หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

00758

ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี

T100484

เรื่อง

อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

Drying Temperature, Moisture Content and Storage Time on Rice Quality

โดย

นางสาววิลาวัลย์ นามวิชัย

นางสาวสุธา โฉมเกิด

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.อุมา แสงคร้าม

ปพ.
วิทยาศาสตร์
2547
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....T100484
วัน,เดือน,ปี...18 JUN 2009.....

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(พืชไร่)

พ.ศ.2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว

The Effect of Drying Temperature, Moisture Content and Storage Time on Rice Quality

โดย

นางสาววิลาวัลย์ นามวิชัย

นางสาวสุธา โฉมเกิด

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ดร.อุมา แสงคร้าม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 4 เดือน พ.ค. พ.ศ. 48

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 20 เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๔๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบคุณ

ดร. อุมา แสงคร้าม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ริเริ่มและผลักดันให้ปัญหาพิเศษนี้ประสบความสำเร็จ โดยการเอาใจใส่และเข้าใจปัญหาของพวกเราอย่างแท้จริง

อาจารย์ โสรดา

ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการทดลองครั้งนี้

ครอบครัว

ผู้เป็นกำลังใจและแรงผลักดันในการทดลองให้ประสบความสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	อิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าว
Title	The Effects of Drying Temperature, Moisture Content and Storage Time on Rice Quality
โดย	นางสาววิลาวัลย์ นามวิชัย
	นางสาวสุธา โฉมเกิด
สาขา	พืชไร่
ภาควิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อุมา แสงคร้าม

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิในการอบแห้ง ความชื้นหลังอบและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในการทดลองข้าวเปลือกซึ่งมีความชื้นเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) จะถูกอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ให้มีความชื้นหลังอบ 12 และ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังอบแล้วข้าวเปลือกจะถูกทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักก่อนนำมาเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0 1 และ 2 เดือน การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของข้าว ได้แก่ การสลายตัวในด่าง การดูดน้ำของข้าวระหว่างหุง ความคงตัวของแป้งสุก และปริมาณอะไมโลสจะถูกวิเคราะห์ระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งข้าว และความชื้นข้าวหลังอบ มีอิทธิพลต่อคุณภาพของข้าวโดยตรงโดยเฉพาะ การสลายตัวในด่างและการดูดน้ำของข้าว ข้าวที่อบที่อุณหภูมิสูง และใช้ระยะเวลาในการอบที่นาน (ความชื้นหลังอบต่ำ) จะมีค่าการสลายตัวในด่างและการดูดน้ำของข้าวสูง สำหรับเปอร์เซ็นต์การแตกหักแม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่ก็แนวโน้วที่แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงและระยะเวลาการอบนานจะทำให้ข้าวแตกหักมากขึ้น สำหรับผลของการเก็บรักษาก็พบว่าข้าวที่ถูกเก็บรักษาจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ค่าการสลายตัวในด่าง และการดูดน้ำของข้าวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในการทดลองพบว่าค่าการคงตัวของแป้งสุก และปริมาณอะไมโลสของข้าวไม่แตกต่างกันมากนักเมื่ออุณหภูมิอบ ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title The Effect of Drying Tempetature , Moisture Content and Storage Time on Rice Quality

Anthor Miss Wilawan Namwichai

Miss Sutha Chomkerd

Major Agronomy

Department Plant Production Technology

Faculty Agricultural

Advisor Auma Sangkram

Abstract

The objective of this experiment was to study the effect of drying temperature, moisture content and storage time on rice quality. Rice variety Suphanburi 1 was used in this study. Rice paddy of 25 percents moisture content was dried at 60 and 80°C until the final moisture content were 12 and 15 percent. The percent of seed breakage was measured after drying and before storing for 2 months. Dried paddy was analized for the qualities in terms of alkali spreading value, water absorbtion , gel consisdenty and amylose content. The results showed that drying temperature and drying period (different final moisture content) had non – significant effect on breaking percentage. Alkali spreading vaule and water absorption during cooking were high when paddy was dried at high temperature with long drying time. The storage time also caused high alkali spreading vaule and water absorption of rice. However , in this experiment , it was found that gel consisdenty and amylose constent wese not statistical different due to the treatments.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนิยม	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป	VI
สารบัญตารางผนวก	VII
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
ชนิดของข้าว	2
ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	3
โครงสร้างของเมล็ดข้าว	3
แป้งในข้าว	4
ความสูญเสียของข้าวในขั้นตอนเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว	8
ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเมล็ดข้าว	8
การลดความชื้นของเมล็ดข้าว	9
ผลของการลดความชื้น	10
การเก็บรักษาข้าว	10
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	17
สรุปผลการทดลอง	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	
การทดสอบปริมาณอะไมโลสบริสุทธิ์	27
ภาคผนวก ข	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงประเภทของข้าวและลักษณะของข้าวหุงสุกตามปริมาณอะไมโลส	6
2. การจำแนกปริมาณอะไมโลสและการนำไปใช้ (ไชยรัตน์และคณะ, 2543)	6
3. การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวแป้งสุก	7
4. ความสูญเสียของข้าวในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว	8
5. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส	12
6. ระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ด	15
7. แสดงคุณสมบัติของข้าวหลังการอบแห้ง และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 0 1 และ 2 เดือน	18
8. ค่าระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่าง	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
2. โครงสร้างของ polysaccharide	5
3 ระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่าง	14
4. การหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก	17
5. การดูดน้ำของข้าว	20
6. ความคงตัวของแป้งสุก	21
7. การทดสอบปริมาณอะไมโลส	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าว	28
2. แสดงข้อมูลค่าการสลายตัวในด่างของข้าว	28
3. แสดงความสามารถในการดูดน้ำของข้าว	29
4. แสดงค่าความคงตัวของแป้งสุก	30
5. แสดงปริมาณอะไมโลสของข้าว	31
6. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าว	32
7. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการดูดน้ำของข้าว	32
8. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความคงตัวของแป้งสุก	33
9. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอะไมโลสของข้าว	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ ปัจจุบันนี้คนเอเชียเกือบสองพันล้านคน บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ถึงแม้ทุกทวีป (ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา) จะปลูกข้าวได้ แต่ประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุมที่มีอากาศร้อนและความชื้นสูง เป็นพื้นที่ที่เหมาะแก่การปลูกข้าวมากที่สุด ซึ่งประเทศไทยเป็นพื้นที่หนึ่งที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว

การผลิตข้าวในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคโดยตรงในรูปของเมล็ด และบางส่วนใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปในอุตสาหกรรม ปริมาณความต้องการบริโภคข้าวหรือนำข้าวไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆมีอยู่ตลอดทั้งปี แต่การผลิตข้าวจะผลิตได้เป็นบางช่วงของปี ดังนั้นข้าวบางส่วนจึงต้องถูกเก็บรักษาเพื่อนำมาใช้ในเวลาที่ต้องการ แต่การเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ

นอกจากนี้ข้าวที่เก็บเกี่ยวใหม่มักมีความชื้นสูง หากนำมาเก็บรักษาโดยไม่ได้ลดความชื้นลงก็จะยิ่งส่งเสริมให้การเสื่อมคุณภาพเกิดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองครั้งนี้ขึ้นเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นของเมล็ด และระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของข้าว โดยข้าวที่นำมาศึกษาคือข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งเป็นข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคและมีปริมาณการส่งออกมากอีกพันธุ์หนึ่งของไทย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้ง ความชื้นหลังอบ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่ง เป็นแหล่งพลังงานหลักของประชากรเกือบสองพันล้านคน ซึ่งพลังงานที่ได้จากข้าวคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานรวมที่ร่างกายได้รับ (งามชื่น, 2539) จากข้อมูลของ FAO พบว่า ในช่วงปี 2538-2542 สถานการณ์การผลิตข้าวทั่วโลกมีผลผลิตประมาณปีละ 551-593 ล้านตันข้าวเปลือก หรือประมาณ 370-396 ล้านตันข้าวสาร ผลผลิตข้าวของโลกส่วนใหญ่มาจากประเทศในทวีปเอเชีย ซึ่งมีผลผลิตประมาณ 534-538 ล้านตันข้าวเปลือก ในปี 2541-2542 หรือคิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวม ข้าวที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะบริโภคกันในประเทศผู้ผลิตเอง มีอยู่เพียงประมาณ 19-27 ล้านตันข้าวสารหรือประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวมที่เข้าสู่ตลาดโลก ซึ่งนับว่าค่อนข้างน้อยเมื่อมาเปรียบเทียบกับข้าวสาลีที่มีปริมาณการค้า 93-96 ล้านตันจากผลผลิตรวม 548-613 ล้านตัน โดยในแต่ละปีข้าวจะถูกเก็บรักษาเป็นสต๊อคสำหรับปีต่อไป ประมาณ 52-58 ล้านตันข้าวสารหรือประมาณ 14-15 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิต การที่มีข้าวเข้าสู่ตลาดโลกเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิต ทำให้ราคาข้าวในตลาดโลกค่อนข้างขาดเสถียรภาพ สำหรับการผลิตข้าวในประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่าในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยผลิตข้าวได้รวม 24.2 ล้านตันข้าวเปลือก ใช้เพื่อการบริโภค ทำพันธุ์ และอื่น ๆ ในประเทศรวม 13.6 ล้านตันข้าวเปลือก ส่งออกไปขายในตลาดโลก 9.2 ล้านตันข้าวเปลือก หรือ 6.1 ล้านตันข้าวสาร มีมูลค่า 67,914 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้รวม 27 ล้านตันข้าวเปลือก ใช้เพื่อการบริโภค ทำพันธุ์และอื่น ๆ ในประเทศ รวม 15 ล้านตันข้าวเปลือก ส่งออกไปขายในตลาดโลกประมาณ 12 ล้านตันข้าวเปลือก หรือ 7 ล้านตันข้าวสาร มีส่วนแบ่งในตลาดโลกมากที่สุดคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ผลผลิตเฉลี่ยของประเทศจะอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะข้าวนาปี ซึ่งประมาณมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6 เป็นส่วนใหญ่ แต่พบว่า พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือหลายพื้นที่มีศักยภาพที่สามารถจะเพิ่มผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้สูงขึ้นได้

