หรืออาจกล่าวได้ว่าข้าวกล้องคือ ข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จึงมีลักษณะสีขาวขุ่น แต่เป็นข้าวที่ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก ซึ่งเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายทั้งไขมันและโปรตีน รวมทั้งวิตามินต่างๆ

ข้าวสาร (polished rice) คือ ข้าวที่ถูกขัดสีหลายๆครั้ง จนจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหลุดออกไปเกือบหมด เหลือแต่เนื้อข้าวสีขาว (แป้ง)

ข้าวกล้องงอก (germinated brow rice) คือ ข้าวกล้อง ซึ่งผ่านการแช่น้ำ (soaking) ที่อุณหภูมิเหมาะสม เป็นเวลา 22 - 24 ชั่วโมง จนกระทั่งคัพภะที่งอก (germ) ออกมาประมาณ 0.5 - 2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งขณะที่มีการงอกนั้นภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเมล็ดข้าวจะดูดซับน้ำเข้าสู่เมล็ด ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดมีความนุ่มมากขึ้น และเป็นการกระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในการงอก

โดยที่ข้าวกล้องแม้จะมีคุณค่าทางอาหารสูงแต่หุงสุกยาก และไม่นุ่มเหมือนข้าวสารขาว จึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค (วันดี, 2549) การทำข้าวกล้องงอกช่วยแก้ปัญหาเรื่องความแข็งของข้าวกล้องตามปกติที่รับประทานยาก เพราะการแช่ข้าวทิ้งไว้จะช่วยให้เมล็ดข้าวนุ่มขึ้น ง่ายต่อการรับประทาน โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่มีความ สามารถในการผลิตเอนไซม์เพื่อใช้ในการย่อยอาหารลดลง การบริโภคข้าวกล้องงอกจึงช่วยให้ย่อยได้ง่ายขึ้น และลดอาการเกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร เนื่องจากการแช่ข้าวเป็นการย่อยขั้นต้น (pre-digestion) ของเมล็ดซึ่งเกิดได้หลายทางโดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งทำให้ข้าวกล้องงอกมีรสชาติที่หวานกว่าข้าวกล้องปกติ เปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดอะมิโน และเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมันเพื่อใช้ในกระบวนการงอก การดูดซึมอาหาร และกระบวนการเมตาบอลิซึมของเมล็ดข้าวกล้อง ซึ่งส่งผลให้ผู้ที่บริโภคข้าวกล้องงอก มีการย่อยและการดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น (Allbritton, 2003) และได้สารอาหารที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารโอรีซานอลและกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริค (gramma-aminobutyric acid ; GABA)

การทำข้าวกล้องงอกสามารถทำได้เองโดยแช่ข้าวกล้องในน้ำที่มีอุณภูมิ 30 °ซ เป็นเวลา 20 - 22 ชั่วโมงหรือแช่ข้าวกล้องในน้ำเย็น 2 - 3 วัน แต่ต้องมีการเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ เพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งจะทำให้ข้าวกล้องงอกที่ได้มีกลิ่นเหม็น Hiroshi (2005) กล่าวว่า ข้าวกล้องงอกที่ได้จะหุงง่าย และข้าวที่หุงจะมีรสชาติที่หวานนุ่มกว่าข้าวกล้อง Suzuki and Maekewa (1999) กล่าวว่า ในกระบวนการทำข้าวกล้องงอกนั้นต้องมีการควบคุมระยะเวลาในการแช่ข้าวกล้อง fluidization ของน้ำ อุณหภูมิน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำเพื่อให้การงอกมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการทดลองพบว่า อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมคือ 30°ซ โดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนในน้ำระหว่าง 3.5-4.5 มิลลิกรัม/ลิตร

Komatsuzaki *et al*. (2003) รายงานผลการทำข้าวกล้องงอกโดยการบ่มข้าวให้คัพภะมีขนาดใหญ่ขึ้น (ประมาณ 1 มิลลิเมตร) โดยการแช่น้ำอุ่นซึ่งมีอุณหภูมิคงที่ 35 °ซ นาน 3 ชั่วโมง และให้แก๊ส 21 ชั่วโมง พบว่าปริมาณสาร GABA ในข้าวกล้องงอก (24.9 มิลลิกรัม /100 กรัม) เพิ่มมากกว่าการแช่ข้าวกล้องแบบทั่วไป (10.1 มิลลิกรัม/100 กรัม) แม้ว่าจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการแช่ข้าวกล้องแต่เมื่อฆ่าเชื้อโดยการนึ่ง 20 นาทีและใช้เอทานอล 3 นาที สาร GABA ก็ไม่ลดลง

การทำข้าวกล้องงอกด้วยวิธี twin screw extruder และใช้จุลินทรีย์เป็นส่วนประกอบ โดยแช่ข้าวกล้องในน้ำอุ่น 30 °ซ เวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นลดความชื้นเหลือ 13 -15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสาร gramma-aminobutyric acid (GABA) เส้นใยอาหารและกรดเฟอรีริคมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติและข้าวสาร (Ohtsubo *et al*., 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาข้าว

เป้าหมายหลักของการเก็บรักษาข้าว คือ ต้องมีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุด ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไป คือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) วิธีการเก็บรักษาข้าวและวิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาข้าว คือ

1. วิธีการเก็บรักษาข้าว แบ่งออกเป็น 4 วิธี ได้แก่

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

(2) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ตู้เย็น หรือในไซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น

(3) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปี๊ปสังกะสี หรือ polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดี และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

(4) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดีได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่นการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

2. วิธีปฏิบัติในการเก็บรักษาข้าว สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาข้าว คือการรักษาปริมาณและคุณภาพข้าวที่เก็บให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาข้าว ได้แก่

(1) ความชื้นของข้าวที่จะเก็บ โดยทั่วไปความชื้นของข้าวไม่ควรสูงเกิน 14 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นเมล็ดพันธุ์ความชื้นไม่ควรเกิน 12 เปอร์เซ็นต์

(2) ความสะอาด ข้าวที่จะเก็บต้องสะอาดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น เศษฟาง ตอซัง วัชพืช กรวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หิน ดิน ทราย เพราะสิ่งเหล่านี้ดูดความชื้นได้ดี ทำให้ข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้นในขณะเก็บรักษา

