การพัฒนาข้าวกล้องงอกโดยกระบวนการทำข้าวนึ่ง และผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง

DEVELOPMENT OF GERMINATED BROWN RICE BY PARBOILING PROCESS AND EFFECT OF STORAGE ON PROPERTIES OF PARBOILED GERMINATED BROWN RICE

ศิริรัตนาพร หล้าบ้วงค์

SIRIRATTANAPORN LABUAWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชไร่

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-010-025

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาข้าวกล้องงอกโดยกระบวนการทำข้าวนึ่ง และผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง

DEVELOPMENT OF GERMINATED BROWN RICE BY PARBOILING PROCESS AND EFFECT OF STORAGE ON PROPERTIES OF PARBOILED GERMINATED BROWN RICE

ศิริรัตนาพร หล้าบัววงค์

SIRIRATTANAPORN LABUAWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105266
วัน,เดือน,ปี 17 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชไร่

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-010-025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF GERMINATED BROWN RICE BY PARBOILING PROCESS AND EFFECT OF STORAGE ON PROPERTIES OF PARBOILED GERMINATED BROWN RICE

SIRIRATTANAPORN LABUAWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2009-AG-M-010-025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาข้าวกล้องงอกโดยกระบวนการทำข้าวนึ่งและผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง
นักศึกษา	นางสาว ศิริรัตนาพร หล้าบัววงค์
รหัสประจำตัว	50065203
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชไร่
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อุมา แสงคร้าม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. โศรดา วัลภา

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง โดยใช้ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นพันธุ์ทดลอง แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองแรกเป็นการศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง ผลการทดลองพบว่า การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกทำให้ข้าวมีการแตกหักสูงหลังกะเทาะเปลือก แต่การทำข้าวกล้องงอกนึ่งสามารถลดการแตกหักดังกล่าวได้ การทดสอบคุณภาพการหุงต้มพบว่า ข้าวที่ผ่านกระบวนการนึ่งมีค่าการสลายตัวในด่างสูงและดูดน้ำระหว่างการหุงต้มน้อย เมื่อวัดการขยายปริมาตรและเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกพบว่า ข้าวนึ่งกล้องมีอัตราการขยายปริมาตรน้อยสุด ในขณะที่ข้าวกล้องงอกนึ่งมีเนื้อสัมผัสแข็งสุด ส่วนข้าวกล้องงอกมีอัตราการขยายปริมาตรมากสุดและมีเนื้อสัมผัสนุ่มสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) การสกัดน้ำมันจากรำข้าวและแป้งข้าวกล้องแต่ละชนิดและวัดปริมาณสารโอรีซานอลในน้ำมันพบว่า ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีปริมาณน้ำมันในรำและในแป้งข้าวกล้องสูงกว่าข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยข้าวนึ่งกล้องมีโอรีซานอลในน้ำมันรำสูงสุด ในขณะที่ข้าวกล้องงอกนึ่งมีโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องสูงสุด เมื่อวัดคุณสมบัติของแป้งข้าวกล้องด้วยเครื่อง rapid visco analyzer พบว่า ความหนืดของแป้งข้าวกล้องงอกจะเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวชนิดอื่น ยกเว้นความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวและเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด ซึ่งพบว่าข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่ามากกว่า สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่พึงพอใจในคุณลักษณะของข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอก ส่วนข้าวที่ผ่านขั้นตอนการนึ่ง ความพึงพอใจของผู้ทดสอบมีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวนึ่งกล้องซึ่งได้รับความพึงพอใจในระดับต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่สอง เป็นการศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง โดยบรรจุข้าวกล้องในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ambient temperature) เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน ผลการทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดข้าว ข้าวกล้องทั้งสามชนิดที่ผ่านการเก็บรักษาจะมีคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์บางประการ ได้แก่ การสลายตัวในด่าง ปริมาณการดูดน้ำ เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก และปริมาณน้ำมันในรำและในแป้งข้าวกล้อง ในทำนองเดียวกับการทดลองที่ 1 สำหรับวิธีการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาข้าวในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศไม่มีผลทำให้คุณสมบัติโดยรวมของข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น มีผลให้ปริมาณน้ำมันในรำและแป้งข้าวกล้อง และปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำและน้ำมันแป้งข้าวกล้องลดลง ในขณะที่ปริมาณการดูดน้ำ อัตราการขยายปริมาตร และเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (ความแข็ง) เพิ่มขึ้น การเก็บรักษาข้าวกล้องเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป ทำให้ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจต่อลักษณะต่างๆ ของข้าวหุงสุกลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Germinated Brown Rice by Parboiling Process and Effect of Storage on Properties of Parboiled Germinated Brown Rice
Student	Miss Sirirattanaporn Labuawong
Student ID.	50065203
Degree	Master of Science
Program	Agronomy
Year	2009
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Uma Sangkram
Thesis co-Advisor	Dr. Sorada Wanlapa

ABSTRACT

This research was conducted to study the quality of parboiled germinated brown rice (PGBR) of cv. Chai Nat 1. This study was consisted of two experiments. In the first experiment, the quality of PGBR was compared to brown rice (BR), germinated brown rice (GBR) and parboiled brown rice (PBR). The results showed that producing GBR from rough rice caused high breaking percentage when rice was dehulled but parboiling process to make PGBR could solve this problem. Analysis of cooking quality showed that PBR and PGBR had high alkali digestibility values and low water absorption during cooking. Low volume expansion and high hardness values of cooked rice were also found from PBR followed by PGBR, BR and GBR, respectively. Chemical analysis showed significantly higher ($p<0.05$) content of rice bran oil and brown rice flour oil in PBR and PGBR than GBR and BR, respectively. The highest oryzanol content in rice bran oil was found from PBR while the highest oryzanol content in brown rice flour oil was found from PGBR. Apart from those properties, the higher value of GBR flour viscosity measured by rapid visco analyzer also found in this study. Sensory evaluation of cooked rice by the panelists indicated that BR and GBR were preferred to other two kinds of rice of which PBR had the lowest overall acceptability score.

In the second experiment, the effect of packing method and storage time on the quality of rice. Three kinds of rice (GBR, PBR and PGBR) were kept in polyethylene bag and vacuum plastic bag and stored in ambient temperature for 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months. For comparing among all kinds of rice, it was found that the physicochemical properties of stored GBR, PBR and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

PGBR measured in terms of alkali digestibility values, water absorption during cooking, hardness of cooked rice and oil in rice bran and in brown rice flour had the same trend as in the first experiment. The difference in packing methods caused non - significant effect on most properties. The increase of storage time caused the significant decrease of rice bran oil and brown rice flour oil content, oryzanol content in rice bran oil and in brown rice flour oil. On the contrary, the increase of storage time caused the increase of water absorption during cooking, volume expansion and hardness of cooked rice. Sensory evaluation of cooked rice showed that the panelists did not accept if rice was stored more than 4 months.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง ที่เป็นบุคคลสำคัญที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างแท้จริง ขอขอบพระคุณทุกๆ ความดูแลเอาใจใส่และทุกๆ คำแนะนำที่อาจารย์มีให้เสมอมา ทำให้สามารถแก้ปัญหาและฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ไปได้ และขอขอบพระคุณที่อาจารย์คอยกระตุ้นให้มีความกระตือรือร้นในการทำวิทยานิพนธ์ จนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.โศรดา วัลภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ จนทำให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์ รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล และ ดร.อภินันท์ วัลภา ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. มาฤดี ผ่องพิพัฒนพงศ์ และนางสาว วราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ หัวหน้าภาคและนักวิทยาศาสตร์ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร ที่เอื้อเฟื้อความช่วยเหลือและคำแนะนำในการใช้เครื่องวัดค่าความหนืดของแป้ง (RVA) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) และเครื่องวัดสี (colorimeter)

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาและครอบครัว ที่คอยสนับสนุนการศึกษาตลอดมา อีกทั้งยังคอยให้ข้อคิดและกำลังใจในการดำเนินชีวิต ทำให้ข้าพเจ้ามีแรงผลักดันในการศึกษาเล่าเรียนและดำเนินชีวิตอยู่ในทางที่ถูกต้อง และประสบความสำเร็จในทุกๆ เรื่องเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณพัชรี ชูอำไพ เจ้าหน้าที่ห้องธุรการภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และ คุณสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร ที่ให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำเล่มวิทยานิพนธ์และความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณไพฑูรย์ ละลา คุณแพรวนภา ผ่องอุดม คุณศรอนงค์ อุยโต คุณพรพรรณ ยานะโส คุณสายสุรีย์ วงศ์วิชัยวัฒน์ และนักศึกษาปริญญาโททุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทดลองในห้องปฏิบัติการ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและทุกๆ กำลังใจที่ข้าพเจ้าได้รับเสมอมา ที่ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และทำให้ข้าพเจ้ามีความฮึกเหิมจนสามารถฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นไปได้

ศิริรัตนาพร หล้าบัววงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง.....

สารบัญภาพ.....

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ความสำคัญของข้าว..... 3

2.2 ชนิดของข้าว..... 3

2.3 ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1..... 4

2.4 โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว..... 4

2.5 กระบวนการสีข้าว..... 5

2.6 ข้าวกล้อง..... 7

2.7 ข้าวกล้องงอก..... 7

2.8 ข้าวนึ่ง..... 10

2.9 การเก็บรักษาข้าว..... 11

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 14

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง..... 14

3.1.1 ตัวอย่างข้าว..... 14

3.1.2 สารเคมี..... 14

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์..... 14

3.2 สถานที่การดำเนินงานวิทยานิพนธ์..... 15

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น...

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน 15

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง 15

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง 15

(1) เปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าว 17

(2) สีของข้าว 17

(3) การสลายเมล็ดในด่าง 17

(4) การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม 17

(5) การขยายปริมาตร 19

(6) การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก 19

(7) ปริมาณน้ำมันในรำและแป้งข้าว 19

(8) ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำและในน้ำมันแป้งข้าว 20

(9) การวัดค่าระดับการหืน 20

(10) การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) 20

(11) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส 21

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง 21

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 22

บทที่ 4 ผลการทดลอง 23

4.1 ศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง ก่อนการเก็บรักษา 23

4.1.1 เปอร์เซ็นต์การแตกหัก 23

4.1.2 ค่าสี (ΔE^*) 24

4.1.3 คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพข้าวหุงสุก 24

4.1.4 ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมัน และระดับการหืน 26

4.1.5 ค่าความหนืดของแป้งที่วัดด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA) 28

4.1.6 การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การศึกษาผลของวิธีการและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง 31

4.2.1 ค่าการสลายตัวในด่าง 31

4.2.2 ปริมาณการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม 31

4.2.3 การขยายปริมาตรของข้าวหุงสุก. 35

4.2.4 การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก 36

4.2.5 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว 39

4.2.6 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง 39

4.2.7 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว 43

4.2.8 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง 43

4.2.9 การวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA) 47

4.2.10 การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส 59

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 72

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 77

บรรณานุกรม 78

ภาคผนวก 83

ภาคผนวก ก การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล 84

ภาคผนวก ข แบบประเมินการทดสอบด้านประสาทสัมผัส 85

ภาคผนวก ค 86

ประวัติส่วนตัว 141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ประโยชน์ของสารอาหารในข้าวกล้องงอกต่อร่างกาย	8
3.1	ระดับการสลายตัวในด่างของแต่ละเมล็ด	18
4.1	ค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	23
4.2	ค่าสี (ΔE^*) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	24
4.3	คะแนนการสลายตัวในด่าง ปริมาณการดูดน้ำ อัตราการขยายปริมาตร และเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	25
4.4	ค่าปริมาณน้ำมัน ปริมาณโอรีซานอล และระดับการหืนของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	27
4.5	ค่าความหนืดแป้งจากการวัดด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	29
4.6	คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	30
4.7	ค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	32
4.8	ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าว กล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	33
4.9	อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้อง งอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	36
4.10	การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญา - กาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 40

4.12 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 41

4.13 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 44

4.14 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 45

4.15 ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 48

4.16 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 49

4.17 ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 50

4.18 ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.19	ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	52
4.20	ค่าเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	53
4.21	ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	54
4.22	คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	60
4.23	คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	61
4.24	คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	62
4.25	คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.26	คะแนนเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	64
4.27	คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	65
4.28	คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	66
4.29	คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	67
ก.1	ค่าการดูดกลืนแสงของโอรีซานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ	84
ค.1	ค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่ง กล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	86
ค.2	ค่าสี (ΔE^*) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	86
ค.3	คะแนนการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	87
ค.4	ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	87
ค.5	อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	87
ค.6	เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (กรัม) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.7	ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	88
ค.8	ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	88
ค.9	ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	89
ค.10	ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	89
ค.11	ระดับการหืน (nmol/กรัมแป้งข้าว) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	89
ค.12	ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	90
ค.13	ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	90
ค.14	ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	90
ค.15	ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	91
ค.16	ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.17	เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	91
ค.18	อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	92
ค.19	คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	92
ค.20	คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	92
ค.21	คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	93
ค.22	คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	93
ค.23	คะแนนเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	93
ค.24	คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	94
ค.25	คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.26 คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา..... 94

ค.27 การสลายตัวในสารละลายด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 95

ค.28 ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 97

ค.29 อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 99

ค.30 การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 101

ค.31 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 103

ค.32 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 105

ค.33 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 107

ค.34 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน..... 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.35 ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 111

ค.36 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 113

ค.37 ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 115

ค.38 ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 117

ค.39 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 119

ค.40 ค่าเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 121

ค.41 ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.42	คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	125
ค.43	คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาท สัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอ - ทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	127
ค.44	คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอ - ทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	129
ค.45	คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	131
ค.46	คะแนนเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	133
ค.47	คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	135
ค.48	คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	137
ค.49	คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการสีข้าว	6
2.2	กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	12
3.1	การทำข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง	16
3.2	ระดับการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว	18
3.3	ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA	21
4.1	ค่าเฉลี่ยการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้อง งอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	34
4.2	ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	34
4.3	ค่าเฉลี่ยอัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	38
4.4	ค่าเฉลี่ยการวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	38
4.5	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	42
4.6	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	42
4.7	ค่าเฉลี่ยปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	46
4.8	ค่าเฉลี่ยปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	46
4.9	ค่าเฉลี่ยความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	55
4.10	ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.11 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 56

4.12 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 56

4.13 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 57

4.14 ค่าเฉลี่ยเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 57

4.15 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 58

4.16 คะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 68

4.17 คะแนนเฉลี่ยสีของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 68

4.18 คะแนนเฉลี่ยกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 69

4.19 คะแนนเฉลี่ยการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.20	คะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	70
4.21	คะแนนเฉลี่ยความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	70
4.22	คะแนนเฉลี่ยรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	71
4.23	คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน	71
ก.1	กราฟของโอรีซานอลมาตรฐาน	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่อประชากรของโลก ซึ่งรวมถึงประเทศไทย (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547) ปัจจุบันความสนใจในเรื่องของสุขภาพทำให้การบริโภคข้าวกล้องเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากตระหนักในคุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องที่มีสูงกว่าข้าวที่ผ่านการขัดสี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้าวกล้องหุงสุกยาก และมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ร่วน และระคายคอ ทำให้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของข้าวกล้องให้สามารถบริโภคได้ง่ายขึ้น แนวทางหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาคุณภาพของข้าวกล้องคือ การทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice)

การศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารในเมล็ดธัญพืชที่เริ่มงอกนั้น มีมานานกว่าทศวรรษ ในปี ค.ศ. 1994 Saikusa *et al.* นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ค้นพบกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริค (γ – aminobutyric acid หรือ GABA) ซึ่งเป็นสารที่พบในเมล็ดข้าวกล้องและมีปริมาณมากในข้าวกล้องงอก สารดังกล่าวเป็นสารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่นักวิจัยให้ความสนใจต่อข้าวกล้องงอกมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ในข้าวกล้องงอกมีสารแกมมาโอรีซานอล (γ – oryzanol) ในส่วนของรำข้าวมากกว่าข้าวกล้องปกติ สารแกมมาโอรีซานอลมีบทบาทสำคัญหลายประการ เช่น ช่วยลดคอเรสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดและต้านอนุมูลอิสระ และยังพบว่าการใช้สารนี้กับนักกีฬาจะช่วยเพิ่มปริมาณเซลล์กล้ามเนื้ออีกด้วย (นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และ เรวดี จงสุวัฒน์. 2545)

แม้ข้าวกล้องงอกจะมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่กระบวนการผลิตล้วนมีผลต่อคุณสมบัติของข้าวทั้งทางกายภาพและทางเคมี อุมา แสงคร้าม และ ลำพึง พุ่มจันทร์ (2550) พบว่า ข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวเปลือกมีโภชนสารสำคัญคือ แกมมาโอรีซานอลเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวกล้องงอกที่ทำจากข้าวกล้อง แต่การนำข้าวเปลือกงอกมากะเทาะเป็นข้าวกล้อง ทำให้ข้าวกล้องแตกหักมาก และหากนำข้าวกล้องงอกมาขัดสีเป็นข้าวสารจะทำให้มีการแตกหักมากขึ้น การแก้ไขปัญหาการแตกหักดังกล่าวจึงควรได้รับการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มคุณภาพของข้าวให้ดียิ่งขึ้น การพัฒนากระบวนการทำข้าวกล้องงอกโดยอาศัยวิธีการทำข้าวนึ่งจึงน่าจะเป็นแนวทางที่แก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากกระบวนการทำข้าวนึ่งจะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดหลังการขัดสีเพิ่มขึ้น และการนึ่งยังทำให้สารอาหารจากรำหรือเยื่อหุ้มเมล็ดซึมเข้าสู่เนื้อเมล็ด (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536) ดังนั้นหากนำข้าวกล้องงอกที่ผ่านการนึ่งมาขัดสีเป็นข้าวสารน่าจะทำให้ได้ข้าวสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเก็บรักษาข้าวกล้องในบรรจุภัณฑ์ ถือเป็นกระบวนการสำคัญในทางการค้า ซึ่งอาจส่งผลต่อการเสื่อมคุณภาพของข้าวกล้องได้ ดังนั้น การศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งและผลของการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นทางเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเพิ่มศักยภาพในการผลิตข้าวไทยได้อีกทางหนึ่ง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง

1.2.2 ศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพข้าวให้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าข้าว และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับที่จะใช้ผลิตข้าวเพื่อใช้ในทางการค้าต่อไป

1.3.2 ทราบถึงผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของข้าว

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อสังคมไทย โดยเป็นแหล่งอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรต และเป็นสินค้าออกที่สำคัญ ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวประมาณ 67 ล้านไร่ ผลิตข้าวเปลือกได้ประมาณ 29 ล้านตัน ส่วนใหญ่เก็บไว้ใช้บริโภคและเป็นเมล็ดพันธุ์ประมาณ 12 ล้านตัน ที่เหลือส่งออกคิดเป็นปริมาณข้าวสารประมาณ 6 ล้านตัน (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2551) ในแต่ละปีข้าวที่เหลือจากการบริโภคจะถูกส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น จีน อินโดนีเซีย อิหร่าน ฮ่องกง มาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยในช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2551 การส่งออกข้าวเบื้องต้นมีประมาณ 9.004 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออกถึง 5,543 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (178,556 ล้านบาท) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2550 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 23.7 และ 104.6 ตามลำดับ ปริมาณข้าวที่ส่งออกทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นข้าวหอมมะลิไทยถึง 2.155 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1,600 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (51,520 ล้านบาท) หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28.9 ของมูลค่าการส่งออกข้าวทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประเทศไทยมีคู่แข่งในการส่งออกข้าวเพิ่มขึ้น เช่น เวียดนาม ปากีสถาน และอินเดีย ดังนั้น อนาคตของข้าวไทยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมุ่งเน้นที่การผลิตข้าวคุณภาพสูง เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าการส่งออกข้าวให้สูงขึ้น (กรมการค้าต่างประเทศ. 2551)

2.2 ชนิดของข้าว

ข้าวจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้า (Family : Gramineae or Poaceae) สกุลออไรซา (Genus : Oryza) ซึ่งพืชในสกุลนี้มีอยู่ประมาณ 23 ชนิด ในจำนวนนี้มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่นิยมปลูกเพื่อใช้บริโภค ได้แก่ *Oryza sativa* Linn. ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศผู้ปลูกข้าวรวมทั้งเอเชียด้วย และ *Oryza glaberrima* Steud. ที่ปลูกกันในบางส่วนของทวีปแอฟริกา ส่วนอีก 21 ชนิดที่เหลือถือเป็นข้าวป่า ทั้งข้าวปลูกและข้าวป่าจะมีโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 12 โดยที่ข้าวปลูกจะมีโครโมโซมเป็นดิพพลอยด์ (diploids) คือ 2n = 24 ส่วนข้าวป่าบางชนิดจะเป็นเตตระพลอยด์ (tetraploids) คือ มีโครโมโซมเท่ากับ 48 (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547) ข้าวเอเชียที่ปลูกกันในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. อินดิกา (Indica) เป็นพันธุ์วันสั้น ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ส่วนใหญ่ปลูกอยู่ในเขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา และอินเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จาโปนิกา (Japonica) บางพันธุ์เป็นพืชวันสั้น ส่วนใหญ่ไม่ไวแสง ปลูกมากในเขตกึ่งร้อนหรืออบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และจีนตอนเหนือ

3. จาวานิกา (Javanica) เป็นพันธุ์ไม่ไวแสง ปลูกมากในเขตศูนย์สูตรของอินโดนีเซียและพม่า

2.3 ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างข้าวสายพันธุ์ IR13146-158-1 กับ IR15314-43-2-3-3 และ BKN6995-16-1-1-2 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท เมื่อ พ.ศ. 2525 ปลูกคัดเลือกและทดสอบเป็นเวลารวม 11 ปี จึงได้รับการรับรองพันธุ์ เมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2536 และให้ชื่อว่า ข้าวเจ้าชัยนาท 1 (ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท. 2552)

ข้าวเจ้าชัยนาท 1 เป็นข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง ต้นสูงประมาณ 113 เซนติเมตร รวงกอตั้ง ใบสีเขียว ใบธงค่อนข้างยาวตั้งตรง คอรวงสั้น รวงยาวและแน่น ระแง้ค่อนข้างถี่ ฟางแข็ง เมล็ดข้าวเปลือกยาวเรียวสีฟาง บางเมล็ดก้นจุด ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก ยาว 10.43 มิลลิเมตร กว้าง 2.3 มิลลิเมตร หนา 1.77 มิลลิเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด เฉลี่ย 29.24 กรัม ข้าวกล้องมีสีค่อนข้างขาว ขนาดของข้าวกล้อง ยาว 7.7 มิลลิเมตร กว้าง 2.17 มิลลิเมตร หนา 1.7 มิลลิเมตร ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 คือ ให้ผลผลิตสูง (ผลผลิตเฉลี่ย 754 กิโลกรัมต่อไร่) คุณภาพการขัดสีดี ได้เมล็ดข้าวสารใส ท้องไข่น้อย ทำข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ได้ องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ประกอบด้วย ปริมาณอะมิโลส (amylose) 27 – 30 เปอร์เซ็นต์ (อะมิโลสสูง) โปรตีน 6 – 8 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.8 – 1.0 เปอร์เซ็นต์ ข้าวสุกจะมีลักษณะร่วนและแข็งเช่นเดียวกับข้าวเสาไห้ สามารถนำไปแปรรูปเป็นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ และขนมจีนได้ นอกจากนี้ยังต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว โรคใบหงิก และค่อนข้างต้านทานโรคไหม้ แต่ไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม โรคขอบใบแห้ง และโรคใบขีดโปร่งแสง เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง (ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท. 2552)

2.4 โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว (rice fruit, rice grain, rice seed) เป็นผลชนิด caryopsis เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่หรือเยื่อหุ้มผล (pericarp) เมล็ดข้าวประกอบ ด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ แกลบ (hull หรือ husk) 20 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice) 80 เปอร์เซ็นต์ (บุญหงษ์ จงคิด. 2547) องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และอื่นๆ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวล้วนมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547; David and Dendy. 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่พบมากที่สุดในเมล็ดข้าว โดยจะพบมากในเนื้อเมล็ดซึ่งเป็นส่วนที่นำไปบริโภคและใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในข้าวกล้องและข้าวสารจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบประมาณ 88 และ 91 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแป้ง ซึ่งแป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อะมิโลเพคติน (amylopectin) และอะมิโลส โดยส่วนประกอบของแป้งทั้งสองชนิดจะมีปริมาณและสัดส่วนมากน้อยแตกต่างกันออกไปตามชนิดและพันธุ์ข้าว ซึ่งสัดส่วนที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพการหุงต้มและการรับประทาน (cooking and eating quality) (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

องค์ประกอบสำคัญรองจากคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ โปรตีน ซึ่งอยู่ตามส่วนต่างๆ ของเมล็ด ส่วนใหญ่พบในรำข้าวและคัพภะ (embryo) โดยเนื้อเมล็ดด้านนอกมีปริมาณโปรตีนมากกว่าใจกลางของเมล็ด ข้าวกล้องจะมีโปรตีนประมาณ 8.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ข้าวสารจะมีประมาณ 7.6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง โปรตีนอาจมีผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของเม็ดแป้ง โดยทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งไม่เสียรูปร่างได้ง่าย และทำให้โมเลกุลของอะมิโลสไม่ซึมผ่านออกไป ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

สำหรับไขมัน ส่วนใหญ่จะสะสมในส่วนของรำ ซึ่งจะถูกขัดออกในกระบวนการขัดสี โดยข้าวกล้องจะมีไขมันเป็นส่วนประกอบประมาณ 2.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และเมื่อผ่านการขัดสีเอาส่วนของรำออก ข้าวสารจะเหลือไขมันเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (Kreuzer. 2000)

นอกจากองค์ประกอบหลักทั้งสามแล้ว เมล็ดข้าวยังมีองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ เช่น เถ้า ใยอาหาร ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม กลิ่นหอม (aroma) ของข้าว และความชื้น เป็นต้น แม้ว่าข้าวกล้องและข้าวสารจะมีองค์ประกอบดังกล่าวไม่มากนัก (1.3 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) แต่ก็มีผลต่อคุณภาพของข้าวได้เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณความชื้นของข้าวทั้งในข้าวเปลือกและข้าวสาร ซึ่งมักใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าว (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

2.5 กระบวนการสีข้าว

กระบวนการขัดสีข้าว ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้ (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536)

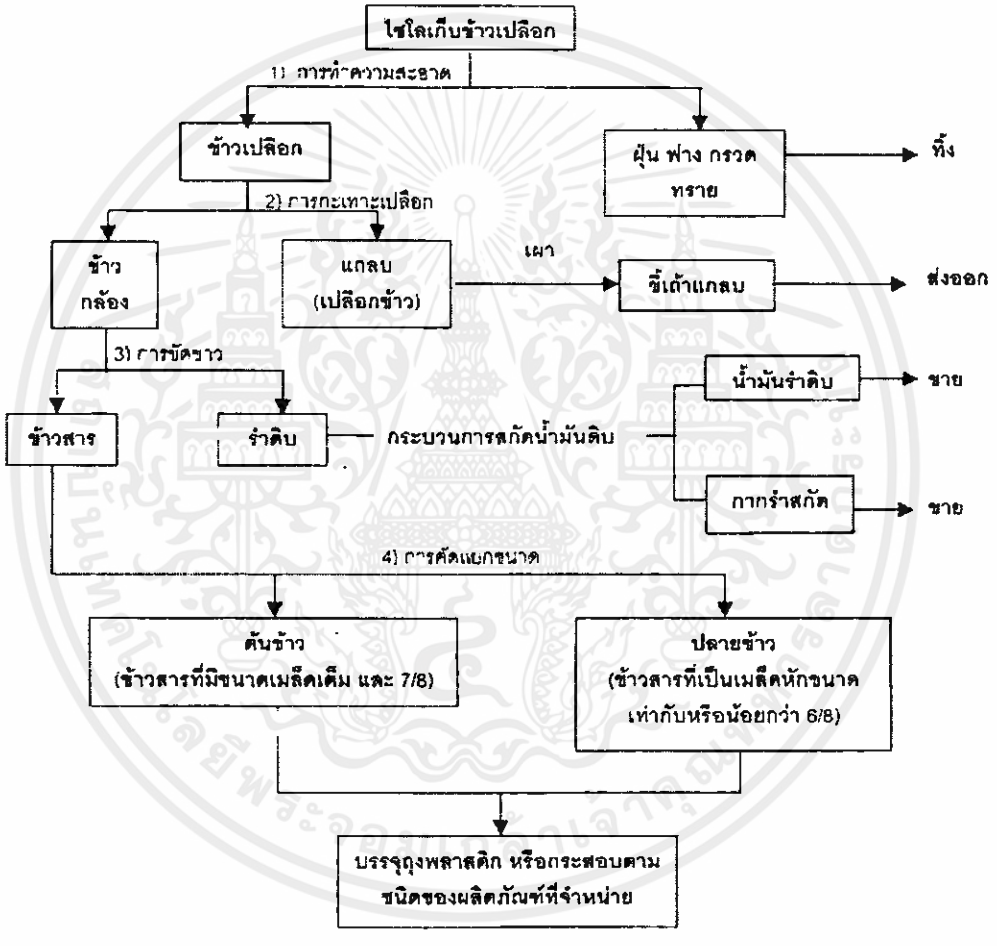
2.4.1 การทำความสะอาด เพื่อกำจัดระแง้ ใบข้าว เมล็ดลีบ กรวด หิน ดิน ทราย เมล็ดวัชพืช และสิ่งสกปรกต่างๆ ออกจากข้าวเปลือก