ชนิดของข้าว

Chang (1976) กล่าวว่า ข้าวที่เกิดขึ้นในท้องที่ต่างๆของโลก แบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ *Oryza sativa* มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและปลูกกันทั่วไป *Oryza glaberrima* มีปลูกเฉพาะในแอฟริกาเท่านั้น และข้าวป่าซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในประเทศต่าง ๆ

ประพาส (2517) กล่าวว่า ข้าวที่ปลูกเพื่อบริโภค สามารถแบ่งออกได้เป็นชนิดต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ใช้เป็นมาตรการสำหรับการแบ่งแยกข้าว ได้แก่

1. แบ่งตามสภาพพื้นที่ปลูก เป็นข้าวไร่ ข้าวนาสวน และข้าวนาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ

   -ข้าวไร่ หมายถึง ข้าวที่ปลูกบนที่ดอนไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ข้าวนาสวน หมายถึง ข้าวที่ปลูกแบบปักดำหรือหว่าน และระดับน้ำในนาลึกไม่เกิน 80 เซนติเมตร

-ข้าวนาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ หมายถึง ข้าวที่ปลูกแบบหว่าน และระดับน้ำในนาลึกมากกว่า 80 เซนติเมตรขึ้นไป

2. แบ่งตามชนิดของแป้งในเมล็ดที่บริโภค เป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งมีลักษณะของต้นและลักษณะอย่างอื่นเหมือนกันทุกอย่าง แต่แตกต่างกันที่

-ข้าวเจ้า ประกอบด้วยแป้งอะไมโลส (amylose) ประมาณ 15-30 เปอร์เซ็นต์

-ข้าวเหนียว ประกอบด้วยแป้งอะไมโลเพกทิน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีอะไมโลสเป็นส่วนน้อย ประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ แป้งอะไมโลเพกทินทำให้เมล็ดข้าวมีความเหนียว เมื่อหุงต้มสุกแล้ว

ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1

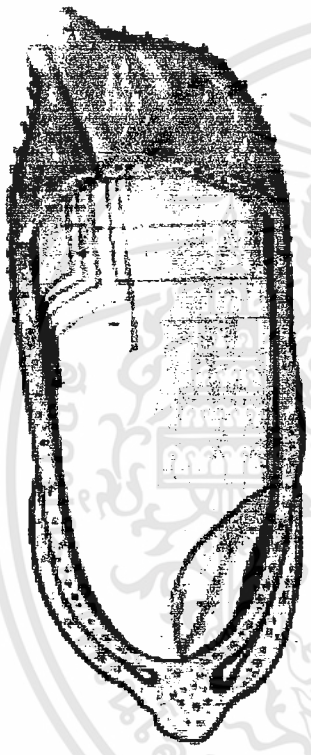
จากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร (2540) รายงานว่า ข้าวพันธ์สุพรรณบุรี 1 มีลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้ม ใบสีเขียวเข้ม มีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้ง คอรวงยาวค่อนข้างแน่น ระแง้ค่อนข้างถี่ เปลือกเมล็ดสีฟาง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 - 125 วัน เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.3 มิลลิเมตร ผลผลิตประมาณ 806 กิโลกรัม/ไร่ ลักษณะพันธุ์ ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยดี ต้านทานโรคใบไหม้ โรคใบหงิก โรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่อ่อนแอต่อโรคใบขีดสีน้ำตาลและโรคเมล็ดด่าง คุณภาพข้าวสุกมีลักษณะร่วนแข็ง อุณหภูมิของแป้งสุกปานกลาง ความคงตัวของแป้งสุกอ่อน เปอร์เซ็นต์แป้งอะไมโลส 31.4 เปอร์เซ็นต์

โครงสร้างของเมล็ดข้าว

เมล็ดของข้าว หมายถึง ส่วนรวมที่เป็นแป้งซึ่งเป็นส่วนสะสมอาหาร (endosperm) และส่วนที่เป็นคัพภะ (embryo) ซึ่งถูกห่อหุ้มไว้โดยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และเปลือกนอกคือ lemma และ palea ส่วนที่เป็นแป้งคือส่วนที่ใช้บริโภค ส่วนคัพภะเป็นส่วนที่มีชีวิต และงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อนำไปเพาะ การที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนที่รับละอองเกสรของเกสรตัวเมียนั้น เรียกว่า การผสมเกสร (pollination) หลังจากการผสมเกสรเล็กน้อย ละอองเกสรตัวผู้ก็จะงอกลงไปในก้านของเกสรตัวเมีย เพื่อนำนิวเคลียสจากละอองเกสรตัวผู้ลงไปผสมเพื่อรวมตัวกับไข่และนิวเคลียสอื่นๆในรังไข่ นิวเคลียสที่ได้รวมตัวกับไข่เจริญเติบโตเป็นคัพภะหรือ embryo ส่วนนิวเคลียสที่ได้รวมตัวกับนิวเคลียสอื่นๆ (polarnuclei) ก็จะเจริญเติบโตเป็นส่วนสะสมอาหาร หรือ endosperm หลังจากการผสมเกสรประมาณ 30 วัน เมล็ดข้าวก็จะแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ (งามชื่น, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Juliano and Aldama (1937) รายงานว่าในขบวนการขัดสีข้าวเมื่อได้กระเทาะเปลือกที่เป็น lemma และ palea ของเมล็ดออก ก็จะได้เมล็ดข้าวที่เรียกว่า ข้าวกล้อง หรือ brown rice เมล็ดข้าวกล้องมักจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ หรือสีแดง ซึ่งเป็นสีของ pericarp ส่วนภายในที่เป็นส่วนสะสมอาหารจะมีลักษณะเป็นแป้งสีขาวหรือใส มีจำนวนน้อยมากที่มีส่วนสะสมอาหารเป็นสีแดง ข้าวเหนียวจะมีส่วนสะสมอาหารเป็นสีขาวขุ่น ส่วนข้าวเจ้ามีส่วนสะสมอาหารใสกว่า อย่างไรก็ตามส่วนสะสมอาหารของเมล็ดข้าวเจ้าอาจมีสีขาวขุ่น เกิดขึ้นที่ด้านข้างหรือตรงกลางของเมล็ดก็ได้ ซึ่งเรียกว่า ท้องไข่ หรือท้องปลาซิว (chalkiness)



รูปที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว (Juliano and Aldama , 1937)

แป้งในข้าว

แป้ง (starch or plant starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตพบตามธรรมชาติในพืช เป็นอาหารที่พืชสะสมไว้ในเมล็ด เช่น ข้าว ในหัว เช่น เผือก มัน ในผลไม้ดิบ เช่น กล้วยดิบ มะม่วงดิบ รวมทั้งพบในใบ ลำต้น รากด้วย แป้งมีมวลโมเลกุลตั้งแต่ 10,000 ถึง 1,000,000 มีสูตรทั่วไปเป็น($C_6H_{10}O_5$) เรียกว่า polysaccharide เป็นสารประกอบที่มีความซับซ้อนกว่าคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ polysaccharide เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย monosaccharide หลายๆ โมเลกุล รวมกันโดยการเกิดพันธะระหว่างกันและกัน หรือ polysaccharide เกิดการรวมตัวของ monosaccharide หลายๆ โมเลกุล โดย polysaccharide เป็น polymer (แป้งเป็นโพลิเมอร์) ส่วน monosaccharide เป็น monomer (กลูโคสเป็นมอนอเมอร์) และเรียกกระบวนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

monomer (สารโมเลกุลเล็กๆ) รวมตัวกันเป็น polymer (สารโมเลกุลใหญ่) ว่าขบวนการ condensation polymerization ซึ่ง polysaccharide ที่รู้จักกันดีได้แก่แป้ง (starch) ไกลโคเจน (glycogen) และเซลลูโลส (cellulose) ซึ่งทั้งแป้ง ไกลโคเจนและเซลลูโลสต่างก็เป็น polymer ที่เกิดจากกลูโคส (monomer) หลายๆ โมเลกุลรวมตัวกัน เขียนสมการแสดงได้ดังนี้

$$nC_6H_{10}O_6 \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$$

กลูโคส แป้ง ไกลโคเจน น้ำ

สำหรับโครงสร้างของ polysaccharide อาจเป็นแบบใดแบบหนึ่งในรูปที่ 2

แสดงโครงสร้างบางชนิดของ polysaccharide

รูปที่ 2 โครงสร้างของ polysaccharide (วัลลภ, 2538)

โดยปกติแล้วแป้งในส่วนสะสมอาหารของข้าวแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ อะไมโลส และ อไมโลเพกติน โดยมีสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าว (วัลลภ, 2538)

-อะไมโลส (amylose) เป็นโพลีเมอร์ ของ D-glucose ซึ่งมีโครงสร้างเป็นเส้นตรง มีลักษณะเป็นสายยาว ไม่มีการแตกแขนงออกไป เมื่ออะไมโลสทำปฏิกิริยากับไอโอดีน จะได้สีน้ำเงิน สามารถละลายน้ำได้

-อะไมโลเพกติน (amylopectin) เป็นโพลีเมอร์ ของ D-glucose ซึ่งมีโครงสร้างต่อกันเป็นแขนง มีลักษณะโมเลกุลที่เป็นสายยาว มีการแตกแขนงออกไป ไม่สามารถละลายน้ำได้

