สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

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

โดย

นายศุภโชค ประแสง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อุมา แสงคร้าม

TT 102726

เลขหมู่ ว168ป 2549

เลขทะเบียน 102726

วัน,เดือน,ปี 18 ส.ค. 2552

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2549

b.19039937

1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

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

โดย

นายศุภโชค ประแสง

ได้พิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ดร. อุมา แสงคร้าม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 2 เดือน เม.ย พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : การศึกษาชนิดของบรรภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1
โดย : นายศุภโชค ประแสง
ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลของวัสดุที่ใช้บรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 วางแผนการทดลองแบบ 2x4 factorial in CRD ประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ และระยะเวลาการเก็บรักษา 4 ระยะ คือ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า ค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนระยะเวลาในการหุงต้มและการดูดน้ำในระหว่างหุงต้มพบว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะดูดน้ำมากกว่าในระยะเวลาที่กำหนด ในขณะที่ระยะเวลาการหุงต้มน้อยกว่า และปริมาณโอรีซานอล ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน จะสูงกว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ สำหรับผลของการเก็บรักษาพบว่า เวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้อง ทำให้ ค่าการดูดน้ำระหว่างการหุงต้ม ค่าการสลายตัวในด่าง ระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวกล้องเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณโอรีซานอลและน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง

คำสำคัญ : ข้าวกล้อง การเก็บรักษา คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าว โอรีซานอล น้ำตาลรีดิวซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Effect of Storage Material and Storage Time on The Quality of Brown Rice cv. Suphanburi 1
Author : Mr.Supachok Prasang
Department : Plant Production Technology
Faculty : Agricultural Technology
Advisor : Dr.Uma Sangkram

ABSTRACT

This research was conducted to study the effects of storage material and storage time on the quality of brown rice cv. Suphanburi 1. The experimental design was 2x4 factorial in CRD which consisted of 2 storage materials (polyethylene bag or PE bag and vacuum bag) and 4 storage times (0, 1, 2 and 3 months). The results indicated that water absorption during cooking of PE stored rice was higher than vacuum stored rice while cooking time was shorter. The quantity of oryzanol and reducing sugar of PE stored rice were higher. Not only the storage material but also the storage time effected the quality of brown rice. Water absorption during cooking, cooking time and alkaline spreading value were increased with the increase of storage time while the quantity of oryzanol and reducing sugar were decreased.

Key word : brown rice, storage, physio-chemical properties, oryzanol, reducing sugar.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ ดร.อุมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและผลักดันให้เกิดมีปัญหาพิเศษเรื่องนี้ พร้อมทั้งเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติงาน ซึ่งในระหว่างการทำปัญหาพิเศษอาจารย์ให้ความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างเต็มความสามารถ ซึ่งข้าพเจ้าได้นำวิชาความรู้เหล่านั้นที่ได้รับมาร่วมใช้ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ให้โอกาศทางการศึกษาและเป็นกำลังใจให้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งแรงผลักดันที่สำคัญให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จบรรลุผลดั่งที่ใจมุ่งหวัง

ขอขอบคุณ พี่ไพฑูรย์ ละลา นักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องการทดลองในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณ พี่การันต์ ผึ่งบรรหาร นักศึกษาปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ศุภโชค ประแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตารางผนวก	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุป	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1	28
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส,น้ำตาลรีดิวซ์ และโอรีซานอล	29
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลผลการทดลอง	32
ภาคผนวก ง ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน	36
ประวัติผู้เขียน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ความชื้นร้อยละ 12	6
2	การจัดแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส	7
3	การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวของแป้งสุก	8
4	ระยะเวลาหุงต้มข้าวสุก	8
5	ระดับการสลายของเมล็ดในด่าง	14
6	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	16
7	แสดงปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุง สุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	17
8	แสดงค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและ ในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	18
9	แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	19
10	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและ ในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	20
11	แสดงปริมาณโอริซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	21
12	แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุง โพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
2	แสดงปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	17
3	แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	19
4	แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	20
5	แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	21
6	แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
ก.1	คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1	28
ข.1	แสดงค่าปริมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส	29
ข.2	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส	30
ข.3	แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล	31
ค.1	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้อง ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	32
ค.2	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้อง ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	32
ค.3	แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	33
ค.4	แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	33
ค.5	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	34
ค.6	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1,2 และ 3 เดือน	34
ค.7	แสดงข้อมูลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ม.ล.) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน	35
ง.1	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	36
ง.2	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง.3	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	37
ง.4	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	37
ง.5	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	38
ง.6	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าวคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โดยคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งให้พลังงานแก่ร่างกายสำหรับโปรตีน จะช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ส่วนไขมันในเมล็ดข้าวสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกและไขมันยังมีผลคุณภาพของข้าวในการเก็บรักษาด้วย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการปลูกข้าวเพื่อบริโภค ซึ่งข้าวก็เป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ และยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่มีมูลค่าการส่งออกมากกว่าพืชไร่นาชนิดอื่น ๆ รายได้จากข้าวจึงเป็นรายได้หลักของประเทศอย่างหนึ่ง ผลผลิตของข้าวที่ส่งออกส่วนใหญ่อยู่ในรูปของข้าวสาร แต่ปัจจุบันปริมาณผลผลิตข้าวของโลกมีเพิ่มขึ้น ทำให้สินค้าข้าวในตลาดส่งออกเริ่มลดต่ำลงอย่างต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อราคาข้าวและรายได้ของเกษตรกร การหาแนวทางที่จะนำข้าวไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปจะเพิ่มมูลค่าของสินค้าและยังเป็นการพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมาซึ่งสามารถเพิ่มรายได้จากการส่งออกของประเทศได้อีกแนวทางหนึ่ง

การเก็บรักษาข้าวกล้องเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอีกทางหนึ่ง ซึ่งข้าวกล้องจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวสารข้าว โดยกระบวนทำการเก็บรักษาข้าวกล้องสามารถเก็บได้ทั้งในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ รวมถึงคุณภาพของข้าวกล้องจะผันแปรไปขึ้นกับการเก็บรักษา ดังนั้นในการทดลองนี้จึงทำการศึกษาผลของวัสดุที่ใช้บรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเก็บรักษาต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของวัสดุที่ใช้บรรจุ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นแหล่งอาหารสำคัญของคนไทย มีการบริโภคเป็นอาหารหลักมาเป็นเวลานาน ในระยะแรกๆ จะเป็นการบริโภคข้าวเหนียวทั้งเมล็ดใหญ่ และเมล็ดป้อม ส่วนข้าวเจ้ามีการบริโภคน้อย แต่จากอิทธิพลของวัฒนธรรมเขมรที่แพร่เข้ามาในช่วงศตวรรษที่ 16 ทำให้มีการบริโภคข้าวเจ้ามากขึ้นในบริเวณภาคกลาง ในปัจจุบันยังคงมีการบริโภคข้าวทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า แต่ความนิยมการบริโภคข้าวมีความแตกต่างกันไป ตามภูมิภาคต่างๆ นอกจากการบริโภคภายในประเทศแล้ว ข้าวยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยอีกด้วย (วัชระ, 2548)

การจำแนกชนิดของข้าว

การจำแนกชนิดของข้าว อาจจำแนกตามนิเวศการปลูกข้าว การตอบสนองต่อแสง การจำแนกตามแหล่งกำเนิด แต่ที่นิยมการโดยทั่วไปจะจำแนกตามลักษณะของเนื้อแป้งในเมล็ดข้าว ซึ่งแป้งในเมล็ดข้าวส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้ง 2 ชนิดคือ อะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพคติน (amylopectin) โดยอะมิโลส จะเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมากเช่นกัน แต่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแนวยาว (linear chain) เมื่อย้อมสีด้วยสารละลายไอโอดีนจะมีสีน้ำเงิน เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือดและทำให้เย็นจะเกิดการคืนตัวเป็นของแข็ง (retrogradation) ขึ้น ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำลดลง และมีผลทำให้ข้าวสุกร่วนและแข็งกระด้างมากขึ้น (งามชื่น, 2546) ในแป้งข้าวอะมิโลสเป็นส่วนรอง โดยอยู่ปะปนกับอะมิโลเพคติน ส่วนอะมิโลเพคตินจะเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลของกลูโคส (glucose) จำนวนมากและมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันแบบแยกเป็นกิ่งก้านสาขา (branched chain) อะมิโลเพกตินเมื่อย้อมสีด้วยสารละลายไอโอดีนจะเป็นสีน้ำตาลแดง (red brown) เมื่อทำให้สุก (gelatinized) ในน้ำเดือดจะค่อนข้างคงสภาพเดิมได้นาน และเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวสุกเหนียวติดกัน สัดส่วนที่แตกต่างของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินจะทำให้จำแนกข้าวได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ (งามชื่น,2546)