(3) การปลอดจากโรค แมลง ศัตรูต่างๆ ข้าวที่จะนำเข้าเก็บต้องปลอดจากโรค แมลง และศัตรูต่างๆ หากพบควรหาวิธีป้องกันกำจัดที่ถูกต้องและเหมาะสม

(4) การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

(5) ลักษณะและสถานที่ตั้งของโรงเก็บ โรงเก็บที่ดีควรตั้งอยู่บนที่ดอนและแห้ง มีการระบายน้ำดี เพื่อป้องกันน้ำท่วม รอบๆบริเวณโรงเก็บต้องสะอาด โปร่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม สภาพโรงเก็บต้องมีผนังปิดมิดชิด แน่นหนา มีหลังคากันแดด กันฝน น้ำค้าง ควรยกพื้นสูงเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศด้านล่างตามช่องเปิดต่างๆ ควรมีตาข่ายป้องกัน นก หนู และสัตว์ศัตรูต่างๆ

(6) การจัดการในขณะเก็บรักษา ควรมีการตรวจสอบข้าวที่เก็บและโรงเก็บเป็นระยะๆ

ผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

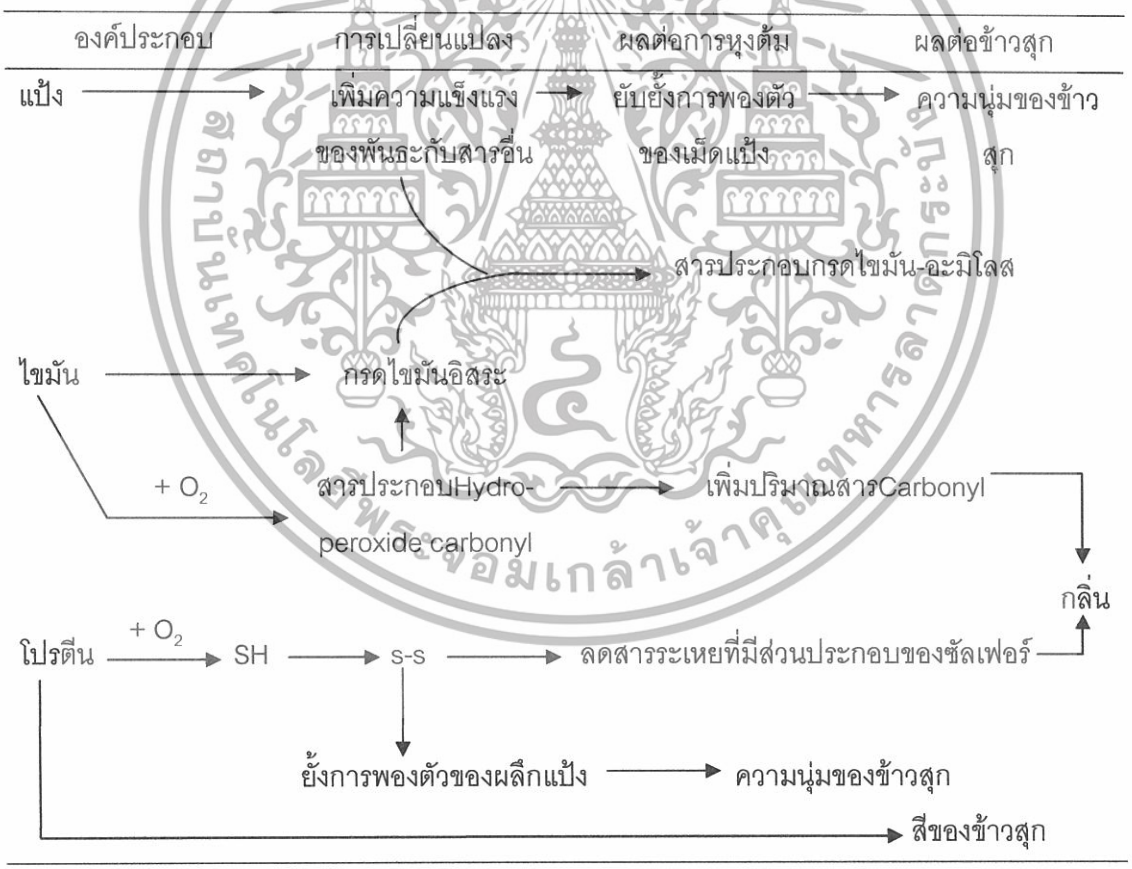
การเปลี่ยนแปลงของข้าวเกิดขึ้นตลอดเวลาตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภคโดยขึ้นอยู่กับสภาวะของการเก็บรักษา ที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ เวลา และความชื้น ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพข้าว โดยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางเคมีเชิงฟิสิกส์ โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสภาวะอื่น ข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่จะได้ลักษณะข้าวหุงสุกที่นุ่มแฉะ เกาะติดกัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มาก อุ้มน้ำได้น้อย ขยายปริมาตรไม่มาก ตรงกันข้ามกับลักษณะข้าวหุงสุกจากข้าวเก่าซึ่งร่วนแข็ง ไม่เกาะติดกัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อย อุ้มน้ำมาก ขยายปริมาตรมาก นอกจากนี้ข้าวที่เก็บไว้นานในอุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่จะไม่เปลี่ยนแปลงมากถ้าเก็บในอุณหภูมิต่ำ สำหรับกลิ่นและรสชาติของข้าวเก่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบของข้าวโดยเฉพาะในกลุ่มของสารระเหยที่ให้กลิ่นผิดปกติ จากไขมัน กรดอะมิโน และวิตามิน เช่นสารกลุ่ม แอลดีไฮด์ คีโตนเป็นต้น โดยในระหว่างการเก็บรักษาสารเหล่านี้จะเพิ่มหรือลดลงบ้าง แต่มีผลต่อกลิ่นที่ผิดปกติทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (อรอนงค์, 2547)

ข้าวที่ถูกเก็บรักษาไว้จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว ส่งผลให้มีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลให้มีความคงตัวและการละลายในน้ำน้อยลงมีผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงมากกว่าข้าวใหม่ (Swamy,1972) ลักษณะข้าวหุงสุกของข้าวเก่าจะแข็งและร่วนมากกว่าข้าวใหม่ ความหนืดและความคงตัวของแป้งจะเพิ่มขึ้น ส่วนองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณอะมิโลส และแป้งยังคงใกล้เคียงกับข้าวใหม่ (Joliano,1985)

การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน (ภาพที่ 2) กรดไขมันอิสระที่ได้จากการย่อยของเอนไซม์ เมื่อทำปฏิกิริยากับเม็ดแป้ง โดยเฉพาะโมเลกุลของอะมิโลสมีผลยับยั้งการขยายตัวของเมล็ดแป้งในระหว่างการหุงต้มและส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวสวย นอกจากนี้ ไขมันเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จะได้สารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภท hydro peroxides carbonyl สารประเภท carbonyl นี้ ทำให้ข้าวมีกลิ่นหืนเช่นเดียวกับการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมัน ในส่วนของโปรตีน เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้สารที่มีส่วนประกอบที่มีธาตุกำมะถัน (-s-s-) ที่คงตัวมากขึ้นทำให้สารระเหยที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ลดลงและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของข้าว ในขณะเดียวกัน สารประกอบของ -s-s- นี้ยังมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม ทำให้ข้าวสวยมีความนุ่มลดลง ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนทำให้ข้าวเก่ามีสีคล้ำกว่าข้าวใหม่ ผลการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ มีส่วนกระทบกระเทือนต่อคุณสมบัติการหุงต้มของเมล็ดและข้าวสุก กล่าวคือ ข้าวเก่าเมื่อหุงเป็นข้าวสวย ข้าวสุกแข็งและร่วนมากขึ้นหรือเหนียวเกาะติดกันน้อยลง และมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวม (bulk volume) ได้มากขึ้น หรือขึ้นหม้อดีขึ้น ทั้งนี้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้มากขึ้นโดยไม่แตกตัว น้ำข้าวจะใสขึ้น เมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย สีของข้าวจะคล้ำมากขึ้น ในข้าวเก่าจะมีกลิ่นสาบ เมล็ดเหลืองมากขึ้น สืบเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมีในข้าวเปลือกที่ได้รับความชื้นและความร้อนสูงก่อนที่จะทำการลดความชื้น (Moritaka and Yamamatsu, 1972 อ้างโดย งามชื่น, 2545)



ภาพที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา (Moritaka and Yamamatsu, 1972 อ้างโดย งามชื่น, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 จำนวน 8 กิโลกรัม ความงอก 75 - 80 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเริ่มต้น 10 - 11 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์

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

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×4 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ชนิดภาชนะบรรจุ ได้แก่ ถุงโพลีเอธิลีน และถุงพลาสติกสุญญากาศ

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

2. การทำข้าวกล้องงอกและการเก็บรักษา

นำข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม ต่อ 1 สิ่งทดลองไปแช่น้ำในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 30 °ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยจะทำการเปลี่ยนน้ำในบีกเกอร์ทุก 6 ชั่วโมง และ 9 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด (12 ชั่วโมง) นำข้าวใส่ตระแกรง ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วบ่มโดยนำกระดาษหนังสือพิมพ์มาคลุมปิดทับตะแกรงข้าวไว้ บ่มข้าวเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปลดความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 °ซ ให้เหลือความชื้น 10 ± 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักเปียก) จากนั้นนำข้าวเปลือกไปกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะ แล้วทำการเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงพลาสติกธรรมดาปิดสนิทและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษา ทำการสุ่มข้าวตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การบันทึกข้อมูล

(1) เปอร์เซ็นต์ความชื้น

ชั่งข้าว 30 กรัมมาใส่กระป๋องวัดความชื้น นำไปอบที่อุณหภูมิ 130°ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งหาน้ำหนักแห้งหลังอบ คำนวณหาความชื้นด้วยสูตร

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

(2) ปริมาณอะมิโลส (amylose content)

นำเมล็ดข้าวกล้องมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดจนเป็นแป้งร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช ชั่งแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ขวดชมพู่ขนาด 20 มิลลิลิตร ปิเปตเอทธิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดเขย่าเบาๆ จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (น้ำเดือด) เป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายแป้งจำนวน 5 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก 1 N 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm.) เปรียบเทียบกับสารละลายอะมิโลสมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)

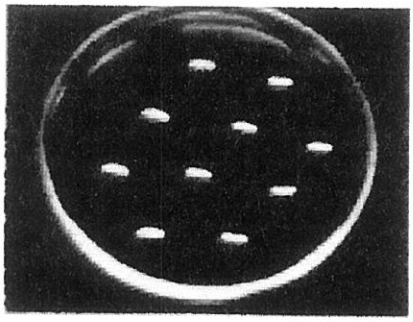
(3) การสลายเมล็ดข้าวในด่าง

สุ่มเมล็ดข้าวกล้อง 10 เมล็ด ใส่ในจานแก้วทดลอง (petri dish) แล้วนำมาวางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ลงในจานแก้วประมาณ 10 มิลลิลิตร ให้เมล็ดข้าวจมอยู่ในสารละลาย ปิดฝาทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยไม่มีการเคลื่อนย้ายขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามระดับการสลายตัว (ภาพที่ 3)

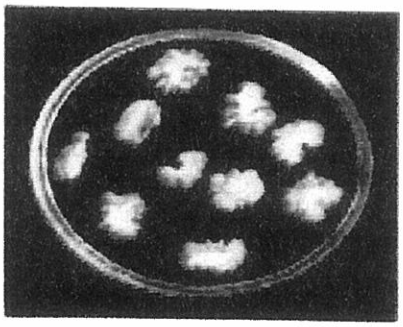
ตารางที่ 5 ระดับการสลายตัวของแต่ละเมล็ด (งามชื่น, 2545)

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

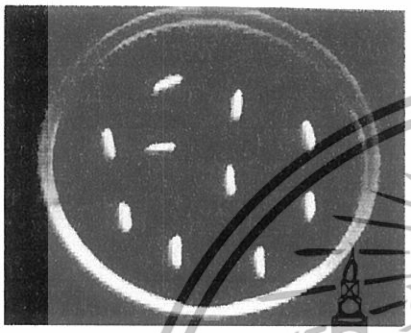
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 คะแนน