ความแตกต่างในสัดส่วนของแป้งสองชนิดดังกล่าวทำให้แบ่งข้าวออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.ข้าวเจ้า (non-glutinous rice, non-sticky rice, non-waxy rice) มีแป้งอะไมโลส 15-31 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณจะมากน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว แป้งที่เหลือจะเป็นอะไมโลเพกติน ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ส่วนข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีลักษณะแข็งกระด้างหลังการหุงต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ข้าวเหนียว (glutinous rice, sticky rice, waxy rice) ประกอบด้วยแป้งประเภทอะไมโลเพกติน ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอะไมโลสน้อยมากหรือบางพันธุ์ไม่มีเลยซึ่งมีแต่อะไมโลเพกตินล้วนๆ เมื่อหุงสุกแล้วจะเหนียวนุ่ม

ตารางที่ 1 แสดงประเภทของข้าวและลักษณะของข้าวหุงสุกตามปริมาณอะไมโลส (Standard evaluation system for rice, 1976 อ้างโดย งามชื่น, 2546)

ประเภทข้าว	ปริมาณอะไมโลส (%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	10-19	เหนียว-นุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	20-25	ค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	25-34	ร่วนแข็ง

ในประเทศไทย ข้าวแต่ละพันธ์จะมีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่งได้มีการศึกษาและจำแนกปริมาณอะไมโลส รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ นอกเหนือจากการบริโภคในรูปของข้าวหุงสุก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกปริมาณอะไมโลสและการนำไปใช้ (ไชยรัตน์และคณะ, 2543)

ปริมาณอะไมโลส (%)	ชนิดข้าว	นำไปใช้ประโยชน์
2	ข้าวเหนียว	แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์รสหวานและน้ำสลัด
12-19	ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	ทำอาหารเด็ก อาหารเช้า ขนมปัง
20-25	ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	ทำขนมเด็ก ซุปกระป๋อง
>25	ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	ทำก๋วยเตี๋ยว เส้นต่างๆ

ถึงแม้ว่าปริมาณอะไมโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของข้าวสุก แต่ในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสเท่ากัน อาจมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน งามชื่นและคณะ (2546) กล่าวว่า เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกนั้นมีอัตราการคืนตัวไม่เท่ากัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนแตกต่างกัน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบความแข็งของแป้งสุก (gel consistency) สามารถทดสอบจากการไหลของระยะทางที่แป้งสุกไหลไปได้ ซึ่ง Jenning *et al.* (1979) ได้แบ่งประเภทของแป้งสุกในการทดลองไว้ดังนี้

ตารางที่ 3 การแบ่งประเภทข้าวเจ้าตามความคงตัวแป้งสุก (Jenning *et al.*, 1979)

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

คุณสมบัติของแป้ง

Pazur and John (1965) อ้างโดย งามชื่น (2546) ได้สรุปคุณสมบัติของแป้งไว้ดังนี้

1.ไม่เป็นผลึกเป็นผงสีขาวไม่มีรสหวาน

2.ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่อให้ความร้อนจะได้สารแขวนลอย และกลายเป็นสารคอลลอยด์ในที่สุด และในการให้ความร้อน ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย (ถ้าละลายแป้งในน้ำร้อนจะได้กาวหรือแป้งเปียก)

3.ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ได้สารสีน้ำเงิน

4.แป้งไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์

5.เมื่อนำแป้งมาต้มกับสารละลายกรด กรดจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้แป้งเกิดไฮโดรลิซิส ซึ่งถ้าเกิดอย่างสมบูรณ์จะได้กลูโคส (ในสารละลายเบสไม่เกิดไฮโดรลิซิส)

6.เอนไซม์อะไมเลส (Amylase) ซึ่งมีอยู่ในน้ำลาย และน้ำย่อยจากตับอ่อนสามารถย่อยแป้งให้กลายเป็นน้ำตาลมอลโตส (ไม่สามารถย่อยจนถึงกลูโคสได้) หรือกล่าวได้ว่า เอนไซม์อะไมเลสเร่งให้แป้งเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสกลายเป็นน้ำตาลมอลโตสซึ่งเป็นไอแซ็กคาไรด์ แต่อย่างไรก็ตามน้ำตาลมอลโตสที่เกิดขึ้นนี้จะถูกย่อยต่อไปอีก (ถูกเร่งให้เกิดไฮโดรลิซิสต่อไปอีก) ด้วยเอนไซม์มอลเตส (Maltase) ได้น้ำตาลกลูโคส

7.แป้งเมื่อถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลง จะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนให้สีต่างกัน แป้งเมื่อถูกย่อยบางส่วนจะได้พอลิแซ็กคาไรด์ที่มีมวลโมเลกุลลดลง (ขนาดเล็กลง) ซึ่งเรียกว่า เดคตริน (Dextrins) สามารถละลายน้ำได้เดคตริน มีหลายชนิดแล้วแต่ขนาดโมเลกุล เมื่อถูกย่อยต่อไปอีกจะได้มอลโตส และกลูโคสตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูญเสียของข้าวในขั้นตอนเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว

1.ความสูญเสียด้านปริมาณ ได้แก่ น้ำหนักของข้าวลดลง จากการศึกษาของ Wimberty (1983) พบว่าผลผลิตของข้าวที่ได้ทั้งหมดจะมีการสูญเสียไปในขั้นตอนต่างๆตั้งแต่ระยะเก็บเกี่ยวไปจนถึงโรงสี ประมาณ 7-26 เปอร์เซ็นต์ สำหรับประเทศไทย ประสูติและคณะ (2528) ได้ศึกษาความสูญเสียเบื้องต้นในสถานีทดลองข้าว 9 แห่ง ทั่วทุกภาคของประเทศ พบว่ามีการสูญเสียรวมเฉลี่ย 16.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแยกเป็นการสูญเสียในขั้นตอนต่างๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสูญเสียของข้าวในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว (ประสูต และคณะ, 2528)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ความสูญเสีย (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)
การเก็บเกี่ยว	3.83
การตากมัด	1.03
การขนย้ายไปนวด	0.27
การนวด	3.99
การทำความสะอาด	1.79
การขนใส่ภาชนะหรือยุ้งฉาง	0.92
การเก็บรักษา	5
รวม	16.83

2.ความสูญเสียด้านคุณภาพ ได้แก่ความสูญเสียในแง่ของคุณภาพเมล็ด เช่นความมีชีวิต คุณภาพการสี ความแข็งแรงของเมล็ด คุณค่าทางอาหาร กลิ่น สี รสเปลี่ยนแปลงไป เกิดสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxin) เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเมล็ดข้าว

Itani and Fushimi (1996) กล่าวว่า การลดความชื้นของข้าวเป็นวิธีที่สำคัญในการลดการสูญเสียคุณภาพของข้าว ความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวอยู่ระหว่าง 11-16 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้เมล็ดแตกหัก จะสามารถลดการเสื่อมเสียคุณภาพของข้าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงเชาว์ (2531) และ บริบูรณ์ (2539) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวข้าวเมื่อความชื้นเมล็ดสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อคุณภาพของข้าว กล่าวคือ จะเกิดข้าวท้องไข่ และทำให้เมล็ดข้าวร้าว หักง่ายเมื่อนำไปสี รวมทั้งอาจมีโรคและแมลงเข้าทำลาย Copeland (1976) ได้สรุปไว้ว่าหาก ระดับความชื้นของเมล็ดอยู่ในช่วง 14-20 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดจะทนทานต่อความเสียหายจากเครื่องจักรในการนวด ที่ระดับความชื้นของเมล็ดในช่วง 10-13 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาเมล็ดไว้ได้เป็นเวลา 6-12 เดือน แต่อาจมีแมลงรบกวนได้บ้าง และอาจเกิดความเสียหายจากเครื่องจักรได้ง่าย ส่วนที่ระดับความชื้นของเมล็ดที่อยู่ในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่สามารถเก็บเมล็ดได้นานขึ้นเป็นเวลา 1-2 ปี และปลอดภัยจากการเข้าทำลายของแมลง แต่เมล็ดจะได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรได้ง่าย เพราะจะเปราะกว่าเมล็ดที่มีความชื้นสูง

Gregge (1981) รายงานว่า เมล็ดที่มีความชื้นมากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บเกี่ยว ควรมีการลดความชื้นให้เหลือเพียง 14-12 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่านั้นเพื่อชะลอการเสื่อมเสียของเมล็ดได้

การลดความชื้นของเมล็ดข้าว

การลดความชื้น เป็นขบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความสำคัญ โดยทั่วไปข้าวเปลือกจะมีความชื้นสูงในขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งจำเป็นต้องลดความชื้นก่อนทำการนวด การลดความชื้น เป็นการทำให้เมล็ดคายน้ำออกสู่ภายนอก เนื่องจากเมล็ดมีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic คือ สามารถรับหรือถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศรอบๆเมล็ด ซึ่งจะเกิดขึ้นจนกว่าจะถึงจุดสมดุล ถ้าแรงดันไอภายในเมล็ดสูงกว่าภายนอกน้ำจะระเหยออกจากเมล็ด และถ้าแรงดันไอภายในเมล็ดเท่ากับภายนอกเมล็ดหรือหรือเมื่อถึงจุดสมดุล เมล็ดจะมีความชื้นคงที่ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์พืชองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ โดยพืชต่างชนิดกันจะมีความชื้นที่จุดสมดุลต่างกัน (จวงจันทร์, 2521)

การเก็บเมล็ดพันธ์ในเขตร้อนชื้น ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงเกือบตลอดปีเป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก ควรลดความชื้นของเมล็ดให้อยู่ในระดับต่ำก่อนนำเก็บรักษา เพื่อกิจกรรมต่างๆ ทางชีวเคมีภายในเมล็ดจะได้เป็นไปอย่างช้าๆ เมล็ดจะมีชีวิตอยู่ได้นานขึ้นและปลอดภัยจากการรบกวนของโรคและแมลง (Halder and Gupta, 1980)

