15976

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

T097129

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเร่งความเก่าของข้าวเปลือก

(Feasibility Study on Accelerated Aging of Rough Rice)

โดย

นางสาวน้ำทิพย์ จันทร์เจริญสุข รหัส 38044490

นางสาวสุภาพร ลิ่มจันทร์ รหัส 38044497

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปพ.
น522ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 97129
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเร่งความเก่าของข้าวเปลือก

(Feasibility Study on Accelerated Aging of Rough Rice)

โดย

นางสาวน้ำทิพย์ จันทร์เจริญสุข รหัส 38044490

นางสาวสุภาพร ลิ่มจันทร์ รหัส 38044497

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 19/3/42 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ดร. พชิล ภามากร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 9 **เดือน** ม.ค. **พ.ศ.** 2542

วพ. 452217 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำทิพย์ จันทร์เจริญสุข, สุภาพร ลิ่มจันทร์ . 2542 . การศึกษาความเป็นไปได้ในการเร่งความเก่าของข้าเปลือก (Feasibility Study on Accelerated Aging of Rough Rice) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พอใจ ถามากร

การเก็บข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวแล้วเป็นระยะเวลา 3-6 เดือน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพภายในเมล็ดข้าวและทำให้มีคุณสมบัติที่ผู้บริโภคและตลาดส่วนใหญ่ต้องการ การศึกษานี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ในการเร่งความเก่าของข้าวเปลือกโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

จากการทดลองพบว่า การอบข้าวเปลือกที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ค่า คือ 60°C, 70°C และ 80°C แต่ละอุณหภูมิใช้เวลา 6, 10 และ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปสีเพื่อนำข้าวสารมาทำการตรวจสอบคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับข้าวใหม่ที่ไม่ได้ผ่านการอบ โดยวัดผลออกมาเป็นค่าของ ความแข็งของข้าวเปลือก ความแข็งของข้าวสาร ความแข็งของข้าวสุก ค่าความแข็งของแป้งสุก(gel consistency) ค่าการขยายตัวของข้าว(volume expansion) และคุณภาพในการขัดสี พบว่าที่อุณหภูมิ 70°C เวลา 6 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่ดีที่สุดสำหรับการทดลองนี้ แต่จากการศึกษาทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิในการให้ความร้อนจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวให้เก่าขึ้นในขณะที่เวลาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ดังนั้นการเลือกอุณหภูมิใดที่เหมาะสมต่อการเก่าของข้าวนั้นควรจะใช้เวลาน้อยที่สุดที่ทำให้ข้าวมีคุณสมบัติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตลาดส่วนใหญ่และเป็นการประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่งด้วย

ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี
		19 มี.ค. 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พอใจ ถามากร รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาเมื่อพบปัญหาและเป็นกรรมการ และอาจารย์ประมวล ศรีกาหลง ที่กรุณาเป็นกรรมการให้และให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์งามชื่น คงเสรี ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ที่ให้ข้อมูลประกอบการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่สวนจิตรดาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องคัดแยกเมล็ด

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องสีข้าว

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ข้อมูลประกอบการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ข้อมูลประกอบการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ข้อมูลประกอบการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือด้านต่างๆในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