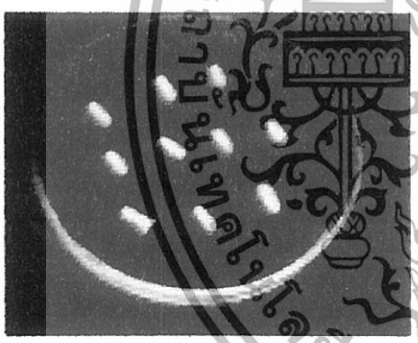


5 คะแนน

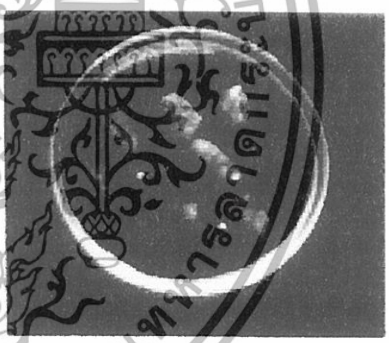


2 คะแนน

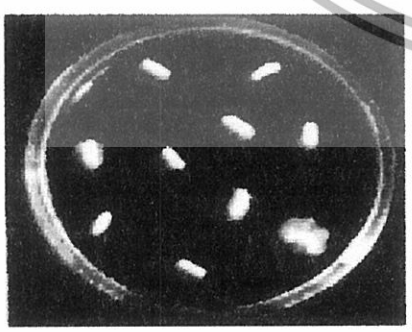
6 คะแนน



3 คะแนน



7 คะแนน



4 คะแนน

ภาพที่ 3 ระดับการสลายตัวของเมล็ดข้าวในด่าง (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) การหาเวลาในการหุงต้มข้าว

ต้มน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้เดือด ใส่ตัวอย่างข้าวกล้อง 30 กรัม ลงในน้ำเดือด จับเวลา หลังจาก 10 นาที สุ่มตัวอย่างข้าวนาทีละ 10 เมล็ด วางบนแผ่นแก้ว นำแผ่นแก้วอีกหนึ่งแผ่นกดบนแผ่นแก้วที่มีเมล็ดข้าววางอยู่ตรวจดูไตสีขาวตรงกลางเมล็ดข้าว บันทึกค่าเวลาต้มข้าวเมื่อเมล็ดข้าวอย่างน้อย 9 ใน 10 เมล็ดไม่มีไตสีขาวตรงกลางเมื่อเมล็ดข้าวถูกกด

(5) การดูดน้ำของข้าว

ชั่งเมล็ดข้าวกล้องจำนวน 2 กรัม ใส่หลอดทดลองที่ชั่งน้ำหนักแล้ว เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 90 °ซ เป็นเวลา 50 นาที เมื่อครบตามเวลา นำหลอดแก้วนั้นออกมาคว่ำให้สะเด็ดน้ำโดยระวังไม่ให้ข้าวที่อยู่ข้างในไหลออกมา หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดทดลอง คำนวณค่าการดูดน้ำของเมล็ดข้าว จากสูตร

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

(6) ปริมาณโอรีซานอล

นำข้าวกล้องงอกจำนวน 300 กรัม มาเข้าเครื่องขัดสีเพื่อให้ได้ส่วนของรำ นำส่วนของรำที่ได้ไปชั่งปริมาณ 10 กรัม ใส่ในกระป๋องวัดความชื้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปสกัดด้วยเฮกเซน (hexane) โดยห่อรำข้าวด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ในเครื่องสกัดน้ำมัน ใช้เฮกเซนปริมาณ 250 มิลลิลิตร สกัดเป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง แล้วนำไประเหยเฮกเซนออกจากน้ำมัน ด้วยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 85 °ซ นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ไปชั่ง 0.1000 มิลลิกรัม แล้วนำมาละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) ใส่ในขวดปรับปริมาตรแล้วปรับปริมาตรด้วยเฮปเทนให้ได้ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแกรมมาโอรีซานอลมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)

(7) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแป้งข้าว

ชั่งแป้งข้าวที่ร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช จำนวน 2 กรัม (± 0001 กรัม) ผสมกับน้ำกลั่น ปรับปริมาตรในขวดชมพู่ให้เป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าบ่อยๆ จนครบ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำแป้งที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ปิเปตน้ำแป้งที่ได้ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง เติมสารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 5 นาที แล้วทำให้เย็นทันที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm.) เปรียบเทียบกับสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์ความชื้น

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 หลังจากการอบแห้งข้าวกล้องงอก และระหว่างการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงสุญญากาศเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ความชื้นของข้าวจะมีความผันแปรระหว่างการเก็บรักษา แต่ค่าความชื้นดังกล่าวยังคงต่ำกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่ปลอดภัยในการเก็บรักษาข้าว (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	10.45	8.84	8.83	11.19	9.83
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	10.45	12.33	8.76	11.86	10.85
เฉลี่ย	10.45	10.59	8.80	11.53	

ปริมาณอะมิโลส

จากการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลส เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุ พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 4) โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลส (30.24เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ (33.41เปอร์เซ็นต์)

เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะมิโลสพบว่าปริมาณอะมิโลสจะผันแปรอยู่ในช่วง 27-33 เปอร์เซ็นต์ ความผันแปรของปริมาณอะมิโลสที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการทดลอง จึงทำให้ปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาไว้ 1 เดือน มีค่าต่ำกว่าข้าวก่อนเก็บรักษา และข้าวที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 2 และ 3 เดือน อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงเมื่อหุงสุกจะมีลักษณะร่วนแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102731

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	34.90	25.56	32.66	27.82	30.24^{B}
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	34.90	29.64	33.54	35.56	33.41^{A}
เฉลี่ย	34.90^{a}	27.60^{c}	33.10^{ab}	31.69^{b}	

CV (%) = 4.85

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 4 แสดงปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว

จากการตรวจสอบการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าวกล้องงอก โดยการสังเกตลักษณะการสลายตัวของเมล็ดข้าว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่าเมล็ดข้าวกล้องงอกพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดหรือรอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง โดยมีคะแนนการสลายตัวอยู่ในช่วง 3 - 4 คะแนน (ตารางที่ 8) ซึ่งแสดงว่าข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 มีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนซ์ ในระดับปานกลางคือ 70 - 74 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 8 แสดงค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีนธรรมดา	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	3 - 4	2 - 3	3 - 4	3 - 4	3 - 4
เฉลี่ย	3 - 4	3	3 - 4	3 - 4	3 - 4