Copeland (1976) กล่าวว่า ในการลดความชื้นโดยวิธีธรรมชาติ จะอาศัยความร้อนจากดวงอาทิตย์และกระแสลม ซึ่งจะทำให้เมล็ดแห้งได้เฉพาะในเวลาที่มีแสงแดดจัดและลมพัด แต่ไม่สามารถลดความชื้นให้ต่ำมากได้

เพื่อให้ข้าวมีคุณภาพเมล็ดที่ดี ในระหว่างการเก็บรักษา หลังจากนวดและทำความสะอาดเมล็ดแล้ว จึงจำเป็นต้องลดความชื้นของข้าวเปลือกอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะเอาไปเก็บไว้ในยุ้งฉาง ทั้งนี้เพื่อให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่แห้ง และมีความชื้นของเมล็ดประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดข้าวในยุ้งฉางที่มีความชื้นสูงกว่านี้จะทำให้เกิดความร้อนสูงจนคุณภาพข้าวเสื่อม นอกจากนี้จะทำให้เชื้อราต่างๆ ที่ติดมากับเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายพันธุ์ได้ดี จนสามารถทำลายเมล็ดข้าวเปลือกได้เป็นจำนวนมาก การลดความชื้นของเกษตรกร มักกระทำโดยภารตากบนลานที่สามารถแผ่กระจายเมล็ดข้าวให้ได้รับแสงแดดโดยทั่วถึงกัน และจะตากไว้นานประมาณ 3-4 แดด สำหรับโรงสีข้าวที่ทันสมัยและในต่างประเทศจะใช้เครื่องอบข้าว เพื่อลดความชื้นในเมล็ด ซึ่งเรียกว่า drier โดยให้เมล็ดข้าวผ่านอากาศร้อน (ประพาส, 2543)

ผลของการลดความชื้น

Thomson (1979) กล่าวว่า การลดความชื้นโดยการตากแดด หรืออบที่อุณหภูมิไม่เกิน 43 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดแตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาสั้น แต่ถ้าหากเก็บรักษาเมล็ดไว้นานๆ เมล็ดที่ลดความชื้นด้วยแสงแดด จะมีความงอกต่ำกว่าเมล็ดที่ลดความชื้นโดยเครื่องอบ เพราะเครื่องอบสามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไป Bhashgam *et al.* (1975) พบว่า การลดความชื้นด้วยแสงแดดซึ่งทำให้เมล็ดมีอุณหภูมิสูง 40-45 องศาเซลเซียส ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้เกิดการแตกหักของข้าวสูง การกลับกองข้าวที่ตากหรือใช้วัสดุมาปิดบังแสงเมื่อแสงแดดมีอุณหภูมิสูงจะช่วยลดการแตกหักได้ ศุภศักดิ์และวิบูลย์ (2535) รายงานว่า ควรลดความชื้นโดยใช้ลมร้อนอุณหภูมิประมาณ 42-43 องศาเซลเซียส แรงดัน 2.5 นิ้ว ซึ่งมีความปลอดภัยต่อเมล็ดข้าว Harrington (1972) กล่าวว่า การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปในการลดความชื้นทำให้มีผลต่อเมล็ดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดที่มีความชื้นสูง พบว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว และมีอายุการเก็บรักษาสั้น

Itani และ Fushimi (1996) กล่าวว่า การลดความชื้นของข้าวเป็นวิธีที่สำคัญในการลดการสูญเสียคุณภาพของข้าว ความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวระหว่าง 11-16 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้เมล็ดแตกหักจะสามารถลดการเสื่อมเสียคุณภาพของข้าวได้เช่นเดียวกับประเทศญี่ปุ่นที่นิยมเก็บข้าวกล้องความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่าทำให้ข้าวมีสมบัติต่าง ๆ ค่อนข้างจะคงที่ (Ohtsubo, 2000)

Nangju *et al.* (1980) กล่าวว่า อิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิ สามารถชดเชยและสนับสนุนกันและกันได้ กล่าวคือ หากสามารถควบคุมปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งให้อยู่ในระดับต่ำ จะสามารถรักษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ให้ยืนยาวขึ้น

การเก็บรักษาข้าว

สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงในการเก็บรักษาข้าว คือ ต้องรักษาให้คุณภาพและปริมาณของข้าว ที่เก็บคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยการเก็บรักษาที่มีความควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดการสูญเสียได้ดี (Hill, 1999) หากเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ความชื้นของเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอากาศ และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาสูงเกินไป จะทำให้เมล็ดข้าวเสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้น (Anselme, 1988)

ดวงทิพย์ (2518) กล่าวว่า เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะส่งเสริมกิจกรรมต่างๆทางชีวเคมีภายในเมล็ด เช่น การหายใจ การย่อยสลายอาหารสะสมและการเคลื่อนย้ายอาหารสะสม ทำให้เมล็ดสูญเสียความมีชีวิตอย่างรวดเร็ว

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

นิทัศน์และคณะ (2543) รายงานว่า ต้องทำการลดความชื้นของข้าวเปลือกลงให้ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) ก่อนการระบายความร้อนออกจากกองเมล็ดข้าวเปลือก ถ้าทำการระบายความร้อนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง สามารถเก็บรักษาข้าวเปลือกได้นาน 4 เดือน โดยไม่เกิดข้าวเมล็ดเหลือง และเมื่อเก็บไว้ 12 เดือน เกิดข้าวเหลือง 0.43 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่เกิดปัญหาการควบแน่นเป็นหยดน้ำ

ไพฑูรย์และกิติยา (2540) ทดลองเก็บเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 ตัน ซึ่งบรรจุในกระสอบป่านไว้ในสภาพปิด โดยใช้ผ้าพลาสติกทาร์พอลินปิดคลุมกองข้าวไว้ และฉีดพ่นสารเคมีฆ่าแมลงโดยรอบผ้าทาร์พอลิน พบว่าสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ให้ปลอดภัย จากการทำลายของแมลงศัตรูโรงเก็บได้ดี และรักษาความงอกให้สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ได้เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 ปี

ข้าวที่ถูกเก็บรักษาไว้จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว ส่งผลให้มีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลให้มีความคงตัวและการละลายในน้ำได้น้อยลง มีผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำในการหุงมากกว่าข้าวใหม่ (Swamy *et al.*, 1972) ลักษณะข้าวสุกจะแข็งและร่วนมากกว่าข้าวใหม่ ความหนืดและความคงตัวของแป้งจะเพิ่มขึ้น ส่วนองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณอะไมโลส และแป้งยังคงใกล้เคียงกับข้าวใหม่ (Juliano, 1985)

จากการเปลี่ยนสภาพของข้าวใหม่เป็นข้าวเก่าซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทุกกลุ่ม ทำให้มีการศึกษาแนวทางการเร่งอายุของข้าวซึ่งพบว่า สามารถเร่งข้าวใหม่ให้เป็นข้าวเก่าได้ โดยเพิ่มความร้อนข้าวสารให้สูงถึง 110 องศาเซลเซียส ในภาชนะปิดสนิทโดยไม่ให้ความชื้นสูญหายไป การเป่าลมร้อน 150-250 องศาเซลเซียส ชั่วครู่ หรือแช่เมล็ดข้าวสาร 2 วันในน้ำมันดอกทานตะวันที่ 60 องศาเซลเซียส จะช่วยให้ความเหนียวของข้าวลดลง (Juliano, 1985; เคลือวัลย์, 2534)

Juliano (1985) ศึกษาผลของการเก็บรักษาข้าวในระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส พบว่า ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส (Juliano, 1985)

เวลาที่เก็บ (เดือน)	ข้าวสุกวัดความแข็งด้วยเครื่องอินสตรอน (ก.ก.)	ความคงตัวของเจล (มม.)	ความหนืดข้นจากเครื่อง Amylograph (BU)		
			ความหนืดสูงสุด	จุดสุดท้ายที่ 94 องศาเซลเซียส	ทำให้เย็นที่ 50 องศาเซลเซียส
0	7.4	65	541	359	703
1	7.5	60	592	379	750
2	8.4	54	620	400	793
3	8.8	53	652	440	820
4	8.8	52	649	426	835
5	8.6	50	678	441	851
6	8.4	56	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จำนวน 10 กิโลกรัม ซึ่งมีความชื้น 13.3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด)

อุปกรณ์

- ตู้อบแห้ง ยี่ห้อ WTE binder รุ่น 7200 Tuttlingen / germanyg
- เครื่องโม่แป้ง
- เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo Electron รุ่น Helios Gamma

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยมีสิ่งทดลอง 4 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ คือ

- อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด)
- อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด)
- อุณหภูมิอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด)
- อุณหภูมิอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด)

ก่อนทำการอบนำข้าวเปลือกมาเพิ่มความชื้นให้เป็น 25 เปอร์เซ็นต์ โดยการคำนวณปริมาณน้ำเพิ่มให้แก่ข้าวเปลือก ข้าวเปลือกที่ให้น้ำเพิ่มจะถูกเก็บไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดแน่นและบ่มไว้ 24 ชั่วโมง ในตู้เย็น จากนั้นจะนำข้าวเปลือกมาพักทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องก่อนอบ หลังการอบตามสิ่งทดลองที่กำหนด ข้าวเปลือกจะถูกเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 0 1 และ 2 เดือน

การเก็บข้อมูล

(1) การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การแตกหัก

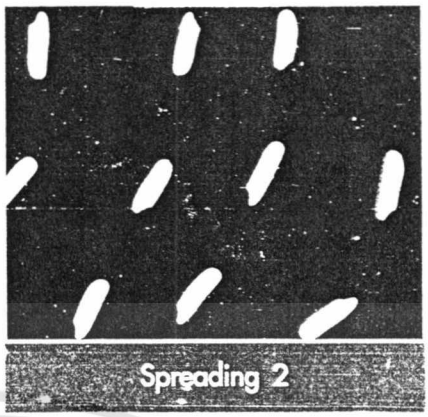
หลังการขัดสี สุ่มตัวอย่างข้าวมา 100 กรัม คัดแยกข้าวหักออก นำต้นข้าวที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก จากสูตร (น้ำหนักข้าวสาร-น้ำหนักต้นข้าว)/น้ำหนักข้าวสาร x 100