1.1 ข้าวเหนียว (glutionus rice or waxy rice) เมล็ดข้าวสารจะมีสีขาวขุ่น เมื่อนึ่งแล้วจะได้ข้าวสุกที่จับตัวติดกันเหนียวแน่นและมีลักษณะใส ข้าวเหนียวจะประกอบด้วยแป้งชนิดอะมิโลเพคติน(amylopectin) เป็นส่วนใหญ่ มีแป้งอะมิโลส (amylose) อยู่เพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย

1.2 ข้าวเจ้า (nonglutinous rice) เมล็ดข้าวสารจะมีสีขาวใส เมื่อหุงหรือนึ่งสุกแล้วข้าวสุกมีสีขาวขุ่นและร่วนกว่าข้าวเหนียว ข้าวเจ้าแต่ละพันธุ์เมื่อหุงสุกแล้ว มีความนุ่มเหนียวแตกต่างกัน ประชาชนส่วนใหญ่ในภาคกลางและภาคใต้บริโภคข้าวเจ้า ข้าวเจ้ามีแป้งอะมิโลสอยู่ประมาณ 7-33 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นอะมิโลเพคติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนของแป้งทั้งสองชนิดนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณสมบัติการหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน คือ ข้าวที่มีอะมิโลสสูง จะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าวอะมิโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกแข็งร่วน มีลักษณะทึบแสงไม่เลื่อมมัน ส่วนข้าวเหนียว หรือข้าวที่มีอะมิโลสต่ำจะดูดน้ำและขยายตัวได้น้อยกว่าข้าวเจ้า หรือข้าวที่มีอะมิโลสสูง ข้าวสุกจะเหนียวและนุ่มกว่า (เอกสงวน, 2544)

ลักษณะของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

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

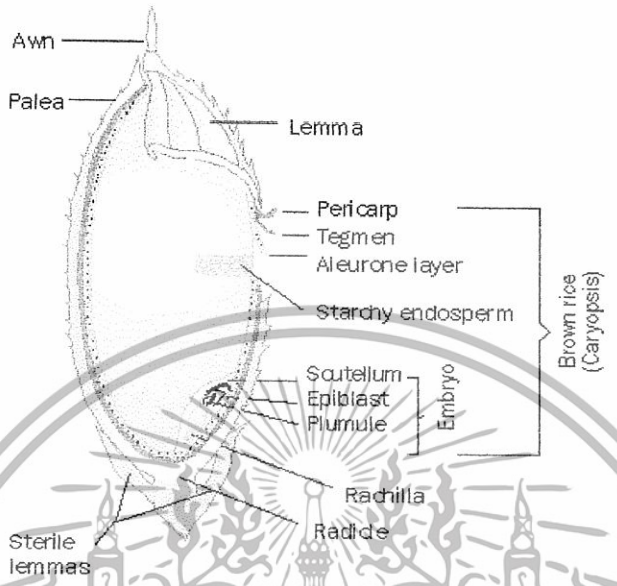
โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดของข้าว หมายถึง ส่วนรวมที่เป็นแป้งซึ่งเป็นส่วนสะสมอาหาร (endosperm) และส่วนที่เป็นคัพภะ (embryo) ซึ่งถูกห่อหุ้มไว้โดยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และเปลือกนอกคือ lemma และ palea ส่วนที่เป็นแป้งคือส่วนที่ใช้บริโภค ส่วนคัพภะเป็นส่วนมีชีวิต และงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อนำไปเพาะ การที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนที่รองรับละอองเกสรตัวเมียนั้น เรียกว่า การผสมเกสร (pollination) หลังจากการผสมเกสรเล็กน้อย ละอองเกสรตัวผู้ก็จะงอกลงไปในก้านของละอองเกสรตัวเมีย เพื่อนำนิวเคลียสจากละอองเกสรตัวผู้ลงไปผสมเพื่อรวมตัวกับไข่ และนิวเคลียสที่รวมตัวกับนิวเคลียสอื่นๆ (polarnuclei) ก็จะเจริญเติบโตเป็นส่วนสะสมอาหาร หรือ endosperm หลังจากการผสมเกสรประมาณ 30 วัน เมล็ดข้าวก็จะแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ (งามชื่น, 2546)

Juliano and Aldama (1937) รายงานว่าในกระบวนการขัดสีข้าวเมื่อได้กะเทาะเปลือกที่เป็น lemma และ palea ของเมล็ดออก ก็จะได้เมล็ดข้าวที่เรียกว่า ข้าวกล้อง หรือ brown rice เมล็ดข้าวกล้องมักจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ หรือสีแดง ซึ่งเป็นสีของ pericarp ส่วนภายในที่เป็นส่วนสะสมอาหารจะมีลักษณะเป็นแป้งสีขาวหรือใสมีจำนวนน้อยมากที่มีส่วนสะสมอาหารเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียวจะมีส่วนสะสมอาหารใสกว่าอย่างไรก็ตาม ส่วนสะสมอาหารของเมล็ดข้าวอาจมีสีขาวขุ่นเกิดขึ้นที่ด้านข้างหรือตรงกลางเมล็ดก็ได้ ซึ่งเรียกว่า ท้องไข่ หรือ ท้องปลาซิว (chalkiness)



ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าว (นิรนาม, 2549)

1. เปลือกข้าวหรือแกลบ (Hull)

เป็นส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอกประกอบด้วยเปลือกหนากับเปลือกบาง (lemma or palea) หาง (awn) กลีบเลี้ยง (Sterile lemma) และขั้วเมล็ด (rachilla) (Houston, 1972) มีแกลบประมาณร้อยละ 18-20 ของข้าวเปลือก ทำหน้าที่ป้องกันการทำลายจากแมลงต่างๆ และป้องกันการสูญเสียความชื้นของเมล็ดข้าว (Lorenz and Kulp, 1991) แกลบจัดเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสประมาณร้อยละ 68.2 ลิกนินร้อยละ 19.2-24.7 และเถ้าร้อน ร้อยละ 13.2-29.0 (เครือวัลย์, 2534)

2. ส่วนเนื้อของเมล็ดข้าว

เรียกว่า ข้าวกล้อง หรือข้าวซ้อมมือ (brown rice) เป็นส่วนสำคัญที่จะนำไปใช้บริโภคหรือเพื่อประโยชน์อื่นซึ่งมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้คือ

2.1 เยื่อหุ้มผล (pericarp layer) มีปริมาณร้อยละ 1-2 ของข้าวกล้องเป็นชั้นหุ้มส่วนนอกสุดของข้าวกล้องที่อยู่ติดกับส่วนเปลือก หนาประมาณ 10 ไมโครเมตร และมีท่ออาหารอยู่ด้านหลัง (dorsal) ของเมล็ด

2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat layer) มีปริมาณร้อยละ 4-6 ของข้างกล้องเป็นชั้นที่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้ามาภายในมีส่วนสารที่เป็นไข (thick cuticle) หนาประมาณ 0.5 ไมโครเมตร ส่วนนี้อุดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยโปรตีน ไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ดังนั้นเมื่อบริโภคข้าวกล้องจึงรู้สึกแข็งกระด้างกว่าข้าวสาร

2.3 เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone layer) เป็นชั้นที่ห่อหุ้มทั้งเนื้อเมล็ด เมื่อรวมกับเยื่อหุ้มเมล็ดมีประมาณร้อยละ 4-6 ของข้าวกล้อง ประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน และวิตามิน

2.4 คัพภะ (germ) มีประมาณร้อยละ 2-3 ของข้าวกล้อง อยู่ปลายด้านท้องของเมล็ด ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน และวิตามิน ได้แก่ วิตามินบี1 (thiaimine) วิตามินบี2 (riboflavin) และไนอะซิน (niacin)

2.5 เอนโดสเปอร์ม (endosperm) มีประมาณร้อยละ 89-94 ของข้าวกล้องจะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่มีปริมาณร้อยละ 90.2 ชนิดคาร์โบไฮเดรตที่พบมากที่สุดคือแป้ง รองมาคือ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส เนื่องจากเซลลูโลสมีลักษณะโครงสร้างที่ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสต่อกันด้วยพันธะเบต้า 1, 4 guclosetic ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยได้เมื่อบริโภคแล้วจึงขับถ่ายออกมาในรูปกากอาหาร ส่วนโปรตีน ไขมัน และเส้นใยในเอนโดสเปอร์มมีปริมาณร้อยละ 7.8, 0.5 และ 0.4 ตามลำดับ (Lorenz 1991)