ระยะเวลาในการหุงต้ม

ระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องงอกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 6) โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนใช้เวลาในการหุงต้ม 34.92 นาที ซึ่งนานกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศที่ใช้เวลา 34.17 นาที

สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อระยะเวลาในการหุงต้ม พบว่าข้าวกล้องงอกจะมีระยะเวลาในการหุงต้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน จะมีระยะเวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1 และ 2 เดือนอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาในการหุงต้มข้าวที่เก็บรักษา 3 เดือน เท่ากับ 36.50 นาที ในขณะที่ข้าวก่อนการเก็บรักษาจะใช้เวลาในการหุงต้ม 30.33 นาที (ตารางที่ 9 ภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	30.33	36.00	36.67	36.67	34.92^{A}
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	30.33	34.67	35.33	36.33	34.17^{B}
เฉลี่ย	30.33^{c}	35.33^{b}	36.00^{ab}	36.50^{a}	

CV (%) = 1.87

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 5 แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำในระหว่างการหุงต้มของข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10 และภาพที่ 6) โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ (269.50 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ (304.79 เปอร์เซ็นต์)

เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้ม พบว่าการดูดน้ำของข้าวกล้องงอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน จะมีค่าการดูดน้ำสูงกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1 และ 2 เดือนอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าการดูดน้ำที่ระยะการเก็บรักษาที่ 3 เดือน มีค่าเท่ากับ 304.50 เปอร์เซ็นต์

โดยทั่วไปข้าวที่เก็บรักษาไว้นาน (ข้าวเก่า) จะมีค่าการดูดน้ำสูงกว่าข้าวใหม่ ส่งผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่ (วิลาวัลย์และสุธา, 2547) และข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการหุงต้มนานจะดูดน้ำมากกว่าข้าวที่ดูดน้ำน้อยกว่า

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

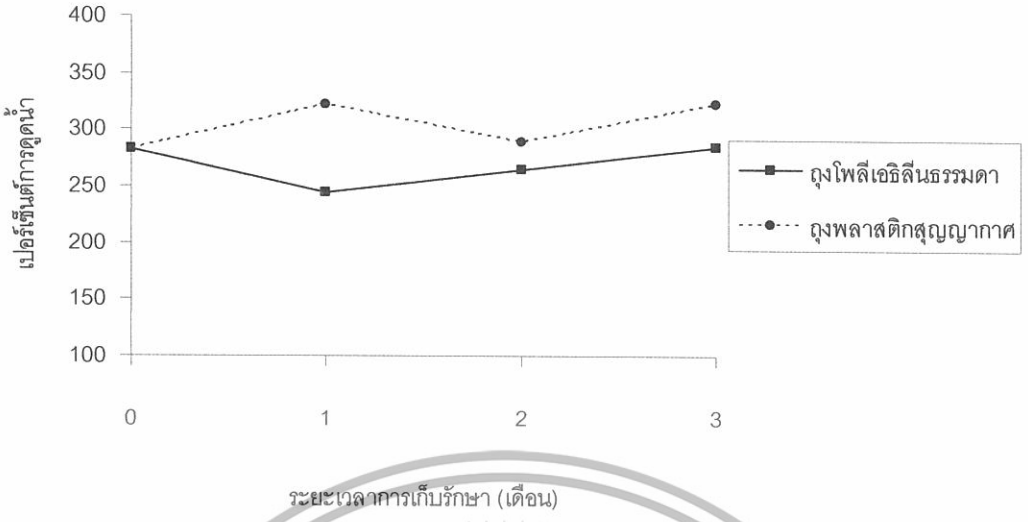
วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	283.00	244.67	265.50	284.83	269.50^{B}
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	283.00	322.34	289.67	324.16	304.79^{A}
เฉลี่ย	283.00^{b}	283.51^{b}	277.59^{b}	304.50^{a}	

CV (%) = 3.60

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non significant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

ปริมาณโอรีซานอล

จากการทดลองหาปริมาณโอรีซานอล โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุที่ต่างกัน พบว่าค่าปริมาณโอรีซานอลจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ (ตารางที่ 11 และภาพที่ 7) โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะมีปริมาณโอรีซานอลเท่ากับ 17.90 ppm ในขณะที่ข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศมีค่า 16.91 ppm อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในแต่ละระยะการเก็บรักษา จะเห็นว่าในแต่ละระยะ ปริมาณโอรีซานอลที่บรรจุทั้งสองวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นที่ระยะการเก็บรักษา 1 เดือน ซึ่งข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศมีค่าน้อยกว่าข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนค่อนข้างมากซึ่งมีผลให้ค่าปริมาณโอรีซานอลเฉลี่ยของข้าวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศต่ำกว่าข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีผลให้ปริมาณโอรีซานอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องงอกจะมีปริมาณโอรีซานอลลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งข้าวกล้องงอกก่อนเก็บรักษา จะมีปริมาณโอรีซานอลสูงสุด เท่ากับ 18.46 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	18.46	18.37	18.08	16.70	17.90^{A}
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	18.46	14.76	17.71	16.69	16.91^{B}
เฉลี่ย	18.46^{a}	16.57^{d}	17.90^{b}	16.70^{c}	

CV (%) = 0.32

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 7 แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากการทดลองหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องงอกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12 และภาพที่ 8) โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (0.0594 มิลลิกรัมกลูโคส) สูงกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ (0.0575 มิลลิกรัมกลูโคส)

เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะค่อยๆลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งข้าวกล้องงอกก่อนการเก็บรักษา จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด เท่ากับ 0.0745 มิลลิกรัมน้ำตาลกลูโคส