2.4.2 การกะเทาะ เพื่อแยกเอาเปลือกหุ้มแข็งออกจากเมล็ด สิ่งที่ได้รับคือ แกลบ และข้าวกล้องซึ่งมีเยื่อหุ้มชั้นนอกอยู่ ส่วนของแกลบ ได้แก่ ส่วนของเปลือกเมล็ด หาง กลีบเลี้ยง และขั้วเมล็ด มีประมาณ 20 – 24 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การขัดขาว เพื่อขัดเยื่อหุ้มเมล็ดและทำให้คัพภะหลุดออกจากเมล็ดข้าวกล้อง สิ่งที่ได้รับคือ รำ เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อแอลิวโรน (aleurone layer) คัพภะ และผิวนอกของข้าวสาร มีประมาณ 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก และข้าวสารมีประมาณ 68 – 70 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก

2.4.4 การคัดแยก เพื่อแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว (head rice)[1] และข้าวหัก ซึ่งแต่ละส่วนจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้าวเปลือกก่อนการสี



ภาพที่ 2.1 กระบวนการสีข้าว (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] ต้นข้าว (head rice) หมายถึง เมล็ดหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหักแต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ด และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

2.6 ข้าวกล้อง (brown rice)

ข้าวกล้อง (brown rice) คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น โดยข้าวจะผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จึงมีลักษณะสีขาวขุ่น มีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (วันดี กฤษณพันธ์. 2549)

ข้าวกล้องมีสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด อาทิเช่น คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โปรตีนช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ใยอาหารช่วยเพิ่มกากอาหารทำให้ขับถ่ายสะดวก ป้องกันอาการท้องผูกและการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ วิตามินบี 1 (thiamin) ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ช่วยให้การทำงานของระบบประสาทเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วิตามินบี 2 (riboflavin) ป้องกันโรคปากนกกระจอก ช่วยเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน แคลเซียมและฟอสฟอรัสช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง ธาตุเหล็กช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง อีกทั้งในจมูกข้าวยังมีวิตามินอี ซิลิเนียม และแมกนีเซียม ช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (วิจิตร บุณยะโหตระ. 2551)

เหตุที่ข้าวกล้องไม่เป็นที่นิยมในการบริโภค เนื่องจากข้าวกล้องมีสีสันไม่น่ารับประทาน หุงสุกยาก และไม่นุ่มเท่ากับข้าวขาว ในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาข้าวกล้องให้สามารถบริโภคได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่าข้าวกล้องปกติ โดยการผลิตในรูปของข้าวกล้องงอก เพื่อให้การบริโภคเป็นที่นิยมมากขึ้น (Komatsuzaki *et al.* 2005)

2.7 ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice)

ข้าวกล้องงอก คือ ข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการงอกในระยะเวลาสั้นๆ การทำข้าวกล้องงอกอาจทำได้โดยการนำข้าวเปลือกหรือข้าวกล้องมาแช่น้ำที่อุณหภูมิเหมาะสม ซึ่งมักไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 20 – 24 ชั่วโมง ก่อนลดความชื้นอีกครั้งหนึ่ง ข้าวกล้องงอกที่ได้เมื่อนำมาหุงต้มจะหุงสุกง่าย รสชาติดี และเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น (Ohtsubo *et al.* 2004) ในช่วงการแช่น้ำดังกล่าวข้าวจะถูกกระตุ้นให้เกิดกระบวนการงอก เอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าวกล้องจะถูกกระตุ้นให้ทำงาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร ส่งผลให้ข้าวกล้องงอกอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่า เช่น วิตามินบี 1 บี 6 วิตามินอี ใยอาหาร กรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (GABA) และสารแกมมาโอรีซานอล เป็นต้น ซึ่งสารอาหารแต่ละตัวจะมีประโยชน์ต่อร่างกายดังแสดงในตารางที่ 2.1 สารอาหารที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ คือ กรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (GABA) ซึ่งประโยชน์ของ GABA คือ ช่วยเร่งกระบวนการเผาผลาญพลังงานในสมอง ป้องกันภาวะความดันต่ำ ป้องกันอาการปวดหัวหรือภาวะซึมเศร้าซึ่งเป็นผลจากเส้นเลือดแดงในสมองหนา แข็งตัวและไม่ยืดหยุ่นจากการที่คอเลสเตอรอลไปเกาะที่ผนังเส้นเลือด ป้องกันภาวะผิดปกติของผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เช่น หงุดหงิดง่าย กระตุ้นการทำงานของไต ส่วนสารแกมมาโอรีซานอลจะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ป้องกันผิวเหี่ยวย่น ช่วยรักษาอาการของระบบประสาทที่ทำงานผิดปกติ และปรับระดับคอเลสเตอรอลของร่างกาย ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าว จึงถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายทั้งทางด้านอาหาร เครื่องสำอาง และทางการแพทย์ (นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และ เรวดี จงสุวัฒน์. 2545; Kayahara and Tsukahara. 2000)

ตารางที่ 2.1 ประโยชน์ของสารอาหารในข้าวกล้องงอกต่อร่างกาย (Kayahara and Tsukahara. 2000)

สารอาหาร	ประโยชน์ของสารอาหาร
กรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (γ – aminobutyric acid : GABA)	เร่งกระบวนการเผาผลาญพลังงานในสมอง ป้องกันภาวะความดันต่ำ ป้องกันอาการปวดหัวหรือภาวะซึมเศร้าซึ่งเป็นผลจากเส้นเลือดแดงในสมองหนา แข็งตัวและไม่ยืดหยุ่นจากการที่คอเลสเตอรอลไปเกาะที่ผนังเส้นเลือด ป้องกันภาวะผิดปกติของผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เช่น หงุดหงิดง่าย กระตุ้นการทำงานของไต
ใยอาหาร (food fiber)	บรรเทาอาการท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
อินโนซิทอล (inositols)	เร่งกระบวนการเผาผลาญไขมัน ป้องกันการสะสมไขมันที่ตับ ป้องกันผนังหลอดเลือดแดงหนาและแข็งตัว
กรดเฟอร์รูลิก (ferulic acid)	ทำลายสาร superoxides ที่ก่อให้เกิดสารอนุมูลอิสระได้ง่าย ระงับการสร้างเม็ดสีของผิว
กรกไฟติก (phytic acid)	เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันโรคทางหัวใจและหลอดเลือด เช่น ความดัน ป้องกันการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด
สารกลุ่มวิตามินอี (tocotorienols)	ทำลายสาร superoxides ที่ก่อให้เกิดสารอนุมูลอิสระ ป้องกันผิวจากรังสีอัลตร้าไวโอเลต
แมกนีเซียม (magnesium)	ป้องกันโรคหัวใจ
โพแทสเซียม (potassium)	ลดระดับความดันโลหิต
สังกะสี (zinc)	กระตุ้นการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ป้องกันภาวะเส้นเลือดแดงหนาและแข็งตัวจากการที่คอเลสเตอรอลไปเกาะที่ผนังเส้นเลือด
แกมมาโอรีซานอล (γ – oryzanol)	เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันผิวเหี่ยวย่น และช่วยปรับระดับคอเลสเตอรอลในร่างกาย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Allbritton (2003) กล่าวว่า ข้าวกล้องงอกช่วยแก้ปัญหาเรื่องความแข็งของข้าวกล้องปกติที่รับประทานยาก เพราะการแช่ข้าวทิ้งไว้จะช่วยให้เมล็ดข้าวนุ่มขึ้น ง่ายต่อการรับประทาน และลดการเกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร เนื่องจากการแช่ข้าวเป็นการย่อยขั้นต้นของเมล็ด ซึ่งเกิดได้หลายทางโดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ทำให้ข้าวกล้องงอกที่ได้มีรสชาติที่หวานกว่าข้าวกล้องปกติ เปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดอะมิโน และเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมัน เพื่อใช้ในกระบวนการงอก การดูดซึมสารอาหารและกระบวนการเมตาบอลิซึมของเมล็ดข้าวกล้อง ส่งผลให้ผู้ที่บริโภคข้าวกล้องงอกมีการย่อยและการดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น

ไพฑูรย์ ละลา (2551) ทำการศึกษาผลของการผลิตข้าวกล้องงอกเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ โดยใช้ข้าว 2 พันธุ์ คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 และข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 2 พบว่า ค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอกทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน แต่ข้าวกล้องงอกจะใช้เวลาการหุงสุกลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ในขณะที่จะดูดน้ำระหว่างการหุงต้มมากขึ้น และเมื่อวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่า ข้าวกล้องงอกทั้งสองพันธุ์จะมีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้นกว่าข้าวกล้องปกติ ส่วนค่าการเกิดกลิ่นหืนของข้าว พบว่า กระบวนการทำข้าวกล้องงอกไม่ทำให้ค่ากลิ่นหืนแตกต่างกับข้าวกล้องปกติ เมื่อทำการทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ชิมมีความชอบโดยรวมต่อข้าวกล้องปกติหุงสุกและข้าวกล้องงอกหุงสุกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มที่จะพึงพอใจต่อความนุ่มและรสชาติของข้าวกล้องงอกหุงสุกสูงกว่า และเมื่อวัดคุณสมบัติของแป้งข้าวด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA) ผลการตรวจวัดแสดงให้เห็นว่า ความหนืดของแป้งข้าวกล้องงอกจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าแป้งข้าวกล้องปกติในข้าวกล้องงอกทั้งสองพันธุ์ ยกเว้นค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวซึ่งแป้งข้าวกล้องงอกจะมีค่าต่ำกว่า

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ (2552) ได้ศึกษาการผลิตสารประกอบทางชีวภาพจากข้าวกล้องงอก โดยวิธีการทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก โดยใช้ข้าว 5 พันธุ์คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวมะลิแดง ข้าวชัยนาท ข้าวลองหลวง ข้าวเหนียวดำ และข้าวกข.6 การทำข้าวกล้องงอกดำเนินการโดยนำข้าวเปลือกมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเพาะให้งอกในความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 – 35 ชั่วโมง นำมาอบแห้งและกะเทาะเอาเปลือกออก จากการทดลองพบว่า การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกจะทำให้ได้สาร GABA สูงขึ้นในพันธุ์ข้าวหลายชนิด ซึ่งพันธุ์ข้าวที่พบว่าสามารถให้สาร GABA สูงสุด คือ ข้าวมะลิแดง ซึ่งจะมีสาร GABA เพิ่มขึ้นถึง 12 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังพบว่า การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกมีข้อดี คือ สีข้าวจะสวยกว่าข้าวกล้องงอกทั่วไป รสชาติอร่อย และมีปริมาณข้าวเต็มเมล็ดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ข้าวนึ่ง (parboiled rice)

ข้าวนึ่ง หมายถึง ข้าวที่ผ่านการทำให้สุกด้วยกระบวนการให้ความร้อนชื้น (hydrothermal process) ก่อนลดความชื้นให้ใกล้เคียงกับข้าวเปลือกธรรมดา เพื่อนำไปเก็บรักษาหรือนำไปผ่านกระบวนการสีข้าวเป็นข้าวสารนึ่งต่อไป (น้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546) วิธีการนี้จะทำให้ได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากการนึ่งทำให้แป้งในเมล็ดข้าวกลายเป็นกาวเชื่อมรอยร้าว ดังนั้นกระบวนการแปรรูปข้าวนึ่งจึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเปลือกธรรมดา โดยเฉพาะข้าวเปลือกที่มีคุณภาพในการสีต่ำ ให้มีปริมาณข้าวหักระหว่างการสีลดลง (เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536)

ในอดีต มีการพัฒนาระบบการแปรรูปข้าวนึ่งในหลายลักษณะ แต่วิธีการที่นิยมทำกันโดยทั่วไปและให้ผลดี คือ การต้มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 – 85 องศาเซลเซียส ในหม้อที่มีฝาปิด ใส่ข้าวเปลือกที่สะอาดลงต้ม เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 75 องศาเซลเซียส ห่อหม้อไว้ด้วยกระสอบป่าน วางทิ้งไว้ข้ามคืน รุ่งเช้าจึงเทน้ำที่ยังอุ่นอยู่ออก นำข้าวเปลือกใส่ถาดตะแกรงลวด นึ่งในหม้อนึ่งอัดความดันที่เหมาะสม แล้วนำข้าวเปลือกออกจากหม้อนึ่งอัดความดัน เกลี่ยใส่ถาด ผึ่งลมให้แห้ง เรียกวิธีการนี้ว่า การแช่ข้าวเปลือกในน้ำอุ่น (Bhattacharya *et al.* 1966)

การผลิตข้าวนึ่งมีการพัฒนามาโดยลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ แตกต่างกันไป สามารถอธิบายโดยสรุปเป็น 3 ขั้นตอนได้ ดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร. 2551)

1) การแช่ (soaking หรือ steeping) นำข้าวเปลือกมาแช่น้ำให้มีความชื้นประมาณ 30 – 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้แป้งอ่อนตัวลง น้ำที่แช่อาจเป็นน้ำเย็นหรือน้ำร้อน ส่วนระยะเวลาที่ใช้แช่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่

2) การต้มหรือนึ่ง (steaming) นำข้าวเปลือกจากขั้นตอนแรกมาต้มหรือนึ่งให้สุก เพื่อให้แป้งภายในเมล็ดมีลักษณะเป็นวุ้น (gelatinize) สังเกตจากด้านนอกจะเห็นเปลือกเมล็ดปริออกเล็กน้อย

3) การทำให้แห้ง (drying) หลังจากต้มหรือนึ่งแล้วข้าวเปลือกจะถูกนำไปทำให้แห้ง ซึ่งอาจใช้การตากแดดธรรมดาหรือการอบแห้งด้วยเครื่องอบ การทำให้แห้งมีจุดประสงค์เพื่อลดความชื้นให้เหลือ 12 – 14 เปอร์เซ็นต์ ก่อนจะการนำไปขัดสีต่อไป

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกรรมวิธีการทำข้าวนึ่ง ได้แก่ (กรมวิชาการเกษตร. 2551)

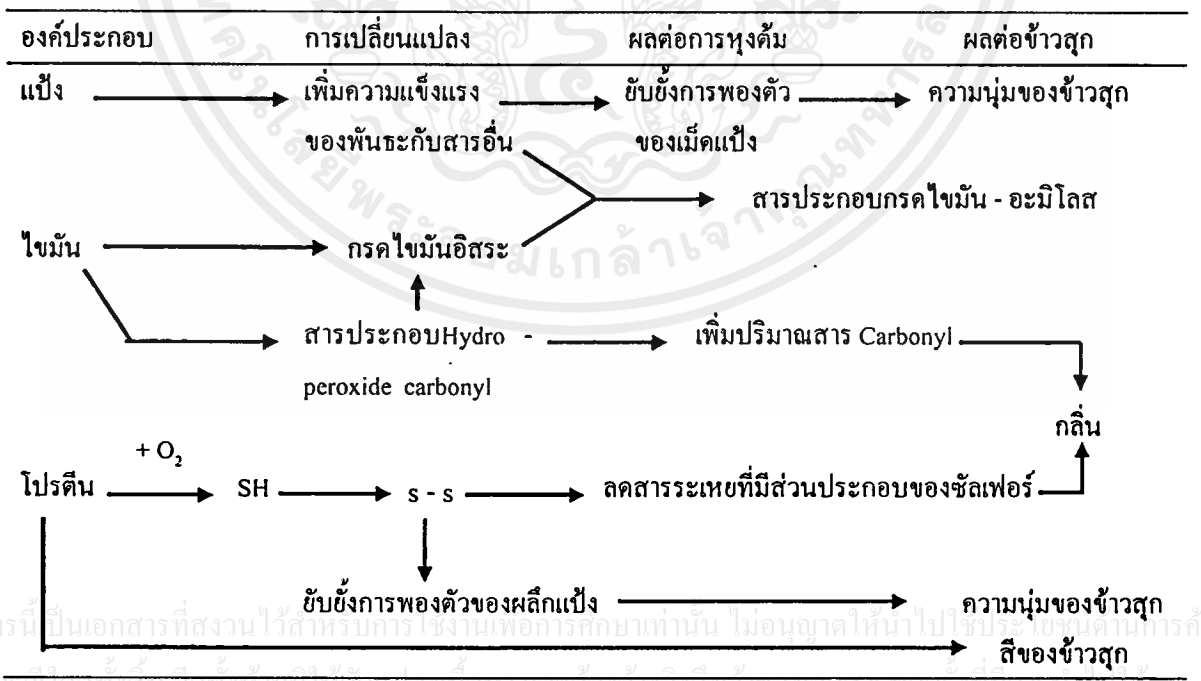
1) เปลือกเมล็ดจะปริเนื่องจากข้าวกล้องขยายตัว

2) การแช่ข้าวเปลือกในน้ำเย็นหลายๆ วัน อาจทำให้เกิดการหมัก (fermentation) ข้าวนึ่งจะมีกลิ่นเหม็น แก้ไขได้โดยแช่น้ำอุ่นหรือน้ำร้อนแทนน้ำเย็น

3) ขณะแช่ข้าวเปลือก ความดันในน้ำสูงกว่าในเมล็ดทำให้แร่ธาตุและสารอาหารต่างๆ ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นนอกของเมล็ดซึมเข้าไปในส่วนของข้าวสาร ทำให้ข้าวสารนึ่งมีคุณค่าอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวสารธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ฟิสิกส์ ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพการหุงต้มและคุณภาพการรับประทานของข้าว การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเมล็ดข้าวที่เกิดขึ้นเนื่องจากองค์ประกอบหลักเป็นส่วนใหญ่ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน (ภาพที่ 2.2) กรดไขมันอิสระที่ได้จากการย่อยของเอนไซม์ เมื่อทำปฏิกิริยากับเม็ดแป้ง โดยเฉพาะโมเลกุลของอะมิโลสมีผลยับยั้งการขยายตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้มและส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก นอกจากนี้ ไขมันเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จะได้สารประกอบประเภท hydroperoxides carbonyl สารประเภท carbonyl นี้ ทำให้ข้าวมีกลิ่นหืน เช่นเดียวกับการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมัน (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538) ในส่วนของโปรตีน เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้สารที่มีส่วนประกอบที่มีธาตุกำมะถัน (-s-s-) ที่คงตัวมากขึ้น ทำให้สารระเหยที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ลดลงและส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของข้าว (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547) ในขณะเดียวกัน สารประกอบ -s-s- นี้ยังมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม ทำให้ข้าวสวยมีความนุ่มลดลง นอกจากนี้โปรตีนทำให้ข้าวเก่ามีสีคล้ำกว่าข้าวใหม่ ผลการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ มีส่วนกระทบต่อคุณสมบัติการหุงต้มของเมล็ดและข้าวสุก กล่าวคือ เมื่อหุงข้าวเก่า ข้าวสุกจะแข็งและร่วนมากขึ้นหรือเหนียวเกาะติดกันน้อยลง และมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวม (bulk volume) ได้มากขึ้น หรือขึ้นหม้อดีขึ้น ทั้งนี้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้มากโดยไม่แตกตัว น้ำข้าวจะใส เมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย สีของข้าวจะคล้ำมากขึ้น ในข้าวเก่าจะมีกลิ่นสาบ เมล็ดเหลือง สืบเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมีในข้าวเปลือกที่ได้รับความชื้นและความร้อนสูงก่อนที่จะทำการลดความชื้น (Moritaka and Yamamatsu. 1972)



ภาพที่ 2.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

(Moritaka and Yamamatsu. 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การเก็บรักษาข้าว ถือว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของข้าวอย่างมาก การเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้คุณภาพของข้าวลดลง

กิติยา กิจควรดีและคณะ (2544) ศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หลังการการลดความชื้นต่อคุณภาพการสี เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังการลดความชื้นแล้ว โดยทำการนำข้าวเปลือกไปลดความชื้นโดยการตากแดดและใช้เครื่องอบ ให้เหลือความชื้น 12 – 14 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0 – 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า ทั้งการลดความชื้นด้วยเครื่องอบและการตากแดด การสีข้าวทันทีโดยไม่มีการพักข้าวหรือเก็บรักษาข้าวให้อุณหภูมิภายในเมล็ดลดลงและความเครียดลดลงจะทำให้ข้าวหักมากหรือมีคุณภาพการสีต่ำ การสีข้าวหลังการลดความชื้นและเก็บรักษาข้าวไว้ตั้งแต่ 1 วันขึ้นไป ข้าวจะมีคุณภาพการสี (เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว) สูงขึ้น โดยจะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเพิ่มขึ้นถึง 4.32 – 10.32 เปอร์เซ็นต์

ไพฑูรย์ ละลา (2551) ทำการศึกษาวิธีและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก โดยใช้ข้าว 2 พันธุ์ คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 และข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 2 ทำการเก็บรักษาข้าวในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศเป็นเวลา 4 เดือน ในอุณหภูมิห้อง พบว่าวิธีการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการสลายตัวในด่าง ระยะเวลาในการหุงสุก เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ การขยายปริมาตร และการวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก แต่จะมีผลต่อปริมาณน้ำมันในรำข้าว ปริมาณสารโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว และค่ากลิ่นหืนของข้าว โดยการเก็บรักษาแบบถุงพลาสติกสุญญากาศจะให้ผลที่ดีกว่าการเก็บแบบถุงโพลีเอทิลีน ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ชิมมีความพึงพอใจในข้าวที่เก็บรักษาแบบถุงพลาสติกสุญญากาศสูงกว่า สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น พบว่าไม่มีผลต่อค่าการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว แต่ข้าวมีระยะเวลาการหุงสุก ปริมาณการดูดน้ำ การขยายปริมาตร และค่ากลิ่นหืน เพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ค่าเนื้อสัมผัส ปริมาณน้ำมันในรำข้าว ปริมาณโอรีซา - นอล และความพึงพอใจจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะมีแนวโน้มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง

3.1.1 ตัวอย่างข้าว

ข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 จากศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ความชื้น 12.30 เปอร์เซ็นต์ ความงอก 98.94 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 120 กิโลกรัม

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารเคมีที่ใช้หาค่าการสลายตัวในด่าง

- สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 เปอร์เซ็นต์ (19.54 กรัม KOH ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร)

3.1.2.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันและปริมาณโอรีซานอล

- เฮกเซน (n – hexane)
- เฮปเทน (n – heptane)

3.1.2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวัดค่าระดับการหืน (thiobarbituric acid number : TBA)

- โปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) 1.15 เปอร์เซ็นต์
- กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) 1 เปอร์เซ็นต์
- กรดไทโอบาบิทูริก (thiobarbituric acid) 0.67 เปอร์เซ็นต์
- บิวทานอล (n – butanol)
- เตตระอิทอกซีโพรเพน (tetraethoxypropane)

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

3.1.3.1 ตู้อบ (oven) ยี่ห้อ Memmert model 800

3.1.3.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) รุ่น TA.XT. PLUS

3.1.3.3 เครื่องวัดความหนืดของแป้ง (rapid visco analyser) ยี่ห้อ Newport scienceific รุ่น RVA – 4SA

3.1.3.4 เครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น Color JC 801

3.1.3.5 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo electron รุ่น Helios gamma

3.1.3.6 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

3.1.3.7 อ่างน้ำร้อน (water bath) ยี่ห้อ Memmert

3.1.3.8 เครื่องผสม (vortex mixer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.9 เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ FALC รุ่น BE 6

3.1.3.10 เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าว

3.1.3.11 เครื่องขัดสีข้าว

3.1.3.12 เครื่องโม่แป้ง

3.1.3.13 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

3.1.3.14 ตะแกรงร่อนที่มีความละเอียด 100 เมช (mesh)

3.1.3.15 ตะแกรงอบข้าว

3.1.3.16 ถ้วยวัดความชื้น (moisture can)

3.1.3.17 ถุงโพลีเอทิลีน (polyethylene bag) และถุงพลาสติกสุญญากาศ (vacuum plastic bag)

3.2 สถานที่ดำเนินงานวิทยานิพนธ์

3.2.1 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

3.2.2 ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

3.3 ระยะเวลาการดำเนินงาน

เดือนเมษายน 2551 – มีนาคม 2552

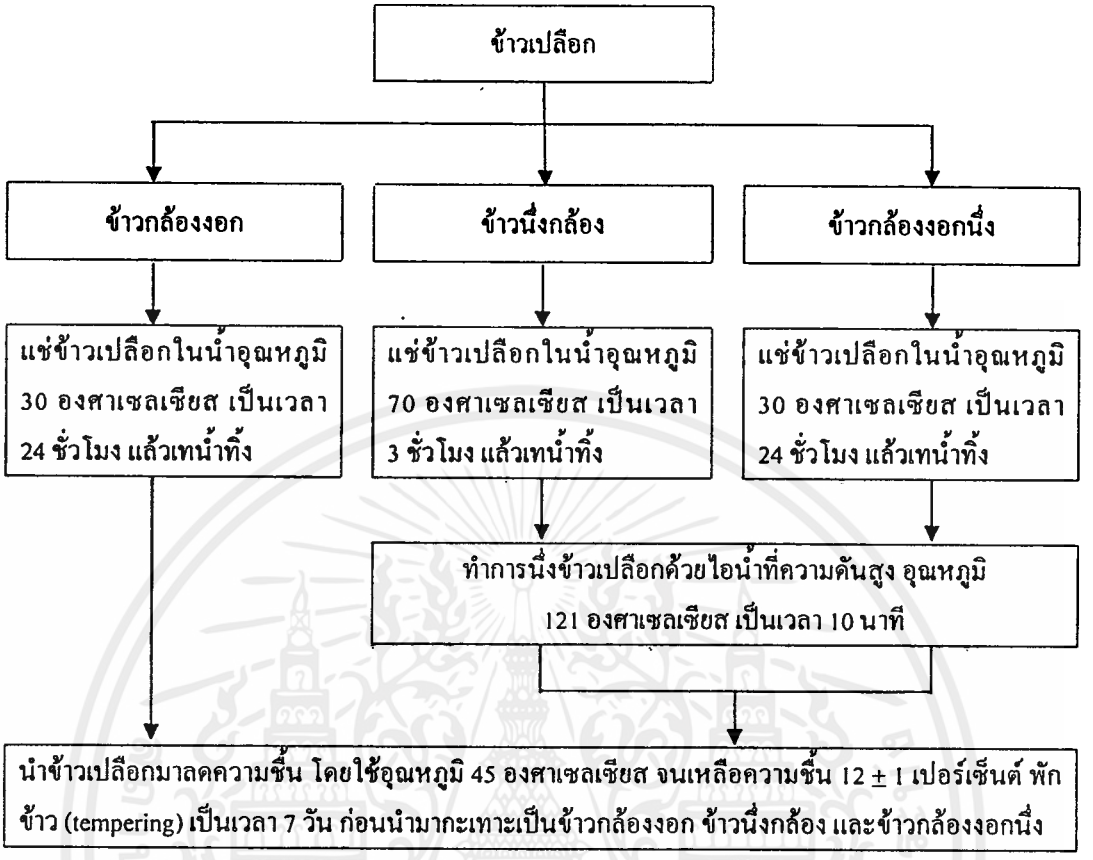
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง ก่อนการเก็บรักษา

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่ง กับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง (กระบวนการทำข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง แสดงในภาพที่ 3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 การทำข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง (น้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546; อุมา แสงคร้าม และ ลำพึง พุ่มจันทร์. 2550)

การทำข้าวกล้องงอก ดัดแปลงจากวิธีของ อุมา แสงคร้าม และ ลำพึง พุ่มจันทร์ (2550) โดยแช่ข้าวเปลือกในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเทน้ำทิ้ง จากนั้นนำข้าวเปลือกมาอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้น 12 ± 1 เปอร์เซ็นต์ พักข้าว (tempering) เป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำมากะเทาะเป็นข้าวกล้องงอก

การทำข้าวนึ่งกล้อง ดำเนินการโดยแช่ข้าวเปลือกเข้าในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เทน้ำออก ทำการนึ่งข้าวเปลือกด้วยไอน้ำที่ความดันสูง อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที (น้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546) จากนั้นนำข้าวเปลือกมาลดความชื้นให้เหลือ 12 ± 1 เปอร์เซ็นต์ พักข้าวเป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำมากะเทาะเป็นข้าวนึ่งกล้อง

การทำข้าวกล้องงอกนึ่ง ดำเนินการโดยแช่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกับการทำข้าวกล้องงอก แต่ก่อนอบแห้ง นำข้าวเปลือกที่ได้มานึ่งภายใต้สภาวะเช่นเดียวกับการทำข้าวนึ่งกล้อง จากนั้นนำข้าวมาลดความชื้นและพักข้าวเป็นเวลา 7 วัน ก่อนกะเทาะเป็นข้าวกล้องงอกนึ่ง

การกะเทาะข้าวกล้องทุกชนิดและข้าวกล้องปกติ ใช้เครื่องกะเทาะแบบลูกยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คุณสมบัติของข้าวที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย

(1) เปอร์เซ็นต์การแตกหัก

ชั่งข้าวเปลือกที่ลดความชื้นแล้ว 100 กรัม นำมากะเทาะ คัดและชั่งน้ำหนักข้าวหักที่มีขนาดสั้นกว่า 8 ใน 10 ส่วนออก (กระทรวงพาณิชย์. 2540) คำนวณเปอร์เซ็นต์การแตกหักจากสูตร

$$\text{การแตกหัก (ข้าวกล้อง) (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้องหัก}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือกก่อนกะเทาะ}} \times 100$$