3. รำข้าว

เมื่อนำข้าวกล้องมาทำการขัดสี จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นข้าวขาว และรำ ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่ออะลิวโรน คัพภะ และผิวส่วนนอกของเอนโดสเปร์ม ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 13.2-17.3 ไขมันร้อยละ 17.0-22.9 เส้นใยอาหารร้อยละ 27.6-33.3 และแป้งร้อยละ 16.1 สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ ในปัจจุบันมีการนำรำไปสกัดเป็นน้ำมันทำอาหารเด็กอ่อน หรือทำอาหารเสริมอื่นๆ (จำรัส, 2536; เครือวัลย์, 2534 และอรอนงค์, 2532) รวมทั้งการนำไขรำข้าวมาเคลือบผิวผักและผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (สายสนม และคณะ, 2535) ได้นำรำข้าวที่ทำให้บริสุทธิ์แล้วมาพัฒนาเป็นอิมัลชันไขรำข้าวโดยใช้เคลือบผัก และผลไม้ เช่น มะนาว พบว่า สามารถเก็บรักษามะนาวที่เคลือบไขรำข้าวไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานถึง 1 เดือน ทั้งนี้เพราะไขรำข้าวช่วยลดการสูญเสียน้ำจึงป้องกันการเหี่ยวเฉา และชะลอการสลายของคลอโรฟิลล์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาความสดของผัก และผลไม้ได้นานยิ่งขึ้น

ข้าวกล้อง

ข้าวที่นิยมบริโภคส่วนใหญ่เป็นข้าวขัดขาว แต่เมื่อศึกษาสัดส่วนและปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในเอนโดสเปอร์ม คัพภะ และรำของข้าวกล้อง พบว่า เอนโดสเปอร์มมีแป้งร้อยละ 90.2 โปรตีนร้อยละ 7.8 ไขมันร้อยละ 0.5 เส้นใยร้อยละ 0.4 เถ้าร้อยละ 0.6 และอื่นๆร้อยละ 0.4 ส่วนคัพภะและรำมีแป้งร้อยละ 2.4 และ 16.0 โปรตีนร้อยละ 20.2 และ 15.2 ไขมันร้อยละ 21.6 และ 20.1 เส้นใยร้อยละ 3.5 และ 10.7 เถ้าร้อยละ 7.9 และ 9.6 และอื่นๆร้อยละ 44.4 และ 28.4 ตามลำดับ เมื่อขัดสีข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ส่วนคัพภะและรำของข้าวกล้องที่มีปริมาณไขมัน โปรตีน เกลือแร่ และวิตามินสูงแยกออกไปกับแกลบ เหลือแต่ข้าวขาวที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงประมาณร้อยละ 80 (Barber, 1972 : Lorenz and Kulp, 1991)

Mitsuda and Murakani (1969) ศึกษาการกระจายของโปรตีน (ร้อยละของน้ำหนักสด) ในข้าวกล้องพันธุ์ IR-32 และ IR 480-5-9 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 7.4 และ 10.7 ตามลำดับ พบว่า การกระจายตัวของโปรตีนในข้าวกล้อง ส่วนใหญ่อยู่ที่บริเวณผิวนอกมากกว่ากึ่งกลางเมล็ด เช่นเดียวกับการกระจายตัวของวิตามินไทอะมีนในข้าวพันธุ์ต่างๆ (Kik, 1945) ดังนั้นการนำข้าวกล้องมาขัดสีทำให้ปริมาณโปรตีนและวิตามินไทอะมีนในข้าวลดลง

ข้าวกล้องมีปริมาณไทอะมีน และไขมันสูงกว่าข้าวขัดขาวประมาณ 5 เท่า ในขณะที่ปริมาณเถ้า เยื่อใย ไนอะซิน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก โซเดียม และไรโบฟลาวิน สูงกว่าประมาณ 2-3 เท่า ดังนั้นข้าวกล้องจึงมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขัดขาวยกเว้นแป้ง (Juliao and Bechtel, 1985) ปัจจุบันจึงมีการรณรงค์ให้บริโภคข้าวกล้องแทนข้าวขัดขาวมากขึ้น เนื่องจากการบริโภคข้าวกล้องเป็นประจำทำให้มีสุขภาพแข็งแรง สามารถป้องกันโรคเหน็บชาและโรคปากนกกระจอกได้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ความชื้นร้อยละ 12 (Juliano, 1980)

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวกล้อง	ข้าวขัดขาว
เถ้าหยาบ(%)	1.0	0.5
ไขมันหยาบ(%)	1.9	0.3
เส้นใยหยาบ(%)	0.7	0.3
โปรตีน(%)	7.2	5.8
แป้ง(%)	57.0	67.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	0.3	0.2
เหล็ก (มิลลิกรัม/กรัม)	24.0	13.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	2.5	1.2
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	1.7	1.0
โซเดียม (ไมโครกรัม/กรัม)	315.0	45.0
ไนอะซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	43.0	18.0
ไรโบฟลาวิน (ไมโครกรัม/กรัม)	0.9	0.4
ไทอะมีน (ไมโครกรัม/กรัม)	4.5	1.8
ไพริดอกซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	11.2	6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพข้าวหุงสุก

1. สัดส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคติน

สัดส่วนของอะมิโลสต่ออะมิโลเพคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกันในระหว่างการหุงต้ม ข้าวที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ เมื่อต้มให้สุกแล้วจะเกิดรีโทรเกรเดชั่น (คืนสภาพ) ข้าวที่มีอะมิโลสสูงทำให้ข้าวสุกมีลักษณะร่วนกว่าและแข็งกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ และมีผลให้ข้าวไม่เหนียวติดกันจึงทำให้ข้าวฟูมีช่องอากาศมากและขยายปริมาตรมาก (ขึ้นหม้อ) กว่าด้วย (งามชื่น, 2536) ซึ่งปริมาณอะมิโลส สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (งามชื่น, 2536) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส (งามชื่น, 2536)

ประเภทข้าว	ปริมาณอะมิโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวอะมิโลสต่ำ	10-19	เหนียว
ข้าวอะมิโลสปานกลาง	20-25	เหนียวเล็กน้อย
ข้าวอะมิโลสสูง	25-34	ร่วน ค่อนข้างแข็ง

2. ปริมาณโปรตีน

โปรตีนเป็นองค์ประกอบทางเคมีสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของข้าว ในเมล็ดข้าวมีโปรตีนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 8 ซึ่งมีมากเป็นอันดับ 2 รองจากคาร์โบไฮเดรต (Juliano, 1972) ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำและข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะดูดซึมน้ำได้ช้ากว่าเนื่องจากโปรตีนจะอยู่รอบๆโมเลกุลของแป้ง ดังนั้นการดูดซึมน้ำจึงเป็นไปได้อย่างช้าๆ และมีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชันสูงกว่าข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำ (Marshall และ Wadsworth, 1994) นอกจากนี้โปรตีนยังมีความสำคัญกับความเหนียวของข้าว ซึ่งเกิดจากโปรตีนออริเซนิน (Oryzenin) และแป้งในระหว่างการหุงต้ม โดยโปรตีนและแป้งจะถูกทำลายบางส่วนซึ่งทั้งสองส่วนนี้สามารถเกิดอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างกันได้ โดยที่เมื่อเกิดอันตรกิริยาระหว่างออริเซนินกับแป้งมากจะทำให้มีความเหนียวมาก แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานความสามารถในการเกิดพันธะระหว่างออริเซนินกับแป้งจะลดลง จึงทำให้ข้าวหุงสุกมีความเหนียวลดลงเมื่อรักษาเป็นเวลานาน (Remash *et al.*, 2000)

3. ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

ปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน ข้าวบางพันธุ์ซึ่งจะมีอะมิโลสใกล้เคียงกัน แต่เมื่อหุงเป็นข้าวสุกอาจมีคุณภาพแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการคืนตัวของแป้งสุก เมื่อทำให้เย็นมีผลให้แป้งสุกคงตัว และกระด้างกว่าพันธุ์ข้าวที่มีแป้งสุกอ่อน (งามชื่น, 2536) และการวิเคราะห์อะมิโลสร่วมกับความคงตัวของแป้งสุกสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของข้าวสุกได้เป็นอย่างดี (Ramesh *et al.*, 2000)

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวของแป้งสุก (งามชื่น, 2545)

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

4. การสลายเมล็ดในด่าง (Alkali spreading value)

วิเคราะห์โดยแช่เมล็ดข้าว 10 เมล็ด ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.7 และประเมินค่าการสลายของเมล็ดภายหลังแช่ 23 ชั่วโมง หากระดับการกระจายตัวสูงหมายถึงเวลาในการหุงต้มน้อยกว่าระดับการกระจายตัวต่ำ (Little *et al.*, 1958)

ตารางที่ 4 ระยะเวลาหุงต้มข้าวสุก (งามชื่น, 2545)

อุณหภูมิแป้งสุก	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาหุงต้ม
ต่ำกว่า 65	ต่ำ	6-7	12-17
70-74	ปานกลาง	4-5	17-24
มากกว่า	สูง	1-3	> 24

5. อุณหภูมิเจลาติไนเซชัน (geratinization temperature)