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

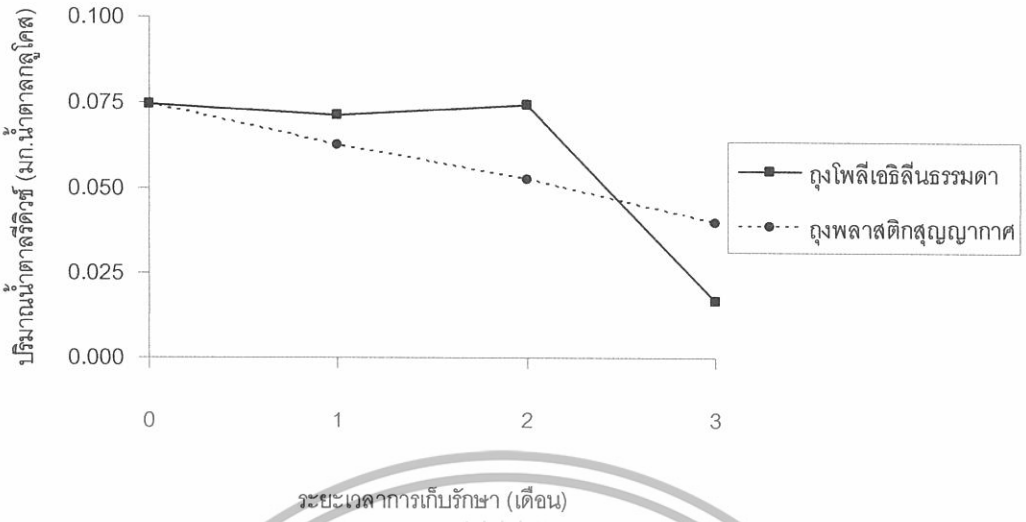
วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย^{ns}
ถุงโพลีเอธิลีน	0.0745	0.0714	0.0747	0.0169	0.0594
ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0.0745	0.0628	0.0527	0.0398	0.0575
เฉลี่ย	0.0745^{a}	0.0671^{a}	0.0637^{a}	0.0284^{b}	

CV (%) = 14.61

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวและคอลัมน์แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non significant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอีกทางหนึ่งซึ่งข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวสารขาว คุณภาพของข้าวกล้องงอกจะผันแปรไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ รวมถึงวิธีการเก็บรักษา และระยะการเก็บรักษา

ในการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงพลาสติกสุญญากาศ และศึกษาผลของการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 4 ระยะ ได้แก่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำระหว่างการหุงต้มของข้าวที่เก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันจะแตกต่างกัน โดยข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำต่ำกว่าข้าวกล้องงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ แต่มีปริมาณโอรีซานอลสูงกว่า ส่วนค่าการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว ระยะเวลาในการหุงต้ม และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวกล้องงอก พบว่าเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก ทำให้ระยะเวลาในการหุงต้ม และเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณโอรีซานอล และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นซึ่งการศึกษาในเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติมเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กัญญา เชื้อพันธุ์ และกิติยา กิจควรดี. 2549. การเก็บรักษาข้าว. *http://www.doa.go.th/rri/tech/m5_4.htm*. พฤศจิกายน 2549.

กิติยา กิจควรดี ไพฑูรย์ อุไรรงค์ นิพนธ์ มาฆทาน ศิริวรรณ ตั้งวิสุทธิจิต ยุวดา เกิดโกมุติ และวิชัย หิรัญยูปกรณ์. 2544. ผลกระทบของการลดความชื้นและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าว, น. 1-16. ใน เอกสารประกอบการเสนอผลงาน การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2544, กลุ่มวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว, ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, ปทุมธานี.

กุลวลี ทรัพย์เฉลิม และ ผกามาศ อินทร์พันธ์. 2549. การศึกษาการทำข้าวกล้องงอกและผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอกพันธุ์ปทุมธานี 1. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

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

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

นิรนาม. 2549.ข้าวกล้อง. *http://www.silvergreenshop.com/info/rice/rice/_brown.html*. มิถุนายน 2549.

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

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

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

วันดี กฤษณพันธ์. 2549. เกร็ดความรู้สมุนไพร. ข้าวกล้อง...อาหารอายุวัฒนะ. *http://www.thaihealth.info/samunpai21.asp*. มิถุนายน 2549.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย - เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bewley, J.D. and M. Black. 1985. Seeds : Physiology of Development and Germinated. Plenum Press, New York and London. 367 p. อ้างโดย วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

Champagne, E.T., D.F. Wood, B.O. Juliano and D.B. Bechtel. 2004. The rice grain and its gross composition. In : Champagne, E.T. (Ed.), Rice. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, USA, pp. 77–107. 1996. อ้างโดย 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.

Hoseney, R.C. 1986. Principles of Cereal Science and Technology. The American Association of Chemists , Inc., St. Paul, Minncsota.

Juliano, B.O. 1985. Critical and tests for rice grain qualities. In Rice : Chemistry and Tecnology 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 (Philipines),and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Kayahara, H. 2002. Elucidation of functionality of GABA and probability for novel foodstuff, Japan Food Science 41 (2002) (1), pp. 39 – 45 (in Japanese).

Kayahara, H. 2004. Surprising Live Germinated Brown Rice, (in Japanese). Shougakukan-Square Co. Tokyo.

Komatsuzaki, N., K.Tsukahara, H. Toyoshima, T. Suzuki, N. Shimizu and T. Kimura. 2005. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *http://www.sciencedirect.com.* June 2006.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. จิรวัฒน์เอ็กเพรส. กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

Obanni, M., C. Mitchell and D. Medcalf.1998. Healthy ingredients and food from rice Cereal foods world. 43 (9) : 696-698. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

Ohtsubo, I. 2004. Bio - functional components in the processed pre – germinated brown rice by a twin - screw extruder. *http://www.sciencedirect.com*. June 2006.