(2) สีของข้าวกล้อง

ตรวจสอบสีของข้าวกล้องด้วยเครื่องวัดสี โดยนำเมล็ดข้าวกล้องใส่ในภาชนะทรงกระบอกใส (cylindrical cell) จนเต็ม เกลี่ยให้เมล็ดกระจายสม่ำเสมอทั่วกระบอก จากนั้นนำกระบอกใสใส่ในกระบอกทึบแสงที่มีฝาปิดแล้ววางกระบอกลงบนเครื่องวัดสี ครอบด้วยกล่องทึบแสงสีดำ อ่านค่าการวัดสีที่ได้ โดยค่าที่วัดได้จะแสดงเป็นค่า L* (ความสว่างของสี มีค่า 0 – 100, 0 = สีดำ 100 = สีขาว) ค่า a* (ความเป็นสีเขียว – แดง, ค่า a* – = สีเขียว a* + = สีแดง) และ ค่า b* (ความเป็นสีน้ำเงิน – เหลือง, ค่า b* – = น้ำเงิน b*+ = เหลือง) นำไปคำนวณความแตกต่างของสี (ΔE^*) จากสูตร (Hunter associates laboratory. 2008)

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_0^* - L_1^*)^2 + (a_0^* - a_1^*)^2 + (b_0^* - b_1^*)^2}$$

L_0^*, a_0^*, b_0^* = ค่า L*a*b* ของข้าวกล้องปกติ

L_1^*, a_1^*, b_1^* = ค่า L*a*b* ของตัวอย่างข้าวชนิดต่างๆ

ค่า ΔE^* เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องปกติกับข้าวกล้องชนิดต่างๆ หากไม่มีความแตกต่าง ค่าที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์

(3) การสลายเมล็ดในด่าง (alkaline digestion test)

สุ่มเมล็ดข้าวซ้ำละ 10 เมล็ดใส่ลงในจานแก้วทดสอบ เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 30 มิลลิลิตรหรือจนกว่าเมล็ดข้าวทั้งเมล็ดจะจมอยู่ในสารละลาย ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจสอบการสลายของเมล็ดข้าวและให้คะแนน 1 – 7 (ตารางที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.2) (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

(4) การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม

นำตัวอย่างเมล็ดข้าว 2 กรัม ใส่หลอดทดลองที่ชั่งน้ำหนักแล้ว เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดทดลองด้วยสำลี ต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนข้าวสุก (ข้าวไม่มีไตสีขาวตรงกลาง) หลังจากนั้นรินน้ำออกให้ข้าวสะเด็ดน้ำ ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนักข้าวสุก และคำนวณการดูดน้ำของข้าวจากสูตร (ดัดแปลงจากอรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

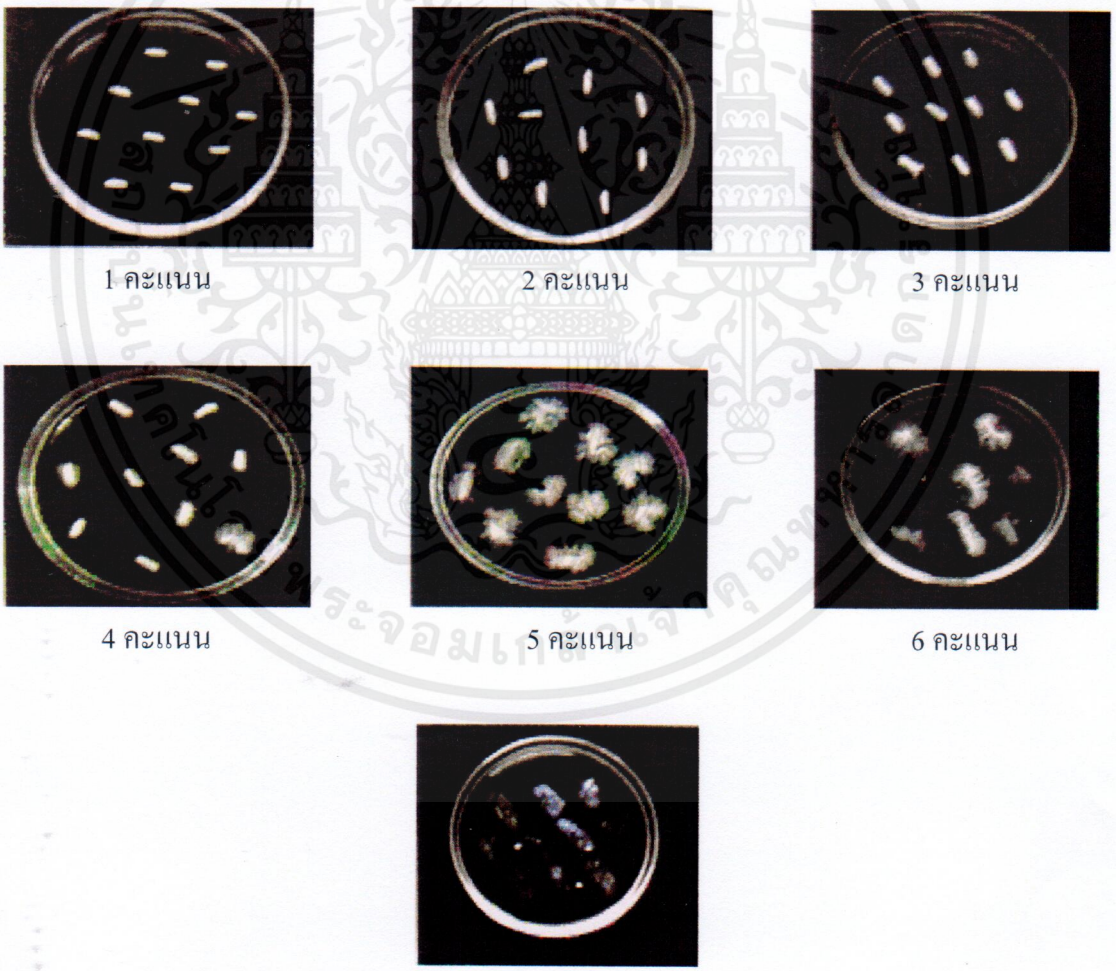
$$\text{การดูดน้ำของข้าว (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105266

ตารางที่ 3.1 ระดับการสลายตัวในด่างของแต่ละเมล็ด (งามชื่น คงเสรี. 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

ภาพที่ 3.2 ระดับการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าว (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

(5) การขยายปริมาตร

วัดความสูงของเมล็ดข้าวกล้องในหลอดทดลองก่อนหุง และวัดความสูงของข้าวสุกหลังการหุงในข้อ (4) คำนวณอัตราการขยายปริมาตรโดยใช้สูตร (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547)

$$\text{อัตราการขยายปริมาตร} = \frac{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวกล้อง}}$$

(6) การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (texture analysis)

เตรียมข้าวกล้องหุงสุก โดยชั่งข้าว 20 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำที่ใส่คำนวณจากปริมาณการดูดน้ำที่คำนวณได้จากข้อ (4) ปิดฝาบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟอยด์ แล้วนำไปนึ่งจนข้าวสุกหรือไม่มีไตสีขาวตรงกลางเมล็ด ในขณะที่ข้าวกล้องยังร้อนอยู่ นำมาตรวจสอบเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องหุงสุกด้วยเครื่อง texture analyzer โดยชั่งข้าวหุงสุก 2 กรัม นำมาเรียงให้เป็นชั้นเดียวบน plate form ที่สะอาด แล้ววัดเนื้อสัมผัสด้วยแรงกด (compression) โดยใช้หัวกดอะลูมิเนียมทรงกระบอก (cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัส (pre-test speed) 10 มิลลิเมตร/นาที ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงบนเนื้อข้าว (test speed) 1.0 มิลลิเมตร/นาที ระยะพัก 30 วินาที ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ขึ้นจากเมล็ดข้าว (post – test speed) 10 มิลลิเมตร/นาที (ดัดแปลงจาก Champagne *et al.* 1998)

(7) ปริมาณน้ำมันในรำและแป้งข้าวกล้อง

เตรียมตัวอย่างรำและแป้งข้าวกล้อง โดยชั่งข้าวกล้องประมาณ 300 กรัม ไปขัดรำด้วยเครื่องขัดสีข้าว ส่วนแป้งข้าวกล้อง เตรียมโดยชั่งข้าวกล้อง 100 กรัม ไปโม่ด้วยเครื่องโม่แป้ง นำแป้งที่ได้ไปร่อนด้วยตะแกรงร่อนความละเอียด 100 เมช (mesh) เมื่อได้ตัวอย่างของรำหรือแป้งข้าวกล้องแล้ว ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม อบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำมาพักไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (vacuum desicator) หลังจากนั้นชั่งตัวอย่าง 8 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ลงใน extraction thimble แล้วนำไปสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดน้ำมัน ส่วนวิธีการสกัดน้ำมันจากรำและแป้งข้าวกล้อง จะใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (n – hexane) ตัวอย่างละ 270 มิลลิลิตร (เพียงพอในการกลั่นประมาณ 16 ชั่วโมง) เมื่อครบ 16 ชั่วโมง นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมงหรือจนกว่า n – hexane จะระเหยออกหมด ชั่งปริมาณน้ำมันที่ได้ นำไปคำนวณหาปริมาณน้ำมันจากสูตร (AOAC. 1990)

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

$$\text{ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (\% น้ำหนักสด)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}{\text{น้ำหนักแป้ง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำและในน้ำมันแป้งข้าว

ชั่งน้ำมันตัวอย่างที่ได้จากข้อ (7) 0.1 มิลลิกรัม ละลายด้วยเฮปเทน (n – heptane) ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าปริมาณโอรีซานอล โดยเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแกรมมาโอรีซานอลมาตรฐาน (ดัดแปลงจาก Bucci *et al.* 2003)

(9) การวัดค่าระดับการหืน (thiobarbituric acid number : TBA)

ชั่งแป้ง 250 มิลลิกรัม เติมสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 1.15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 มิลลิลิตร และสารละลายกรดไทโอบาบิทูริก (thiobarbituric acid) ความเข้มข้น 0.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำเดือด 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมบิวทานอล (n – butanol) ปริมาณ 4 มิลลิลิตร นำสารที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 535 และ 520 นาโนเมตร ส่วนค่าสารมาตรฐาน ทำเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง แต่ใส่สารเตตระอิทอกซีโพรเพน (1,1,3,3 – tetraethoxypropane) ความเข้มข้น 10 นาโนโมลต่อมิลลิลิตร ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ลงในแป้งข้าวแทนสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ 1.15 เปอร์เซ็นต์หลังจากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณตามสูตร (Hayashi *et al.* 1998)

$$\text{TBA (nmol/g of rice)} = \frac{(A535sa - A520sa)}{(A535st - A520st)} \times 40$$

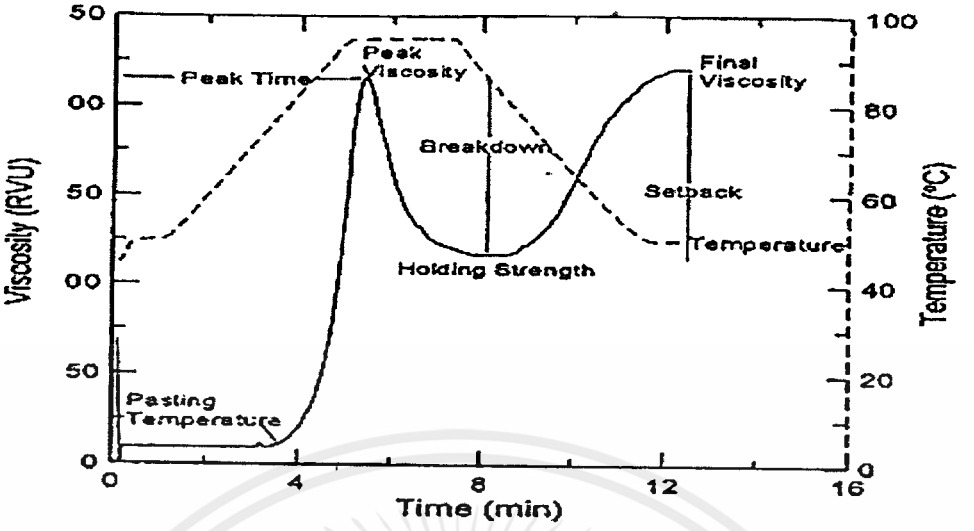
A535sa และ A520sa = ค่าดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ 535 และ 520 นาโนเมตร

A535st และ A520st = ค่าดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานที่ 535 และ 520 นาโนเมตร

(10) การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA)

ชั่งตัวอย่างแป้งข้าวกล้อง 3 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร จากนั้นเปิดเครื่องทำงาน เริ่มให้ความร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส เพิ่มความร้อนด้วยอัตราประมาณ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที จนได้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปล่อยไว้ 2 – 3 นาที แล้วทำให้เย็นลงด้วยอัตราประมาณ 12 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เครื่องจะทำการบันทึกอุณหภูมิและค่าความหนืดที่เปลี่ยนไปกับเวลาดังภาพที่ 3.3 จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว (pasting temperature) เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (break down) ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) และ ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) โดยค่าความหนืดแป้งที่ได้มีหน่วยเป็น centipoises (ดัดแปลงจาก AACC. 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

(11) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation)

ชั่งข้าวกล้องประมาณ 350 กรัม นำไปหุงข้าวให้สุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ปริมาณน้ำที่ใช้สามารถคำนวณได้จากปริมาณการดูดน้ำของข้าวหุงสุกที่ได้จากข้อ 4 ในการทดสอบ กลุ่มผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาที่มีอายุอยู่ในช่วง 18 – 22 ปี โดยไม่จำกัดเพศ ช่วงเวลาในการทดสอบคือ 14.00 – 16.00 น. นำข้าวกล้องหุงสุกแต่ละชนิด ใส่ถ้วยพลาสติกขนาดเล็ก (ถ้วยชิม) แล้วบรรจุแต่ละถ้วยในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท เพื่อรักษาความร้อนและกลิ่นของข้าวไว้ นำไปเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบอย่างน้อย 30 คนชิม เพื่อประเมินความชอบต่อลักษณะที่ปรากฏของเมล็ดข้าว สีของเมล็ดข้าว กลิ่นของข้าว การเกาะตัวของเมล็ดข้าว เนื้อสัมผัสของข้าวหลังเคี้ยว ความนุ่มของเมล็ดข้าว รสชาติของข้าว และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบจากน้อยไปหามาก 1 – 7 (7 – point hedonic scale) (Lawless and Heymann. 1998)

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

วางแผนการทดลองแบบ 3x2x7 factorial in completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยในการทดลองมี 3 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ชนิดข้าว ได้แก่ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ปัจจัยที่ 2 วิธีการบรรจุ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ

ปัจจัยที่ 3 ระยะเวลาการเก็บรักษา ได้แก่ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้าวเปลือกมาทำข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งด้วยสภาวะการทำเช่นเดียวกับข้อ 3.4.1 หลังลดความชื้นข้าวและพักข้าวแล้ว ทำการกะเทาะให้ได้ข้าวกล้องก่อนทำ

การบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศขนาด 8x12 นิ้ว บรรจุข้าวกล้องถุงละ 1.5 กิโลกรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ambient temperature) เป็นเวลา 6 เดือน ทำการวิเคราะห์คุณภาพข้าวเช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 3.4.1 (1) – (11) (ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ค่าสีและค่าระดับการหืน) ก่อนเก็บรักษาและทุกเดือนระหว่างการเก็บรักษา

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวนึ่งกล้อง ก่อนการเก็บรักษา

4.1.1 เปอร์เซ็นต์การแตกหัก

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการทำข้าวกล้องงอกและกระบวนการนึ่งมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อนำข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการงอกมากะเทาะเป็นข้าวกล้อง พบว่า มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักเพิ่มสูงขึ้น (7.33 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องปกติ (4.91 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่การทำข้าวกล้องงอกนึ่ง โดยการนำข้าวเปลือกงอกมาผ่านกระบวนการนึ่งเช่นเดียวกับการทำข้าวนึ่งกล้องก่อนนำไปลดความชื้น สามารถลดการแตกหักของเมล็ดข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องงอกนึ่งมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเพียง 0.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าข้าวชนิดอื่นๆ ในการทดลอง รวมทั้งข้าวนึ่งกล้องซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การหัก 1.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1 ค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	เปอร์เซ็นต์การแตกหัก (ข้าวกล้อง)
ข้าวกล้องปกติ	4.91b
ข้าวกล้องงอก	7.33a
ข้าวนึ่งกล้อง	1.25c
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0.44d
CV (%)	11.22

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ค่าสี (ΔE^*)

การวัดสีของข้าวโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของสี (ΔE^*) ระหว่างข้าวชนิดต่างๆ กับข้าวกล้องปกติ แสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งเห็นได้ว่า ข้าวกล้องงอกมีค่าความแตกต่างต่ำสุด (1.50) หรือมีสีของข้าวใกล้เคียงกับข้าวกล้องปกติมากที่สุด ในขณะที่ข้าวที่ผ่านการนึ่ง ทั้งข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง จะมีค่าสีเท่ากับ 11.78 และ 12.49 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการนึ่งทำให้ข้าวมีสีเข้มขึ้น

ตารางที่ 4.2 ค่าสี (ΔE^*) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	ค่าการวัดสี (ΔE^*)
ข้าวกล้องงอก	1.50b
ข้าวนึ่งกล้อง	11.78a
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	12.49a
CV (%)	19.79

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

4.1.3 คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพข้าวหุงสุก

จากการวิเคราะห์คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพข้าวหุงสุกพบว่า ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่าการสลายตัวในด่างสูงสุดคือ อยู่ในระดับ 7 คะแนน โดยเมื่อแช่เมล็ดข้าวกล้องทั้งสองชนิดให้อยู่ในสารละลายด่างเป็นเวลา 23 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดข้าวจะสลายตัวตลอดทั้งเมล็ดและมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส ในขณะที่ข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอกในการทดลองนี้มีค่าการสลายตัวในด่างอยู่ในระดับ 4 – 5 คือ เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง สำหรับปริมาณการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวกล้องปกติจะมีปริมาณการดูดน้ำสูงสุด (293.17 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอก (273.00 เปอร์เซ็นต์) ข้าวกล้องงอกนึ่ง (242.50 เปอร์เซ็นต์) และข้าวนึ่งกล้อง (191.67 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ สำหรับการขยายปริมาตรของข้าวหุงสุกพบว่า ข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก และข้าวกล้องงอกนึ่งมีการขยายปริมาตรไม่แตกต่างกันทางสถิติและขยายปริมาตรได้มากกว่าข้าวนึ่งกล้อง เมื่อวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่า ข้าวที่ผ่านการนึ่งจะมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น โดยข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีค่าแรงกดสูงสุด (2,495.77 กรัม) รองลงมาคือ ข้าวนึ่งกล้อง (2,384.98 กรัม) และข้าวกล้องปกติ (1,961.51 กรัม) ตามลำดับ ส่วนข้าวกล้องงอกจะมีแรงกดต่ำสุดหรือมีความนุ่มมากกว่าชนิดอื่น (1,759.88 กรัม) (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 คะแนนการสลายตัวในด่าง ปริมาณการดูดน้ำ อัตราการขยายปริมาตร และเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	คุณสมบัติที่ทดสอบ			
	ค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน)	ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการขยายปริมาตร	เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (กรัม)
ข้าวกล้องปกติ	5b	293.17a	3.24a	1,961.51bc
ข้าวกล้องงอก	4c	273.00b	3.29a	1,759.88c
ข้าวนึ่งกล้อง	7a	191.67d	2.77b	2,384.98ab
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	7a	242.50c	3.44a	2,495.77a
CV (%)	4.37	1.40	4.08	12.01

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

4.1.4 ปริมาณน้ำมัน ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมัน และระดับการหืน

เมื่อนำรำข้าวและแป้งข้าวกล้องแต่ละชนิดมาสกัดน้ำมันและตรวจสอบปริมาณสารโอรีซานอลในน้ำมันพบว่า ข้าวนึ่งกล้องมีปริมาณน้ำมันทั้งในส่วนของรำและแป้งข้าวกล้องสูงกว่าข้าวกล้องชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกนึ่ง ข้าวกล้องงอก และข้าวกล้องปกติ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) นอกจากนี้ยังพบว่า กระบวนการนึ่งมีผลให้ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อวิเคราะห์ปริมาณโอรี – ซานอลในน้ำมัน พบว่า ข้าวกล้องงอกมีปริมาณโอรีซานอลสูงกว่าข้าวกล้องปกติ และเมื่อนำข้าวมาผ่านกระบวนการนึ่งพบว่า ข้าวนึ่งกล้องจะมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำสูงสุด ในขณะที่ข้าวกล้องงอกนึ่ง แม้ว่าจะมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำต่ำสุด แต่กลับมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องสูงสุด

สำหรับระดับการหืนที่ตรวจวัดจากการนำเมล็ดข้าวมาบดเป็นแป้งแล้วนำแป้งที่ได้มาตรวจวัดค่าระดับการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากผลผลิตของปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว คือ มาโลนอลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาบิทูริก (thiobarbi – turic acid) ทำให้เกิดสีซึ่งสามารถนำมาตรวจวัดค่าดูดกลืนแสงและบอกถึงค่ากลิ่นหืนที่เกิดขึ้นได้ พบว่า ข้าวทั้งสี่ชนิดมีระดับการหืนอยู่ในช่วง 0.71 – 1.59 nmol/กรัมแป้งข้าว (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าปริมาณน้ำมัน ปริมาณโอรีซานอล และระดับการหืนของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมัน (ppm)		ระดับการหืน
	รำข้าว	แป้งข้าวกล้อง	น้ำมันรำข้าว	น้ำมันแป้งข้าวกล้อง	(nmol/กรัมแป้งข้าว)
ข้าวกล้องปกติ	19.83c	3.21c	14.14c	11.78b	1.17ab
ข้าวกล้องงอก	20.38c	3.59b	14.38b	11.97b	0.76b
ข้าวนึ่งกล้อง	34.00a	3.88a	14.93a	12.44a	0.71b
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	32.71b	3.63b	12.61d	12.55a	1.59a
CV (%)	1.42	3.38	0.41	1.08	34.90

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

4.1.5 ค่าความหนืดของแป้งที่วัดด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA)

จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางความหนืดของแป้งข้าวที่วัดด้วยเครื่อง RVA พบว่า แป้งข้าวกล้องของข้าวทั้งสี่ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.5) โดยค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) และความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) ของข้าวกล้องงอกมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอกนึ่งและข้าวนึ่งกล้อง ตามลำดับ ส่วนค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) พบว่า ข้าวกล้องปกติจะมีค่ามากกว่าข้าวกล้องงอก และมากกว่าข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอกจะใช้เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) น้อยกว่าข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ส่วนอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) พบว่า ข้าวกล้องปกติจะมีค่าต่ำสุด และต่ำกว่าข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

4.1.6 การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส

ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องโดยให้ผู้ทดสอบชิมข้าวหุงสุก และให้คะแนนตามความชอบ พบว่า ข้าวกล้องปกติได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ทดสอบสูงสุดในทุกคุณสมบัติที่ทำการทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น การเกาะตัว เนื้อสัมผัส ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 3.73 ถึง 4.31 คะแนน ค่าพึงพอใจในด้านต่างๆ ของข้าวกล้องปกติกับข้าวกล้องงอกไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นด้านกลิ่นและความชอบโดยรวม ซึ่งข้าวกล้องงอกได้คะแนนความพึงพอใจจากผู้ทดสอบต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.6) ส่วนข้าวที่ผ่านขั้นตอนการนึ่ง ทั้งข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่าคะแนนความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่ำกว่าข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอก โดยข้าวนึ่งกล้องความพึงพอใจจากผู้ทดสอบในระดับต่ำสุดในทุกลักษณะ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะในลักษณะของเนื้อสัมผัสและความนุ่มของข้าว ซึ่งได้คะแนนความพึงพอใจต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนืดแป้งจากการวัดด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	การวัดความหนืดแป้ง (centipoise)					เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (นาที)	อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (°C)
	ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด	ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว	ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว	ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว	ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว		
ข้าวกล้องปกติ	2,312.33b	2,108.33b	204.00a	3,137.33b	825.00b	6.31b	74.73b
ข้าวกล้องงอก	2,369.33a	2,256.00a	113.33b	3,465.33a	1,096.00a	6.11c	78.33ab
ข้าวนึ่งกล้อง	209.33d	209.33d	0.00c	260.00d	50.67c	9.91a	84.55a
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	334.33c	335.00c	- 0.67c	420.67c	86.33c	10.00a	81.10ab
CV (%)	2.03	2.65	28.82	2.17	4.13	1.00	4.97

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ชนิดข้าว	การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)							
	ลักษณะปรากฏของข้าว	สีของข้าว	กลิ่นของข้าว	การเกาะตัวของข้าว	เนื้อสัมผัสของข้าว	ความนุ่มของข้าว	รสชาติของข้าว	ความชอบโดยรวม
ข้าวกล้องปกติ	3.73a	4.21a	4.04a	4.06a	4.07a	3.93a	4.23a	4.31a
ข้าวกล้องงอก	3.83a	4.27a	3.72b	4.07a	3.82a	3.89a	4.08a	3.99b
ข้าวนึ่งกล้อง	3.35b	3.31c	3.44b	3.65a	2.63c	2.22c	3.00c	2.92d
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.86a	3.85b	3.68b	3.88a	3.40b	2.91b	3.29b	3.46c
CV (%)	4.83	4.67	4.36	6.35	4.10	4.00	3.51	2.83

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

4.2 ศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง

ในการศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าว โดยทำการบรรจุข้าวกล้องทั้งสามชนิด ได้แก่ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้าวระหว่างการเก็บรักษา ปรากฏดังนี้

4.2.1 ค่าการสลายตัวในด่าง

จากการตรวจสอบลักษณะการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าวกล้องที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่าการสลายตัวในด่างเท่ากันและสูงกว่าค่าการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยผลการทดลองนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าการสลายตัวในด่างของข้าวทั้งสามชนิดก่อนการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.3) นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการบรรจุทั้งในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศไม่มีผลต่อค่าการสลายตัวในด่าง ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาในช่วง 6 เดือนมีผลต่อลักษณะการสลายตัวในด่างเพียงเล็กน้อย โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวกล้องทั้งสามชนิดมีค่าการสลายตัวในด่างอยู่ในช่วง 5.83 – 6.00 คะแนน (ภาพที่ 4.1)

4.2.2 ปริมาณการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม

จากการทดลองพบว่า ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ดูดน้ำระหว่างการหุงต้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวกล้องงอกดูดน้ำมากที่สุด คือ 292.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือข้าวกล้องงอกนึ่งและข้าวนึ่งกล้อง ซึ่งมีปริมาณการดูดน้ำเท่ากับ 235.68 และ 233.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) ผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกับปริมาณการดูดน้ำของข้าวทั้งสามชนิดก่อนเก็บรักษา (ตารางที่ 4.3) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการบรรจุ พบว่า การเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศทำให้ข้าวกล้องมีการดูดน้ำมากกว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญ (257.17 และ 250.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า การดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อข้าวผ่านการเก็บรักษานานขึ้น โดยค่าการดูดน้ำจะเพิ่มขึ้นจาก 235.72 เปอร์เซ็นต์ก่อนการเก็บรักษาเป็น 272.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (ภาพที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	4.00	4.00	4.00	3.83b
	1	3.67	3.33	3.50	
	2	4.00	3.67	3.83	
	3	4.00	4.00	4.00	
	4	3.67	3.67	3.67	
	5	4.00	4.00	4.00	
	6	4.00	3.67	3.83	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	7.00	7.00	7.00	7.00a
	1	7.00	7.00	7.00	
	2	7.00	7.00	7.00	
	3	7.00	7.00	7.00	
	4	7.00	7.00	7.00	
	5	7.00	7.00	7.00	
	6	7.00	7.00	7.00	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	7.00	7.00	7.00	7.00a
	1	7.00	7.00	7.00	
	2	7.00	7.00	7.00	
	3	7.00	7.00	7.00	
	4	7.00	7.00	7.00	
	5	7.00	7.00	7.00	
	6	7.00	7.00	7.00	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		5.97A	5.92A		CV (%) = 3.67

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

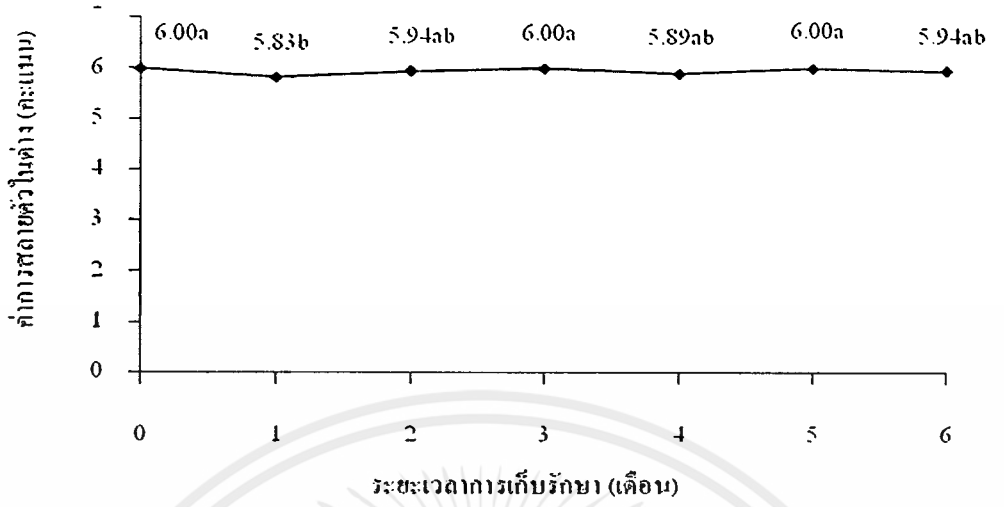
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	273.00	273.00	273.00	292.11a
	1	278.33	272.33	275.33	
	2	260.67	270.17	265.42	
	3	277.00	314.17	295.58	
	4	285.33	310.33	297.83	
	5	304.17	341.83	323.00	
	6	299.00	330.17	314.58	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	191.67	191.67	191.67	233.36b
	1	239.67	238.83	239.25	
	2	236.33	236.17	236.25	
	3	231.67	237.67	234.67	
	4	244.00	249.83	246.92	
	5	241.50	241.67	241.58	
	6	239.83	246.50	243.17	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	242.50	242.50	242.50	235.68b
	1	257.67	254.33	256.00	
	2	215.83	220.33	218.08	
	3	217.17	208.67	212.92	
	4	236.50	226.67	231.58	
	5	231.50	228.33	229.92	
	6	252.17	265.33	258.75	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		250.26B	257.17A		CV (%) = 1.69

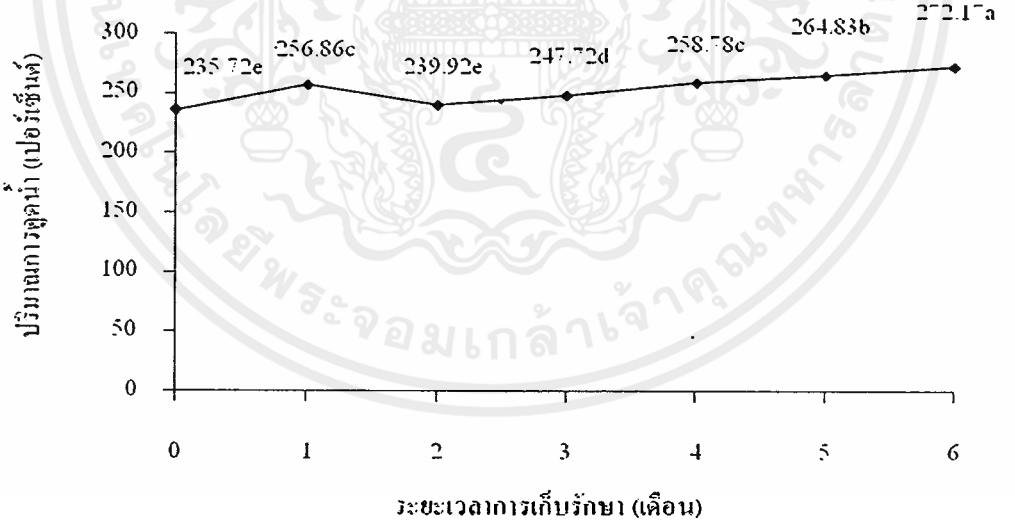
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวในด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ...