เป็นอุณหภูมิที่แสดงถึงช่วงที่เม็ดแป้งเริ่มสูญเสียไบรีพรินเจน (birefringence) และสูญเสียไบรีพริเจนอย่างสมบูรณ์ (Bernetti *et al.*, 1990) โดยเม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวในน้ำร้อน และเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งใส ซึ่งอุณหภูมิเจลาติไนเซชันมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้ม ข้าวที่มีอุณหภูมิเจลาติไนเซชันสูง จะใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิเจลาติไนเซชันต่ำ (งามชื่น, 2536)

6. อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ration)

ในระหว่างการหุงต้ม เมล็ดข้าวจะขยายตัวโดยเฉพาะด้านยาว ในข้าวบางพันธุ์ เมล็ดข้าวสามารถยืดตัวได้มาก และเมล็ดข้าวไม่เหนียวติดกันซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่ผู้บริโภคนิยม การที่เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวยืดตัวได้มากนี้จะช่วยเสริมให้ข้าวนั้นขึ้นหม้อได้ดีขึ้น นอกจากนี้การที่เมล็ดข้าวสุกขยายตัวได้มากเนื้อภายในโปร่งขึ้น ไม่อัดแน่น และช่วยให้นุ่มมากขึ้น (งามชื่น, 2536) การวิเคราะห์อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก หาได้จากสัดส่วนความยาวของข้าวสุกต่อความยาวของข้าวก่อนการหุงต้ม หรือคำนวณจากสูตรของ Juliono and Perez (1984) ดังนี้

$$\text{อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก 10 เมล็ด}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวก่อนหุงต้ม 10 เมล็ด}}$$

7. กลิ่นหอม (aroma)

ข้าวหอมเป็นข้าวที่คนนิยมบริโภคกันทั่วไป เนื่องจากมีกลิ่นหอมและมีความนุ่ม กลิ่นหอมที่พบในข้าวเกิดจากสาร 2-acetyl-1-pyrroline (AP) ในข้าวหอมจะมีสารนี้ประมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม และในข้าวกล้องหอมมีปริมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม (Buttery *et al.*, 1983) และพบว่าสาร AP เป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นหอมในใบเตยหอมเช่นเดียวกับที่พบในข้าวหอม ใบเตยที่ผ่านการทำแห้งแบบระเหิดจากแช่เยือกแข็ง (freeze-dried pandan) จะมี AP เข้มข้นมากกว่าในข้าวที่มีกลิ่นหอม 10 เท่า และมากกว่าเป็น 100 เท่าในข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอม (Buttery *et al.*, 1983)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวขณะเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงของข้าวขณะเก็บรักษา จะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาซึ่งมีผลให้ข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ปัจจัยที่ทำให้ข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่

1. อุณหภูมิ

เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการยืดหรือลดอายุการเก็บข้าวกล้อง เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงจะเกิดกลิ่นหืนในข้าวกล้องได้เร็ว Shibuya *et al.*, (1974) รายงานว่า การเก็บข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 30 และ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 วัน เมื่อนำมาหุงต้ม พบสารระเหย hexanal, pentanal และ 3-methyl butanal ที่บ่งถึงกลิ่นหืนในข้าวกล้องที่เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นในปริมาณร้อยละ 57, 4 และ 2 ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารดังกล่าวเพียงร้อยละ 31, 2 และ 1 เท่านั้น

2. ภาชนะบรรจุ

หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มผลิตภัณฑ์สามารถควบคุมและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ตลอดอายุการเก็บรักษา การพิจารณาเลือกใช้ภาชนะบรรจุอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้ คือ เมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์แล้วไม่เปลืองเนื้อที่ขณะขนส่ง การบรรจุควรทำได้ง่าย เลือกวัสดุที่ใช้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมกับลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สะดวกในการกำจัดซาก และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม (วุฒิชัย, 2533) สำหรับภาชนะบรรจุข้าวควรทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันแสง ออกซิเจน การซึมผ่านของความชื้น ป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ การซึมผ่านของกลิ่นไม่พึงประสงค์และต้องมีความแข็งแรงป้องกันการแตกหักของเมล็ดข้าวได้

3. เวลา

ปกติอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องประมาณ 3-6 เดือน เมื่อเก็บรักษานานขึ้นคุณภาพของข้าวกล้องจะลดลง Sharp and Timme (1986) ทดลองเก็บข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 11.4 บรรจุใส่ถุงโพลิเอทิลีนภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 9 เดือน พบว่า เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเดือนที่ 9 ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มอย่างรวดเร็ว กรดไขมันนี้ถูกออกซิไดซ์เป็นสารอื่นที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ต้องอาศัยปัจจัยอื่น ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และชนิดภาชนะบรรจุเข้าช่วยในการยืดอายุการเก็บข้าวกล้องให้นานขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าวระหว่างการเก็บรักษาเกิดจาก 3 องค์ประกอบ คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน โดยแป้งเกิดการเกาะเกี่ยวกันเพิ่มขึ้น ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้น้อยลง มีผลให้เนื้อสัมผัสของข้าวสุกแข็งขึ้น ส่วนไขมันเปลี่ยนแปลงได้ 2 กรณีคือ ไขมันเกิดการรวมตัวกับอะมิโลสได้สารประกอบเชิงซ้อน และไขมันเกิดการเปลี่ยนแปลงได้สารประกอบคาร์บอนิลและไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์สามารถเร่งการเกิดออกซิเดชันต่อได้ สารประกอบคาร์บอนิลที่ระเหยได้เพิ่มขึ้น รวมทั้งโปรตีนที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน ให้มีความแข็งแรงมากขึ้นสามารถยับยั้งการพองตัว มีผลให้เนื้อสัมผัสข้าวสุกแข็งเช่นกัน ผลจากการเปลี่ยนแปลงสารเหล่านี้ทำให้คุณสมบัติการหุงต้ม และลักษณะข้าวสุกเปลี่ยนไป คือ ข้าวสุกที่ได้ร่วนแข็ง เหนียวติดกันน้อยลง ข้าวสุกขยายปริมาตรรวมได้มากขึ้น เมล็ดข้าวต้องใช้เวลาต้มให้สุกนาน สีข้าวคล้ำขึ้น และเกิดกลิ่นหืนในข้าวเก่า (Juliano, 1972)

นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีแอลิวโรน และคัพภะที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยเอนไซม์ลิเพส (lipase) และปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอาจเกิดเอง (autoxidation) หรือโดยเอนไซม์ลิพอกซิจิเนส (lipoxygenase) โดยน้ำมันในข้าวถูกออกซิไดซ์ได้สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสารนี้ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนในข้าวแต่เกิดการแตกตัว ต่อไปกลายเป็นสารประกอบต่างๆ ได้แก่ แอลดีไฮด์ คีโตน และกรดคาร์บอซิลิก ที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนเมื่อหุงต้มข้าว (Marshall and Wadsworth, 1994)

(Ory *et al.*, 1980) ทดลองเก็บข้าวกล้องบรรจุถุงพลาสติกซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสภาพปกติที่อุณหภูมิ 4 และ 24 องศาเซลเซียส นาน 7 เดือน พบว่า ที่การเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงพลาสติกซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสช้ากว่าการเก็บในสภาพปกติ และการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จำนวน 7 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ความงอก 95 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเริ่มต้น 10 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์

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

วิธีการ

1.การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×4 Factorial in Completely randomized Dasign จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ข้าวกล้องเก็บรักษา 2 ลักษณะ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน และสุญญากาศ

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

2.การทำข้าวกล้อง

(1) การทำข้าวกล้อง

นำข้าวเปลือก ทั้ง 7 กิโลกรัมมากะเทาะโดยแบ่งกะเทาะครั้งละ 1 กิโลกรัมใส่ถุงมัดปากถุงปิดสนิทจำนวน 4 กิโลกรัม และอีก 3 กิโลกรัม เก็บรักษาในถุงสุญญากาศวางไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยแบ่งการเก็บรักษาเป็น 0, 1, 2, 3 เดือน ในการเก็บรักษาแต่ละเดือนจะนำข้าวกล้องมาวิเคราะห์จำนวน 2 กิโลกรัม คือข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงมัดปากถุงปิดสนิท 1 กิโลกรัม และข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุญญากาศ 1 กิโลกรัม ต่อการวิเคราะห์ 1เดือน ยกเว้นในการเก็บรักษาข้าวกล้อง 0 เดือน ที่ไม่วิเคราะห์ในถุงสุญญากาศ

เมื่อครบเวลาที่กำหนดในการเก็บรักษาให้นำออกมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณอะมิโลส การสลายเมล็ดในด่าง เวลาในการหุงต้ม การดูดน้ำของข้าว หาปริมาณโอรีซานอล