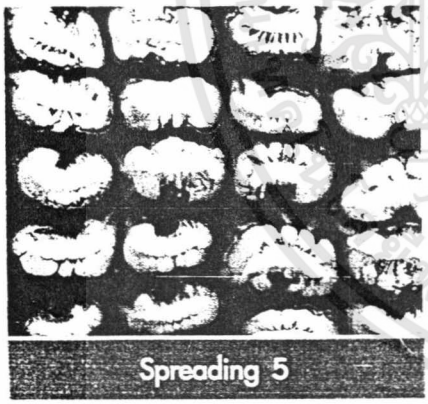
(2) การสลายเมล็ดข้าวในด่าง

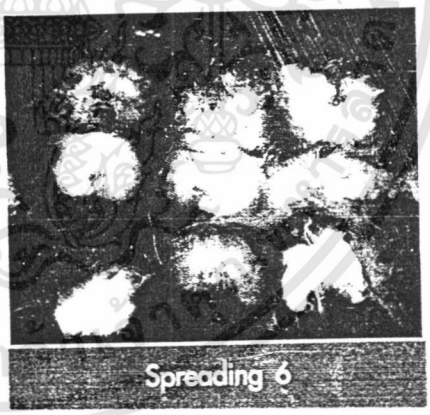
สุ่มตัวอย่างข้าวสารจำนวน 60 เมล็ด ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 เมล็ด โดยแบ่งใส่จานแก้วใสทดสอบจำนวน 3 จาน เท่าๆกัน วางบนพื้นราบสีดำ เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในจาน ให้ข้าวจมอยู่ในสารละลาย ปิดฝาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่มีการขยับเคลื่อนย้ายเป็นเวลา 23 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตรวจเมล็ดข้าวตามระดับของการสลาย (รูปที่ 3 ตารางที่ 6)

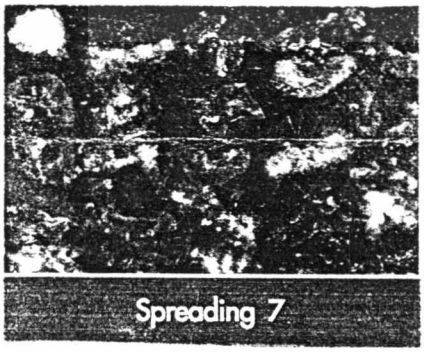
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 ระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่าง









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ด (งามชื่น, 2546)

ค่าการสลาย	ลักษณะของเมล็ดข้าวที่สลายในด่าง
1	ลักษณะของเมล็ดข้าวไม่เปลี่ยนแปลงเลย
2	เมล็ดข้าวพองตัว
3	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมาจากบางส่วนของเมล็ดข้าว
4	เมล็ดข้าวพองตัวและมีแป้งกระจายออกมารอบเมล็ดข้าวเป็นบริเวณกว้าง
5	ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางหรือทางยาว และมีเมล็ดกระจายออกมารอบเมล็ดเป็นบริเวณกว้าง
6	เมล็ดข้าวสลายตัวทั้งเมล็ด มีลักษณะเป็นเมือกขาวขุ่น
7	เมล็ดข้าวสลายตัวตลอดทั้งเมล็ด และมีลักษณะเป็นแป้งเปียกใส

(3) การดูดน้ำของข้าว

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวสารจำนวน 2 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำสะอาด 20 มล.ปิดปากหลอดแก้วด้วยสำลี นำไปต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที รินน้ำออกจากข้าวให้สะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักข้าวสุก คำนวณค่าการดูดน้ำของจากสูตร

$$\text{ความสามารถในการดูดน้ำของข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสุก} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}}$$

(4) ความคงตัวของแป้งสุก

ชั่งตัวอย่างเมล็ดข้าวขาวที่บดแล้ว ใส่ลงหลอดทดลองขนาด 13x100 มม เติมเอทธิลแอลกฮอล์ที่ละลาย thymol blue 0.025% เติม 0.2 N NaOH จากนั้นนำไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย votex mixer นำไปต้มในน้ำเดือดโดยใช้ลูกแก้วปิดปากหลอดทดลอง ใช้เวลา 8 นาที เมื่อครบกำหนดนำมาปั่นอีกครั้ง และทำให้เย็นด้วยน้ำเย็นจัด 20 นาที วางหลอดในแนวนอนบนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียด ใช้เวลา 30 นาที อ่านระยะเวลาที่น้ำแป้งสุกไหลไปบนกระดาษกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ปริมาณอะไมโลส

บดเมล็ดข้าวสารให้ละเอียดด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ร่อนผ่านตระแกรงเบอร์ 150 ก่อนนำมาทดสอบ นำแป้งที่ผ่านมาละลายด้วยเอทานอล เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ต้มใน water bath นาน 10 นาที เติมน้ำกลั่น ดูดน้ำแป้งใส่ในสารละลายที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ Glacial acetic acid 1 N และสารละลายไอโอดีน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำไปวัดปริมาณอะมิโลสด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 620 nm เปรียบเทียบกับสารละลายอะไมโลสมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

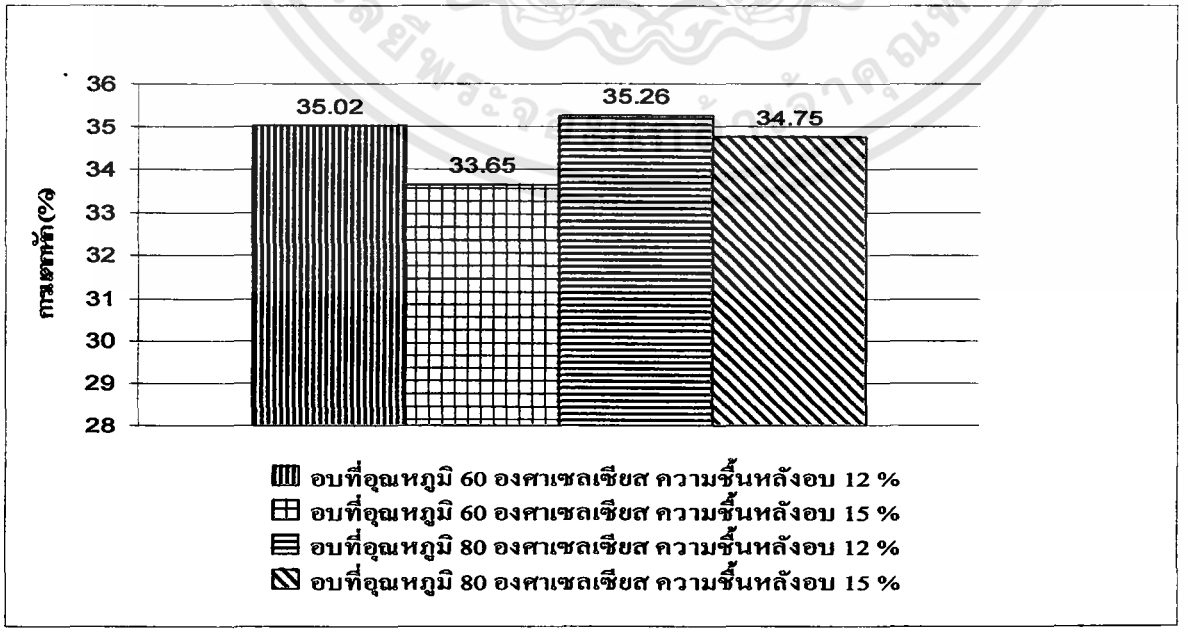
การหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก

ในการหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวจะกระทำภายหลังการอบแห้งและ ก่อนการเก็บรักษา แม้ว่าในการทดลองนี้พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะไม่มีผลให้ข้าวมีการแตกหักมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (ตารางผนวกที่ 1) แต่ก็มีแนวโน้วที่แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้ข้าวมีการแตกหักมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะเมื่ออบแห้งจนข้าวมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ซึ่งข้าวจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูงกว่าข้าวที่อบให้เหลือความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิในการอบแห้งสูง ความชื้นของข้าวหลังการอบแห้งต่ำทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าวมากเพราะอุณหภูมิที่สูงจะทำให้น้ำด้านนอกของเมล็ดระเหยในอัตราที่รวดเร็วกว่า การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในเมล็ดมายังผิว ทำให้ผิวรอบนอกของเมล็ดมีการหดตัวมากกว่าจึงเกิดรอยร้าวขึ้นทำให้เกิดการแตกหักเมื่อนำมาขัดสี

นอกจากนี้การอบแห้งเป็นเวลานาน (ความชื้นหลังอบต่ำ) จะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้การแตกร้าวของเมล็ดเกิดมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นว่าผลของระยะเวลาการอบจะมีอิทธิพลต่อการแตกหักมากกว่าผลของอุณหภูมิ โดยข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียสและมีความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหัก 35.02 และ 35.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าข้าวที่มีความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้ข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและมีความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์จะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักต่ำที่สุด คือ 33.65 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4 ตารางที่ 7)

รูปที่ 4 การหาเปอร์เซ็นต์การแตกหัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100484

ตารางที่ 7 แสดงคุณสมบัติของข้าว หลังการอบแห้ง การเก็บรักษาเป็นเวลา 0 , 1 และ 2 เดือน