4.2.3 การขยายปริมาตรของข้าวหุงสุก

เมื่อพิจารณาอัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องหุงสุกต่อข้าวกล้องก่อนหุง พบว่า ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง มีอัตราการขยายปริมาตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวกล้องงอกนึ่งมีอัตราการขยายปริมาตรสูงสุด (3.50) รองลงมาคือ ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ตามลำดับ (3.38 และ 3.18) (ตารางที่ 4.9) ส่วนวิธีการบรรจุข้าวกล้องที่แตกต่างกันพบว่า มีผลต่อการขยายปริมาตรของข้าวหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนมีอัตราการขยายปริมาตรมากกว่าข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ (หุงขึ้นหม้อมากกว่า) และเมื่อทำการเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 6 เดือนพบว่า การขยายปริมาตรของข้าวกล้องหุงสุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.3) โดยเพิ่มขึ้นจาก 3.17 เป็น 3.60 และ 3.46 เมื่อข้าวกล้องถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 5 และ 6 เดือน ตามลำดับ

4.2.4 การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก

การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวกล้องงอกหุงสุกด้วยเครื่อง texture analyzer ซึ่งบ่งชี้ถึงระดับความแข็งของข้าวหุงสุก โดยวัดเป็นแรงกดลงบนเมล็ดข้าว พบว่า ข้าวที่ผ่านการนึ่ง ทั้งข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีความแข็งมากกว่าข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าแรงกดที่วัดได้ของข้าวกล้องงอกเท่ากับ 1,816.83 กรัม ในขณะที่ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่าแรงกดที่วัดได้สูงถึง 2,928.81 และ 2,894.43 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับข้าวกล้องก่อนเก็บรักษา (ตารางที่ 4.3) ส่วนความแตกต่างของวิธีการบรรจุ พบว่า การเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศจะทำให้ข้าวกล้องมีความแข็งมากกว่าการเก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนเล็กน้อย โดยข้าวกล้องที่เก็บไว้ในถุงโพลีเอทิลีนจะมีค่าแรงกดที่วัดได้เท่ากับ 2,415.43 กรัม ในขณะที่ข้าวกล้องที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกสุญญากาศมีค่าแรงกดที่วัดได้เท่ากับ 2,677.96 กรัม

สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความแข็งข้าวซึ่งแสดงไว้ในภาพที่ 4.4 พบว่า การเก็บรักษาข้าวเป็นระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ความแข็งของข้าวหุงสุกมากขึ้น โดยข้าวกล้องก่อนการเก็บรักษาเมื่อหุงสุกจะมีค่าความแข็งคิดเป็นแรงกดของเครื่องเท่ากับ 2,213.51 กรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 2,815.57 กรัม เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.29	3.29	3.29	3.18c
	1	3.17	3.16	3.17	
	2	3.06	3.22	3.14	
	3	3.21	3.24	3.22	
	4	3.11	2.94	3.03	
	5	3.33	3.36	3.35	
	6	3.14	3.01	3.07	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	2.77	2.77	2.77	3.38b
	1	3.38	3.35	3.37	
	2	3.64	3.35	3.49	
	3	3.61	3.38	3.50	
	4	3.67	3.40	3.54	
	5	3.57	3.58	3.57	
	6	3.54	3.33	3.44	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.44	3.44	3.44	3.50a
	1	3.53	3.27	3.40	
	2	3.13	3.10	3.12	
	3	3.45	3.56	3.51	
	4	3.33	3.30	3.32	
	5	3.81	3.95	3.88	
	6	3.90	3.85	3.87	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.38A	3.33B		CV (%) = 5.41

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

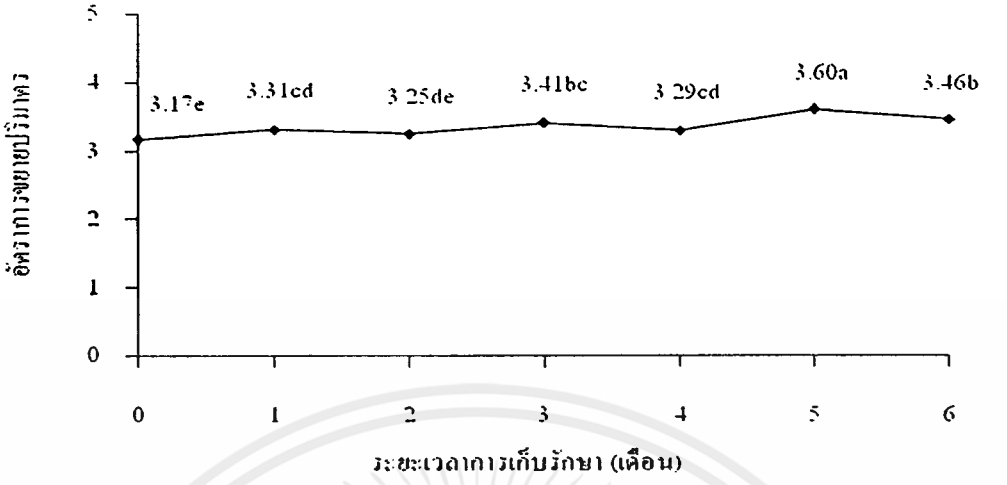
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทีลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	1,759.77	1,759.77	1,759.77	1,816.83b
	1	1,947.96	2,121.56	2,034.76	
	2	2,309.76	2,496.25	2,403.00	
	3	2,150.79	2,170.64	2,160.72	
	4	1,123.69	1,303.29	1,213.49	
	5	1,057.03	1,431.03	1,244.03	
	6	1,957.93	1,846.18	1,902.05	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	2,384.98	2,384.98	2,384.98	2,928.81a
	1	2,295.54	2,393.51	2,344.52	
	2	2,828.47	2,970.15	2,899.31	
	3	2,723.14	2,833.10	2,778.12	
	4	2,770.83	2,906.20	2,838.52	
	5	3,058.60	3,710.95	3,384.78	
	6	3,693.98	4,048.95	3,871.47	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	2,495.77	2,495.77	2,495.77	2,894.43a
	1	3,306.96	3,497.93	3,402.45	
	2	3,049.15	3,961.18	3,505.16	
	3	3,318.13	4,129.58	3,723.86	
	4	2,304.45	3,045.25	2,674.85	
	5	1,709.01	1,862.51	1,785.76	
	6	2,478.02	2,868.33	2,673.18	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		2,415.43B	2,677.96A		CV (%) = 7.68

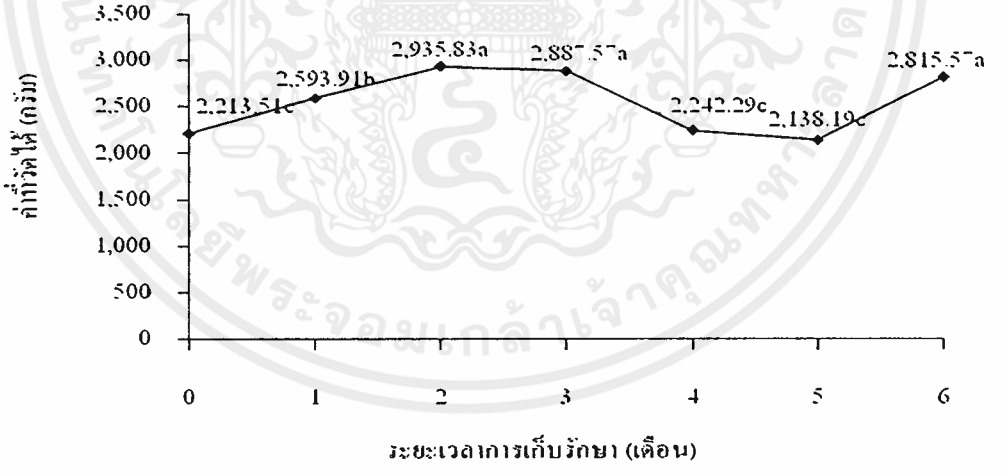
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยการวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว

ในการหาปริมาณน้ำมันในรำข้าวของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวกล้องงอกนึ่งมีปริมาณน้ำมันในรำข้าวโดยเฉลี่ยสูงสุด (32.59 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ข้าวนึ่งกล้อง (32.23 เปอร์เซ็นต์) และ ข้าวกล้องงอก (20.81 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการบรรจุต่อปริมาณน้ำมันในรำข้าว พบว่า แม้ค่าการวิเคราะห์ทางสถิติจะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าปริมาณน้ำมันในรำของข้าวที่เก็บในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศจะมีค่าเฉลี่ยต่างกันเพียง 0.55 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 4.11) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันในรำข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยก่อนเก็บรักษาข้าวจะมีปริมาณน้ำมันในรำข้าวเฉลี่ย 29.03 เปอร์เซ็นต์ และลดลงประมาณ 1.4 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (ภาพที่ 4.5)

4.2.6 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง

ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องของข้าวทั้งสามชนิดแสดงในตารางที่ 4.12 ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องของข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่ามากกว่าข้าวกล้องงอกอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวกล้องงอกจะมีปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องเท่ากับ 2.98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องของข้าวนึ่งกล้องเท่ากับ 3.25 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้องงอกนึ่งเท่ากับ 3.27 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ วิธีการบรรจุข้าวกล้องที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลของปริมาณน้ำมันในรำข้าว โดยพบว่า ข้าวกล้องที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกสุญญากาศและถุงโพลีเอทิลีนมีปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องเท่ากับ 3.22 และ 3.11 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 4.6 แสดงผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง ซึ่งพบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณน้ำมันในรำข้าว คือ การเก็บรักษาข้าวเป็นระยะเวลานานขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องลดลง โดยข้าวกล้องก่อนเก็บรักษาจะมีปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง 3.70 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาข้าวเป็นเวลา 6 เดือน ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้องจะลดลงเหลือ 2.97 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	20.38	20.38	20.38	20.81c
	1	20.79	22.13	21.46	
	2	22.17	21.25	21.71	
	3	21.50	21.79	21.65	
	4	20.34	21.08	20.71	
	5	21.00	19.04	20.02	
	6	19.54	20.00	19.77	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	34.00	34.00	34.00	32.23b
	1	32.59	33.75	33.17	
	2	32.21	33.00	32.61	
	3	30.54	32.50	31.52	
	4	30.46	32.08	31.27	
	5	30.92	32.13	31.52	
	6	30.88	32.17	31.52	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	32.71	32.71	32.71	32.59a
	1	34.17	33.17	33.67	
	2	33.71	33.38	33.55	
	3	32.46	33.21	32.84	
	4	30.67	34.13	32.40	
	5	30.50	32.33	31.42	
	6	31.00	32.13	31.56	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		28.22B	28.87A		CV (%) = 2.54

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

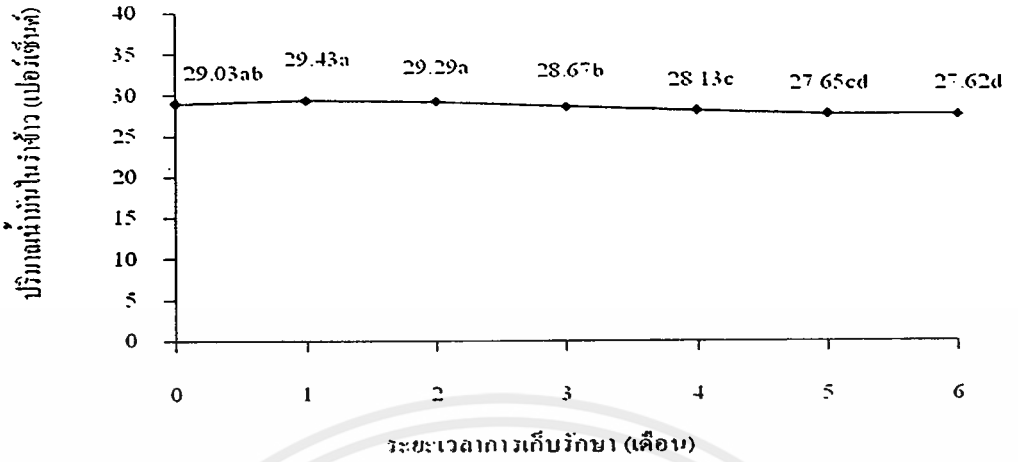
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.12 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.59	3.59	3.59	2.98b
	1	3.38	3.84	3.61	
	2	3.21	2.75	2.98	
	3	2.79	3.21	3.00	
	4	2.63	2.38	2.50	
	5	2.59	2.25	2.42	
	6	2.46	3.00	2.73	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.88	3.88	3.88	3.25a
	1	3.34	3.13	3.23	
	2	2.92	3.21	3.06	
	3	3.08	3.12	3.10	
	4	3.50	3.00	3.25	
	5	3.21	3.04	3.13	
	6	3.13	3.09	3.11	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.63	3.63	3.63	3.27a
	1	2.79	3.79	3.29	
	2	2.96	3.59	3.27	
	3	3.38	3.46	3.42	
	4	3.04	3.33	3.19	
	5	2.92	3.13	3.02	
	6	2.96	3.17	3.07	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.11B	3.22A		CV (%) = 7.92

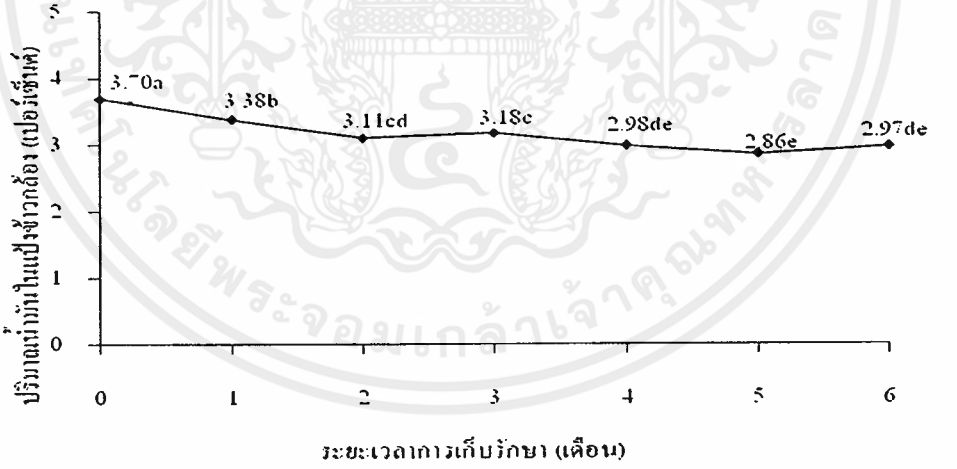
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.7 โดยพบว่า ข้าวที่มีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวสูงสุด คือ ข้าวนึ่งกล้อง (16.50 ppm) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับก่อนการเก็บรักษาที่พบว่า ข้าวนึ่งกล้องจะมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวสูงสุด (ตารางที่ 4.4) ส่วนข้าวกล้องงอกมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวต่ำสุดเท่ากับ 15.07 ppm สำหรับผลของวิธีการบรรจุต่อปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวทั้งสามชนิด จากการทดลองพบว่า ข้าวกล้องที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศจะมีปริมาณโอรี – ซานอลเฉลี่ยเท่ากับ 15.97 และ 15.82 ppm ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษา โดยข้าวกล้องจะมีปริมาณโอรี – ซานอลในน้ำมันรำข้าวสูงสุด เมื่อข้าวถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.30 ppm

4.2.8 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง

การวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ตารางที่ 4.14) มีผลเช่นเดียวกับข้าวกล้องก่อนการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.4) กล่าวคือ ข้าวกล้องงอกและข้าวนึ่งกล้องมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องสูงกว่าข้าวกล้องงอกนึ่ง โดยข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีปริมาณโอรีซานอลเฉลี่ยเท่ากับ 11.43 ppm ในขณะที่ข้าวกล้องงอกและข้าวนึ่งกล้องมีปริมาณโอรี – ซานอลเฉลี่ยเท่ากับ 13.25 และ 13.38 ppm ตามลำดับ ส่วนผลของวิธีการบรรจุต่อปริมาณโอรี – ซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องพบว่า วิธีการบรรจุทั้งสองวิธี (ถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ) ไม่มีผลให้ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนจะทำให้ปริมาณโอรีซานอลที่ได้สูงกว่าข้าวกล้องที่เก็บในถุงพลาสติกสุญญากาศ ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องลดลงเพียงเล็กน้อยในช่วง 5 เดือนแรก โดยจะมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 12.54 – 13.64 ppm (ภาพที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	14.38	14.38	14.38	15.07c
	1	14.60	13.42	14.01	
	2	15.27	14.26	14.77	
	3	16.91	16.85	16.88	
	4	16.14	16.67	16.41	
	5	15.75	16.33	16.04	
	6	13.86	12.16	13.01	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	14.93	14.93	14.93	16.50a
	1	15.43	15.82	15.63	
	2	18.28	17.19	17.73	
	3	19.07	18.50	18.79	
	4	17.56	16.61	17.08	
	5	16.67	15.53	16.10	
	6	14.80	15.87	15.33	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	12.61	12.61	12.61	16.10b
	1	15.52	16.03	15.77	
	2	17.11	17.62	17.36	
	3	18.68	19.78	19.23	
	4	18.12	18.45	18.28	
	5	15.84	15.49	15.67	
	6	13.84	13.66	13.75	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		15.97A	15.82B		CV (%) = 1.95

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

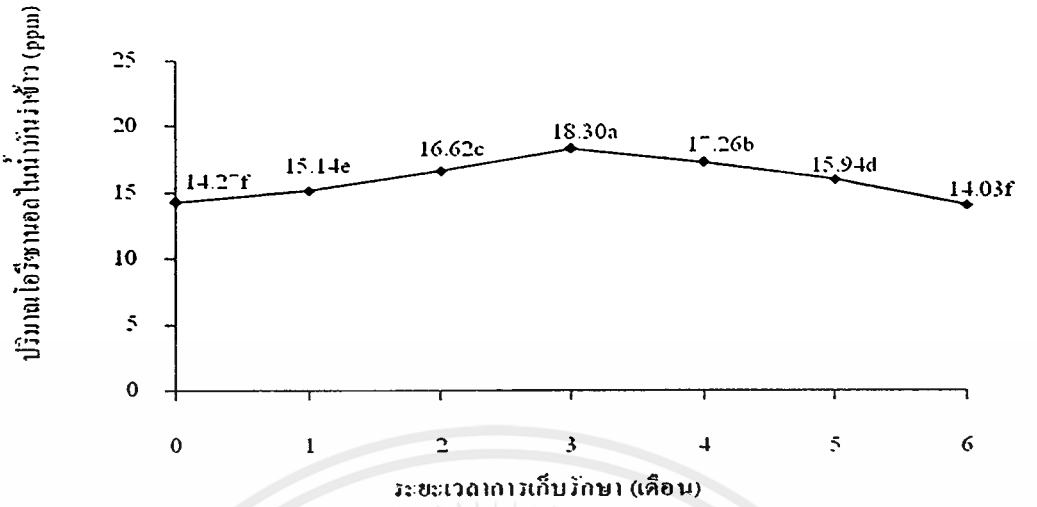
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ 4.14 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	11.97	11.97	11.97	13.25a
	1	13.82	13.29	13.56	
	2	14.20	14.58	14.39	
	3	14.38	14.87	14.63	
	4	14.28	14.17	14.22	
	5	14.30	13.02	13.66	
	6	11.51	9.17	10.34	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	12.44	12.44	12.44	13.38a
	1	12.88	12.75	12.82	
	2	13.28	13.13	13.20	
	3	14.75	14.23	14.49	
	4	14.49	13.28	13.88	
	5	14.68	12.73	13.70	
	6	14.12	12.06	13.09	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	12.44	12.44	12.44	11.43b
	1	12.39	12.19	12.29	
	2	12.24	12.00	12.12	
	3	11.93	11.67	11.80	
	4	11.02	10.83	10.92	
	5	10.43	10.11	10.27	
	6	10.09	9.97	10.03	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		12.94A	12.43A		CV (%) = 13.13

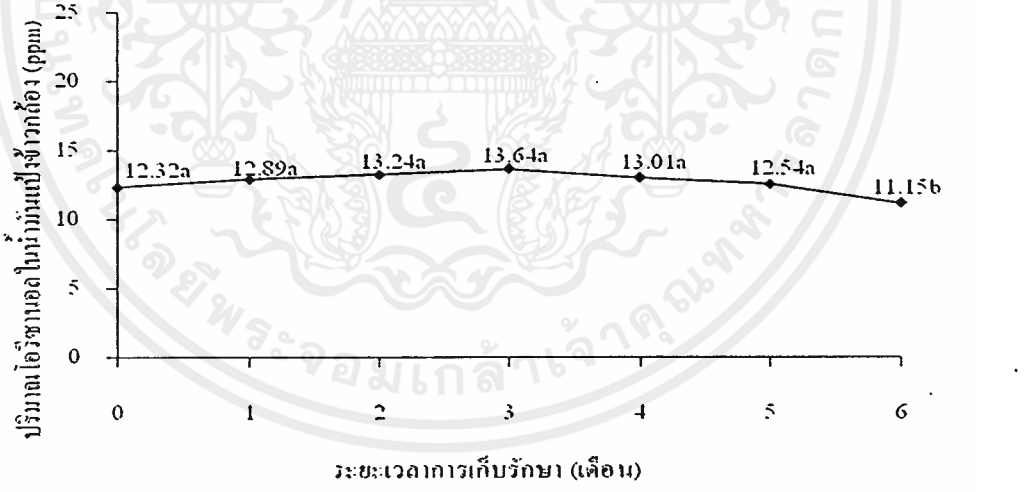
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.9 การวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA)

ตารางที่ 4.15 – 4.21 และภาพที่ 4.9 – 4.15 แสดงผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าความหนืดของแป้งข้าวชนิดต่างๆ ที่วัดด้วยเครื่อง rapid visco analyzer (RVA) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ข้าวกล้องงอกจะมีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) และอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) สูงกว่าข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) ข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีค่ามากสุด รองลงมาคือ ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอก ตามลำดับ ส่วนวิธีการบรรจุจะส่งผลต่อความหนืดของแป้งข้าว โดยแป้งข้าวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศจะมีค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว และเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด สูงกว่าแป้งข้าวที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีน แต่มีค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวจะต่ำกว่าถุงโพลีเอทิลีน อย่างไรก็ตาม ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืดของวิธีการบรรจุทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดเมื่อแป้งคงตัวมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยทั้งสองค่าจะมีค่าสูงสุดเมื่อแป้งข้าวถูกเก็บเป็นเวลา 3 เดือน ส่วนความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว และค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวจะมีค่าสูงสุดเมื่อแป้งข้าวถูกเก็บเป็นเวลา 1 เดือน ในขณะที่เวลาการเกิดความหนืดสูงสุดและอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืดจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	2,369.33	2,369.33	2,369.33	2,633.02a
	1	2,584.00	2,779.67	2,681.83	
	2	2,657.33	2,560.67	2,609.00	
	3	2,691.67	2,814.00	2,752.83	
	4	2,635.00	2,680.67	2,657.83	
	5	2,489.00	2,641.67	2,565.33	
	6	2,729.00	2,861.00	2,795.00	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	209.33	209.33	209.33	246.33b
	1	274.33	325.00	299.67	
	2	260.00	289.33	274.67	
	3	309.33	211.67	260.50	
	4	239.67	256.33	248.00	
	5	188.67	270.00	229.33	
	6	161.33	244.33	202.83	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	334.33	334.33	334.33	246.45b
	1	195.67	287.67	241.67	
	2	313.33	245.67	279.50	
	3	263.33	288.00	275.67	
	4	182.33	264.00	223.17	
	5	192.67	202.67	197.67	
	6	127.67	218.67	173.17	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		1,019.40B	1,064.48A		CV (%) = 4.29

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การดัดแปลงเนื้อหาต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้ง และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	2,256.00	2,256.00	2,256.00	2,348.05a
	1	2,180.33	2,324.67	2,252.50	
	2	2,288.33	2,214.00	2,251.17	
	3	2,406.33	2,490.67	2,448.50	
	4	2,348.67	2,392.00	2,370.33	
	5	2,200.33	2,425.33	2,312.83	
	6	2,453.67	2,636.33	2,545.00	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	209.33	209.33	209.33	238.31b
	1	270.00	320.67	295.33	
	2	256.33	285.00	270.67	
	3	286.33	212.00	249.17	
	4	229.33	249.67	239.50	
	5	178.67	260.00	219.33	
	6	139.33	230.33	184.83	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	335.00	335.00	335.00	240.05b
	1	179.33	277.33	228.33	
	2	296.00	244.33	270.17	
	3	262.00	284.00	273.00	
	4	173.67	258.33	216.00	
	5	187.67	197.33	192.50	
	6	117.33	213.33	165.33	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		916.86B	967.41A		CV (%) = 4.02

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	113.33	113.33	113.33	284.62a
	1	403.67	455.00	429.33	
	2	369.00	346.67	357.83	
	3	285.33	323.33	304.33	
	4	286.33	288.67	287.50	
	5	288.67	216.33	252.50	
	6	275.33	219.67	247.50	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	0.00	0.00	0.00	8.02b
	1	4.33	4.33	4.33	
	2	3.67	4.33	4.00	
	3	23.00	-0.33	11.33	
	4	10.33	6.67	8.50	
	5	10.00	10.00	10.00	
	6	22.00	14.00	18.00	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	-0.67	-0.67	-0.67	6.40b
	1	16.33	10.33	13.33	
	2	17.33	1.33	9.33	
	3	1.33	4.00	2.67	
	4	8.67	5.67	7.17	
	5	5.00	5.33	5.17	
	6	10.33	5.33	7.83	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		102.54A	96.83B		CV (%) = 15.33

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3,465.33	3,465.33	3,465.33	4,014.62a
	1	4,160.00	4,801.67	4,480.83	
	2	4,188.00	3,959.67	4,073.83	
	3	4,244.00	4,088.00	4,166.00	
	4	3,889.00	3,871.00	3,880.00	
	5	3,502.00	4,016.00	3,759.00	
	6	4,086.67	4,468.00	4,277.33	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	260.00	260.00	260.00	325.79b
	1	378.33	428.00	403.17	
	2	333.33	374.00	353.67	
	3	384.33	289.67	337.00	
	4	323.00	340.33	331.67	
	5	266.00	364.67	315.33	
	6	233.33	326.00	279.67	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	420.67	420.67	420.67	311.83b
	1	242.67	338.33	290.50	
	2	368.33	337.00	352.67	
	3	323.67	345.67	334.67	
	4	253.67	334.00	293.83	
	5	239.67	264.33	252.00	
	6	190.00	287.00	238.50	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		1,512.00B	1,589.49A		CV (%) = 5.20