3. การบันทึกข้อมูล

(1) เปอร์เซ็นต์ความชื้น

ทำการหาความชื้นของข้าวกล้องหลังจากครบกำหนดระยะเวลา การเก็บรักษาแต่ละระยะโดยนำถ้วยทดสอบความชื้น (moisture can) ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักจนคงที่ก่อนนำไปใช้และบันทึกค่าน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักถ้วยทดสอบความชื้นพร้อมฝา ใส่ตัวอย่างข้าวทั้งเมล็ด 10 กรัมต่อ 1 ถ้วย บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก คำนวณความชื้นของเมล็ดข้าวจากสูตร

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

(2) ปริมาณอะมิโลส

บดเมล็ดข้าวกล้องด้วยเครื่องโม่แป้งร่อนผ่านตะแกรง 100 เมซ ชั่งแป้งมา 0.1000กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตรที่แห้งสนิท เติมเอทธิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 1 มล. เขย่าเบาๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 9 มล. ต้มในอ่างน้ำร้อนนาน 10 นาทีให้เป็นน้ำแป้ง แล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

ดูดน้ำแป้งปริมาตร 5 มล. ใส่ในขวดปริมาตร 100 มล.อีก 1 ชุดเติมน้ำกลั่น 70 มล. กรดอะซิติกปริมาณ 1 มล. และสารละลายไอโอดีน 2 มล. เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร (nm) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาค่าปริมาณอะมิโลสโดยเทียบดับกราฟมาตรฐาน

(3) การสลายเมล็ดในด่าง (alkaline digestion test)

สุ่มเมล็ดข้าวกล้องมา 10 เมล็ดต่อซ้ำใส่ลงในจานแก้วทดสอบ (Petri dish) แล้ววางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10 มล.หรือท่วมเมล็ดข้าว โดยให้เมล็ดข้าวทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย และให้แต่ละเมล็ดอยู่ห่างกันพอสมควร ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ขยับเขยื้อนเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามลักษณะการสลายของเมล็ดข้าวและให้คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ระดับการสลายของเมล็ดในด่าง (งามชื่น, 2545)

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

(4) เวลาการหุงต้ม

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

(5) การดูดน้ำของข้าว

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

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

(6) การทดสอบหาปริมาณโอรีซานอล

นำข้าวกล้องมาขัดสีเพื่อให้ได้รำข้าวมาสกัดน้ำมัน ปริมาณรำข้าวที่ใช้ 10 กรัมนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชม. แล้วนำมาเก็บในโถดูดความชื้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนนำไปสกัดด้วยเฮกเซน 200 มล. ด้วยเครื่องสกัดไขมัน จากนั้นนำไประเหยด้วยเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยสุญญากาศ (rotary evaporater) นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ตัวอย่างละ 0.10000 มิลลิกรัม ละลายด้วยเฮปเทน (n-heptane) ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับการดูดกลืนแสงของสารละลายแกรมมาโอรีซานอลมาตรฐาน

(7) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแป้งข้าว

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

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

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

สถานที่และเวลาทำการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

เปอร์เซ็นต์ความชื้น

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นทั้งหมดของข้าวกล้องไม่แตกต่างกัน ตามชนิดของภาชนะบรรจุ และผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีค่าค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา 3 เดือน โดยมีค่าประมาณ 12.40 – 12.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	12.43	12.72	11.93	12.41	12.37
ถุงสุญญากาศ	12.43	12.88	12.91	12.96	12.79
เฉลี่ย	12.43	12.80	12.42	12.68	

ปริมาณอะมิโลส

จากการทดลองเก็บรักษาข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ พบว่าเปอร์เซ็นต์อะมิโลสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเก็บรักษาแบบสุญญากาศมีเปอร์เซ็นต์อะมิโลสสูงกว่าการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน อย่างไรก็ตามปริมาณอะมิโลสดังกล่าวจัดว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงซึ่งข้าวหุงสุกจะร่วนแข็ง (อรอนงค์, 2547)

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีผลให้ปริมาณอะมิโลสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลให้เปอร์เซ็นต์อะมิโลสเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 7 และภาพที่ 2) ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างบางส่วนของอะมิโลเพคติน ทำให้มีกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ α 1,4 – glucoside เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

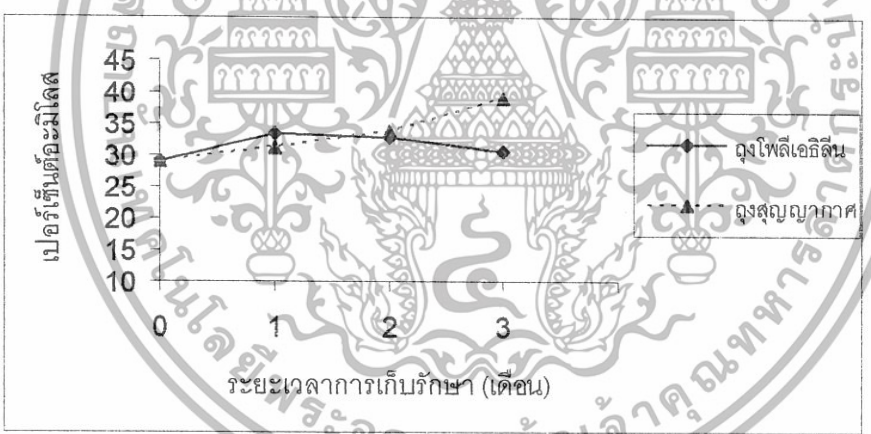
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	28.98	33.48	32.83	30.47	31.44^{B}
ถุงสุญญากาศ	28.98	31.23	33.76	39.13	33.27^{A}
เฉลี่ย	28.98^{d}	32.35^{c}	33.29^{b}	34.8^{a}	

CV (%) = 1.03

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, และ 3 เดือน

การสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว

จากการตรวจสอบการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ โดยสังเกตลักษณะการสลายของเมล็ดข้าวพบว่ามีการแตกปริทางขวางและทางยาวกระจายออกโดยรอบและกว้าง เมล็ดข้าวพองตัว เมล็ดบางเมล็ดสลายรวมกับแป้งที่กระจายออกมา มีคะแนนการสลายอยู่ในช่วง 4 คะแนน ส่วนการเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
102726

พบว่าค่าการสลายตัวในด่างของข้าวจะเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บ (ตารางที่ 8) ซึ่งแสดงว่าข้าวเก่าจะใช้อุณหภูมิในการหุงต้มต่ำกว่าข้าวใหม่ (อรอนงค์, 2547)

ตารางที่ 8 แสดงค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	3 - 4	4 - 5	4 - 5	5 - 6	4
ถุงสุญญากาศ	3 - 4	4 - 5	4 - 5	5 - 6	4
เฉลี่ย	3 - 4	4 - 5	5 - 6	5 – 6	

ระยะเวลาในการหุงต้ม

ระยะเวลาในการหุงต้มของข้าวเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ ในการทดลองนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศจะใช้เวลาในการหุงต้มเฉลี่ยประมาณ 34 นาที

เมื่อเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงโพลีเอธิลี และถุงสุญญากาศเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าการเก็บรักษามีผลทำให้เวลาในการหุงต้มของข้าวเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้มจะสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ เมื่อเปรียบเทียบจากตารางที่ 9 และภาพที่ 3 ของเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

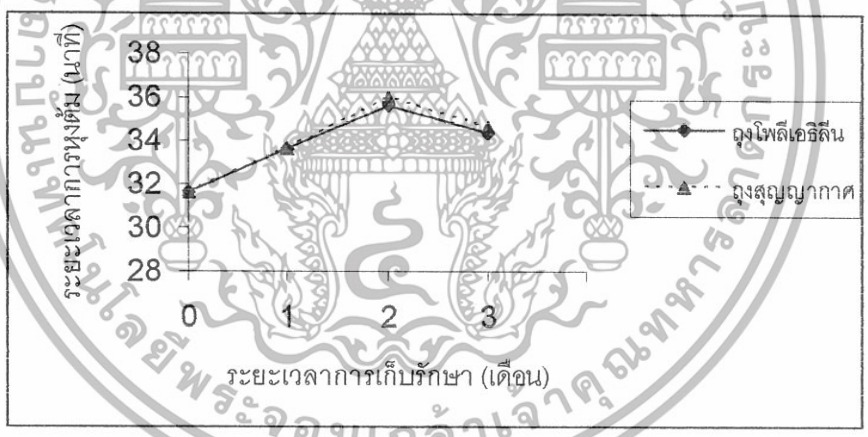
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย^{ns}
ถุงโพลีเอธิลีน	31.66	33.66	35.66	34.33	33.82
ถุงสุญญากาศ	31.66	33.66	36.00	34.66	34.00
เฉลี่ย	31.66^{d}	33.66^{c}	35.83^{a}	34.50^{b}	

CV (%) = 1.59

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%



ภาพที่ 3 แสดงระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2, และ 3 เดือน

เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ

ข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศ จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10 และภาพที่ 4) โดยข้าวกล้องที่เก็บในถุงโพลีเอธิลีนจะมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำสูงกว่าข้าวกล้องที่เก็บในถุงสุญญากาศ เนื่องมาจากข้าวกล้องที่เก็บในถุงโพลีเอธิลีนสัมผัสอากาศได้ง่ายกว่าจึงเกิดกระบวนการเสื่อมสภาพได้เร็วกว่า องค์ประกอบทางเคมีในส่วนของโปรตีน และแป้งจะเปลี่ยนแปลงทำให้ดูดน้ำเพิ่มขึ้น (อรอนงค์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

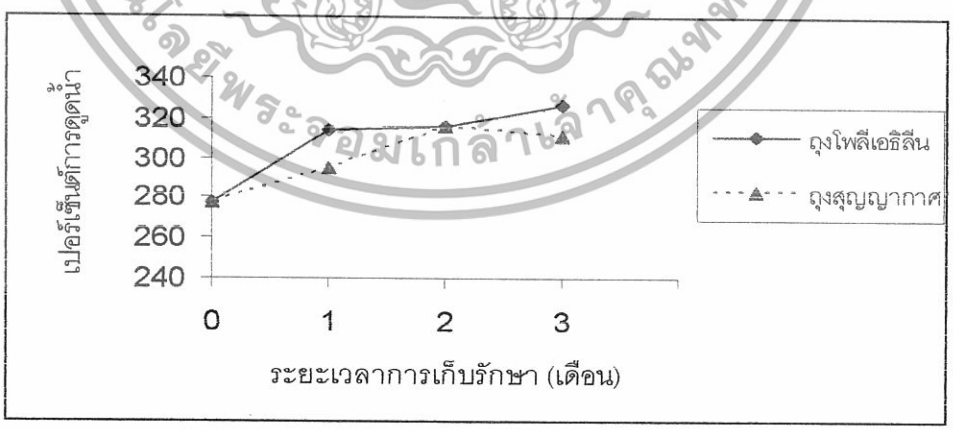
เมื่อเปรียบเทียบผลการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องพบว่าข้าวจะมีการดูดน้ำมากขึ้นตามระยะการเก็บรักษา โดยข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน จะมีการดูดน้ำสูงกว่าข้าวที่เก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1 และ 2 เดือน อย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าการดูดน้ำที่ระยะการเก็บรักษา 3 เดือน เท่ากับ 318.99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	277.33	313.66	315.83	326.83	308.41^{A}
ถุงสุญญากาศ	277.33	294.66	316.16	311.16	299.82^{B}
เฉลี่ย	277.33^{c}	304.16^{b}	315.99^{a}	318.99^{a}	

CV (%) = 1.65

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%



ภาพที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโอรีซานอล

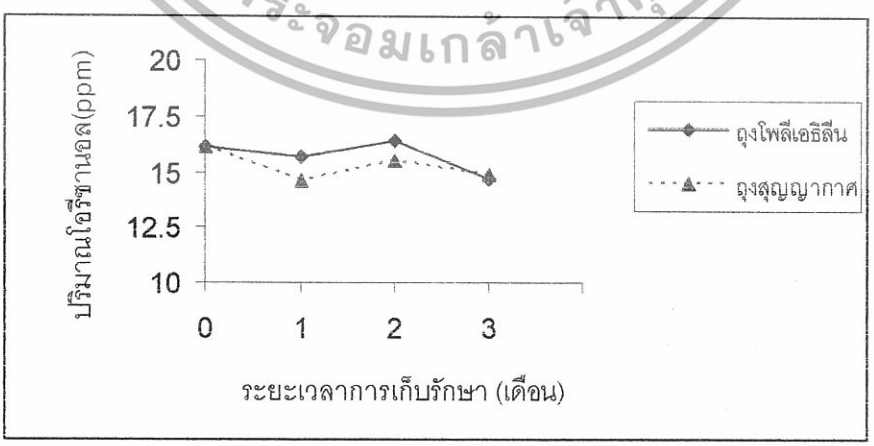
จากการทดลองแม้ว่าปริมาณโอรีซานอลของข้าวที่เก็บในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 15-16 ppm. (ตารางที่ 11 ภาพที่ 5) เมื่อเก็บรักษาของข้าวเป็นเวลา 3 เดือนพบว่าปริมาณโอรีซานอลของข้าวทั้งในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0 เดือน จะมีปริมาณโอรีซานอลสูงสุดรองลงมาได้แก่ข้าวที่เก็บไว้เป็นเวลา 2, 1 และ 3 เดือน ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	16.1280	15.6683	16.3627	14.6517	15.7026^{A}
ถุงสุญญากาศ	16.1280	14.6218	15.4923	14.8761	15.2795^{B}
เฉลี่ย	16.1280^{a}	15.1450^{c}	15.9275^{b}	14.7639^{d}	

CV (%) = 0.27

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณโอริซานอล (ppm) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

เมื่อพิจารณาในสภาพการเก็บรักษาของข้าวกล้องในถุงโพลีเอธิลีนและถุงสุญญากาศ พบว่าสภาพการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวกล้องที่เก็บในถุงโพลีเอธิลีนจะมีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าข้าวกล้องที่เก็บในถุงสุญญากาศ

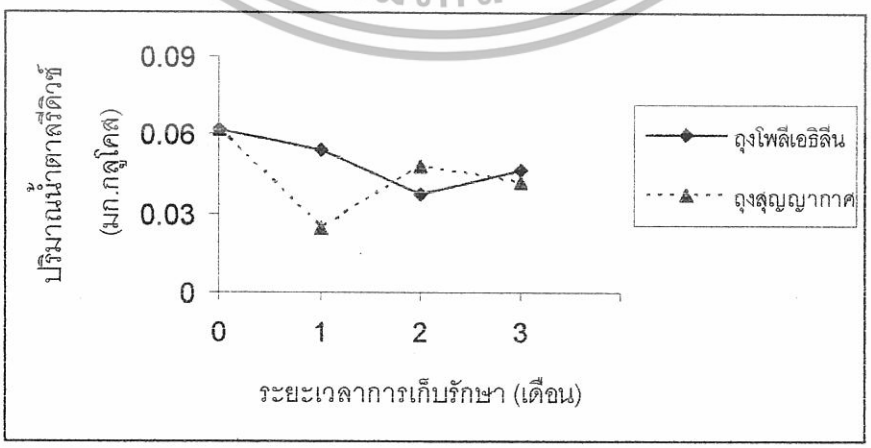
เมื่อเก็บรักษาข้าวกล้องเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าการเก็บรักษาในช่วง 1-3 เดือน ไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของข้าวแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณจะน้อยกว่าก่อนเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ โดยก่อนเก็บรักษาข้าวจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 2 และ 3 เดือน (ตารางที่ 12 และภาพที่ 6)

ตารางที่ 12 แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0.0619	0.0545	0.0376	0.0464	0.0501^{A}
ถุงสุญญากาศ	0.0619	0.0245	0.0481	0.0417	0.0440^{B}
เฉลี่ย	0.0619^{a}	0.0395^{b}	0.0428^{b}	0.0440^{b}	

CV (%) = 8.84

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่95%



ภาพที่ 6 แสดงค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ข้าวกล้องเป็นข้าวที่คุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวที่ขัดสีแล้ว แต่เนื่องจากยังมีส่วนของรำซึ่งมีน้ำมันสูงทำให้เก็บรักษาได้ไม่นานโดยเฉพาะหากสภาวะการเก็บรักษาไม่เหมาะสม จากการศึกษาการเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงโพลีเอธิลีน และถุงสุญญากาศของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในทั้งสองสภาวะ มีคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานใกล้เคียงกันในทุกลักษณะที่ทำการตรวจวิเคราะห์ ยกเว้นการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้มและปริมาณโอรีซานอล ซึ่งข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนจะดูดน้ำมากกว่าในระยะเวลาที่กำหนด ในขณะที่ใช้เวลาในการหุงต้มน้อยกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโอรีซานอลของข้าวกล้องที่เก็บรักษาแบบโพลีเอธิลีนนั้นสูงกว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงสุญญากาศ สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องพบว่าการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะทำให้ ค่าการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้ม และระยะเวลาการหุงต้มของข้าวกล้องมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณโอรีซานอล และน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ข้าวสุพรรณบุรี 1 [www.paujinjong.com/webboard/show.]วันที่ 18 ต.ค. 2549.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2534. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพข้าว. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 51 หน้า.

งามชื่น คงเสรี. 2536. คุณภาพเมล็ดทางเคมี: เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 120 หน้า.

งามชื่น คงเสรี. 2545. คุณภาพข้าวสวย. หน้า 11-30. ใน: คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. งามชื่น คงเสรี (บรรณาธิการ).จิรวัฒน์เอ็กเพรส,กรุงเทพฯ.115 หน้า.