อุณหภูมิในการอบ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังการอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	คุณสมบัติของข้าว การแตกหัก เปอร์เซ็นต์	การสลายตัวในด่าง	การดูดน้ำของข้าว (กรัมน้ำ/กรัมข้าวสาร)	ความคงตัวของแป้งสุก (มม.)	ปริมาณอะไมโลส (เปอร์เซ็นต์)
60	12	0	35.02	3 – 5	2.37	74.33	33.7
		1		3 – 5	2.57	73	33.72
		2		4 – 5	2.63	74	33.07
	15	0	33.65	4 – 5	2.28	75	40.32
		1		4 – 5	2.44	75.33	37.36
		2		5	2.57	75	35.3
80	12	0	35.26	3 – 5	2.44	73.66	34.11
		1		3 – 5	2.54	74.33	33.5
		2		5	2.68	74	32.6
	15	0	34.75	4	2.31	73	37.9
		1		5	2.46	73.33	33.28
		2		5	2.62	73	32.73

การสลายตัวในด่าง

จากการทดลองโดยนำข้าวมาเติมสารละลายด่าง ตั้งทิ้งไว้ 23 ชั่วโมง สังเกตุลักษณะการสลายของข้าวโดยเปรียบเทียบกับระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ด (รูปที่ 3 ตารางที่ 6)

จากการทดลองจะเห็นว่าส่วนใหญ่ผิวของเมล็ดข้าวปริทางขวางบางเมล็ดปริทางยาว เมล็ดบางเมล็ดปริทั้งทางขวางและปริทางยาวในเมล็ดเดียวกัน เมล็ดข้าวพองตัวและมีการกระจายของแป้ง โดยแบ่งระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างแต่ละเมล็ด (ตารางที่ 6)

ข้าวเปลือกที่อบที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส มีระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างส่วนใหญ่ที่ระดับ 3 – 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ระดับการสลายตัวในด่างแตกต่างกันมากนัก

การที่ความชื้นหลังการอบของข้าวสูง พบว่า ระดับของการสลายของเมล็ดข้าวในด่างอยู่ที่ระดับ 4 - 5 สูงกว่าข้าวที่ระดับความชื้นหลังอบต่ำ และมีแนวโน้วแสดงให้เห็นว่าข้าวที่มีความชื้นหลังอบสูงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่า จะมีค่าการสลายตัวที่สูงกว่าข้าวที่ทำการเก็บรักษาที่ระยะเวลาน้อยกว่า ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาจะมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและความชื้นหลังอบโดยข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 80 และ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการเก็บรักษา 1 และ 2 เดือน มีค่าระดับการสลายตัวในด่างอยู่ที่ระดับ 5 ซึ่งสูงกว่าข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 80 และ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการเก็บรักษา 0 เดือนจะมีค่าระดับการสลายตัวในด่างอยู่ที่ 3 – 5 ซึ่งมีค่าระดับการสลายตัวในด่างต่ำที่สุด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่าง

อุณหภูมิ	ความชื้น	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน
60 องศาเซลเซียส	12%	3-5	3-5	4-5
	15%	4-5	4-5	5
80 องศาเซลเซียส	12%	3-5	3-5	5
	15%	4	5	5

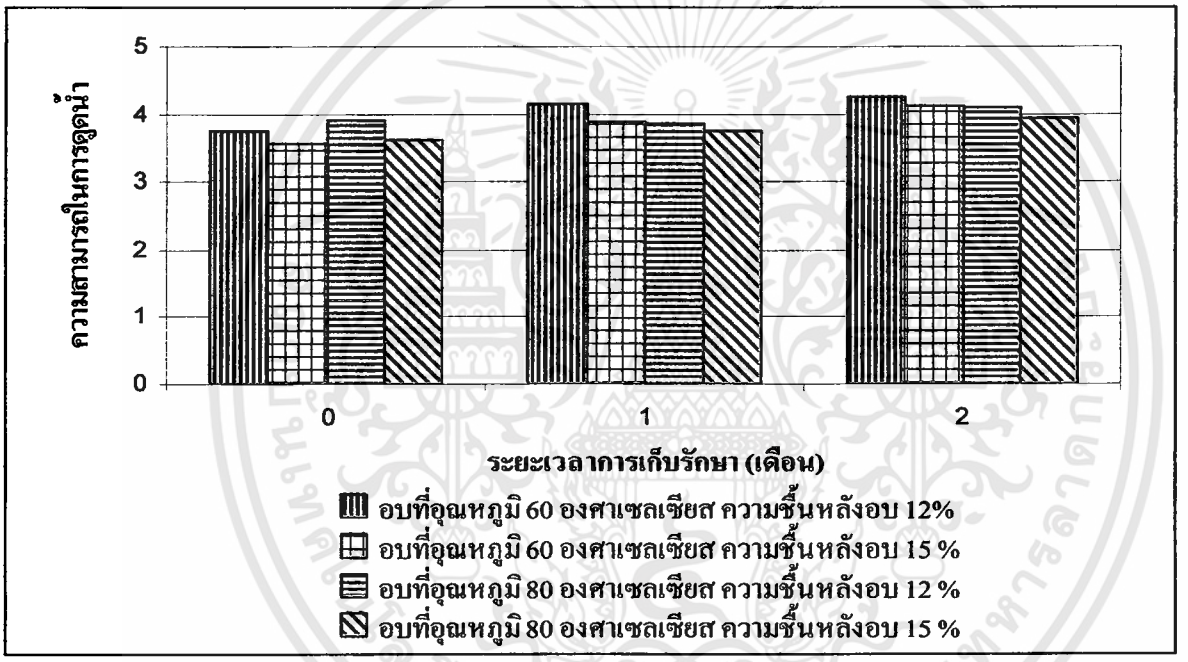
การดูดน้ำของข้าว

จากการทดลองเรื่องความสามารถในการดูดน้ำของข้าวระหว่างการหุงต้ม พบว่า การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงจะไม่มีผลให้การดูดน้ำของข้าวมากกว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก ที่ 7) แต่ก็มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมีค่าการดูดน้ำมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะเมื่ออบแห้งเป็นระยะเวลานาน (ความชื้นหลังอบต่ำ) ซึ่งความสามารถในการดูดน้ำของข้าวมีค่ามากกว่าข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการอบน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ความชื้นหลังอบสูง) นอกจากนี้ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ยาวนานมีผลทำให้การดูดน้ำของข้าวมีค่ามากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Indudhara *et al.* (1978) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงแป้งและโปรตีนในเมล็ดข้าว ส่งผลให้มีการปรับสภาพการละลายและการเกิดเจลให้มีความคงตัวและละลายในน้ำได้น้อยลง มีผลให้ข้าวเก่าต้องการน้ำมากในการหุงต้มมากกว่าข้าวใหม่ ซึ่งในการทดลองนี้ข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน 2 เดือนมีค่าการดูดน้ำของข้าว 2.68 กรัมน้ำ/กรัมข้าวสาร ซึ่งเป็นค่าการดูดน้ำที่สูงที่สุด ส่วนข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน 0 เดือนมีค่าการดูดน้ำต่ำที่สุดคือ 2.28 กรัมน้ำ/กรัมข้าวสาร (รูปที่ 5)

รูปที่ 5 การดูดน้ำของข้าว



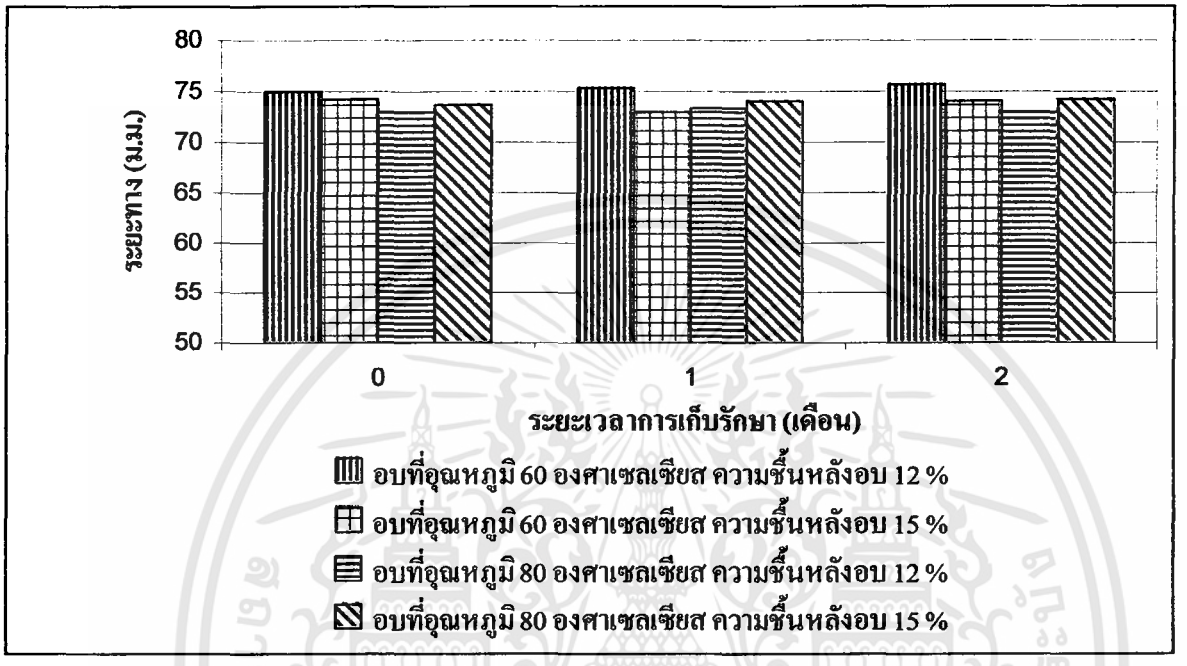
ความคงตัวของแป้งสุก

การทดลองเรื่องความคงตัวของแป้งสุก โดยการวัดระยะทางที่น้ำแป้งสุกหรือเจลไหลบกระดาษกราฟพบว่า ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8) และมีแนวโน้วว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำทำให้มีค่าความคงตัวของแป้งสุกมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูโดยเฉพาะเมื่ออบแห้งจนมีความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ค่าความคงตัวของแป้งสุกมีค่ามากกว่าการอบแห้งที่ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าผลของอุณหภูมิ และความชื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีแนวโน้วว่าอุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่อค่าความคงตัวของแป้งสุกมากกว่าผลของระยะเวลาในการอบแห้ง โดยข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความคงตัวของแป้งสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่าข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 6) ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 8) โดยระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีค่าความคงตัวของแป้งสุกที่ใกล้เคียงกันมาก