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	1,096.00	1,096.00	1,096.00	1,367.83a
	1	1,576.00	2,022.00	1,799.00	
	2	1,530.67	1,399.00	1,464.83	
	3	1,552.33	1,274.00	1,413.17	
	4	1,254.00	1,190.33	1,222.17	
	5	1,013.00	1,374.33	1,193.67	
	6	1,357.67	1,414.33	1,386.00	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	50.67	50.67	50.67	79.45b
	1	104.00	103.00	103.50	
	2	73.33	84.67	79.00	
	3	75.00	78.00	76.50	
	4	83.33	84.00	83.67	
	5	77.33	94.67	86.00	
	6	72.00	81.67	76.83	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	86.33	86.33	86.33	65.38b
	1	47.00	50.67	48.83	
	2	55.00	91.33	73.17	
	3	60.33	57.67	59.00	
	4	71.33	70.00	70.67	
	5	47.00	61.67	54.33	
	6	62.33	68.33	65.33	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		492.60B	515.84A		CV (%) = 7.46

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ค่าเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	6.11	6.11	6.11	6.59c
	1	6.47	6.33	6.40	
	2	6.58	6.62	6.60	
	3	6.73	6.78	6.75	
	4	6.67	6.78	6.72	
	5	6.62	6.93	6.78	
	6	6.60	6.96	6.78	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	9.91	9.91	9.91	7.02b
	1	6.95	6.80	6.88	
	2	6.87	6.89	6.88	
	3	5.58	6.89	6.23	
	4	6.95	6.73	6.84	
	5	6.53	6.82	6.68	
	6	5.45	6.00	5.72	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	10.00	10.00	10.00	7.15a
	1	5.40	6.96	6.18	
	2	5.76	6.98	6.37	
	3	6.93	6.89	6.91	
	4	6.89	6.84	6.87	
	5	6.95	6.91	6.93	
	6	6.78	6.87	6.82	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		6.80B	7.05A		CV (%) = 2.81

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

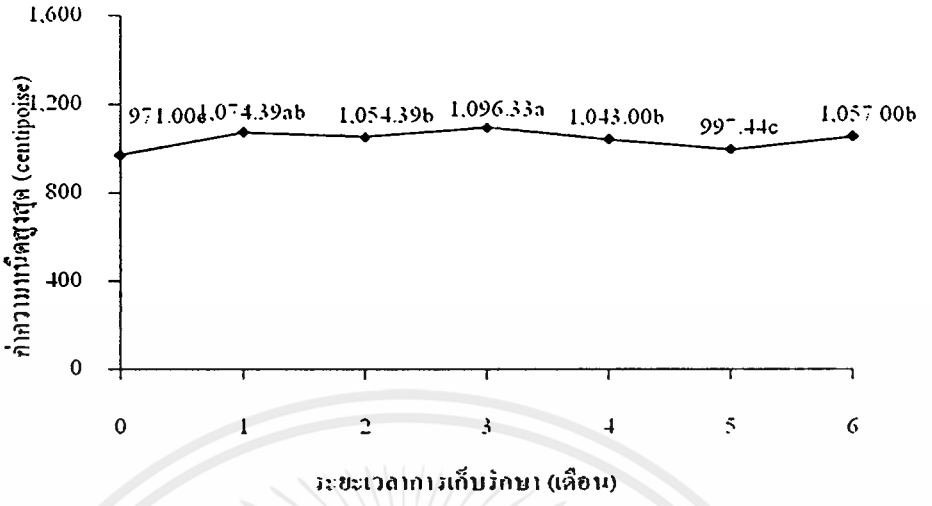
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารต้นฉบับทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	78.33	78.33	78.33	68.70a
	1	79.93	86.40	83.17	
	2	62.72	62.77	62.74	
	3	63.28	64.73	64.01	
	4	63.28	64.73	64.01	
	5	66.75	63.92	65.33	
	6	63.35	63.23	63.29	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	84.55	84.55	84.55	67.18b
	1	65.65	63.57	64.61	
	2	64.63	63.35	63.99	
	3	63.88	63.23	63.56	
	4	64.15	65.67	64.91	
	5	64.62	65.17	64.89	
	6	64.40	63.08	63.74	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	81.10	81.10	81.10	66.48b
	1	64.35	64.35	64.35	
	2	64.65	63.88	64.27	
	3	64.43	63.63	64.03	
	4	63.58	63.88	63.73	
	5	64.43	64.13	64.28	
	6	64.10	63.05	63.58	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		67.44A	67.47A		CV (%) =4.29

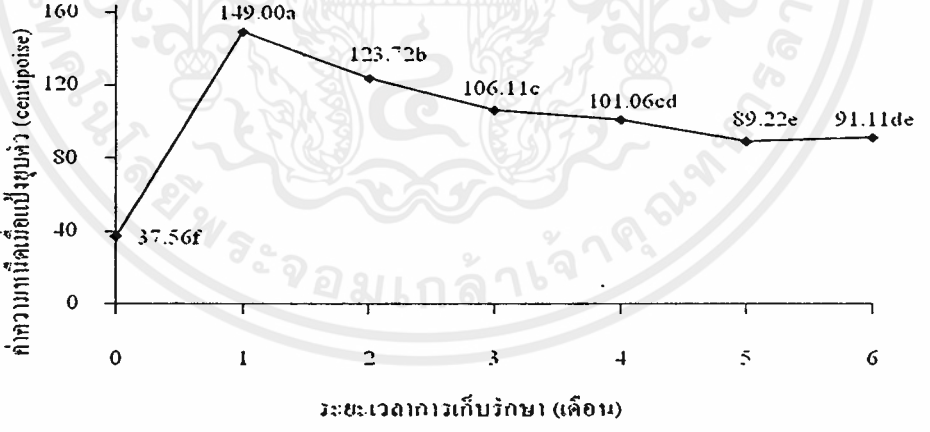
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

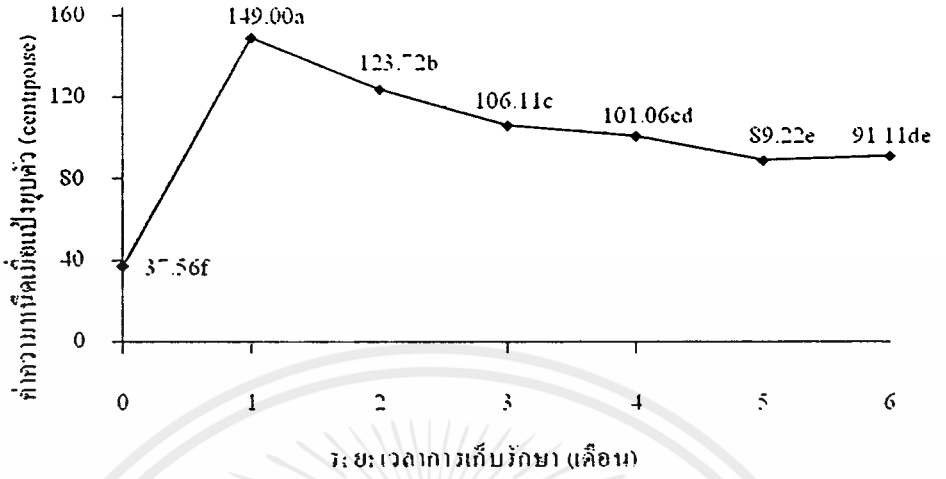
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

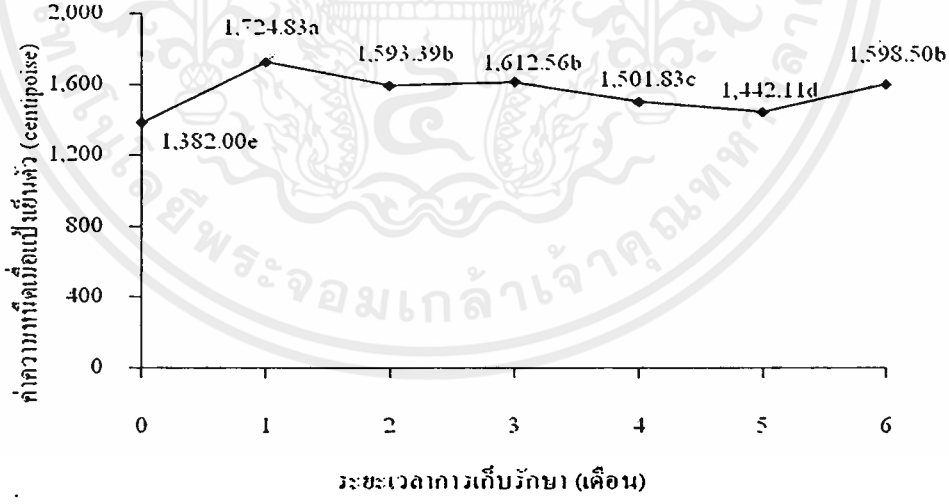
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

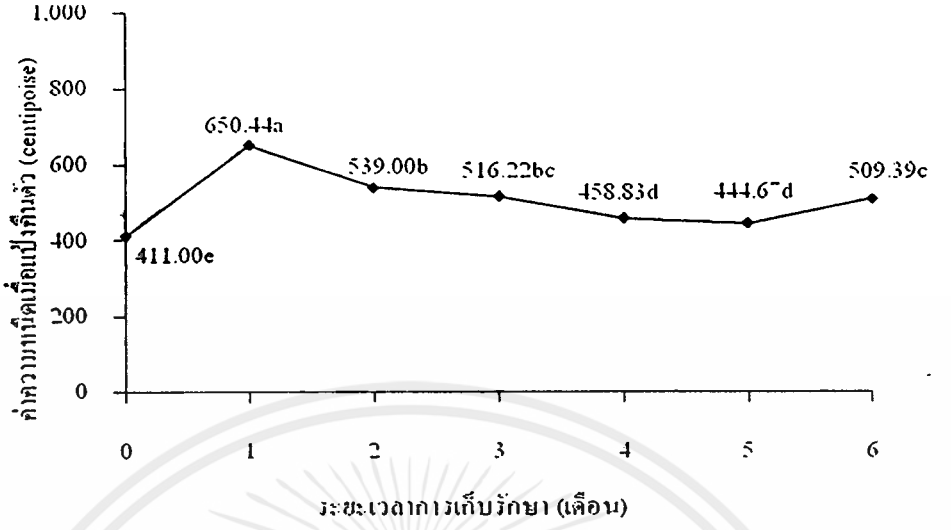
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ .4.12 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

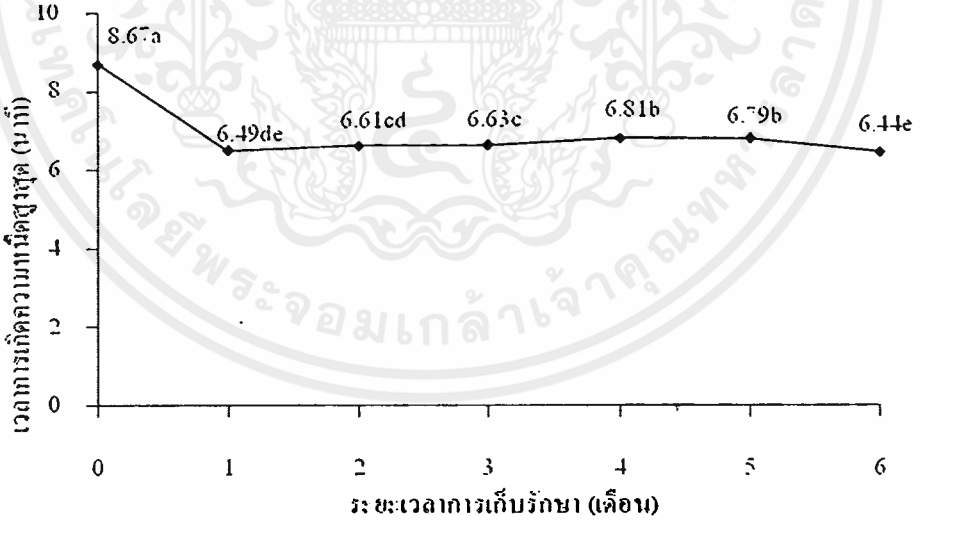
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

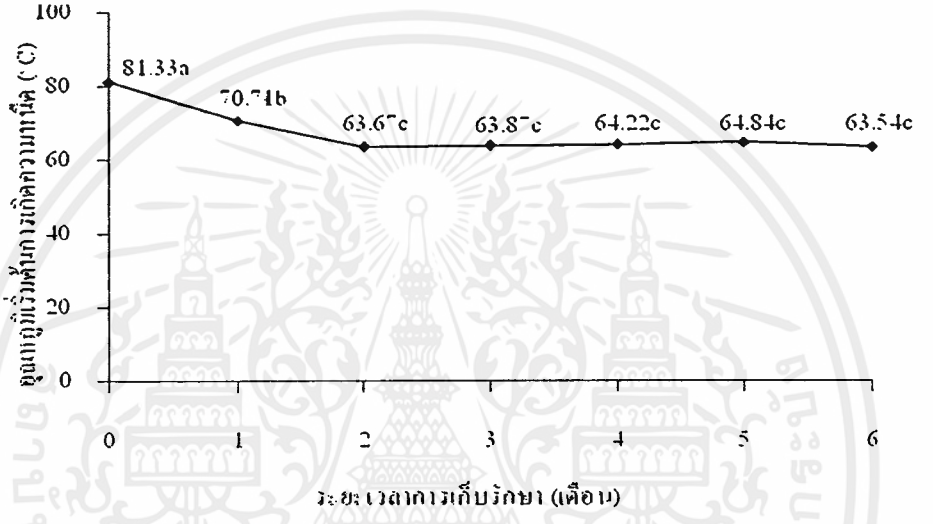
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.10 การทดสอบคุณภาพข้าวทางประสาทสัมผัส

การทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบ ชิมข้าวหุงสุก และให้คะแนนตามความชอบต่อลักษณะต่างๆ ของข้าวทั้งสามชนิดที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0 – 6 เดือน ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 4.22 – 429 และภาพที่ 4.16 – 4.23 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ข้าวกล้องงอกจะได้รับความพึงพอใจต่อผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องงอกนึ่งและข้าวนึ่งกล้อง โดยข้าวกล้องงอกจะได้รับความพึงพอใจในลักษณะปรากฏ สี กลิ่น การเกาะตัว เนื้อสัมผัส ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวกล้องหุงสุกสูงสุด ส่วนวิธีการบรรจุที่แตกต่างทั้งสองวิธี (ถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ) ส่วนใหญ่ไม่มีผลให้ความพึงพอใจต่อลักษณะของข้าวส่วนใหญ่แตกต่างกัน ยกเว้น คุณสมบัติด้านกลิ่นและการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุก ซึ่งพบว่า การเก็บรักษาข้าวในถุงพลาสติกสุญญากาศทำให้คุณสมบัติดังกล่าวได้รับความพึงพอใจจากผู้ทดสอบมากกว่าการเก็บรักษาข้าวในถุงโพลีเอทิลีน สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นพบว่าการเก็บรักษาข้าวเป็นระยะเวลา 4 เดือนมีแนวโน้มว่าจะได้รับความพึงพอใจจากผู้ทดสอบสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.83	3.83	3.83	3.74a
	1	4.68	3.32	4.00	
	2	3.88	3.81	3.84	
	3	3.45	3.60	3.53	
	4	3.92	3.82	3.87	
	5	3.44	3.69	3.57	
	6	3.55	3.57	3.56	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.35	3.35	3.35	3.48b
	1	4.27	3.34	3.81	
	2	3.30	3.33	3.31	
	3	3.25	3.46	3.36	
	4	3.65	3.81	3.73	
	5	3.66	3.59	3.62	
	6	2.96	3.37	3.16	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.86	3.86	3.86	3.70a
	1	3.95	3.16	3.56	
	2	3.60	3.71	3.66	
	3	3.40	3.65	3.53	
	4	4.15	3.99	4.07	
	5	3.65	4.00	3.83	
	6	3.26	3.51	3.39	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.67A	3.61A		CV (%) = 5.39

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	4.27	4.27	4.27	4.23a
	1	4.31	4.16	4.24	
	2	4.59	4.09	4.34	
	3	3.71	4.26	3.98	
	4	4.32	4.50	4.41	
	5	4.34	4.08	4.21	
	6	4.26	4.13	4.20	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.35	3.35	3.35	4.33a
	1	3.99	3.09	3.54	
	2	3.66	3.76	3.71	
	3	3.56	3.67	3.62	
	4	3.80	3.92	3.86	
	5	3.61	4.22	3.91	
	6	3.28	13.43	8.36	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.86	3.86	3.86	3.90a
	1	3.72	3.58	3.65	
	2	4.00	3.72	3.86	
	3	3.85	3.95	3.90	
	4	4.67	4.18	4.42	
	5	3.86	3.98	3.92	
	6	3.62	3.79	3.71	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.93A	4.38A		CV (%) = 63.31

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็น... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.24 คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.72	3.72	3.72	4.16a
	1	4.50	4.25	4.37	
	2	4.37	4.42	4.40	
	3	3.92	4.54	4.23	
	4	4.36	4.34	4.35	
	5	4.32	4.25	4.28	
	6	3.69	3.87	3.78	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.44	3.44	3.44	3.92c
	1	4.16	3.49	3.83	
	2	4.20	4.31	4.26	
	3	3.58	3.65	3.61	
	4	4.94	4.40	4.67	
	5	3.68	4.63	4.15	
	6	3.27	3.70	3.49	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.68	3.68	3.68	4.07b
	1	4.43	3.97	4.20	
	2	4.22	4.15	4.18	
	3	3.92	4.04	3.98	
	4	4.55	4.67	4.61	
	5	3.82	4.32	4.07	
	6	3.27	4.31	3.79	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		4.00B	4.10A		CV (%) = 4.65

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.25 คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	4.07	4.07	4.07	4.07a
	1	4.21	4.02	4.11	
	2	4.20	3.94	4.07	
	3	3.85	4.10	3.98	
	4	4.36	4.30	4.33	
	5	4.01	4.07	4.04	
	6	3.70	4.06	3.88	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.65	3.65	3.65	3.71c
	1	3.62	3.74	3.68	
	2	3.53	3.69	3.61	
	3	3.38	3.77	3.58	
	4	4.26	4.14	4.20	
	5	3.76	3.87	3.82	
	6	2.92	3.90	3.41	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.88	3.88	3.88	3.91b
	1	4.03	3.96	4.00	
	2	3.98	3.52	3.75	
	3	3.73	3.97	3.85	
	4	4.38	4.15	4.27	
	5	3.85	4.15	4.00	
	6	3.51	3.78	3.64	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.85B	3.94A		CV (%) = 5.68

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.26 คะแนนเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.82	3.82	3.82	4.23a
	1	4.36	4.40	4.38	
	2	4.30	4.21	4.25	
	3	4.24	4.50	4.37	
	4	4.39	4.54	4.46	
	5	4.51	4.39	4.45	
	6	3.96	3.75	3.86	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	2.63	2.63	2.63	3.29c
	1	3.77	3.32	3.54	
	2	3.79	3.23	3.51	
	3	2.89	3.54	3.21	
	4	3.55	3.66	3.60	
	5	3.22	3.67	3.44	
	6	3.20	2.96	3.08	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.40	3.40	3.40	3.40b
	1	3.80	3.23	3.51	
	2	3.21	3.27	3.24	
	3	3.14	3.22	3.18	
	4	3.90	3.15	3.53	
	5	3.62	3.58	3.60	
	6	3.19	3.55	3.37	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.66A	3.62A		CV (%) = 3.93

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.89	3.89	3.89	4.22a
	1	4.18	4.30	4.24	
	2	4.49	3.91	4.20	
	3	4.27	4.22	4.24	
	4	4.46	4.58	4.52	
	5	4.74	4.50	4.62	
	6	3.75	3.92	3.83	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	2.22	2.22	2.22	3.18b
	1	3.45	3.36	3.40	
	2	3.82	3.26	3.54	
	3	2.75	3.71	3.23	
	4	3.24	3.61	3.43	
	5	3.38	3.56	3.47	
	6	3.15	2.75	2.95	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	2.91	2.91	2.91	3.19b
	1	3.73	3.33	3.53	
	2	2.87	3.01	2.94	
	3	2.71	3.11	2.91	
	4	3.30	3.14	3.22	
	5	3.45	3.56	3.51	
	6	3.25	3.42	3.33	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.52A	3.54A		CV (%) = 4.89

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตารางที่ 4.28 คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	4.08	4.08	4.08	4.35a
	1	4.46	4.72	4.59	
	2	4.73	4.02	4.37	
	3	4.35	4.52	4.44	
	4	4.42	4.78	4.60	
	5	4.68	4.25	4.46	
	6	3.93	3.89	3.91	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	3.00	3.00	3.00	3.61b
	1	4.02	3.78	3.90	
	2	4.27	3.77	4.02	
	3	3.32	3.84	3.58	
	4	3.65	3.86	3.75	
	5	3.67	4.03	3.85	
	6	3.38	2.93	3.15	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.29	3.29	3.29	3.63b
	1	3.75	3.74	3.74	
	2	3.70	3.46	3.58	
	3	3.45	3.61	3.53	
	4	4.00	3.71	3.86	
	5	4.02	3.67	3.84	
	6	3.51	3.65	3.58	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.89A	3.84A		CV (%) = 4.06

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

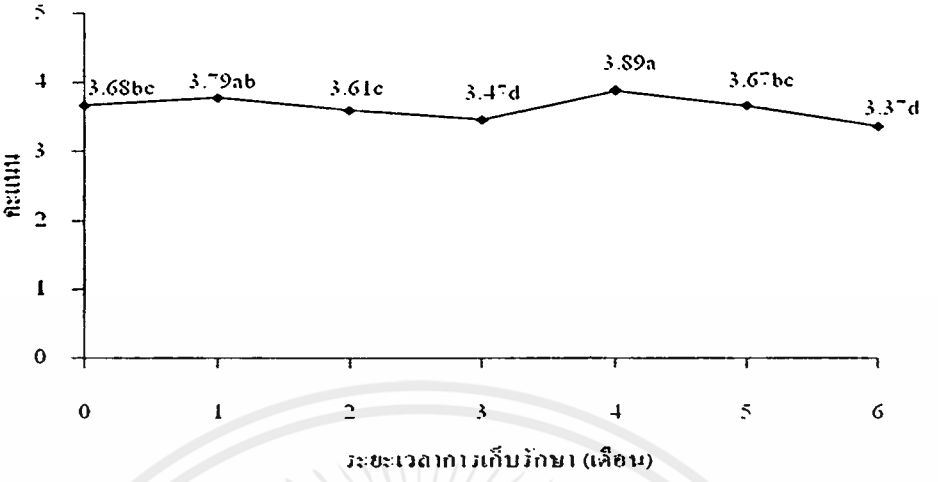
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	วิธีการบรรจุ		เฉลี่ยของระยะเวลาการเก็บรักษา	เฉลี่ยของชนิดข้าว
		ถุงโพลีเอทิลีน	ถุงพลาสติกสุญญากาศ		
ข้าวกล้องงอก	0	3.99	3.99	3.99	4.40a
	1	4.69	4.68	4.68	
	2	4.29	4.32	4.30	
	3	4.20	4.63	4.41	
	4	4.70	4.99	4.85	
	5	4.03	4.65	4.34	
	6	4.33	4.13	4.23	
ข้าวนึ่งกล้อง	0	2.92	2.92	2.92	3.63c
	1	4.27	3.65	3.96	
	2	4.13	3.56	3.85	
	3	3.20	3.90	3.55	
	4	3.86	4.25	4.05	
	5	3.45	4.20	3.82	
	6	3.41	3.11	3.26	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0	3.46	3.46	3.46	3.79b
	1	3.95	3.63	3.79	
	2	3.56	3.39	3.48	
	3	3.58	3.68	3.63	
	4	4.18	3.79	3.99	
	5	4.58	4.22	4.40	
	6	3.74	3.89	3.82	
เฉลี่ยของวิธีเก็บรักษา		3.93A	3.95A		CV (%) = 3.93

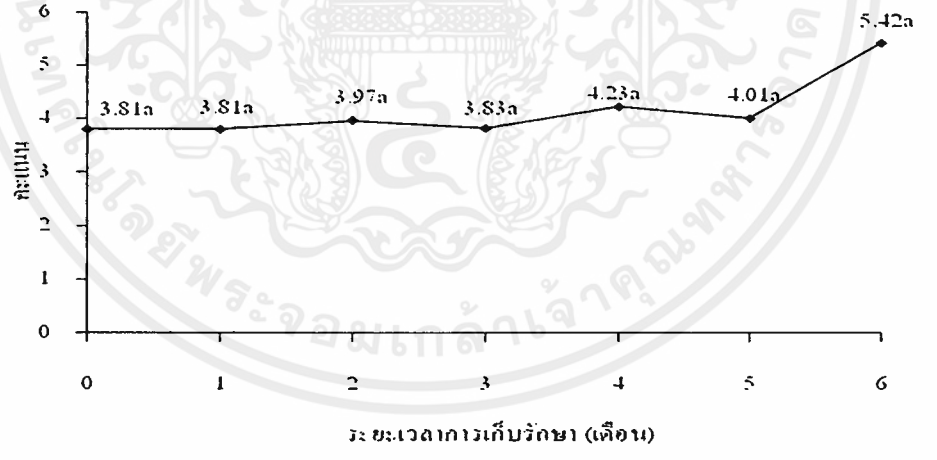
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

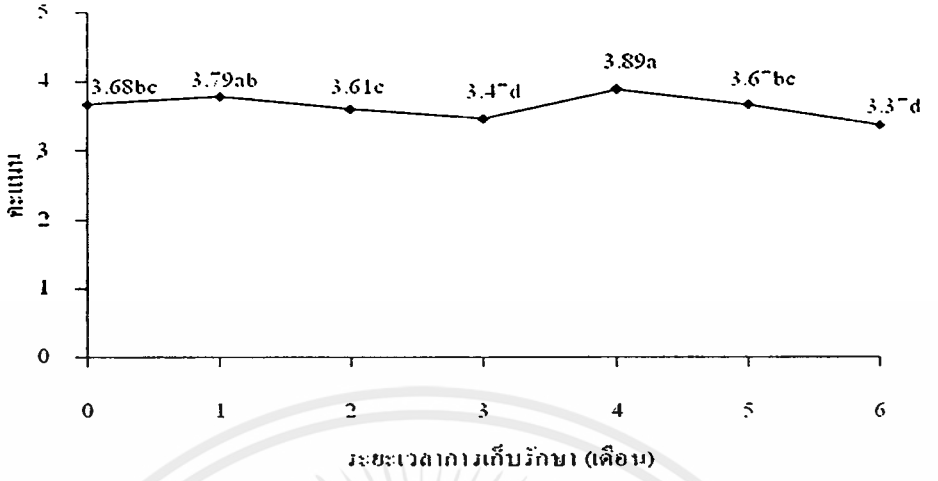
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.17 คะแนนเฉลี่ยสีของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

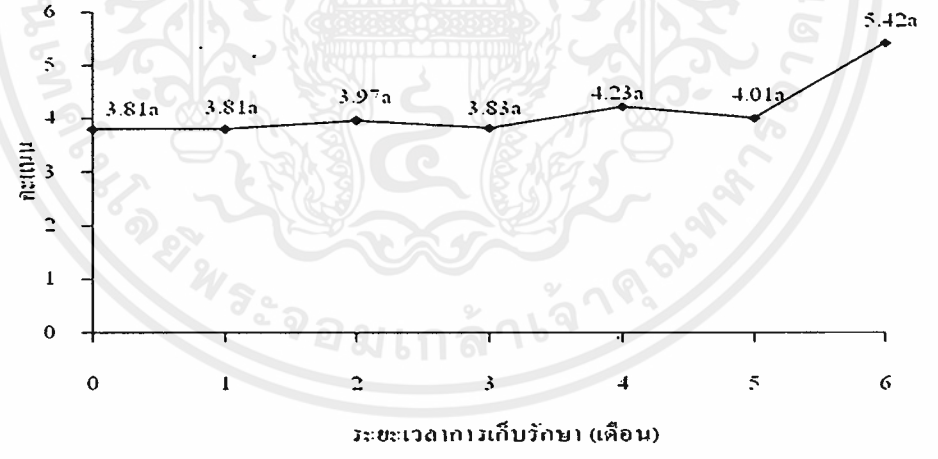
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

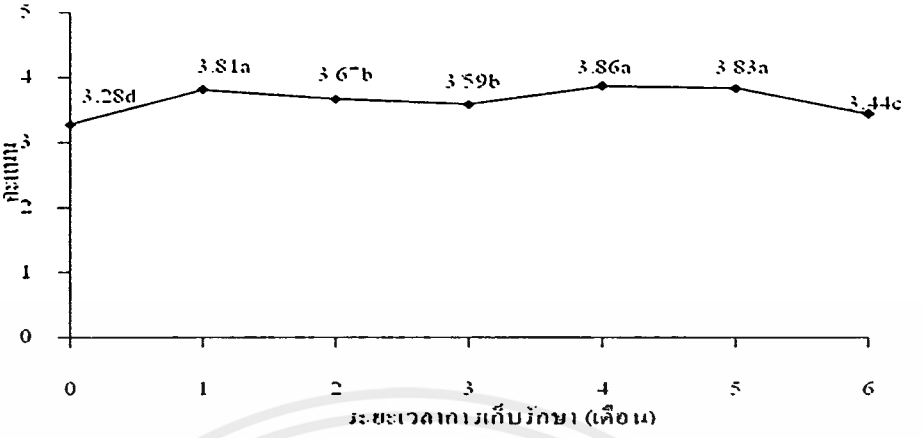
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.17 คะแนนเฉลี่ยสีของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