งามชื่น คงเสรี. 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว.สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.16 หน้า.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2536. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ. 47 หน้า.

วัชระ ภูรีวิโรจน์กุล. 2548. ประวัติและความสำคัญของข้าว: เอกสารวิชาการข้าว. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วุฒิชัย นาครักษา. 2533. หลักการบรรจุ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 332 หน้า.

สายสนม ประดิษฐ์สุดวง เนื้อทอง วนานุวัธ และรุ่งทิพย์ จุฑะมงคล.2535.เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการนิทรรศการ 50 ปี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 148 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. เคมีทางธัญญาพืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 148 หน้า.

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

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544. ความรู้เบื้องต้น : เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Barber, S. 1972. Milled rice and changes during aging , pp.215-256.In D.F. Houston (ed.). Rice :Chemistry and Technology .Amer.Assoc.Cereal Chem., Inc., St.Paul , Minnesota.

Bernetti , R., D.A. Kochan, V.W. Trost and S.N. Yong. 1990. Modern methods of analysis for food starches. Cereal Food World.35: 110-1104.

Buttery , R.G., L.C. Ling and B.O. Juliano. 1983 .Identification of rice aroma Compound 2-acetyl -1- pyrroline in pandan leaves. Chem Industry .478.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Houston , D.F.1972 . Rice : Chemistry and Technology . Amer. Assoc.Cereal Cher., Inc., St. Paul , Minnesota . 517 p.

Juliano , B.O. 1972 . The rice caryosis and its composition , pp. 16-74.In D.F.Houston (ed.). Rice : Chemistry and Technology.Amer.Assoc.CerealChem.,Inc.,St. Panl ,Minnesota.

.Juliano, B.O. 1980. Properties of the rice caryopsis, pp. 403-438. In B.S. Luh (ed.). Rice : Chemistry and Technology. The AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.

Juliano, B.O. and C.M. perez. 1984. result of collaborative test on the measurement of grain elongation of milled rice during cooking. J.Cereal Sci. 2 : 281-292.

Juliano, B.O. and .B. Bechtel. 1985. The rice grain and ist gross composition,pp. 17-57. In B.O. Juliano (ed.). Rice : Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem., Inc., St. Paul, Minnesota.

Juliano, J.B. and M.J. Aldama. 1973. Morohology of Oryza Sativa Linnaeus. Cereal Chem. 36 : 91-97.

Kik, M.C. 1945. Effect of Milling, Processing, Washing, Cooking and Storage on Thaimine Riboflavin and Niacin in Rice. Univ. Ark : Bull. 458 p.

Little, R.R., G.B. Hilder and E.H. Dawsow. 1958 Differential effect of dilute alkali on 25 Varities of milled white rice. Cereal Chem. 35(1) : 111-126.

Lorenz, K.J. and K. Kulp. 1991. Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker Inc., New York. 870 p.

Marshall, W.E. and J.I. Wadsworth. 1994 Rice Scence and Technology. Marcel Dekker Inc., New York. 470 p.

Mitsuda, H. and Murakami. 1969. Protein body isolated from rice endsperm. Physiol. Plant. 8 : 1-5.

Ory, R.L., A.J. Delucca, A.J. St. Angelo and H.P. Dupuy. 1980. Storage quality of brown rice as affected by packaging with and without carbondioxide. J. Food Prot. 43 :929-932.

Ramesh, M., K.R. Bhattacharya and J.R. Mitchell. 2000 Development in understanding the basic of cookd-rice texture. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 40(6) : 449-460.

Sharp, R.N. and L.K. Timme. 1986. Effect of storage time, temperature and packing method on shelf life of brown rice. Cereal Chem. 63(3) : 247-251.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shibuya, N., T. Iwsaki, H. Yananase and S. Chikubu. 1974. Studies on deterioration of rice during storage. J. Jpn. Soc. Fd. Sci. Tech. 21 : 597-603.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1

การทดลองคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ก่อนการทำข้าวกล้องงอกได้ผลดังนี้

คุณสมบัติที่ตรวจวัด	ค่าวิเคราะห์	หมายเหตุ
ความชื้น	12.43 (%)	
ปริมาณอะมิโลส	28.98 (%)	จัดอยู่ในกลุ่มอะมิโลสสูง
ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	3-4(คะแนน)	เมล็ดข้าวพองตัว และมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว และมีแป้งกระจายออกมา
ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม	31.66 (นาที)	
เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ	277.33 (%)	
ปริมาณโอรีซานอล	16.1280 (ppm)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

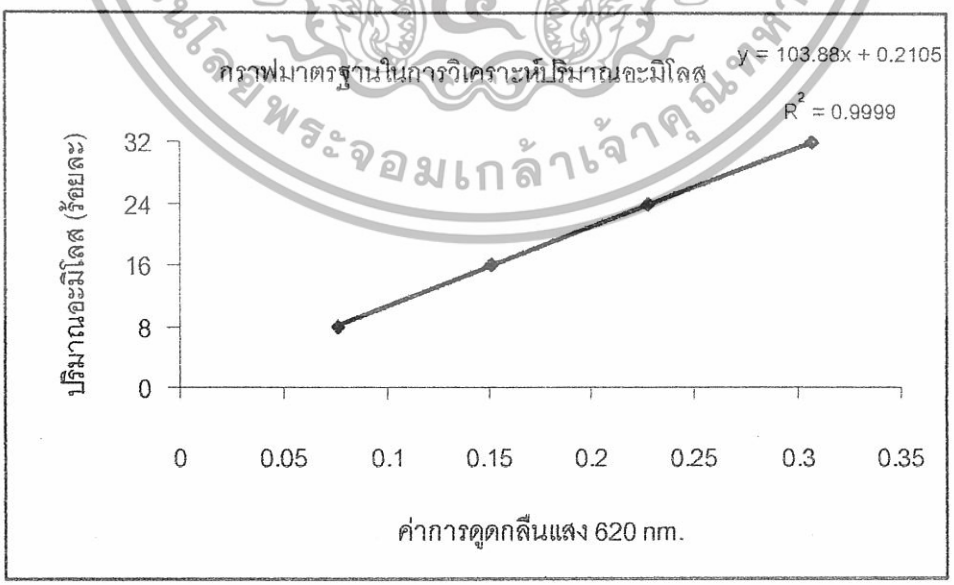
ภาคผนวก ข

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

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

ตารางผนวกที่ ข. 1 แสดงค่าปริมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

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



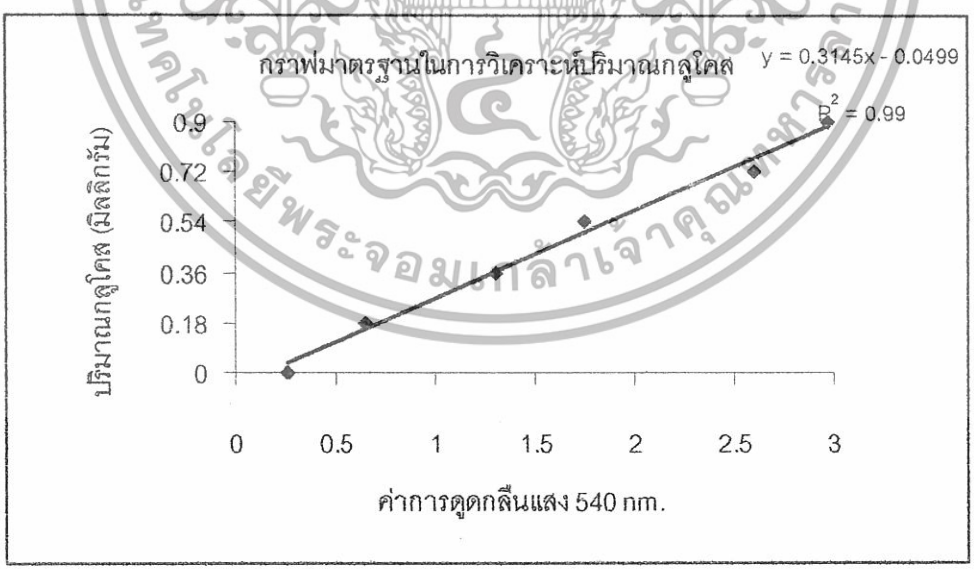
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (0.5 ไมโครโมล/มิลลิลิตร) ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1.0 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมเป็น 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติม DNS regent หลอดละ 1 มิลลิลิตร นำหลอดแช่ในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วมาแช่ในน้ำแข็งทันที เมื่อเย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้ว นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (nm.) โดย หลอดเปรียบเทียบใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกลูโคส เขียนกราฟระหว่างค่าที่อ่านได้กับปริมาณกลูโคสแต่ละหลอด