รูปที่ 6 ความคงตัวของแป้งสุก

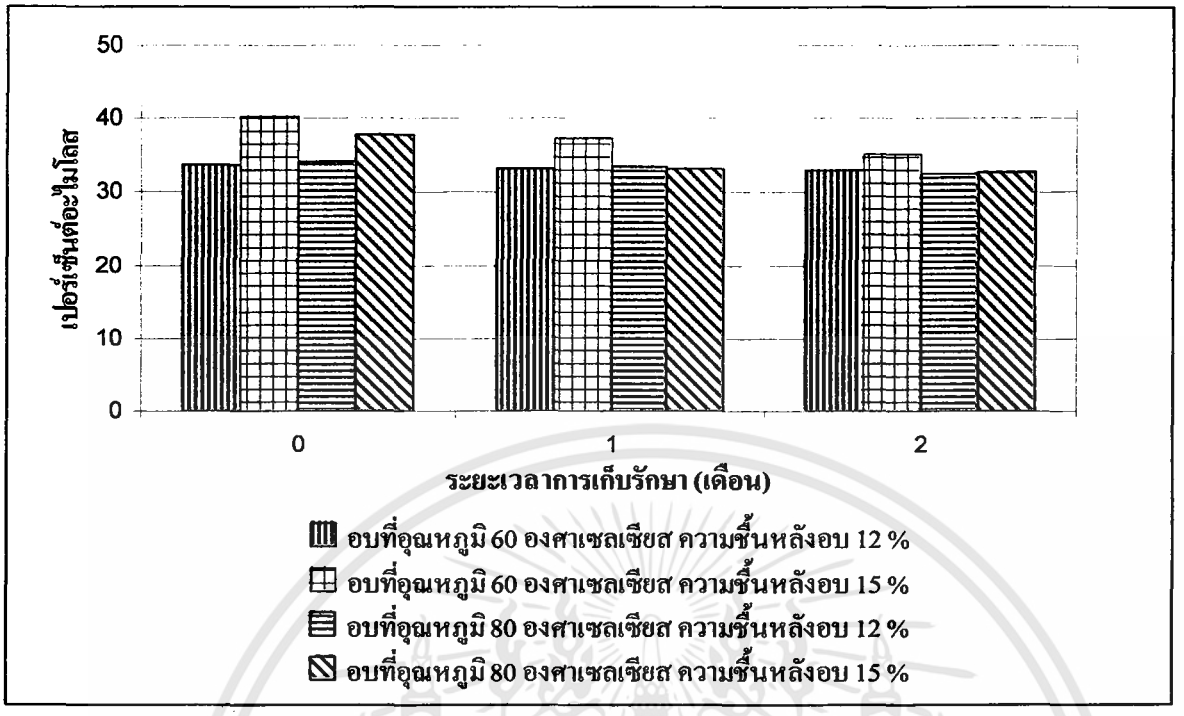


การหาปริมาณอะไมโลส

สมบัติทางเคมีที่นิยมใช้บอกความแข็งของข้าวหุงสุกคือปริมาณอะไมโลส แม้ว่าในการทดลองนี้การอบแห้งที่อุณหภูมิสูง จะไม่มีผลให้ข้าวสุกมีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม (ตารางผนวกที่ 9) แต่ก็มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่ามีปริมาณอะไมโลสที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ส่วนระยะเวลาในการอบแห้ง (ความชื้นหลังอบ) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 9) โดยข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการอบที่น้อยกว่า (ความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณอะไมโลสมากกว่าข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการอบที่มากกว่า (ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์) ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานมีผลทำให้ปริมาณอะไมโลสลดลง โดยข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 15 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาในการเก็บรักษา 0 เดือนมีปริมาณอะไมโลสสูงที่สุดคือ 40.32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้าวที่อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นหลังอบ 12 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 2 เดือนมีปริมาณอะไมโลสต่ำสุดคือ 32.6 เปอร์เซ็นต์

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 การทดสอบปริมาณอะไมโลส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งข้าวและระยะเวลาในการอบ (ความชื้นหลังอบ) ของข้าวมีอิทธิพลต่อคุณภาพของข้าวโดยตรง โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์การแตกหัก การสลายตัวในด่างและการดูดน้ำของข้าว โดยข้าวที่อบที่อุณหภูมิสูง และใช้ระยะเวลาในการอบที่นาน (ความชื้นหลังอบต่ำ) จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหัก ค่าการสลายตัวในด่าง และการดูดน้ำของข้าวสูง ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพของข้าวเช่นกัน แต่ถ้าใช้อุณหภูมิอบและระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมแล้วระยะเวลาในการเก็บรักษาก็จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับข้าวที่เก็บรักษามากนัก ส่วนค่าความคงตัวของแป้งสุกและปริมาณอะไมโลส ค่าที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเป็นข้าวพันธุ์เดียวกัน ผลของอุณหภูมิอบ ระยะเวลาอบ (ความชื้นหลังอบ) ระยะเวลาในการเก็บรักษาจึงไม่มีผลทำให้คุณสมบัติดังกล่าวของข้าวเปลี่ยนแปลงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2540. **การศึกษาลักษณะพันธุ์ข้าว.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เคลือวัลย์ อัตะวิระยะสุข. 2534. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ และการแปรสภาพเมล็ด.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า 53.

งามชื่น คงเสรี. 2539. **การรักษาคุณภาพข้าวด้านการบริโภคในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ.** การสัมมนาเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพข้าว ณ กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร วันที่ 17-20 ธันวาคม 2539. หน้า 233.

งามชื่น คงเสรี. 2540. **การวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยข้าว.

งามชื่น คงเสรี. 2540. **ข้าวในตลาดโลก.** ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

งามชื่น คงเสรี. 2546. **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธ์.** กลุ่มหนังสือเกษตร กรุงเทพมหานคร.

ไชยรัตน์ เพชรชลนุวัฒน์ และคณะ. 2543. **คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวสารจำนวน 8 พันธ์.** กรมวิชาการเกษตร.

ทรงเชาว์ อินสมพันธุ์ . 2531. **พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย.** ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดวงทิพย์ เปรมจิตต์. 2518. **อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บที่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์.** กรมวิชาการเกษตร.

นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล และคณะ. 2543. **ศึกษาอัตราการระบายอากาศในยุ้งโลหะเก็บข้าวเปลือก.** กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2539. **คุณภาพข้าว พันธุ์ข้าวที่ปลูกในไทย.** กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

ประสูติ สิทธิสรวง และคณะ. 2528. **ความสูญเสียของเมล็ดพันธ์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพโรงเก็บ.** สถานีทดลองข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประพาส วีระแพทย์. 2517. **ความรู้เรื่องข้าว.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยพัฒนาพานิช.

ประพาส วีระแพทย์. 2543. **ความรู้เรื่องข้าว.** สาขาคัดพันธุ์ต้านทานศัตรูข้าว กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไพฑูรย์ อุไรรงค์ และกิติยา กิจควรดี. 2540. **การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวภายใต้ผ้าพลาสติก.** รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540 สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วัลลภ สันติประดา. 2538. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธ์.** ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

ศุภศัดิ์ ลิมปีติ และวิบูลย์ ช่างเรือ. 2535. **การลดความชื้นในแปลงและหลังการนวดของข้าวญี่ปุ่นที่ปลูกฤดูนาปรัง.** ศูนย์วิจัยวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Anselmc, C. 1988. **Preharvest and postharvest treatments to improve rice seed health Rice seed Health.** IRRI proceeding of the International Workshop on rice seed Health.

Bhashgam, S.T. 1975. **Effect of long grin rough rice storage history on gnd-use quality.** Food Science 63(5): 832-835

Chang, T.T. 1976. **The origin,evolution,cultivation,dissemination,and diversification** of Asian and African rices.

Copeland, .L.O. 1976. **Seed and seeding vigor.** Principles of seed science and Technology. Department in crop and Soil Sci.Michigan State University.USA.

FAO, 1981. **Cereal and grain legume seed precessing.** FAO Plant Production and Protection Series.

FAO, 1995. **Rice situation and outlook.** Item of the Provisional Agenda, Committee on Commodity problems. Inter-governmental group on rice, Seville.

Gregge, B.R. 1981. **Seed quality and practical storage.** Proceeding of conference for scientist of Asia.

Halder, S. and K.Gupta. 1980. **Effect of storage of sunflower seed in high-low relative Humidity on solute leaching.** Seed Sci. and Technol.

Harrington, J.F. 1972. **Seed storage and longevity. In seed biology.** Vol.III.T.T. Kozlowski. Ed.Academic press Inc.

Hill, M. 1999. **The Drying and Storage of Grain and Herbage Seeds.** A Foundation for Arable Research Publication,Lincoin New Zealand.

Itani, M. and L.Fushimi. 1996. **Post-harvest Operations Of International Research Institute.** Philippines.http://www.fao.org/inpho/compend/text/ch10-01.htm (28/10/47)

Jenning, P.R.Coffman and H.H.E.Kauffman, 1979. **Rice Improvement.** International Rice Research Institute. Los Banos,Laguna,Philippines.