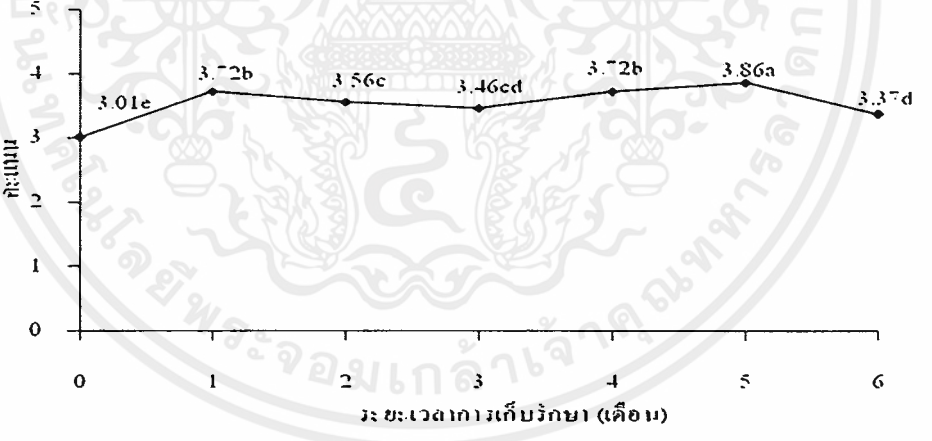
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 คะแนนเฉลี่ยเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

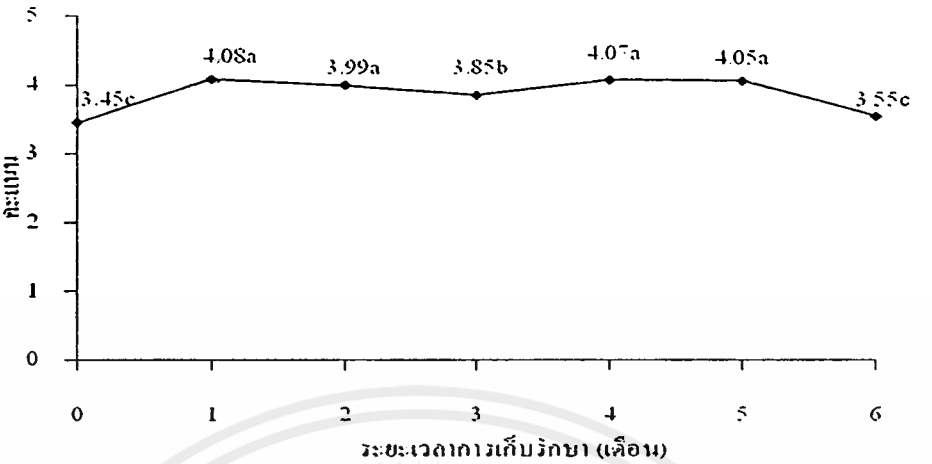
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.21 คะแนนเฉลี่ยความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

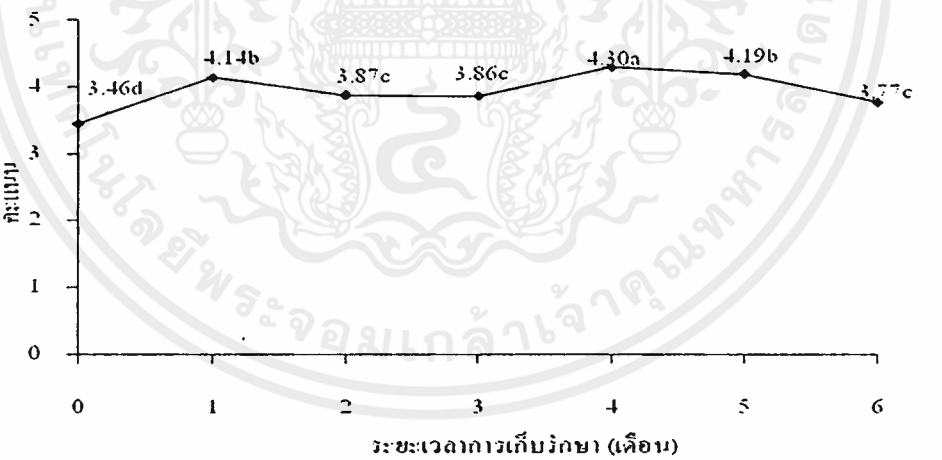
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้ห้ามมิให้ทำการคัดลอกหรือทำซ้ำ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 4.23 คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 จากการศึกษาคุณสมบัติของข้าวกล้องงอกนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวกล้องงอกข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องปกติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือกจะทำให้ข้าวมีการแตกหักมากหลังการกะเทาะเปลือก แต่การทำข้าวกล้องงอกนึ่ง (parboiled germinated brown rice; PGBR) โดยการนำข้าวเปลือกมาผ่านกระบวนการงอกและกระบวนการนึ่งก่อนลดความชื้น สามารถลดการแตกหักของเมล็ดข้าวได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ในกระบวนการทำข้าวกล้องงอก ขณะแช่ข้าวเปลือกในน้ำ เม็ดสตาร์ชที่อยู่ในส่วนเอนโดสเปิร์ม (endosperm) จะดูดน้ำเข้าไปในเมล็ด เมื่อน้ำได้แทรกเข้าไปในเมล็ดข้าว กระบวนการงอกของเมล็ดจะเกิดขึ้น เมล็ดข้าวจะเริ่มเข้าสู่สภาวะที่มีการเจริญเติบโตจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยน้ำจะไปกระตุ้นให้เอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงาน สารอาหารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการทางชีวเคมีจนเกิดเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กลง (oligosaccharide) และ น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) นอกจากนี้ โปรตีนภายในเมล็ดข้าวก็จะถูกย่อยให้เกิดเป็นกรดอะมิโน และ เปปไทด์ (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537; นิรนาม. 2552) ดังนั้น เมื่อนำมาลดความชื้นจึงอาจมีผลให้โครงสร้างของเมล็ดข้าวหลวมขึ้น เป็นผลให้เกิดการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระแทกจากการกะเทาะเปลือก แต่การนำข้าวมาผ่านกระบวนการนึ่งก่อนลดความชื้น จะทำให้ได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากการนึ่งทำให้เม็ดสตาร์ชที่อยู่ในเมล็ดข้าวเกิดการเจลาทิไนซ์ ทำให้เกิดการประสานกันของเม็ดสตาร์ชที่อุ้มน้ำและพองตัวขณะเจลาทิไนซ์ ทำให้เมล็ดข้าวไม่เปราะและหักในขณะกะเทาะเปลือก (น้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546)

ในการวัดสีของข้าวกล้องแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติ พบว่า ข้าวกล้องงอกมีสีของข้าวใกล้เคียงกับข้าวกล้องปกติมากที่สุด ในขณะที่ข้าวที่ผ่านการนึ่ง ทั้งข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง มีค่าความแตกต่างของสีมากกว่า หากพิจารณาค่า L* ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณค่าสีและเป็นดัชนีบ่งชี้ความสว่างของสี พบว่า ข้าวกล้องงอกมีค่า L* ใกล้เคียงกับข้าวกล้องปกติมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ ค.2) แสดงให้เห็นว่า กระบวนการนึ่งทำให้ข้าวมีสีเข้ม (คล้ำ) ขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำและให้ความร้อน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพต่อสารอาหารที่อยู่ในข้าวเปลือก เช่น สีน้ำตาลของเปลือก (แกลบ) ที่ละลายในน้ำ จะซึมเข้าสู่เมล็ดจากความร้อนและความดันไอน้ำ นอกจากนี้สตาร์ชเกิดการเจลานิไทซ์แล้วถูกทำให้เย็นลง จึงเกิดการจัดเรียงโมเลกุลใหม่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงต่างไปจากเดิม น้ำตาลรีดิวซิงที่เกิดจากเอนไซม์ไปย่อยสลายสตาร์ชในขั้นตอนการแช่น้ำ ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในกระบวนการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ด ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดสารเมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งเป็นสารให้สีน้ำตาล ทำให้ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีสีคล้ำขึ้น (Luh. 1991)

สำหรับการวัดคุณภาพการหุงต้มและคุณภาพข้าวหุงสุก พบว่า ข้าวที่ผ่านกระบวนการนึ่งจะมีค่าการสลายตัวในด่างสูง (อยู่ในระดับ 7 คะแนน) สอดคล้องกับงานทดลองของน้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล (2546) ซึ่งพบว่า ค่าการสลายตัวในด่างของข้าวนึ่งจะมีค่าเท่ากับ 6 – 7 ค่าการสลายตัวในด่างแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิในการเกิดเจลาทิไนซ์ (Bhattacharya. 1985) ข้าวที่มีค่าการสลายตัวในด่างสูง จะใช้อุณหภูมิในการหุงสุกต่ำ (งามชื่น คงเสรี. 2536) เมื่อหาปริมาณการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้มพบว่า กระบวนการทำข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง มีผลให้คุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์ของข้าวเปลี่ยนแปลง โดยข้าวกล้องงอกจะดูดน้ำระหว่างการหุงต้มมากที่สุด ซึ่งน่าจะเนื่องจากการแช่เมล็ดข้าวในน้ำในกระบวนการทำข้าวกล้องงอก จะทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกนิ่มขึ้น และน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปในช่วงที่แช่เมล็ดจะกระตุ้นการทำงานของ hydrolytic enzyme ซึ่งทำหน้าที่ย่อยแป้ง โพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง และโปรตีน (Ohtsubo *et al.* 2004; Toyoshima *et al.* 2004) ทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดหรือรำข้าวบางส่วนถูกทำลาย หรือทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลง น้ำจึงซึมผ่านได้ง่ายขึ้น แต่ในข้าวที่ผ่านการนึ่ง ความร้อนสูงและความชื้นทำให้เกิดการเจลาทิไนซ์ของสตาร์ชในเนื้อเมล็ดข้าว ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของข้าวแน่นขึ้นหลังลดความชื้น และเมื่อนำมาหุงต้ม น้ำจึงซึมผ่านเข้าได้ยาก (Luh.1991)

การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่าข้าวที่ผ่านการนึ่งจะมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องงอก สาเหตุที่ข้าวกล้องงอกหุงสุกมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าข้าวชนิดอื่น (แรงกดที่วัดได้ต่ำกว่าข้าวกล้องชนิดอื่น) น่าจะเป็นด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นคือ สารโมเลกุลใหญ่ในเมล็ดถูกย่อยในระหว่างการแช่น้ำ เมื่อผ่านการหุงต้มจึงทำให้ได้ข้าวหุงสุกนุ่มขึ้น แต่ความร้อนชื้นในกระบวนการนึ่ง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกของเม็ดสตาร์ช จึงทำให้ข้าวนึ่งหุงสุกมีลักษณะแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Parnsakhon and Noomhorm (2008) ซึ่งพบว่า ข้าวนึ่งกล้องหุงสุกพันธุ์ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และขาวดอกมะลิ 105 จะมีเนื้อสัมผัสแข็ง

เมื่อนำรำข้าวและแป้งข้าวกล้องแต่ละชนิดมาสกัดน้ำมันและตรวจสอบปริมาณสารโอรี – ซานอลในน้ำมัน พบว่า ข้าวที่ผ่านการนึ่งจะมีปริมาณในน้ำมันรำและแป้งข้าวกล้องสูง ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า ข้าวนึ่งกล้องจะมีปริมาณน้ำมันในรำและในแป้งข้าวกล้องสูงสุด รองลงมาคือข้าวกล้องงอกนึ่ง ข้าวกล้องงอก และข้าวกล้องปกติ ตามลำดับ การที่ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งมีปริมาณน้ำมันสูงกว่าข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอก อาจเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนชื้นในการนึ่งทำให้ lipid body แตกตัว ทำให้สกัดน้ำมันได้ง่ายขึ้น และความร้อนจากการนึ่งจะทำให้การเปลี่ยนแปลงของไขมันอิสระลดลง (งามชื่น คงเสรี. 2546) ในส่วนของปริมาณโอรี - ซานอลในน้ำมัน พบว่า ข้าวที่ผ่านกระบวนการนึ่งจะมีปริมาณโอรีซานอลสูง ซึ่งข้าวนึ่งกล้องจะมี

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำสูงสุด ส่วนข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องสูงสุด ในขณะที่ข้าวกล้องงอกและข้าวกล้องปกติจะมีปริมาณโอรีซานอลต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม ข้าวกล้องงอกจะมีปริมาณโอรีซานอลสูงกว่าข้าวกล้องปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ohtsubo *et al.* (2004) ซึ่งทำการเปรียบเทียบสารอาหารในเมล็ดระหว่างข้าวกล้องปกติ ข้าวสารขาว และข้าวกล้องงอก พบว่า ข้าวกล้องงอกจะมีปริมาณสารอาหารสูงสุด ยกเว้น inositol ที่มีปริมาณน้อยกว่าข้าวกล้องปกติเล็กน้อย ในขณะที่ข้าวสารขาวจะมีปริมาณสารอาหารทุกชนิดต่ำสุด

จากการตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งข้าวที่วัดด้วยเครื่อง RVA ซึ่งพบว่า ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวของข้าวนึ่งกล้องมีค่าเป็นศูนย์และข้าวกล้องงอกนึ่งมีค่าเป็นลบ ซึ่งแตกต่างจากข้าวชนิดอื่น น่าจะเนื่องจากการผสมแป้งข้าวหรือสตาร์ชกับน้ำ โดยปกติเม็ดสตาร์ชจะเริ่มเปลี่ยนแปลงตามอุณภูมิที่เพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่เม็ดสตาร์ชพองตัวเต็มที่ ซึ่งเป็นจุดที่ส่วนผสมมีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เม็ดสตาร์ชที่พองตัวเต็มที่จะผันกลับไม่ได้ เมื่อเครื่องยังคงกวนต่อไป การกวนของเครื่องจะไปทำลายโครงสร้างของเม็ดสตาร์ช ทำให้เม็ดสตาร์ชนั้นแตกตัวออกและส่งผลให้ความหนืดของส่วนผสมลดลง (ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว หรือ trough ลดลง) ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) จึงมีค่า ≥ 0 (Sanders. 1996; Whistler and Bemiller. 1999) แต่ในข้าวนึ่งกล้องและกล้องงอกนึ่ง พบว่า หลังจากให้ความร้อนจนความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด และมีค่าคงที่ ในกรณีของข้าวนึ่งกล้อง และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในกรณีของข้าวกล้องงอกนึ่ง อาจเกิดจากการที่ข้าวทั้งสองชนิดได้ผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนเซชันไปแล้วในขั้นตอนการนึ่ง สังเกตได้จากค่าความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุดที่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอก ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของ Himmelsbach *et al.* (2008) ซึ่งพบว่า แป้งข้าวที่ผ่านกระบวนการนึ่งหากมีระดับการเจลาทิไนเซชันที่สูงขึ้น ไม่ว่าจะเกิดจากการเพิ่มอุณหภูมิหรือระยะเวลาในการนึ่งพบว่าจะมีค่าความหนืดลดต่ำลง

การตรวจสอบคุณสมบัติของแป้งข้าว โดยทั่วไปจะสอดคล้องกับลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก กล่าวคือ หากข้าวมีค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวสูง ข้าวจะมีเนื้อสัมผัสแข็ง แต่ในการทดลองนี้ ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสของข้าวสุกด้วยเครื่อง texture analyzer ข้างต้นพบว่า ข้าวกล้องงอกมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง แต่กลับมีค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวสูง อาจเนื่องจาก การวัดด้วยเครื่อง texture analyzer ซึ่งวัดจากแรงที่กดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เครื่องจึงกดลงเฉพาะส่วนที่แตกออกมา ข้าวกล้องงอกหุงสุกที่ใช้ในการวัดเนื้อสัมผัสที่ลักษณะแตกและปริออกมากกว่าข้าวที่ผ่านกระบวนการนึ่งทั้งสองชนิดซึ่งมีส่วนที่แตกปริออกมาน้อยมากหรือแทบไม่มีการแตกปริเลย ดังนั้นข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งจึงมีค่าแรงกดที่วัดได้สูงกว่าข้าวกล้องงอก ซึ่งวิธีการนี้แตกต่างจากการวัดด้วยเครื่อง RVA ที่ใช้แป้งในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบ ชิมข้าวหุงสุกและให้คะแนนตามความชอบ พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ทดสอบจะมีความพึงพอใจในคุณลักษณะของข้าวกล้องปกติและข้าว

กล้องงอก ส่วนข้าวที่ผ่านขั้นตอนการนึ่ง ทั้งข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่งพบว่า ความพึงพอใจของผู้ทดสอบมีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าวนึ่งกล้อง ซึ่งได้รับความพึงพอใจจากผู้ทดสอบในระดับต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่นๆ อาจเป็นเพราะการนำข้าวมาผ่านกระบวนการนึ่งจะทำให้ข้าวกล้องเมื่อผ่านการหุงสุกแล้ว มีลักษณะร่วน เมล็ดค่อนข้างแข็ง ข้าวกล้องที่ได้มักมีสีน้ำตาลหรือสีคล้ำขึ้น อันเนื่องมาจากปฏิกิริยา browning reaction (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547) นอกจากนี้ ข้าวที่ผ่านการนึ่ง มักมีกลิ่น สี และรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้ไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของวิธีการบรรจุโดยใช้ถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้องและข้าวกล้องงอกนึ่ง จากการทดลองพบว่า วิธีการบรรจุไม่มีผลต่อคุณสมบัติโดยรวมของข้าวทั้งสามชนิดอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะปริมาณน้ำมันในรำและในแป้งข้าวกล้อง ซึ่งโดยปกติแล้ว การเก็บรักษาข้าวกล้องในถุงพลาสติกสุญญากาศสามารถรักษาคุณภาพข้าวได้ดีกว่าการเก็บในถุงพลาสติกธรรมดาซึ่งเหมาะสำหรับการเก็บรักษาในช่วงเวลาสั้นๆ (ไม่เกิน 3 เดือน) เพราะค่าความเป็นกรดของไขมัน (fat acidity) ขึ้นสูงเร็วมาก (ไพจิตร จันทรวงศ์และคณะ. 2528) ซึ่งอาจเกิดขึ้นใน 2 ลักษณะ คือ (1) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (hydrolysis) โดยเอนไซม์ไลเพส (lipase) ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และกรดไขมันอิสระจะเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันด้วยตัวเองเปลี่ยนเป็นสารประกอบคาร์บอนิลและ (2) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) โดยเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวถูกออกซิไดซ์เป็นสารเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และเปลี่ยนเป็นสารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl) เช่นกัน ซึ่งสารประกอบดังกล่าวก่อให้เกิดกลิ่นและรสที่ผิดปกติ (อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538) ทำให้ระดับการหืนในแป้งข้าวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณน้ำมันในรำข้าว และปริมาณโอรีซานอลลดลง แต่การที่ข้าวได้รับความร้อนชื้นในกระบวนการนึ่ง สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเพสและเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ ซึ่งส่งผลให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสและปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นช้าลง (Shaheen *et al.* 1975) จึงทำให้การเก็บรักษาข้าวในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนและถุงสุญญากาศไม่แตกต่าง

ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ค่าการสลายตัวในด่าง จะไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวทั้งสามชนิดมีค่าการสลายตัวในด่างอยู่ในช่วง 5.83 – 6.00 ในขณะที่ ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดข้าวและการขยายปริมาตรของข้าวหุงสุก มีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับ Sowbhagya and Bhattacharyat (1971) ที่กล่าวว่า ปริมาณการดูดซึมน้ำของข้าวจะสัมพันธ์กับคุณภาพการหุงต้ม โดยปริมาณการดูดน้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้การขยายปริมาตรและน้ำหนักของข้าวหุงสุกเพิ่มขึ้นด้วย และ Gujral and Kumar (2003) พบว่า การดูดน้ำของข้าวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปริมาณน้ำมันในรำและแป้งข้าวกล้องและปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันของข้าวทั้งสามชนิดแม้จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาก็ตาม แต่ค่าความแตกต่างก่อนเก็บรักษาและหลังจากเก็บรักษาแล้ว 6 เดือน มีความแตกต่างกันเพียง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน่าจะเนื่องจากเหตุผลที่กล่าวแล้วข้างต้น กล่าวคือ กระบวนการให้ความร้อนชื้นแก่ข้าวทำให้ประสิทธิภาพของเอนไซม์ไลเพสและไลพอกซีจีเนสลดลง ซึ่งส่งผลให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสและปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นช้าลง ดังนั้นกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นจึงลดลง การทำข้าวนึ่งได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าข้าวชนิดอื่นและเกิดการหืนช้ากว่า เมื่อเปรียบเทียบจากระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน

การวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA พบว่า ความหนืดเมื่อแป้งขุบตัว ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืดลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว และเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด จะมีความผันแปรไม่ขึ้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก โดยข้าวที่มีค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวสูง ข้าวจะมีเนื้อสัมผัสแข็ง ในการทดลองนี้ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่กลับมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา สาเหตุอาจมาจากความแตกต่างของการวัดทั้งสองวิธีดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก พบว่า ความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อข้าวที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นให้ผลเช่นเดียวกันกับข้าวกล้องก่อนการเก็บรักษา โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากนัก อย่างไรก็ตามพบว่า การเก็บรักษาข้าวเป็นระยะเวลาเกินกว่า 4 เดือน มีแนวโน้มที่จะได้รับความพึงพอใจจากผู้ทดสอบลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุป

การทดลองที่ 1 การทำข้าวกล้องงอกจากข้าวเปลือก ทำให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์การแตกหัก หลังการกะเทาะเปลือก (แตกหัก 7.33 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าการกะเทาะเปลือกข้าวกล้องปกติ (แตกหัก 4.91 เปอร์เซ็นต์) และข้าวนึ่งกล้อง (แตกหัก 1.23 เปอร์เซ็นต์) แต่การทำข้าวกล้องงอกนึ่งสามารถลดการแตกหักของข้าวหลังกะเทาะเปลือกลงได้ โดยในการทดลองนี้พบว่า การกะเทาะเปลือกข้าวกล้องงอกนึ่งจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักต่ำสุดเท่ากับ 0.44 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคุณภาพการหุงต้ม พบว่า การทำข้าวกล้องงอกนึ่งทำให้ข้าวมีปริมาณการดูดน้ำและอัตราการขยายปริมาตรลดลง (หุงขึ้นหม้อลดลง) ข้าวกล้องงอกนึ่งหุงสุกจะมีลักษณะร่วน เมล็ดค่อนข้างแข็ง นอกจากนี้ การทำข้าวกล้องงอกนึ่งยังทำให้ปริมาณน้ำมันและปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันทั้งในรำข้าวและแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำมันในรำข้าวและแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้นจาก 19.83 เป็น 32.71 เปอร์เซ็นต์ และ 3.21 เป็น 3.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเทียบกับข้าวกล้องปกติ ส่วนปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว แม้ว่าจะลดลง แต่พบว่า ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มขึ้นจาก 11.78 เป็น 12.55 ppm เมื่อนำข้าวกล้องหุงสุกทั้งสี่ชนิดไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจต่อลักษณะต่างๆ ของข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องปกติและข้าวกล้องงอก ซึ่งได้รับความพึงพอใจจากผู้ทดสอบมากกว่า

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง พบว่า ข้าวกล้องทั้งสามชนิดที่ผ่านการเก็บรักษาจะมีคุณสมบัติทางเคมี – ฟิสิกส์บางประการ ได้แก่ การสลายตัวในด่าง ปริมาณการดูดน้ำ เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก และปริมาณน้ำมันในรำและแป้งข้าวกล้อง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับข้าวก่อนการเก็บรักษา สำหรับวิธีการบรรจุ พบว่า การเก็บรักษาข้าวในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศไม่มีผลต่อคุณสมบัติส่วนใหญ่ของข้าว ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น มีผลให้ปริมาณการดูดน้ำ อัตราการขยายปริมาตร และเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (ความแข็ง) เพิ่มขึ้น ดังนั้น ข้าวหุงสุกจึงมีลักษณะร่วน แข็ง และหุงขึ้นหม้อลดลง นอกจากนี้การเก็บรักษายังมีผลให้ปริมาณน้ำมันในรำข้าวและในแป้งข้าวกล้อง และปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าวและแป้งข้าวกล้องลดลง โดยการเก็บรักษาข้าวเป็นระยะเวลา 6 เดือน ปริมาณน้ำมันในรำข้าวและแป้งข้าวกล้อง ลดลงจาก 29.03 เหลือ 27.62 เปอร์เซ็นต์ และ 3.70 เหลือ 2.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกโดยให้ผู้ทดสอบชิมข้าวแต่ละชนิดพบว่า การเก็บรักษาข้าวกล้องเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป จะทำให้ผู้ทดสอบมีความพึงพอใจต่อลักษณะต่างๆ ของข้าวลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมการค้าต่างประเทศ. 2551. สถานการณ์ข้าวโลกเดือนตุลาคม 2551. [Online].
Available : http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$8/level4/wtrinter50.doc

กรมวิชาการเกษตร. 2551. **มาตรฐานข้าวไทย.** [Online].
Available : http://210.246.186.28/pl_data/RICE/7stand/stand01.html

กระทรวงพาณิชย์. 2540. **มาตรฐานข้าวไทย** ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง มาตรฐานสินค้าข้าว พ.ศ. 2540 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 31ง. วันที่ 17 เมษายน 2540.

กัญญา เชื้อพันธุ์ และกิติยา กิจควรดี. 2549. การเก็บรักษาข้าว. [Online].
Available : http://www.doa.go.th/rri/tech/m5_4.html

กิติยา กิจควรดี ไพฑูรย์ อุไรรงค์ นิพนธ์ มาฆทาน ศิริวรรณ ตั้งวิสุทธิจิต ยุวดา เกิดโกมุติ และ วิชัย หิรัญยูปกรณ์. 2544. ผลกระทบของการลดความชื้นและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าว. หน้า 1 – 16. ใน **เอกสารประกอบการเสนอผลงาน การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2544.** กลุ่มวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. ปทุมธานี.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. ใน **เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 53 หน้า.

งามชื่น คงเสรี. 2536. คุณภาพเมล็ดทางเคมี. หน้า 54 – 70. ใน **เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง.** ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2545. คุณภาพข้าวสวย. หน้า 11 – 30. ใน **คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย.** จิรวัฒน์เอ็กเพรส. กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2546. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวไทย. **วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม** กระทรวงอุตสาหกรรม เดือนกันยายน – ตุลาคม.

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และ เรวดี จงสุวัฒน์. 2545. **น้ำมันรำข้าว ทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย.** โอเรียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2552. น้ำข้าวกล้องงอก ของดีทำง่าย. [Online].
Available : http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=free4u&month=08-01
2009&group=22&gblog=48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำฝน ศีตะจิตต์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. กระบวนการผลิตข้าวเปลือกนึ่งระดับห้องปฏิบัติการ. หน้า 36 – 44. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ.

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

ไพจิตร จันทรวงศ์ วีระศักดิ์ อนัมบุตร และวิไลศรี ลิมปพยอม. 2528. การเก็บรักษาข้าวสารและข้าวกล้องระยะยาว. **วารสารวิชาการเกษตร** 3: 85-88.

ไพฑูรย์ ละลา. 2551. การผลิตข้าวกล้องงอก และผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์. 2552. การผลิตสารประกอบทางชีวภาพจากข้าวกล้องงอก. [Online]. Available : http://202.12.97.4/kkunews/index.php?option=com_content&task=view&id=1398&Itemid=40

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

วันดี กฤษณพันธ์. 2549. เกร็ดความรู้สมุนไพร. ข้าวกล้อง...อาหารอายุวัฒนะ. [Online]. Available : http://www.thaihealth.info/samunpai21.asp.

วิจิตร บุณยะโหตระ. 2551. ข้าวกล้องยอดฮิต. [Online]. Available : http://www.elib-online.com/doctors/food_rice1.html

ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท. 2552. ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. [Online]. Available : http://www.doae.go.th/seedcenter19/seed03.htm

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2551. ความผันผวนของราคาข้าว. [Online]. **Available :** http://www.riceexporters.or.th/Local%20news/News_2008/news_120508-1.htm

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. **เอกสารคำสอนวิชาเคมีธัญญาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

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

อุมา แสงคร้าม และ ลำพึง พุ่มจันทร์. 2550. ผลของระยะเวลาการแช่น้ำและการเก็บรักษาต่อปริมาณสารโอรีซานอลในข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับพิเศษ.** หน้า 392 – 401.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบรอยประทับนี้ออกจากเอกสาร ข้าพเจ้าขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินการทางกฎหมายกับผู้ที่นำเอกสารนี้ไปใช้ในทางที่ผิด และขออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AACC. 2000. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists.** 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.

Allbritton, J. 2003. What's the Deal with Sprouting?. Vitamin Cottage Natural Grocers. March 2003.

AOAC. 1990. **Official Method of Analysis.** 19th ed. Association of Official Analytical Chemist, Virginia. 1141 pages.

Bhattacharya, K.R., Subba Rao, P.V. and Y.M. Indudhara Swamy. 1966. Processing conditions and milling yields in parboiling of rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 14 : pages 476 – 479.

Bucci, R., Magri, A.D. Magri, A.L. and F. Marini. 2003. Comparison of Three Spectrophotometric Methods for Determination of γ – oryzanol in Rice Bran Oil. **Analytical and Bioanalytical Chemistry.** 375 : pages 1254 – 1259.

Champagne, E.T., Brenda, G.L., Bong, K.M., Bryan, T.V., Karen, L.B., Franklin, E.B., Bill, D.W., Anna, M.M., Karen, A.M., Steve, L., Kent, S.M. and E.K. David. 1998. Effects of Postharvest Processing on Texture Profile Analysis of Cooked Rice. **Cereal Chemistry.** 75 : pages 181 – 186.

Da Silva, M.A., Sanches, C. and E.R. Amante. 2006. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. **Journal of Food Engineering.** 75 (4) : pages 487-491.

David, A. and V. Dendy. 2001. **Cereals and Cereal Products : Chemistry and Technology.** Aspen Publishers, Gaithersburg Maryland USA. 428 pages.

Gujral, S.H. and V. Kumar. 2003. Effect of accelerated aging on the physicochemical and texture properties of brown and milled rice. **Journal of Food Engineering.** 59 : pages 117 – 121.