ตารางผนวกที่ ข. 2 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส

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



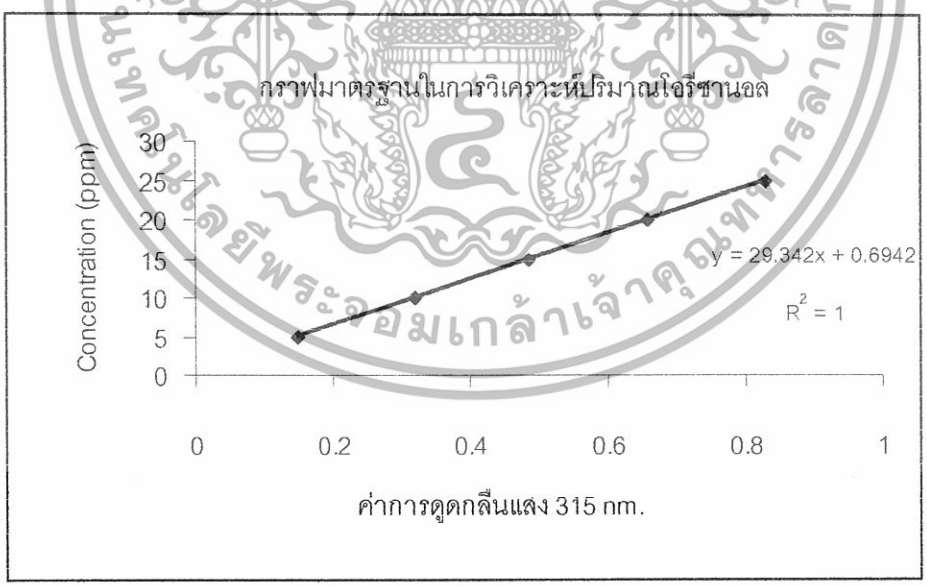
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ชั่งแกรมมาดโอรีซานอล 50+- 0.0001 มิลลิกรัม ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n-heptane) ด้วยขวดปริมาตร 100 มล. เพื่อเป็น stock solution จากนั้นเตรียมความเข้มข้นต่างๆ โดยปิเปตสารเริ่มต้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มล. ลงในขวดปรับปริมาตร 50 มล. ปรับปริมาตรด้วยเฮปเทน (n-heptane) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) และนำค่าการดูดกลืนแสงต่างๆ ที่วัดได้เขียนกราฟมาตรฐาน

ตารางผนวกที่ ข. 3 แสดงค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค. 1 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องในการเก็บรักษาใน ถุงโพลีเอธิลีน และในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	12.36	12.46	12.47	12.43
	1	12.66	12.76	12.76	12.72
	2	11.88	11.96	11.96	11.93
	3	12.37	12.38	12.48	12.41
ถุงสุญญากาศ	0	12.36	12.46	12.47	12.43
	1	12.57	12.90	13.18	12.88
	2	12.88	12.88	12.98	12.91
	3	13.00	12.80	13.08	12.96

ตารางผนวกที่ ค. 2 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณอะมิโลสของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	28.98	28.67	29.29	28.98
	1	33.45	33.14	33.45	33.48
	2	32.41	33.24	32.82	32.83
	3	29.81	30.64	30.95	30.47
ถุงสุญญากาศ	0	28.98	28.67	29.29	28.98
	1	31.16	31.16	31.37	31.23
	2	33.55	33.76	33.97	33.76
	3	38.95	38.95	39.47	39.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค. 3 แสดงข้อมูลการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาพการเก็บรักษาแบบถุงโพลีเอธิลีนและแบบสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
	1	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5
	2	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5
	3	5 - 6	5 - 6	5 - 6	5 - 6
ถุงสุญญากาศ	0	3 - 4	3 - 4	3 - 4	3 - 4
	1	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5
	2	5 - 6	5 - 6	5 - 6	5 - 6
	3	4 - 5	4 - 5	4 - 5	4 - 5

ตารางผนวกที่ ค. 4 แสดงข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	32	32	31	31.66
	1	34	34	33	33.66
	2	36	36	35	35.66
	3	34	34	35	34.33
ถุงสุญญากาศ	0	32	32	31	31.66
	1	34	34	33	33.66
	2	36	36	36	36.00
	3	35	35	34	34.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค. 5 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	280.00	277.00	275.00	277.33
	1	310.00	318.00	313.00	313.66
	2	317.80	314.40	315.30	315.83
	3	318.00	331.00	331.50	326.83
ถุงสุญญากาศ	0	280.00	277.00	275.00	277.33
	1	291.50	291.50	301.00	294.66
	2	317.00	317.50	314.00	316.16
	3	321.00	308.50	304.00	311.16

ตารางผนวกที่ ค.6 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณโอรีซานอลของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	16.06	16.18	16.12	16.12
	1	15.62	15.65	15.71	15.66
	2	16.39	16.33	16.36	16.36
	3	14.60	14.63	14.71	14.65
ถุงสุญญากาศ	0	16.06	16.18	16.12	16.12
	1	14.63	14.60	14.63	14.62
	2	15.48	15.48	15.51	15.49
	3	14.86	14.86	14.89	14.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.7 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(มก.กลูโคส)ของข้าวกล้องในการเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0,1, 2 และ 3 เดือน

สภาพการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ถุงโพลีเอธิลีน	0	0.0667	0.0570	0.0620	0.0619
	1	0.0545	0.0589	0.0501	0.0545
	2	0.0365	0.0413	0.0350	0.0376
	3	0.0387	0.0510	0.0497	0.0464
ถุงสุญญากาศ	0	0.0667	0.0570	0.0620	0.0619
	1	0.0246	0.0246	0.0243	0.0245
	2	0.0482	0.0488	0.0475	0.0481
	3	0.0372	0.0444	0.0435	0.0417

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางผนวกที่ ง.1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	2.582	0.368	22.04*	0.0001
A	1	1.066	1.066	63.72*	0.0001
B	3	0.651	0.217	12.97*	0.0001
AB	3	0.864	0.288	17.21*	0.0001
ERROR	16	0.267	0.016		
TOTAL	23	2.850			

GRAND MEAN = 12.58 %

CV(%) = 1.02

* (singnificant) = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ns (non singnificant) = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Factor A = สภาพการเก็บรักษา

Factor B = ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางผนวกที่ ง.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์อะมิโลสของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	229.79	32.82	294.14*	0.0001
A	1	20.96	20.96	187.83*	0.0001
B	3	109.34	36.44	326.60*	0.0001
AB	3	99.48	33.16	297.12*	0.0001
ERROR	16	1.78	0.11		
TOTAL	23	231.57			

GRAND MEAN = 32.33 %

CV(%) = 1.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ระยะเวลาการหุงต้ม (นาที) ของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	55.16	7.88	27.02*	0.0001
A	1	0.166	0.166	0.57	0.460
B	3	54.83	18.27	62.67*	0.0001
AB	3	0.166	0.055	0.19	0.9013
ERROR	16	4.66	0.29		
TOTAL	23	59.83			
GRAND MEAN	= 33.91 %				
CV(%)	= 1.59				

ตารางผนวกที่ ง.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	7390.29	1055.75	41.83*	0.0001
A	1	442.04	442.04	17.51*	0.0007
B	3	6480.45	2160.15	85.58*	0.0001
AB	3	467.79	155.93	6.18*	0.0054
ERROR	16	403.87	25.24		
TOTAL	23	7794.16			
GRAND MEAN	= 304.12 %				
CV(%)	= 1.65				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ง.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล (ppm) ของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	10.29	1.47	820.94*	0.0001
A	1	1.066	1.066	595.43*	0.0001
B	3	7.463	2.487	1388.53*	0.0001
AB	3	1.765	0.588	328.51*	0.0001
ERROR	16	0.028	0.001		
TOTAL	23	10.32			
GRAND MEAN	= 15.48 %				
CV(%)	= 0.27				

ตารางผนวกที่ ง.6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มก.กลูโคส) ของข้าวกล้องเมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและในถุงสุญญากาศในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)
Treatment	7	0.0033	0.0004	27.79*	0.0001
A	1	0.0002	0.0002	12.66*	0.0026
B	3	0.0018	0.0006	35.02*	0.0001
AB	3	0.0013	0.0004	25.60*	0.0001
ERROR	16	0.0002	0.00001		
TOTAL	23	0.0036			
GRAND MEAN	= 0.0470 %				
CV(%)	= 8.84				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	: นายศุภโชค ประแสง
วันเดือนปีเกิด	: 1 มีนาคม พ.ศ. 2528
ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน	: 6/8 ถ.เทศบาล ซ.3 ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี 25000
โทรศัพท์	: 037-213497
ที่อยู่ปัจจุบัน	: 6/8 ถ.เทศบาล ซ.3 ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี 25000
โทรศัพท์	: 089-9217712
การศึกษา	: พ.ศ. 2536-2541 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาล ปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
	พ.ศ. 2541-2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
	พ.ศ. 2543-2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง จังหวัดปราจีนบุรี
	พ.ศ. 2546 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้