Juliano, J.B. and M.J. Aldoma. 1937. **Morohology of Oryza sativa Linnaeus.** Cereal Chem. 36:91- 97

Juliano, B.O. 1985. **Rice: Chemical and technology**. 2 nd ed. Minnesota , American Association

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Of Cereal Chemistry.

Nangju, D., H.C. Weien, and B.Naimande. 1980. **Improved practices for seed production.** Butterworth and co.(Publishers) Ltd, London.

Ohtsubo, K. 2000. **Rice storage and its quality.** Group training course in post-harvest riceprocessing. Tsukuba International Centre japan International cooperation agency.

Quitco, R.T. 1981. **Paddy Deterioration form Procurement to storage.** NAPHIRE,Technical Bullentin No.2, Philippines.

Swamy, W.R. 1972. **Critical temperature and duration for high temperature induced strility in rice. JARQ.** 11: 190-191

Thomson, J.R. 1979. **An Introduction to seed Technology.** Course Director in seed Technology the Edenburgh School of Agriculture.

Wimberly, J.E. 1983. **Paddy Rice.** Post-Harvest Industry in Developing Countries, International Rice Research Institure, Manila, Philippines.188 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

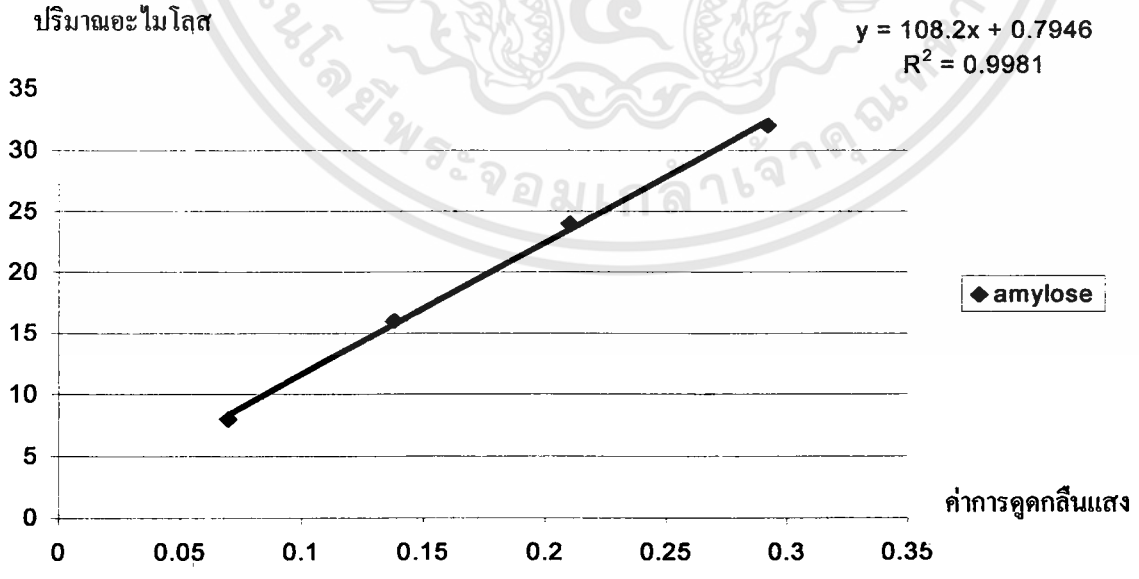
ภาคผนวก ก.

การสร้างกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

นำโปเตโตอะไมโลสจำนวน 0.04 กรัม มาละลายด้วยเอทธิลแอลกอฮอล์ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ต้มใน water bath นาน 10 นาทีเติมน้ำกลั่น ดูดสารละลายมาตรฐานปริมาตร1 , 2 3 และ 4 มิลลิลิตรใส่ในสารละลายที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ Glacial acetic acid 1 N ปริมาตร 0.2 , 0.4 , 0.6 และ 0.8 มิลลิลิตรและสารละลายไอโอดีน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร เขียนกราฟระหว่างปริมาณอะไมโลสและค่าการดูดกลืนแสง

ปริมาณอะไมโลส (เปอร์เซ็นต์)	ค่าการดูดกลืนแสง
8	0.07
16	0.138
24	0.21
32	0.292

กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ค่าอะไมโลส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางผนวกที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าว

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด)	เปอร์เซ็นต์การแตกหัก			
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
60	12	35.17	34.92	34.96	35.01
	15	35.48	31.12	34.37	33.65
80	12	35.65	35.2	34.93	35.26
	15	33.755	35.94	34.576	34.757

ตารางผนวกที่ 2 ตารางแสดงข้อมูลค่าการสลายตัวในด่างของข้าว

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ค่าการสลายตัวในด่างของข้าว
60	12	0	3--5
		1	3--5
		2	4--5
	15	0	4--5
		1	5
		2	5
80	12	0	3--5
		1	3--5
		2	5
	15	0	3--5
		1	5
		2	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ตารางแสดงข้อมูลการดูดน้ำของข้าว

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	การดูดน้ำของข้าว (กรัมน้ำ/กรัมข้าวสาร)			
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
60	12	0	3.99	3.54	3.69	3.744
		1	4.11	4.23	4.11	4.15
		2	4.54	4.14	4.11	4.266
	15	0	3.91	3.49	3.2945	3.566
		1	3.93	3.79	3.949	3.893
		2	3.88	4.05	4.48	4.13
80	12	0	3.81	3.9	3.98	3.9
		1	4.15	3.77	3.665	3.866
		2	4.177	3.97	4.11	4.09
	15	0	3.62	3.69	3.59	3.63
		1	3.75	3.58	3.94	3.76
		2	3.91	3.86	4.04	3.94

ตารางผนวกที่ 4 ตารางแสดงข้อมูลความคงตัวของแป้งสุก

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ค่าความคงตัวของแป้งสุก (กรัมน้ำ/กรัมข้าวสาร)			
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
60	12	0	74	76	75	75
		1	76	74	76	75.33
		2	76	76	75	75.66
	15	0	75	74	74	74.33
		1	72	74	73	73
		2	74	73	75	74
80	12	0	72	74	73	73
		1	72	75	73	73.33
		2	73	72	74	73
	15	0	72	75	74	73.66
		1	74	75	73	74
		2	73	76	74	74.33

ตารางผนวกที่ 5 ตารางแสดงปริมาณอะไมโลสของข้าว

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ความชื้นหลังอบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณอะไมโลส (เปอร์เซ็นต์)			
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
60	12	0	33.89	33.82	33.41	33.7
		1	34.12	31.52	35.52	33.72
		2	32.38	35.31	31.52	33.07
	15	0	38.66	43.1	39.2	40.32
		1	36.82	35.52	39.74	37.36
		2	34.55	37.14	34.22	35.3
80	12	0	32.98	35.17	34.2	34.11
		1	31.36	34.9	34.25	33.5
		2	32.06	33.47	32.28	32.6
	15	0	40.82	36.5	36.39	37.9
		1	34.66	31.73	33.47	33.28
		2	32.25	32.44	33.52	32.73

ตารางที่ผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การแตกหักของข้าว

Source of Variation	df	SS	MS	Fc	F(0.05)	F(0.01)
Treatment	3	4.5	0.9	0.55^{ns}	4.07	7.59
อุณหภูมิ	1	1.35	1.35	0.83^{ns}	5.32	11.26
ความชื้น	1	0.55	0.55	0.33^{ns}	5.32	11.26
อุณหภูมิ*ความชื้น	1	2.6	2.6	1.6^{ns}	5.32	11.26
Error	8	13	1.62			
Total	11					

cv (เปอร์เซ็นต์) = 3.69

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนการดูดน้ำของข้าว

Source of Variation	df	SS	MS	Fc	F(0.05)	F(0.01)
Treatment	11	1.55	0.141	3.8**	2.21	3.09
อุณหภูมิ	1	0.08	0.08	2.15^{ns}	4.26	7.82
ความชื้น	1	0.29	0.29	7.91**	4.26	7.82
ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	0.73	0.366	9.86**	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น	1	0.00052	0.00052	0.01^{ns}	4.26	7.82
อุณหภูมิ*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	0.41	0.207	5.59^{ns}	3.4	5.61
ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	0.018	0.009	0.24^{ns}	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	0.015	0.007	0.18^{ns}	3.4	5.61
Error	24	0.89	0.037			
Total	35					

cv (เปอร์เซ็นต์) = 4.85

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความคงตัวของแป้งสุกของข้าว

Source of Variation	df	SS	MS	Fc	F(0.05)	F(0.01)
Treatment	11	27.88	5.26	4.21**	2.21	3.09
อุณหภูมิ	1	9	9	7.2^{ns}	4.26	7.82
ความชื้น	1	1	1	0.8^{ns}	4.26	7.82
ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	0.72	0.36	0.28^{ns}	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น	1	13.44	13.44	10.75**	4.26	7.82
อุณหภูมิ*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	1.16	0.58	0.46^{ns}	3.4	5.61
ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	1.16	0.58	0.46^{ns}	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	1.38	0.69	0.55^{ns}	3.4	5.61
Error	24	30	1.25			
Total	35					

cv (เปอร์เซ็นต์) = 6.08

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอะไมโลสของข้าว

Source of Variation	df	SS	MS	Fc	F(0.05)	F(0.01)
Treatment	11	198.43	18.03	4.64**	2.21	3.09
อุณหภูมิ	1	12.88	12.88	3.31^{ns}	4.26	7.82
ความชื้น	1	32.22	32.22	8.29**	4.26	7.82
ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	27.14	13.57	3.49^{ns}	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น	1	68.231	68.231	17.55**	4.26	7.82
อุณหภูมิ*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	17.96	8.98	2.31^{ns}	3.4	5.61
ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	18.21	9.1	2.34^{ns}	3.4	5.61
อุณหภูมิ*ความชื้น*ระยะเวลาการเก็บรักษา	2	21.77	10.88	2.8^{ns}	3.4	5.61
Error	24	93.27	3.88			
Total	35					

cv (เปอร์เซ็นต์) = 5.48

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้