Hayashi, T., Okadome, H., Toyoshima, H., Todoriki, S. and K. Ohtsubo. 1998. Rheological properties and lipid oxidation of rice decontaminated with low energy electrons. **Journal of Food Protection.** 61 (1) : pages 73 – 77.

Himmelsbach, D.S., Manful, J.T. and R.D. Coker. 2008. Changes in Rice with Variable Temperature Parboiling : Thermal and Spectroscopic Assessment. May/June 2008, Volume 85, Number 3. pages 384 – 390.

Hunter Associates Laboratory. 2008. Insight on Color : CIE L* a* b* Color Scale. Technical Services Department Hunter Associates Laboratory, Virginia. Volumn 8, Number 7. pages 1 – 4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

Kar, N., Jain, R.K. and P.P. Srivastav. 1999. Parboiled of dehusked rice. **Journal of Food Engineering.** 39(1): pages 17 - 22.

Kayahara, H. and K. Tsukahara. 2000. Flavor, Health and Nutritional Quality of Pre – Germinated Brown Rice. Presented at 2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii, December 2000.

Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. and T. Kimura. 2005. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. **Journal of Food Engineering.** 78 (2007) : pages 556 – 560.

Kreuzer, H. 2000. **Dividends from Rice**. Food Product Design, Weeks Publishing Company, USA Rice Foundation. Texas.

Lawless, H. T. and H. Heymann. 1998. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices.** Chapman & Hall, New York. pages 173 – 207.

Luh, B.S. 1991. **Rice: Utilization. volume II.** 2nd ed. AVI. Van Nostrand Reinhold, New York.

Moritaka, S. and K. Yamamatsu. 1972. Study on Cereal : The Effect of Sulfhydryl Group on Storage Deterioration of Mille Rice. **Eiyo To Shokuryo.** 25 : pages 59 – 62.

Ohtsubo, K., Susuki, K., Yasui, Y. and T. Kasumi. 2004. Bio – functional components in the processed pre – germinated brown rice by a twin – screw extruder. **Journal of Food Composition and Analysis.** 18: pages 303 – 316.

Parnsakhon, S. and A. Noomhorm. 2008. Changes in physicochemical properties of parboiled brown rice during heat treatment. **Agricultural Engineering International: the CIGR E – journal.** Manuscript FP 08 009. Volumn. 10. August, 2008.

Saikusa, T., Horino, T. and Y. Mori. 1994. Accumulation of gamma - aminobutyric acid (GABA) in rice germ during water soaking. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry.** 58(12) : pages 2291 – 2292.

Sanders, J.P.M. 1996. Starch Manufacturing in the World. **Advanced Post Academic Course on Tapioca Starch Technology.** Jan 22 – 26 and Feb. 19 – 23, 1996. AIT, Bangkok, Thailand.

Shaheen, A.B., El-Dash, A.A., and E. El-Shirbeeny. 1975. Effect of parboiling of rice on the rate of lipid hydrolysis and deterioration of rice bran. **Cereal Chemistry.** 52(1) : pages 1 – 8.

Sowbhagya, C.M. and K.R. Bhattacharyat. 1971. Water - uptake by rice during cooking. **Cereal Chemistry.** 16(12) : pages 420 – 424.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สงวนห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Toyoshima, H., Ohtsubo, K., Okadome, H., Tsukahara, K., Komatsuzaki, N. and T. Kohno. 2004. Germinated Brown Rice with Good Safety and Cooking Property, Process for Producing The Same and Processed Food There from. U.S. Patent no. 6,685,979.

Whistler, R.L. and J.N. Bemiller. 1999. **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. Eagan Press St.Paul, Minnesota.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

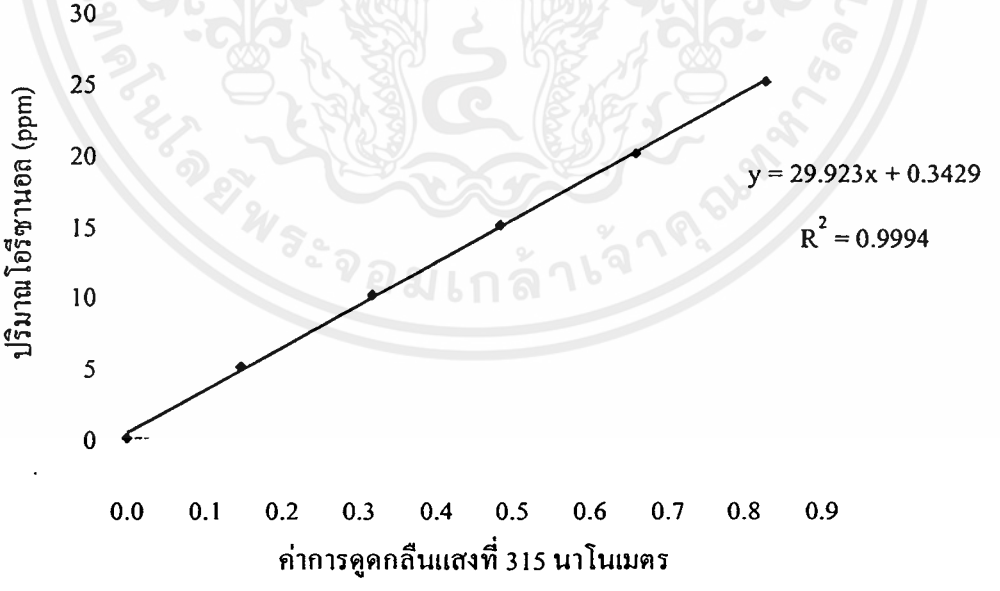
ภาคผนวก ก

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโอรีซานอล

ชั่งแกรมมาโอรีซานอล 50 ± 0.0001 มิลลิกรัม ละลายด้วยเฮปเทน (n - heptane) และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็น stock solution จากนั้นเตรียมสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยปิเปตสารละลายเริ่มต้น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตรลงในขวดและปรับปริมาตรด้วยเฮปเทนให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร (nm.) นำค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้มาเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณโอรีซานอลและค่าการดูดกลืนแสง

ตารางผนวกที่ ก.1 ค่าการดูดกลืนแสงของโอรีซานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ

ปริมาณโอรีซานอล (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง
5	0.000
10	0.147
15	0.318
20	0.485
25	0.659



ภาพผนวกที่ ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโอรีซานอลมาตรฐานกับค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 315 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

คำชี้แจง : ทดสอบชิมตัวอย่างทีละตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ ดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก
2 = ไม่ชอบปานกลาง
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
5 = ชอบเล็กน้อย
6 = ชอบปานกลาง
7 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8
ก่อนเคี้ยว								
ลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
สีของข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่นของข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
การเกาะตัวกันของเมล็ดข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
หลังเคี้ยว								
เนื้อสัมผัสของข้าว (หลังเคี้ยว)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความแข็งของเมล็ดข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความนุ่มของเมล็ดข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติของข้าว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผนวกที่ ค.1 ค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่ง กล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	5.15	4.88	4.71	4.91
ข้าวกล้องงอก	6.51	7.77	7.71	7.33
ข้าวนึ่งกล้อง	1.35	1.26	1.15	1.25
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	0.21	0.64	0.48	0.44

ตารางผนวกที่ ค.2 ค่าสี (ΔE^*) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่	ค่าการวัดสี				เฉลี่ย
		L*	a*	b*	ΔE^*	
ข้าวกล้องปกติ	1	48.94	8.36	13.76	-	-
	2	47.74	8.54	14.89	-	
	3	48.70	7.74	15.68	-	
ข้าวกล้องงอก	1	50.82	8.68	14.15	2.49	1.50
	2	48.38	7.28	14.26	1.07	
	3	47.76	8.53	14.22	0.95	
ข้าวนึ่งกล้อง	1	36.47	8.38	16.09	12.06	11.78
	2	35.57	9.24	15.86	12.98	
	3	38.25	9.22	15.59	10.29	
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	1	40.59	9.11	1.69	15.30	12.49
	2	37.27	8.83	17.15	11.46	
	3	37.84	9.29	15.56	10.70	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.3 คะแนนการสลายตัวในด่างของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	5	5	5	5.00
ข้าวกล้องงอก	4	4	4	4.00
ข้าวนึ่งกล้อง	7	7	7	7.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	7	7	7	7.00

ตารางผนวกที่ ค.4 ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	294.00	296.50	289.00	293.17
ข้าวกล้องงอก	278.00	272.50	268.50	273.00
ข้าวนึ่งกล้อง	193.00	192.00	190.00	191.67
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	241.00	246.00	240.50	242.50

ตารางผนวกที่ ค.5 อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3.23	3.42	3.07	3.24
ข้าวกล้องงอก	3.23	3.42	3.23	3.29
ข้าวนึ่งกล้อง	2.77	2.85	2.69	2.77
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.31	3.58	3.42	3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.6 เนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก (กรัม) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	1,529.17	2,271.18	2,084.17	1,961.51
ข้าวกล้องงอก	1,625.00	1,949.35	1,704.98	1,759.88
ข้าวนึ่งกล้อง	2,174.38	2,261.40	2,719.15	2,384.98
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	2,510.38	2,548.29	2,428.64	2,495.77

ตารางผนวกที่ ค.7 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	19.63	20.00	19.86	19.83
ข้าวกล้องงอก	20.75	20.00	20.38	20.38
ข้าวนึ่งกล้อง	34.38	33.50	34.13	34.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	32.25	32.75	33.13	32.71

ตารางผนวกที่ ค.8 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3.38	3.00	3.25	3.21
ข้าวกล้องงอก	3.63	3.50	3.63	3.59
ข้าวนึ่งกล้อง	3.75	3.88	4.00	3.88
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.63	3.63	3.63	3.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.9 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	14.11	14.17	14.14	14.14
ข้าวกล้องงอก	14.34	14.39	14.42	14.38
ข้าวนึ่งกล้อง	14.89	14.95	14.96	14.93
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	12.60	12.58	12.64	12.61

ตารางผนวกที่ ค.10 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	11.65	11.86	11.83	11.78
ข้าวกล้องงอก	11.95	12.07	11.89	11.97
ข้าวนึ่งกล้อง	12.47	12.44	12.40	12.44
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	12.55	12.58	12.52	12.55

ตารางผนวกที่ ค.11 ระดับการหืน (nmol/กรัมแป้งข้าว) ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	0.659	1.471	1.369	1.17
ข้าวกล้องงอก	1.319	0.659	0.304	0.76
ข้าวนึ่งกล้อง	0.609	0.507	1.014	0.71
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	1.623	1.471	1.674	1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.12 ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	2,300	2,330	2,307	2,312.33
ข้าวกล้องงอก	2,360	2,403	2,345	2,369.33
ข้าวนึ่งกล้อง	178	200	250	209.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	329	320	354	334.33

ตารางผนวกที่ ค.13 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	2,146	2,111	2,068	2,108.33
ข้าวกล้องงอก	2,256	2,291	2,221	2,256.00
ข้าวนึ่งกล้อง	180	200	248	209.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	330	322	353	335.00

ตารางผนวกที่ ค.14 ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	154	219	239	204.00
ข้าวกล้องงอก	104	112	124	113.33
ข้าวนึ่งกล้อง	-2	0	2	0.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	-1	-2	1	-0.67

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.15 ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3,135	3,168	3,109	3,137.33
ข้าวกล้องงอก	3,489	3,505	3,402	3,465.33
ข้าวนึ่งกล้อง	227	247	306	260.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	409	404	449	420.67

ตารางผนวกที่ ค.16 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	835	838	802	825.00
ข้าวกล้องงอก	1,129	1,102	1,057	1,096.00
ข้าวนึ่งกล้อง	49	47	56	50.67
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	80	84	95	86.33

ตารางผนวกที่ ค.17 เวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	6.40	6.27	6.27	6.31
ข้าวกล้องงอก	6.00	6.13	6.20	6.11
ข้าวนึ่งกล้อง	9.93	9.80	10.00	9.91
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	10.00	10.00	10.00	10.00

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.18 อุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	73.70	76.00	74.50	74.73
ข้าวกล้องงอก	78.35	79.85	76.80	78.33
ข้าวนึ่งกล้อง	90.90	79.75	83.00	84.55
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	86.10	75.90	81.30	81.10

ตารางผนวกที่ ค.19 คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3.77	3.74	3.69	3.73
ข้าวกล้องงอก	3.83	4.14	3.51	3.83
ข้าวนึ่งกล้อง	3.17	3.43	3.46	3.35
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.83	3.83	3.91	3.86

ตารางผนวกที่ ค.20 คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	4.29	4.23	4.11	4.21
ข้าวกล้องงอก	4.34	4.57	3.91	4.27
ข้าวนึ่งกล้อง	3.37	3.20	3.37	3.31
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.83	3.91	3.80	3.85

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.21 คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3.91	4.26	3.94	4.04
ข้าวกล้องงอก	3.83	3.83	3.51	3.72
ข้าวนึ่งกล้อง	3.57	3.51	3.23	3.44
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.69	3.69	3.66	3.68

ตารางผนวกที่ ค.22 คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	4.14	4.09	3.94	4.06
ข้าวกล้องงอก	4.00	4.40	3.80	4.07
ข้าวนึ่งกล้อง	3.23	3.86	3.86	3.65
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.91	3.77	3.97	3.88

ตารางผนวกที่ ค.23 คะแนนเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	4.06	4.17	3.97	4.07
ข้าวกล้องงอก	4.11	3.66	3.69	3.82
ข้าวนึ่งกล้อง	2.63	2.71	2.54	2.63
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.43	3.37	3.40	3.40

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.24 คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	3.92	3.99	3.89	3.93
ข้าวกล้องงอก	3.91	3.94	3.83	3.89
ข้าวนึ่งกล้อง	2.20	2.23	2.24	2.22
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	2.94	2.94	2.86	2.91

ตารางผนวกที่ ค.25 คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	4.09	4.46	4.14	4.23
ข้าวกล้องงอก	3.94	4.20	4.09	4.08
ข้าวนึ่งกล้อง	2.97	2.97	3.06	3.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.37	3.26	3.23	3.29

ตารางผนวกที่ ค.26 คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องปกติ ข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งก่อนการเก็บรักษา

ชนิดข้าว	ซ้ำที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ข้าวกล้องปกติ	4.40	4.20	4.34	4.31
ข้าวกล้องงอก	4.00	4.09	3.89	3.99
ข้าวนึ่งกล้อง	2.94	2.94	2.89	2.92
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	3.29	3.51	3.57	3.46