Pszczola, D.E. 2001. Rice : Not just for throwing. Food Tech. 55 (2) . p. 53 – 59. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

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

Saikusa, T., T. Horino and Y. Mori. 1994. Accumulation of gamma - amino butyric acid (GABA) in rice germ during water soaking, Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 58, pp. 2291 - 2292.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35

การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35 ก่อนการทำข้าวกล้องงอกให้ผลดังนี้

ตารางผนวกที่ ก.1 คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 35

คุณสมบัติที่ตรวจวัด	ค่าวิเคราะห์
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	11.19
ปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์)	33.2736
ค่าการสลายเมล็ดในด่าง (คะแนน)	3 – 4
ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม (นาที)	33.33
การดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	286.33
ปริมาณโอรีซานอล (ppm)	18.3092
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส)	0.0221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

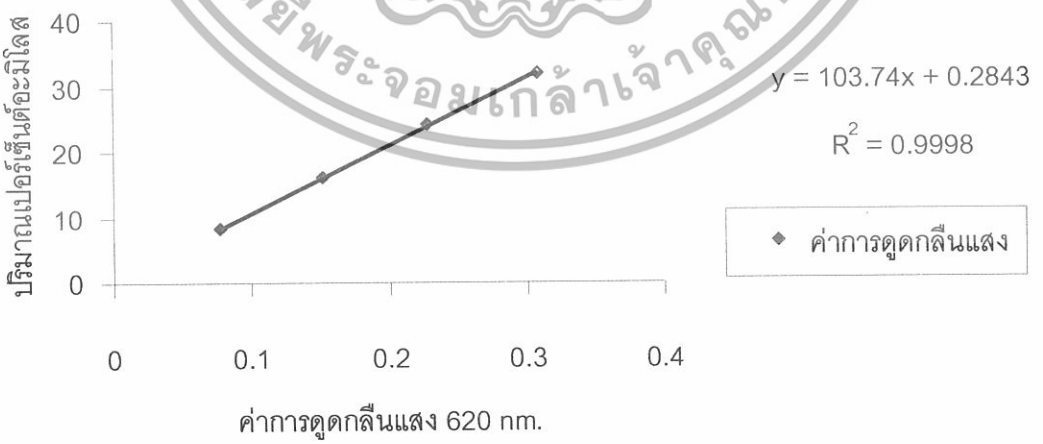
ภาคผนวก ข

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

ชั่งโปโตอะมิโลส 0.0400 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ที่แห้งสนิท เติมเอธิลแอลกอฮอล์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N นำไปต้ม และปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร เช่นเดียวกับการทำตัวอย่างแป้ง สารละลายที่ได้คือสารละลายอะมิโลสมาตรฐาน ปิเปตแบ่งสารละลายมาตรฐานปริมาตร 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณอะมิโลสร้อยละ 8, 16, 24 และ 32 ใส่ในขวดแก้วขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก 1N ปริมาณ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร (nm.) เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าปริมาณอะมิโลสและค่าการดูดกลืนแสง

ตารางผนวกที่ ข.1 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

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



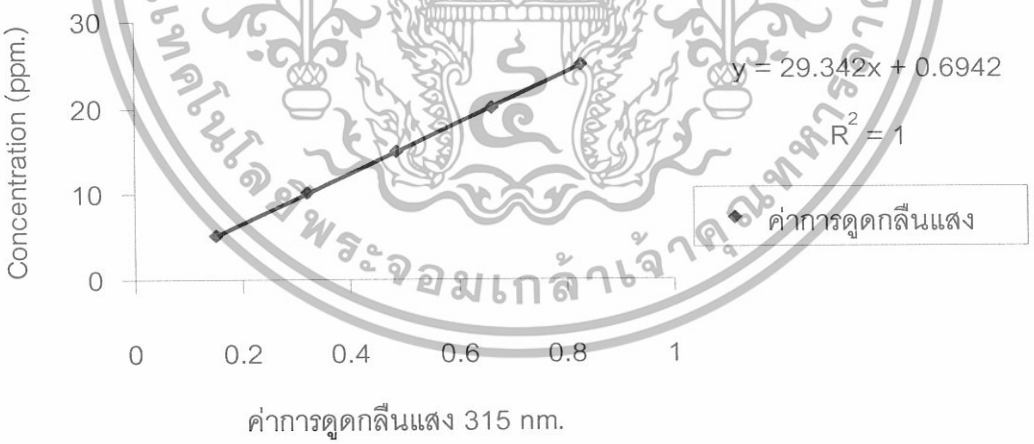
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ชั่งแกรมมาโอรีซานอล 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.) จากนั้นเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณโอรีซานอลและค่าการดูดกลืนแสง

ตารางผนวกที่ ข.2 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

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



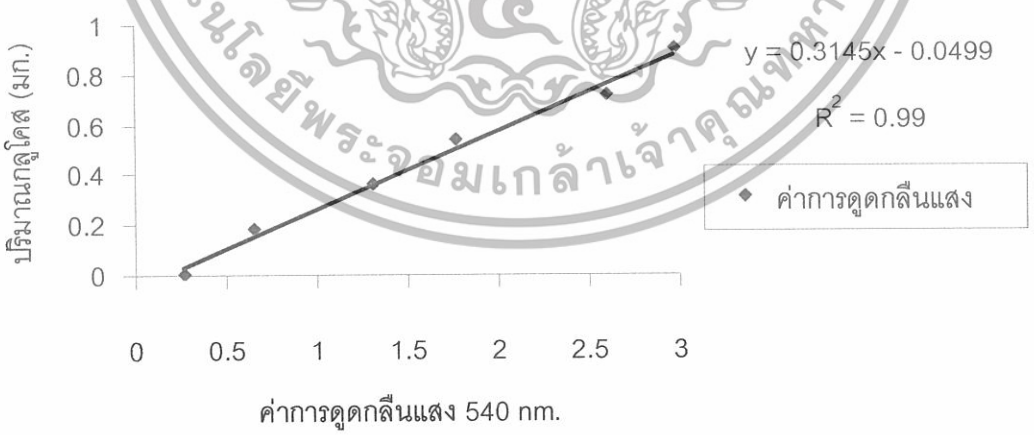
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (0.5 ไมโคลโมล/มิลลิกรัม) ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมเป็น 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติม DNS regent หลอดละ 1 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองแช่ในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำแข็งทันที เมื่อเย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้ว นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm.) โดยหลอดเปรียบเทียบใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกลูโคส เขียนกราฟระหว่างค่าที่อ่านได้กับปริมาณกลูโคสแต่ละหลอด

ตารางผนวกที่ ข.3 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัมกลูโคส)	ค่าการดูดกลืนแสง
0.00	0.2630
0.18	0.6485
0.36	1.3010
0.54	1.7570
0.72	2.5985
0.90	2.9680