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.27 การสลายตัวในสารละลายด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	4	4	4	4.00
		1	3	4	4	3.67
		2	4	4	4	4.00
		3	4	4	4	4.00
		4	4	4	3	3.67
		5	4	4	4	4.00
		6	4	4	4	4.00
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	4	4	4	4.00
		1	4	3	3	3.33
		2	4	3	4	3.67
		3	4	4	4	4.00
		4	3	4	4	3.67
		5	4	4	4	4.00
		6	4	3	4	3.67
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	7	7	7	7.00
		1	7	7	7	7.00
		2	7	7	7	7.00
		3	7	7	7	7.00
		4	7	7	7	7.00
		5	7	7	7	7.00
		6	7	7	7	7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.27 (ต่อ) การสลายตัวในสารละลายด่าง (คะแนน) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง เมื่อเก็บรักษาในถุงโพลีเอธิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศเป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	7	7	7	7.00
		1	7	7	7	7.00
		2	7	7	7	7.00
		3	7	7	7	7.00
		4	7	7	7	7.00
		5	7	7	7	7.00
		6	7	7	7	7.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	7	7	7	7.00
		1	7	7	7	7.00
		2	7	7	7	7.00
		3	7	7	7	7.00
		4	7	7	7	7.00
		5	7	7	7	7.00
		6	7	7	7	7.00
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	7	7	7	7.00
		1	7	7	7	7.00
		2	7	7	7	7.00
		3	7	7	7	7.00
		4	7	7	7	7.00
		5	7	7	7	7.00
		6	7	7	7	7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.28 ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	278.00	272.50	268.50	273.00
		1	278.50	279.00	277.50	278.33
		2	259.50	263.00	259.50	260.67
		3	276.50	277.00	277.50	277.00
		4	289.50	279.50	287.00	285.33
		5	309.50	300.50	302.50	304.17
		6	296.00	299.00	302.00	299.00
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	278.00	272.50	268.50	273.00
		1	272.00	272.00	273.00	272.33
		2	273.00	269.50	268.00	270.17
		3	314.00	318.00	310.50	314.17
		4	311.00	310.00	310.00	310.33
		5	342.50	348.00	335.00	341.83
		6	333.00	330.50	327.00	330.17
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	193.00	192.00	190.00	191.67
		1	234.00	238.50	246.50	239.67
		2	235.00	236.50	237.50	236.33
		3	231.00	233.00	231.00	231.67
		4	246.50	244.00	241.50	244.00
		5	243.50	239.50	241.50	241.50
		6	241.00	239.00	239.50	239.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.28 (ต่อ) ปริมาณการดูดน้ำ (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	193.00	192.00	190.00	191.67
		1	242.00	237.50	237.00	238.83
		2	236.00	235.50	237.00	236.17
		3	240.50	236.00	236.50	237.67
		4	254.50	251.00	244.00	249.83
		5	242.00	244.50	238.50	241.67
		6	249.00	247.50	243.00	246.50
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	241.00	246.00	240.50	242.50
		1	260.50	257.50	255.00	257.67
		2	217.00	220.50	210.00	215.83
		3	219.50	223.00	209.00	217.17
		4	236.00	232.50	241.00	236.50
		5	230.00	230.50	234.00	231.50
		6	247.50	254.00	255.00	252.17
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	241.00	246.00	240.50	242.50
		1	247.00	254.00	262.00	254.33
		2	218.00	223.00	220.00	220.33
		3	209.00	207.50	209.50	208.67
		4	223.50	228.00	228.50	226.67
		5	229.00	225.50	230.50	228.33
		6	263.50	261.50	271.00	265.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.29 อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.23	3.42	3.23	3.29
		1	3.29	3.14	3.08	3.17
		2	2.85	3.00	3.33	3.06
		3	3.08	3.23	3.31	3.21
		4	3.08	3.00	3.25	3.11
		5	3.31	3.23	3.46	3.33
		6	2.92	3.42	3.08	3.14
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.23	3.42	3.23	3.29
		1	3.23	3.07	3.18	3.16
		2	3.33	3.33	3.00	3.22
		3	3.31	3.33	3.08	3.24
		4	2.92	2.83	3.08	2.94
		5	3.31	3.46	3.31	3.36
		6	2.77	3.17	3.08	3.01
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.77	2.85	2.69	2.77
		1	3.46	3.38	3.29	3.38
		2	3.46	3.69	3.77	3.64
		3	3.58	3.67	3.58	3.61
		4	4.09	3.50	3.42	3.67
		5	3.46	3.67	3.58	3.57
		6	3.62	3.46	3.54	3.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.29 (ต่อ) อัตราการขยายปริมาตรของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.77	2.85	2.69	2.77
		1	3.46	3.14	3.46	3.35
		2	3.21	3.62	3.21	3.35
		3	3.25	3.64	3.25	3.38
		4	3.36	3.54	3.31	3.40
		5	3.75	3.31	3.67	3.58
		6	3.54	3.23	3.23	3.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.31	3.58	3.42	3.44
		1	3.46	3.29	3.85	3.53
		2	3.08	3.23	3.07	3.13
		3	3.45	3.25	3.64	3.45
		4	3.31	3.38	3.31	3.33
		5	4.18	3.58	3.67	3.81
		6	3.69	4.00	4.00	3.90
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.31	3.58	3.42	3.44
		1	3.54	3.14	3.14	3.27
		2	3.08	3.00	3.23	3.10
		3	3.23	3.64	3.82	3.56
		4	3.46	3.14	3.31	3.30
		5	3.58	4.09	4.18	3.95
		6	4.08	3.69	3.77	3.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.30 การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	1,625.00	1,949.35	1,704.98	1,759.77
		1	1,899.95	1,961.51	1,982.42	1,947.96
		2	2,324.04	2,313.49	2,291.74	2,309.76
		3	2,088.01	2,391.06	1,973.30	2,150.79
		4	939.89	1,268.99	1,162.19	1,123.69
		5	1,135.83	937.77	1,097.49	1,057.03
		6	2,138.63	1,821.17	1,914.00	1,957.93
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	1,625.00	1,949.35	1,704.98	1,759.77
		1	1,894.41	2,194.16	2,276.12	2,121.56
		2	2,471.27	2,265.14	2,752.34	2,496.25
		3	2,383.59	2,208.77	1,919.57	2,170.64
		4	1,250.75	1,321.64	1,337.47	1,303.29
		5	1,508.54	1,530.62	1,253.91	1,431.03
		6	1,785.58	1,869.94	1,883.01	1,846.18
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2,174.38	2,261.40	2,719.15	2,384.98
		1	2,198.00	2,474.89	2,213.71	2,295.54
		2	2,753.45	2,826.91	2,905.04	2,828.47
		3	2,743.66	2,524.89	2,900.89	2,723.14
		4	2,770.45	2,799.24	2,742.81	2,770.83
		5	2,734.33	3,146.70	3,294.78	3,058.60
		6	3,710.44	3,541.39	3,830.12	3,693.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.30 (ต่อ) การวัดเนื้อสัมผัสของข้าวสุก (texture analysis) (กรัม) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2,174.38	2,261.40	2,719.15	2,384.98
		1	2,086.04	2,608.73	2,485.77	2,393.51
		2	3,239.10	2,968.80	2,702.56	2,970.15
		3	2,666.41	2,941.66	2,891.23	2,833.10
		4	2,861.73	2,957.15	2,899.73	2,906.20
		5	3,439.34	4,057.78	3,635.75	3,710.95
		6	4,047.13	4,020.98	4,078.75	4,048.95
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2,510.38	2,548.29	2,428.64	2,495.77
		1	3,526.76	2,878.26	3,515.88	3,306.96
		2	2,926.16	3,154.05	3,067.25	3,049.15
		3	3,033.73	3,598.73	3,321.94	3,318.13
		4	2,313.49	2,276.74	2,323.12	2,304.45
		5	1,728.57	1,715.28	1,683.19	1,709.01
		6	2,328.01	2,649.42	2,456.64	2,478.02
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2,510.38	2,548.29	2,428.64	2,495.77
		1	3,143.17	3,593.78	3,756.84	3,497.93
		2	4,009.89	4,366.77	3,506.87	3,961.18
		3	4,148.12	4,009.18	4,231.46	4,129.58
		4	3,055.66	2,921.74	3,158.36	3,045.25
		5	1,997.36	1,768.22	1,821.94	1,862.51
		6	2,792.88	3,097.27	2,714.84	2,868.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.31 ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	20.75	20.00	20.38	20.38
		1	21.00	21.00	20.38	20.79
		2	22.13	22.25	22.13	22.17
		3	20.75	21.50	22.25	21.50
		4	19.88	20.75	20.38	20.34
		5	17.75	24.38	20.88	21.00
		6	20.25	19.88	18.50	19.54
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	20.75	20.00	20.38	20.38
		1	21.50	22.75	22.13	22.13
		2	20.63	21.88	21.25	21.25
		3	21.13	22.50	21.75	21.79
		4	22.00	20.25	21.00	21.08
		5	19.13	20.00	18.00	19.04
		6	19.75	20.25	20.00	20.00
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	34.38	33.50	34.13	34.00
		1	32.38	32.88	32.50	32.59
		2	32.13	32.13	32.38	32.21
		3	30.75	30.38	30.50	30.54
		4	30.25	30.50	30.63	30.46
		5	30.75	30.75	31.25	30.92
		6	30.75	30.25	31.63	30.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.31 (ต่อ) ปริมาณน้ำมันในรำข้าว (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	34.38	33.50	34.13	34.00
		1	34.13	33.38	33.75	33.75
		2	33.12	32.87	33.00	33.00
		3	32.88	32.13	32.50	32.50
		4	32.35	31.88	32.00	32.08
		5	32.13	32.25	32.00	32.13
		6	31.75	32.63	32.13	32.17
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	32.25	32.75	33.13	32.71
		1	34.38	34.00	34.13	34.17
		2	33.50	34.00	33.63	33.71
		3	32.25	32.75	32.38	32.46
		4	30.88	30.50	30.63	30.67
		5	30.38	30.00	31.13	30.50
		6	31.00	30.75	31.25	31.00
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	32.25	32.75	33.13	32.71
		1	33.00	33.38	33.13	33.17
		2	33.13	33.63	33.38	33.38
		3	33.00	33.38	33.25	33.21
		4	32.88	35.38	34.13	34.13
		5	33.50	32.25	31.25	32.33
		6	32.25	31.50	32.63	32.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.32 ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.63	3.50	3.63	3.59
		1	3.25	3.25	3.63	3.38
		2	3.13	3.13	3.38	3.21
		3	2.75	2.75	2.88	2.79
		4	2.38	2.88	2.63	2.63
		5	2.38	2.88	2.50	2.59
		6	2.63	2.38	2.38	2.46
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.63	3.50	3.63	3.59
		1	3.63	3.75	4.13	3.84
		2	3.00	2.75	2.50	2.75
		3	3.00	3.38	3.25	3.21
		4	2.63	2.50	2.00	2.38
		5	1.25	3.00	2.50	2.25
		6	3.00	3.00	3.00	3.00
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.75	3.88	4.00	3.88
		1	3.38	3.25	3.38	3.34
		2	2.75	3.13	2.88	2.92
		3	3.25	3.00	3.00	3.08
		4	3.13	4.13	3.25	3.50
		5	3.00	3.63	3.00	3.21
		6	2.88	3.13	3.38	3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.32 (ต่อ) ปริมาณน้ำมันในแป้งข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.75	3.88	4.00	3.88
		1	3.00	3.13	3.25	3.13
		2	3.25	3.25	3.12	3.21
		3	3.13	3.37	2.87	3.12
		4	2.88	3.00	3.13	3.00
		5	3.00	3.13	3.00	3.04
		6	3.13	3.00	3.13	3.09
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.63	3.63	3.63	3.63
		1	2.75	2.75	2.88	2.79
		2	2.75	3.38	2.75	2.96
		3	3.63	3.13	3.38	3.38
		4	2.63	3.00	3.50	3.04
		5	3.00	2.88	2.88	2.92
		6	3.13	3.00	2.75	2.96
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.63	3.63	3.63	3.63
		1	3.75	4.00	3.63	3.79
		2	3.50	3.38	3.88	3.59
		3	3.63	3.50	3.25	3.46
		4	3.25	3.25	3.50	3.33
		5	3.00	3.13	3.25	3.13
		6	3.13	3.13	3.25	3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.33 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	14.34	14.39	14.42	14.38
		1	14.60	14.56	14.64	14.60
		2	15.20	15.18	15.43	15.27
		3	16.75	17.00	16.99	16.91
		4	16.23	16.14	16.05	16.14
		5	15.63	15.75	15.87	15.75
		6	13.87	13.99	13.72	13.86
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	14.34	14.39	14.42	14.38
		1	13.39	13.42	13.45	13.42
		2	14.41	14.56	13.81	14.26
		3	16.94	16.93	16.67	16.85
		4	16.53	16.68	16.80	16.67
		5	16.14	16.50	16.35	16.33
		6	12.01	12.28	12.19	12.16
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	14.89	14.95	14.96	14.93
		1	15.54	15.24	15.52	15.43
		2	18.29	18.28	18.27	18.28
		3	18.96	19.22	19.04	19.07
		4	17.55	17.76	17.37	17.56
		5	16.65	16.62	16.74	16.67
		6	14.92	14.62	14.86	14.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.33 (ต่อ) ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันรำข้าว (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	14.89	14.95	14.96	14.93
		1	16.46	15.33	15.68	15.82
		2	17.00	17.25	17.32	17.19
		3	18.36	18.60	18.54	18.50
		4	16.56	16.47	16.80	16.61
		5	15.18	15.21	16.20	15.53
		6	16.14	15.75	15.72	15.87
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	12.60	12.58	12.64	12.61
		1	15.77	15.35	15.43	15.52
		2	16.56	17.64	17.13	17.11
		3	18.34	18.88	18.82	18.68
		4	18.00	18.15	18.21	18.12
		5	15.84	15.78	15.90	15.84
		6	13.90	13.63	13.99	13.84
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	12.60	12.58	12.64	12.61
		1	15.17	16.15	16.78	16.03
		2	17.64	18.18	17.04	17.62
		3	18.34	18.88	18.82	18.68
		4	18.30	18.45	18.60	18.45
		5	16.74	15.07	14.68	15.49
		6	13.69	13.66	13.63	13.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.34 ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	11.95	12.07	11.89	11.97
		1	13.83	13.83	13.81	13.82
		2	14.02	14.26	14.30	14.20
		3	14.10	14.84	14.20	14.38
		4	14.35	14.17	14.32	14.28
		5	14.23	14.32	14.35	14.30
		6	11.32	11.56	11.65	11.51
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	11.95	12.07	11.89	11.97
		1	13.32	13.28	13.28	13.29
		2	14.41	14.71	14.62	14.58
		3	14.91	14.90	14.80	14.87
		4	14.32	14.05	14.14	14.17
		5	13.00	13.03	13.03	13.02
		6	9.20	9.11	9.20	9.17
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	12.47	12.44	12.40	12.44
		1	12.75	12.84	13.05	12.88
		2	13.27	13.39	13.18	13.28
		3	14.92	14.56	14.77	14.75
		4	14.35	14.50	14.62	14.49
		5	14.71	14.59	14.74	14.68
		6	13.96	14.20	14.20	14.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.34 (ต่อ) ปริมาณโอรีซานอลในน้ำมันแป้งข้าวกล้อง (ppm) ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	12.47	12.44	12.40	12.44
		1	12.71	12.80	12.76	12.75
		2	13.15	13.06	13.18	13.13
		3	14.38	14.14	14.17	14.23
		4	13.39	13.27	13.18	13.28
		5	12.73	12.73	12.73	12.73
		6	11.98	12.04	12.16	12.06
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	12.55	12.58	12.52	12.55
		1	12.55	12.28	12.34	12.39
		2	12.22	12.46	12.04	12.24
		3	12.04	11.86	11.89	11.93
		4	10.85	11.18	11.03	11.02
		5	10.46	10.37	10.46	10.43
		6	10.25	9.95	10.07	10.09
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	12.55	12.58	12.52	12.55
		1	12.07	12.31	12.19	12.19
		2	11.95	12.13	11.92	12.00
		3	11.74	11.56	11.71	11.67
		4	10.97	10.79	10.73	10.83
		5	10.01	10.07	10.25	10.11
		6	9.98	10.04	9.89	9.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.35 ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2,360	2,403	2,345	2,369.33
		1	2,641	2,606	2,505	2,584.00
		2	2,641	2,522	2,809	2,657.33
		3	2,671	2,725	2,679	2,691.67
		4	2,711	2,617	2,577	2,635.00
		5	2,623	2,430	2,414	2,489.00
		6	2,768	2,779	2,640	2,729.00
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2,360	2,403	2,345	2,369.33
		1	2,717	2,870	2,752	2,779.67
		2	2,511	2,612	2,559	2,560.67
		3	2,781	2,868	2,793	2,814.00
		4	2,661	2,732	2,649	2,680.67
		5	2,633	2,621	2,671	2,641.67
		6	2,967	2,845	2,771	2,861.00
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	178	200	250	209.33
		1	276	268	279	274.33
		2	272	256	252	260.00
		3	301	291	336	309.33
		4	236	236	247	239.67
		5	194	181	191	188.67
		6	167	164	153	161.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.35 (ต่อ) ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	178	200	250	209.33
		1	335	321	319	325.00
		2	312	278	278	289.33
		3	198	220	217	211.67
		4	253	274	242	256.33
		5	273	257	280	270.00
		6	245	232	256	244.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	329	320	354	334.33
		1	196	203	188	195.67
		2	343	292	305	313.33
		3	271	263	256	263.33
		4	188	184	175	182.33
		5	210	186	182	192.67
		6	130	131	122	127.67
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	329	320	354	334.33
		1	286	283	294	287.67
		2	239	229	269	245.67
		3	283	281	300	288.00
		4	280	255	257	264.00
		5	201	195	212	202.67
		6	241	204	211	218.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.36 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (ɛentipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2,256	2,291	2,221	2,256.00
		1	2,186	2,232	2,123	2,180.33
		2	2,264	2,176	2,425	2,288.33
		3	2,395	2,461	2,363	2,406.33
		4	2,409	2,337	2,300	2,348.67
		5	2,296	2,143	2,162	2,200.33
		6	2,506	2,475	2,380	2,453.67
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2,256	2,291	2,221	2,256.00
		1	2,305	2,384	2,285	2,324.67
		2	2,199	2,248	2,195	2,214.00
		3	2,498	2,520	2,454	2,490.67
		4	2,375	2,432	2,369	2,392.00
		5	2,416	2,394	2,466	2,425.33
		6	2,734	2,612	2,563	2,636.33
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	180	200	248	209.33
		1	272	265	273	270.00
		2	272	248	249	256.33
		3	277	276	306	286.33
		4	223	227	238	229.33
		5	185	171	180	178.67
		6	142	143	133	139.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.36 (ต่อ) ค่าความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	180	200	248	209.33
		1	328	321	313	320.67
		2	310	270	275	285.00
		3	196	222	218	212.00
		4	251	266	232	249.67
		5	266	248	266	260.00
		6	233	218	240	230.33
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	330	322	353	335.00
		1	182	185	171	179.33
		2	323	277	288	296.00
		3	272	259	255	262.00
		4	178	175	168	173.67
		5	208	181	174	187.67
		6	118	123	111	117.33
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	330	322	353	335.00
		1	276	271	285	277.33
		2	237	229	267	244.33
		3	279	275	298	284.00
		4	273	247	255	258.33
		5	191	194	207	197.33
		6	232	200	208	213.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.37 ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่งที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	104	112	124	113.33
		1	455	374	382	403.67
		2	377	346	384	369.00
		3	276	264	316	285.33
		4	302	280	277	286.33
		5	327	287	252	288.67
		6	262	304	260	275.33
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	104	112	124	113.33
		1	412	486	467	455.00
		2	312	364	364	346.67
		3	283	348	339	323.33
		4	286	300	280	288.67
		5	217	227	205	216.33
		6	233	218	208	219.67
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	-2	0	2	0.00
		1	4	3	6	4.33
		2	0	8	3	3.67
		3	24	15	30	23.00
		4	13	9	9	10.33
		5	9	10	11	10.00
		6	25	21	20	22.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.37 (ต่อ) ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) (centipoisc) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	-2	0	2	0.00
		1	7	0	6	4.33
		2	2	8	3	4.33
		3	2	-2	-1	-0.33
		4	2	8	10	6.67
		5	7	9	14	10.00
		6	12	14	16	14.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	-1	-2	1	-0.67
		1	14	18	17	16.33
		2	20	15	17	17.33
		3	-1	4	1	1.33
		4	10	9	7	8.67
		5	2	5	8	5.00
		6	12	8	11	10.33
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	-1	-2	1	-0.67
		1	10	12	9	10.33
		2	2	0	2	1.33
		3	4	6	2	4.00
		4	7	8	2	5.67
		5	10	1	5	5.33
		6	9	4	3	5.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.38 ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3,489	3,505	3,402	3,465.33
		1	4,295	4,125	4,060	4,160.00
		2	4,280	3,976	4,308	4,188.00
		3	4,180	4,249	4,303	4,244.00
		4	4,024	3,877	3,766	3,889.00
		5	3,738	3,343	3,425	3,502.00
		6	4,117	4,137	4,006	4,086.67
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3,489	3,505	3,402	3,465.33
		1	4,667	4,932	4,806	4,801.67
		2	3,801	4,020	4,058	3,959.67
		3	4,069	4,105	4,090	4,088.00
		4	3,874	3,924	3,815	3,871.00
		5	4,034	4,044	3,970	4,016.00
		6	4,337	4,824	4,243	4,468.00
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	227	247	306	260.00
		1	379	371	385	378.33
		2	346	323	331	333.33
		3	378	368	407	384.33
		4	316	317	336	323.00
		5	274	254	270	266.00
		6	237	240	223	233.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.38 (ต่อ) ค่าความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติก	0	227	247	306	260.00
	สุญญากาศ	1	437	426	421	428.00
		2	408	354	360	374.00
		3	269	297	303	289.67
		4	342	359	320	340.33
		5	373	349	372	364.67
		6	335	309	334	326.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุง	0	409	404	449	420.67
	โพลีเอทิลีน	1	243	246	239	242.67
		2	399	346	360	368.33
		3	331	315	325	323.67
		4	253	256	252	253.67
		5	267	230	222	239.67
		6	192	197	181	190.00
	ถุงพลาสติก	0	409	404	449	420.67
	สุญญากาศ	1	330	334	351	338.33
		2	335	328	348	337.00
		3	337	335	365	345.67
		4	347	323	332	334.00
		5	262	256	275	264.33
		6	313	269	279	287.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.39 ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	1,129	1,102	1,057	1,096.00
		1	1,654	1,519	1,555	1,576.00
		2	1,639	1,454	1,499	1,530.67
		3	1,509	1,524	1,624	1,552.33
		4	1,313	1,260	1,189	1,254.00
		5	1,115	913	1,011	1,013.00
		6	1,349	1,358	1,366	1,357.67
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	1,129	1,102	1,057	1,096.00
		1	1,950	2,062	2,054	2,022.00
		2	1,290	1,408	1,499	1,399.00
		3	1,288	1,237	1,297	1,274.00
		4	1,213	1,192	1,166	1,190.33
		5	1,401	1,423	1,299	1,374.33
		6	1,370	1,401	1,472	1,414.33
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	49	47	56	50.67
		1	103	103	106	104.00
		2	74	67	79	73.33
		3	77	77	71	75.00
		4	80	81	89	83.33
		5	80	73	79	77.33
		6	70	76	70	72.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.39 (ต่อ) ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) (centipoise) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	49	47	56	50.67
		1	102	105	102	103.00
		2	96	76	82	84.67
		3	71	77	86	78.00
		4	89	85	78	84.00
		5	100	92	92	94.67
		6	90	77	78	81.67
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	80	84	95	86.33
		1	47	43	51	47.00
		2	56	54	55	55.00
		3	60	52	69	60.33
		4	65	72	77	71.33
		5	57	44	40	47.00
		6	62	66	59	62.33
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	80	84	95	86.33
		1	44	51	57	50.67
		2	96	99	79	91.33
		3	54	54	65	57.67
		4	67	68	75	70.00
		5	61	61	63	61.67
		6	72	65	68	68.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.40 ค่าเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	6.00	6.13	6.20	6.11
		1	6.47	6.47	6.47	6.47
		2	6.60	6.53	6.60	6.58
		3	6.73	6.73	6.73	6.73
		4	6.67	6.80	6.53	6.67
		5	6.53	6.60	6.73	6.62
		6	6.67	6.60	6.53	6.60
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	6.00	6.13	6.20	6.11
		1	6.33	6.40	6.27	6.33
		2	6.73	6.60	6.53	6.62
		3	6.87	6.73	6.73	6.78
		4	6.87	6.73	6.73	6.78
		5	6.93	6.93	6.93	6.93
		6	7.00	6.96	6.93	6.96
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	9.93	9.80	10.00	9.91
		1	6.93	6.93	7.00	6.95
		2	6.80	7.00	6.80	6.87
		3	5.60	5.53	5.60	5.58
		4	6.93	6.93	7.00	6.95
		5	7.00	5.67	6.93	6.53
		6	5.47	5.47	5.40	5.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.40 (ต่อ) ค่าเวลาการเกิดความหนืดสูงสุด (peak time) (นาที) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	9.93	9.80	10.00	9.91
		1	6.93	6.80	6.67	6.80
		2	6.80	6.87	7.00	6.89
		3	6.93	6.93	6.80	6.89
		4	6.60	6.60	7.00	6.73
		5	7.00	6.93	6.53	6.82
		6	6.93	5.53	5.53	6.00
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	10.00	10.00	10.00	10.00
		1	5.47	5.47	5.27	5.40
		2	5.87	5.73	5.67	5.76
		3	6.93	6.93	6.93	6.93
		4	7.00	6.67	7.00	6.89
		5	7.00	6.93	6.93	6.95
		6	6.80	6.73	6.80	6.78
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	10.00	10.00	10.00	10.00
		1	6.87	7.00	7.00	6.96
		2	6.93	7.00	7.00	6.98
		3	6.80	6.93	6.93	6.89
		4	6.73	6.93	6.87	6.84
		5	7.00	6.80	6.93	6.91
		6	6.93	6.87	6.80	6.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.41 ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	78.35	79.85	76.80	78.33
		1	86.10	65.95	87.75	79.93
		2	62.45	62.45	63.25	62.72
		3	63.25	62.45	64.15	63.28
		4	63.25	62.45	64.15	63.28
		5	62.40	70.50	67.35	66.75
		6	62.50	65.05	62.50	63.35
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	78.35	79.85	76.80	78.33
		1	86.20	86.10	86.90	86.40
		2	63.25	62.50	62.55	62.77
		3	65.00	63.40	65.80	64.73
		4	65.00	63.40	65.80	64.73
		5	65.00	63.35	63.40	63.92
		6	62.40	63.10	64.20	63.23
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	90.90	79.75	83.00	84.55
		1	64.10	64.90	67.95	65.65
		2	64.05	64.90	64.95	64.63
		3	63.30	64.20	64.15	63.88
		4	63.30	63.35	65.80	64.15
		5	62.45	66.45	64.95	64.62
		6	63.30	63.35	66.55	64.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.41 (ต่อ) ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดความหนืด (pasting temperature) (°C) จากการวัดค่าความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA ของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	90.90	79.75	83.00	84.55
		1	62.50	64.15	64.05	63.57
		2	64.10	63.35	62.60	63.35
		3	63.25	63.20	63.25	63.23
		4	62.45	68.10	66.45	65.67
		5	67.25	63.35	64.90	65.17
		6	63.40	63.40	62.45	63.08
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	86.10	75.90	81.30	81.10
		1	64.90	62.50	65.65	64.35
		2	66.55	63.30	64.10	64.65
		3	62.50	66.65	64.15	64.43
		4	64.95	63.35	62.45	63.58
		5	62.50	65.85	64.95	64.43
		6	63.25	64.95	64.10	64.10
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	86.10	75.90	81.30	81.10
		1	62.55	67.20	63.30	64.35
		2	65.00	64.20	62.45	63.88
		3	62.55	63.40	64.95	63.63
		4	63.35	64.95	63.35	63.88
		5	65.80	63.30	63.30	64.13
		6	62.50	63.40	63.25	63.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.42 คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.83	4.14	3.51	3.83
		1	4.66	4.66	4.73	4.68
		2	3.79	3.89	3.95	3.88
		3	3.56	3.36	3.44	3.45
		4	4.03	3.89	3.84	3.92
		5	3.59	3.38	3.36	3.44
		6	3.53	3.53	3.58	3.55
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.83	4.14	3.51	3.83
		1	3.58	3.26	3.13	3.32
		2	3.74	4.08	3.61	3.81
		3	3.67	3.44	3.69	3.60
		4	3.89	4.14	3.43	3.82
		5	3.74	3.72	3.62	3.69
		6	3.58	3.55	3.58	3.57
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.17	3.43	3.46	3.35
		1	4.34	4.11	4.36	4.27
		2	3.39	3.32	3.18	3.30
		3	3.36	3.31	3.08	3.25
		4	3.95	3.57	3.43	3.65
		5	3.38	3.85	3.74	3.66
		6	2.87	3.00	3.00	2.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.42 (ต่อ) คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.17	3.43	3.46	3.35
		1	3.68	3.74	2.61	3.34
		2	3.26	3.55	3.18	3.33
		3	3.46	3.31	3.62	3.46
		4	3.59	3.95	3.89	3.81
		5	3.72	3.54	3.51	3.59
		6	3.47	3.37	3.26	3.37
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.83	3.83	3.91	3.86
		1	4.14	3.82	3.89	3.95
		2	3.68	3.55	3.58	3.60
		3	3.28	3.44	3.49	3.40
		4	4.27	4.08	4.11	4.15
		5	3.44	3.72	3.79	3.65
		6	3.18	3.45	3.16	3.26
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.83	3.83	3.91	3.86
		1	3.50	3.03	2.95	3.16
		2	3.82	3.95	3.37	3.71
		3	3.67	3.51	3.77	3.65
		4	4.08	3.92	3.97	3.99
		5	4.03	4.00	3.97	4.00
		6	3.63	3.42	3.47	3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.43 คะแนนสีของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	4.34	4.57	3.91	4.27
		1	4.48	4.34	4.11	4.31
		2	4.76	4.39	4.61	4.59
		3	3.59	3.67	3.87	3.71
		4	4.38	4.43	4.14	4.32
		5	4.41	4.38	4.23	4.34
		6	4.32	4.13	4.34	4.26
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	4.34	4.57	3.91	4.27
		1	4.45	4.45	3.58	4.16
		2	4.26	4.24	3.76	4.09
		3	4.23	4.21	4.33	4.26
		4	4.46	4.59	4.43	4.50
		5	4.08	4.00	4.15	4.08
		6	4.08	4.16	4.16	4.13
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.17	3.43	3.46	3.35
		1	4.00	3.91	4.05	3.99
		2	3.87	3.50	3.61	3.66
		3	3.62	3.54	3.51	3.56
		4	4.08	3.70	3.62	3.80
		5	3.51	3.54	3.77	3.61
		6	3.24	3.18	3.42	3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.43 (ต่อ) คะแนนสีของเมล็ดข้าว์หุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.17	3.43	3.46	3.35
		1	2.89	2.97	3.42	3.09
		2	3.95	3.71	3.61	3.76
		3	3.74	3.64	3.64	3.67
		4	3.92	3.89	3.95	3.92
		5	4.13	4.31	4.21	4.22
		6	3.58	33.37	3.34	13.43
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.83	3.83	3.91	3.86
		1	3.82	3.68	3.66	3.72
		2	4.00	4.08	3.92	4.00
		3	3.82	3.87	3.85	3.85
		4	4.73	4.59	4.68	4.67
		5	3.69	3.87	4.03	3.86
		6	3.58	3.68	3.61	3.62
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.83	3.83	3.91	3.86
		1	3.32	3.79	3.63	3.58
		2	3.63	3.97	3.55	3.72
		3	3.97	4.00	3.87	3.95
		4	4.05	4.16	4.32	4.18
		5	4.10	4.03	3.82	3.98
		6	3.89	3.68	3.79	3.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.44 คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่ 1	2	3	เฉลี่ย
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.83	3.83	3.51	3.72
		1	4.52	4.64	4.34	4.50
		2	4.37	4.45	4.29	4.37
		3	3.87	4.15	3.74	3.92
		4	4.38	4.41	4.30	4.36
		5	4.41	4.18	4.36	4.32
		6	3.61	3.71	3.76	3.69
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.83	3.83	3.51	3.72
		1	4.03	4.18	4.53	4.25
		2	4.58	4.53	4.16	4.42
		3	4.62	4.77	4.23	4.54
		4	4.51	4.43	4.08	4.34
		5	4.36	4.03	4.36	4.25
		6	3.84	3.74	4.03	3.87
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.57	3.51	3.23	3.44
		1	4.34	4.00	4.14	4.16
		2	4.05	4.45	4.11	4.20
		3	3.82	3.59	3.33	3.58
		4	5.05	4.86	4.89	4.94
		5	3.54	3.87	3.62	3.68
		6	3.39	3.00	3.42	3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.44 (ต่อ) คะแนนกลิ่นของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.57	3.51	3.23	3.44
		1	3.58	3.39	3.50	3.49
		2	4.45	4.11	4.37	4.31
		3	4.15	3.33	3.46	3.65
		4	4.30	4.43	4.46	4.40
		5	4.79	4.54	4.56	4.63
		6	3.84	3.79	3.47	3.70
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.69	3.69	3.66	3.68
		1	4.50	4.55	4.23	4.43
		2	4.13	4.34	4.18	4.22
		3	4.00	3.87	3.90	3.92
		4	5.00	4.38	4.27	4.55
		5	3.72	3.69	4.05	3.82
		6	3.34	3.26	3.21	3.27
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.69	3.69	3.66	3.68
		1	4.24	3.89	3.79	3.97
		2	4.26	4.32	3.87	4.15
		3	4.00	4.18	3.95	4.04
		4	4.57	4.84	4.59	4.67
		5	4.49	4.28	4.21	4.32
		6	4.32	4.26	4.34	4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.45 คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	4.00	4.40	3.80	4.07
		1	4.39	4.23	4.00	4.21
		2	4.24	4.29	4.08	4.20
		3	3.92	3.79	3.85	3.85
		4	4.32	4.30	4.46	4.36
		5	3.85	4.36	3.82	4.01
		6	3.63	3.66	3.82	3.70
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	4.00	4.40	3.80	4.07
		1	4.37	4.03	3.66	4.02
		2	3.92	3.84	4.05	3.94
		3	4.03	4.13	4.15	4.10
		4	4.46	4.14	4.30	4.30
		5	4.03	4.36	3.82	4.07
		6	4.21	4.18	3.79	4.06
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.23	3.86	3.86	3.65
		1	3.84	3.07	3.95	3.62
		2	3.55	3.50	3.55	3.53
		3	3.23	3.36	3.54	3.38
		4	4.57	4.16	4.05	4.26
		5	3.31	4.13	3.85	3.76
		6	2.68	2.89	3.18	2.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.45 (ต่อ) คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.23	3.86	3.86	3.65
		1	3.89	3.79	3.53	3.74
		2	3.87	3.66	3.55	3.69
		3	3.62	3.85	3.85	3.77
		4	4.16	4.03	4.22	4.14
		5	3.82	3.90	3.90	3.87
		6	4.05	4.11	3.55	3.90
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.91	3.77	3.97	3.88
		1	4.16	4.14	3.80	4.03
		2	4.05	3.87	4.03	3.98
		3	3.82	3.77	3.59	3.73
		4	4.49	4.46	4.19	4.38
		5	3.46	3.92	4.15	3.85
		6	3.39	3.53	3.61	3.51
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.91	3.77	3.97	3.88
		1	4.08	3.92	3.87	3.96
		2	3.26	3.76	3.53	3.52
		3	4.03	4.05	3.82	3.97
		4	4.27	4.14	4.05	4.15
		5	4.05	4.03	4.36	4.15
		6	3.87	3.71	3.76	3.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.46 คะแนนเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	4.11	3.66	3.69	3.82
		1	4.25	4.30	4.52	4.36
		2	4.34	4.26	4.29	4.30
		3	4.15	4.31	4.26	4.24
		4	4.46	4.16	4.54	4.39
		5	4.56	4.38	4.59	4.51
		6	3.97	4.00	3.89	3.96
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	4.11	3.66	3.69	3.82
		1	4.61	4.42	4.18	4.40
		2	4.08	4.21	4.34	4.21
		3	4.26	4.64	4.59	4.50
		4	4.57	4.73	4.32	4.54
		5	4.38	4.44	4.36	4.39
		6	3.87	3.79	3.61	3.75
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.63	2.71	2.54	2.63
		1	3.68	3.82	3.80	3.77
		2	3.82	3.84	3.71	3.79
		3	2.90	2.85	2.92	2.89
		4	3.73	3.65	3.27	3.55
		5	3.03	3.21	3.44	3.22
		6	3.13	3.32	3.16	3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.46 (ต่อ) คะแนนเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกหลังเคี้ยวจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.63	2.71	2.54	2.63
		1	3.32	3.45	3.18	3.32
		2	2.95	3.34	3.39	3.23
		3	3.69	3.33	3.59	3.54
		4	3.81	3.76	3.41	3.66
		5	3.64	3.69	3.67	3.67
		6	2.97	2.97	2.95	2.96
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.43	3.37	3.40	3.40
		1	3.89	3.64	3.86	3.80
		2	3.03	3.32	3.29	3.21
		3	3.10	3.13	3.18	3.14
		4	3.95	3.81	3.95	3.90
		5	3.46	3.62	3.77	3.62
		6	3.18	3.29	3.11	3.19
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.43	3.37	3.40	3.40
		1	3.26	3.16	3.26	3.23
		2	3.05	3.37	3.39	3.27
		3	3.28	3.23	3.15	3.22
		4	3.05	3.03	3.38	3.15
		5	3.59	3.62	3.54	3.58
		6	3.47	3.53	3.66	3.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.47 คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.91	3.94	3.83	3.89
		1	3.98	4.23	4.32	4.18
		2	4.61	4.32	4.55	4.49
		3	4.26	4.21	4.33	4.27
		4	4.51	4.38	4.49	4.46
		5	4.87	4.62	4.72	4.74
		6	3.66	3.84	3.74	3.75
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.91	3.94	3.83	3.89
		1	4.45	4.61	3.84	4.30
		2	4.08	3.82	3.84	3.91
		3	4.28	4.46	3.92	4.22
		4	4.70	4.43	4.59	4.58
		5	4.44	4.67	4.38	4.50
		6	4.08	3.76	3.92	3.92
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.20	2.23	2.24	2.22
		1	3.41	3.36	3.57	3.45
		2	3.87	3.82	3.76	3.82
		3	2.74	2.72	2.79	2.75
		4	2.92	3.46	3.35	3.24
		5	3.13	3.46	3.54	3.38
		6	2.92	3.39	3.13	3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.47 (ต่อ) คะแนนความนุ่มของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.20	2.23	2.24	2.22
		1	3.24	3.68	3.16	3.36
		2	3.53	3.18	3.08	3.26
		3	3.41	3.97	3.74	3.71
		4	3.59	3.65	3.59	3.61
		5	3.51	3.56	3.59	3.56
		6	2.79	2.74	2.74	2.75
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.94	2.94	2.86	2.91
		1	3.73	3.98	3.48	3.73
		2	2.89	2.76	2.95	2.87
		3	2.64	2.77	2.72	2.71
		4	3.51	3.14	3.24	3.30
		5	3.23	3.62	3.51	3.45
		6	3.39	3.00	3.34	3.25
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.94	2.94	2.86	2.91
		1	3.66	3.42	2.92	3.33
		2	3.00	3.21	2.82	3.01
		3	3.10	3.18	3.05	3.11
		4	3.03	3.24	3.16	3.14
		5	3.56	3.54	3.59	3.56
		6	3.45	3.29	3.53	3.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.48 คะแนนรสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.94	4.20	4.09	4.08
		1	4.48	4.55	4.34	4.46
		2	4.71	4.76	4.71	4.73
		3	4.59	4.46	4.00	4.35
		4	4.43	4.32	4.49	4.42
		5	4.67	4.59	4.77	4.68
		6	4.13	3.92	3.74	3.93
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.94	4.20	4.09	4.08
		1	4.87	4.95	4.34	4.72
		2	4.11	4.00	3.95	4.02
		3	4.56	4.36	4.64	4.52
		4	4.92	4.70	4.73	4.78
		5	4.23	4.26	4.26	4.25
		6	3.82	4.08	3.76	3.89
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.97	2.97	3.06	3.00
		1	3.82	4.27	3.98	4.02
		2	4.21	4.24	4.37	4.27
		3	3.23	3.62	3.10	3.32
		4	4.05	3.30	3.59	3.65
		5	3.59	3.64	3.79	3.67
		6	3.42	3.34	3.37	3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.48 (ต่อ) รสชาติของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลี - เอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.97	2.97	3.06	3.00
		1	3.92	3.95	3.47	3.78
		2	3.87	3.76	3.68	3.77
		3	3.77	3.79	3.97	3.84
		4	3.81	3.78	3.97	3.86
		5	4.08	4.03	3.97	4.03
		6	2.82	2.92	3.05	2.93
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.37	3.26	3.23	3.29
		1	3.73	3.91	3.61	3.75
		2	3.76	3.45	3.89	3.70
		3	3.46	3.36	3.54	3.45
		4	4.03	4.16	3.81	4.00
		5	4.00	4.00	4.05	4.02
		6	3.58	3.42	3.53	3.51
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.37	3.26	3.23	3.29
		1	3.97	3.71	3.53	3.74
		2	3.55	3.34	3.50	3.46
		3	3.56	3.72	3.56	3.61
		4	3.81	3.73	3.59	3.71
		5	3.62	3.77	3.62	3.67
		6	3.50	3.79	3.66	3.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.49 คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวกล้องงอก	ถุงโพลีเอทิลีน	0	4.00	4.09	3.89	3.99
		1	4.66	4.68	4.73	4.69
		2	4.39	4.47	4.00	4.29
		3	4.21	4.23	4.15	4.20
		4	4.70	4.68	4.73	4.70
		5	4.03	4.00	4.08	4.03
		6	4.13	4.32	4.53	4.33
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	4.00	4.09	3.89	3.99
		1	4.87	4.95	4.21	4.68
		2	4.32	4.42	4.21	4.32
		3	4.72	4.44	4.72	4.63
		4	4.95	5.05	4.97	4.99
		5	4.64	4.69	4.62	4.65
		6	4.11	4.16	4.13	4.13
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	2.94	2.94	2.89	2.92
		1	4.34	4.11	4.36	4.27
		2	4.08	4.16	4.16	4.13
		3	3.05	3.03	3.51	3.20
		4	4.14	3.70	3.73	3.86
		5	3.69	3.23	3.44	3.45
		6	3.45	3.53	3.26	3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ค.49 (ต่อ) คะแนนความชอบโดยรวมของเมล็ดข้าวหุงสุกจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องงอก ข้าวนึ่งกล้อง และข้าวกล้องงอกนึ่ง ที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทิลีนและถุงพลาสติกสุญญากาศ เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

ชนิดข้าว	วิธีการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ซ้ำที่			เฉลี่ย
			1	2	3	
ข้าวนึ่งกล้อง	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	2.94	2.94	2.89	2.92
		1	3.71	3.79	3.45	3.65
		2	3.74	3.55	3.39	3.56
		3	3.87	3.97	3.85	3.90
		4	4.32	4.22	4.22	4.25
		5	4.23	4.13	4.23	4.20
		6	3.05	3.18	3.11	3.11
ข้าวกล้องงอกนึ่ง	ถุงโพลีเอทิลีน	0	3.29	3.51	3.57	3.46
		1	4.14	3.82	3.89	3.95
		2	3.53	3.55	3.61	3.56
		3	3.69	3.54	3.51	3.58
		4	4.19	4.24	4.11	4.18
		5	4.85	4.49	4.41	4.58
		6	3.71	4.03	3.47	3.74
	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	0	3.29	3.51	3.57	3.46
		1	3.92	3.47	3.50	3.63
		2	3.34	3.37	3.45	3.39
		3	3.69	3.72	3.64	3.68
		4	3.78	3.89	3.70	3.79
		5	4.05	4.21	4.41	4.22
		6	4.03	3.68	3.97	3.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	:	นางสาวศิริรัตนาพร หล้าบัววงค์	
วันเดือนปีเกิด	:	26 ธันวาคม พ.ศ. 2527	
ที่อยู่ปัจจุบัน	:	53 หมู่ 5 ตำบลเกาะคา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง 52130	
โทรศัพท์	:	054 – 327303, 086 – 5877050	
การศึกษา	:	พ.ศ. 2534 – 2539	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอรุโณทัย จังหวัดลำปาง
		พ.ศ. 2540 – 2542	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง
		พ.ศ. 2543 – 2545	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง
		พ.ศ. 2546 – 2549	ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
		พ.ศ. 2550	ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้