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค.1 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	10.58	10.37	10.40	10.45
	1	8.83	8.85	8.84	8.84
	2	8.82	8.84	8.83	8.83
	3	11.30	11.08	11.19	11.19
ถุงพลาสติก-สุญญากาศ	0	10.58	10.37	10.40	10.45
	1	12.50	12.19	12.30	12.33
	2	8.75	8.75	8.77	8.76
	3	11.70	11.78	12.09	11.86

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงข้อมูลปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	33.38	35.66	35.66	34.90
	1	29.02	23.19	24.46	25.56
	2	31.49	34.39	32.09	32.66
	3	29.08	27.24	27.13	27.82
ถุงพลาสติก-สุญญากาศ	0	33.38	35.66	35.66	34.90
	1	29.54	29.54	29.85	29.64
	2	33.27	33.88	33.46	33.54
	3	33.79	36.82	36.07	35.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 แสดงข้อมูลของการสลายตัวในสารละลายด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
	1	3 - 4	2 - 3	3 - 4	3 - 4
	2	3 - 4	3 - 4	2 - 3	3 - 4
	3	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
ถุงพลาสติก-สุญญากาศ	0	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
	1	3 - 4	2 - 3	2 - 3	2 - 3
	2	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 – 4
	3	3 - 4	4 -5	3 - 4	3 - 4

ตารางผนวกที่ ค.4 แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	31	30	30	30.33
	1	37	35	36	36.00
	2	36	37	37	36.67
	3	37	37	36	36.67
ถุงพลาสติก-สุญญากาศ	0	31	30	30	30.33
	1	35	35	34	34.67
	2	35	36	35	35.33
	3	36	37	36	36.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.5 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา	ซ้ำที่			
	(เดือน)	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	298.50	269.50	281.00	283.00
	1	231.50	249.00	253.50	244.67
	2	260.00	280.50	256.00	265.50
	3	292.00	275.00	287.50	284.83
ถุงพลาสติก-	0	298.50	269.50	281.00	283.00
สุญญากาศ	1	324.00	323.50	319.50	322.34
	2	294.50	290.00	284.50	289.67
	3	325.50	320.00	327.00	324.16

ตารางผนวกที่ ค.6 แสดงข้อมูลปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา	ซ้ำที่			
	(เดือน)	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	18.45	18.45	18.48	18.46
	1	18.35	18.46	18.30	18.37
	2	18.11	18.05	18.09	18.08
	3	16.66	16.69	16.76	16.70
ถุงพลาสติก-	0	18.45	18.45	18.48	18.46
สุญญากาศ	1	14.80	14.70	14.79	14.76
	2	17.74	17.72	17.68	17.71
	3	16.58	16.78	16.70	16.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.7 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของข้าวกล้องงอกพันธุ์สุพรรณบุรี 35 เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา	ซ้ำที่			
	(เดือน)	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	0.0759	0.0756	0.0721	0.0745
	1	0.0914	0.0643	0.0580	0.0712
	2	0.0149	0.0224	0.0133	0.0169
	3	0.0746	0.0746	0.0750	0.0747
ถุงพลาสติก-	0	0.0759	0.0756	0.0721	0.0745
สุญญากาศ	1	0.0643	0.0608	0.0633	0.0628
	2	0.0237	0.0419	0.0539	0.0398
	3	0.0533	0.0517	0.0533	0.0528

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางผนวกที่ ง.1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	289.79	41.40	17.41*	0.0001
A	1	60.58	60.58	25.47*	0.0001
B	3	173.65	57.88	24.34*	0.0001
AB	3	55.57	18.52	7.79*	0.0020
ERROR	16	38.06	2.38		
TOTAL	23	327.85			

CV (%) = 4.85

* (significant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

Factor A = ชนิดของภาชนะบรรจุ Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	151.29	21.61	51.87*	0.0001
A	1	3.38	3.38	8.10*	0.0117
B	3	145.79	48.60	116.63*	0.0001
AB	3	2.13	0.71	1.70^{ns}	0.2071
ERROR	16	6.67	0.42		
TOTAL	23	157.95			

CV (%) = 1.87

* (significant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

^{ns} (non significant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ชนิดของภาชนะบรรจุ Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	14783.41	2111.92	19.72*	0.0001
A	1	7473.01	7473.01	69.79*	0.0001
B	3	2538.53	846.18	7.90*	0.0019
AB	3	4771.86	1590.62	14.85*	0.0001
ERROR	16	1713.33	107.08		
TOTAL	23	16496.74			

CV (%) = 3.60

* (significant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

Factor A = ชนิดของภาชนะบรรจุ Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของแป้งข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	35.10	5.01	1606.61*	0.0001
A	1	5.98	5.98	1916.16*	0.0001
B	3	15.38	5.13	1642.71*	0.0001
AB	3	13.74	4.58	1467.32*	0.0001
ERROR	16	0.05	0.00		
TOTAL	23	35.15			

CV (%) = 0.32

* (significant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

Factor A = ชนิดของภาชนะบรรจุ Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมกลูโคส) ของแป้งข้าวกล้องงอกเมื่อเก็บรักษาในสภาวะ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	0.0092	0.0013	18.08*	0.0001
A	1	0.0000	0.0000	0.28^{ns}	0.6012
B	3	0.0075	0.0025	34.76*	0.0001
AB	3	0.0016	0.0005	7.32*	0.0026
ERROR	16	0.0011	0.0000		
TOTAL	23	0.0103			

CV (%) = 14.6125

* (significant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

^{ns} (non significant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = ชนิดของภาชนะบรรจุ Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	:	นายนิติยศักดิ์ วุฒิสาร
วันเดือนปีเกิด	:	15 มิถุนายน พ.ศ. 2527
ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน	:	310/59 หมู่ 13 ถนนสกล - กาฬสินธุ์ ตำบลท่าเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
โทรศัพท์	:	08 - 5802 – 8059
ที่อยู่ปัจจุบัน	:	310/59 หมู่ 13 ถนนสกล - กาฬสินธุ์ ตำบลท่าเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
การศึกษา	:	พ.ศ. 2534 - 2539 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเชิงชุมราษฎร์นุกูล จังหวัดสกลนคร
		พ.ศ. 2540 - 2542 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
		พ.ศ. 2543 - 2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
		พ.ศ. 2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้