น้ำทิพย์ จันทร์เจริญสุข

สุภาพร ลิ่มจันทร์

19 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
สารบัญตาราง		ค
สารบัญภาพ		ง
บทที่1	บทนำ	1
บทที่ 2	วารสารปริทัศน์	2
2.1	เมล็ดข้าว	2
2.2	คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ	3
2.3	คุณภาพเมล็ดทางเคมี	5
2.4	การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเมล็ดในระหว่างการเก็บ	10
2.5	การเก่าของข้าว (Aging)	15
บทที่ 3	วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
3.1	วัตถุดิบและสารเคมี	19
3.2	ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	20
บทที่ 4	ผลการทดลอง	23
4.1	ความแข็งของข้าวเปลือก	25
4.2	ความแข็งของข้าวสาร	27
4.3	ความแข็งของขาวสุก	29
4.4	ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)	30
4.5	อัตราการขยายตัวทางปริมาตรของข้าวสุก (Volume expansion)	32
4.6	คุณภาพการสี	34
	วิจารณ์ผลการทดลอง	35
	สรุปผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง		37
ภาคผนวก		38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อ	หน้า
1.1	ชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทยและสหรัฐอเมริกา	4
1.2	การจัดแบ่งข้าวพันธุ์ดีตามคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน	9
4.1	ค่าความแข็งของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	25
4.2	ค่าความแข็งของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	27
4.3	ค่าความแข็งของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	29
4.4	ค่าระยะทางที่เจลสีฟ้าไหล	30
4.5	เวลาที่ใช้ในการหุงต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	32
4.6	ความสูงของข้าวสุกเป็นจำนวนเท่าของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	32
4.7	คุณภาพการสี	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อ	หน้า
1	กระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	11
2	แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 60°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.	23
3	แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 70°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.	24
4	แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.	25
5	กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	26
6	กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	28
7	กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	29
8	กราฟแสดงค่าความคงตัวของแป้งสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	31
9	กราฟแสดงการขยายตัวของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	33
10	กราฟแสดงคุณภาพการสีข้าวที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	34
11	ภาพแสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวเปลือก	41
12	ภาพแสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวสาร	41
13	ภาพแสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวสุก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักที่มีการบริโภคกันมากที่สุดคือประมาณ 1 ใน 4 ของอาหารหลักที่มีการบริโภคทั้งหมด ผลผลิตข้าวในประเทศไทยมีถึง 22 ล้านตันในปี 1995-1996 โดยปกติแล้วความชื้นของข้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีประมาณ 22-25% หรือสูงกว่า จึงต้องมีการลดความชื้นลงมาให้เหลือประมาณ 13-14% เพื่อเหมาะกับการเก็บรักษาและเป็นปริมาณความชื้นที่เหมาะต่อการนำไปสี ข้าวเปลือกที่เก็บเป็นเวลา 3-6 เดือนจะเรียกว่าข้าวเก่า ซึ่งจะมีการบริโภคกันมากกว่าข้าวใหม่เนื่องจากเมื่อผ่านการหุงแล้วไม่แฉะและหุงขึ้นหม้อ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ แต่จะมีราคาสูงกว่าข้าวใหม่

ดังนั้นจึงมีการพยายามที่จะศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการเร่งการเก่าของข้าวโดยใช้การอบที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆกัน ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีกายภาพ การหุงต้มของข้าวและลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกภายหลังจากทำการเร่งสภาวะ โดยการทดลองมีจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาถึงอุณหภูมิและเวลาใช้ในการ Aging ข้าว
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างข้าวใหม่กับข้าวที่ผ่านการ Aging
3. ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสข้าวใหม่และข้าวที่ผ่านการ Aging โดยใช้เครื่อง Texture Analyser

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ประเทศไทยเป็นประเทศผลิตข้าวที่สำคัญผลผลิตข้าวนอกจากใช้สำหรับบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกดังปริมาณการส่งออกข้าวของไทยจัดเป็นอันดับ 1 ของโลกมาหลายปี ในแต่ละปีชาวนาผลิตข้าวได้ 19-21 ล้านตันข้าวเปลือก ซึ่ง 2 ใน 3 ส่วนจะใช้บริโภคภายในประเทศ ข้าวส่วนใหญ่จะบริโภคในรูปของข้าวสุกที่หุงต้มจากข้าวหรือข้าวสาร และมาตรฐานการส่งออกข้าวของกระทรวงพาณิชย์กำหนดลักษณะทางกายภาพ เช่นความยาวเมล็ด ปริมาณและขนาดข้าวหัก ความสะอาด สิ่งเจือปน ความชื้น และระดับการสี ซึ่งตรวจสอบได้ง่าย และข้าวคุณภาพดี (ข้าวขาว 100% และ 5%) ต้องเป็นข้าวเมล็ดยาว(>7.0 มม.) จำนวนมาก ข้าวสารที่จำหน่ายในท้องตลาดจึงมีลักษณะเรียวยาวคล้าย ๆ กันแต่เมื่อนำไปหุงต้มอาจมีคุณภาพข้าวสุกแตกต่างกัน เช่น เป็นข้าวนุ่มเหนียว ข้าวอ่อน และข้าวแข็งทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดข้าวมีคุณสมบัติของแป้งต่างกัน เมื่อนำไปหุงจึงใช้น้ำในการหุงต้มแตกต่างกัน

เมื่อเอ่ยถึงคุณภาพข้าว ผู้บริโภคมักคำนึงถึงในแง่ของคุณภาพทางกายภาพ และ คุณภาพในการหุงต้มและรับประทานหรือข้าวสุก

2.1 เมล็ดข้าว

ข้าวเป็นพืชอยู่ในตระกูล Oryza sativa L. เป็นอาหารหลักที่สำคัญของชาวเอเชีย เมล็ดข้าวหรือข้าวเปลือก (roug rice or paddy) เป็นส่วนผลของต้นข้าว ซึ่งอาจจำแนกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

ก. เปลือกนอก หรือ แกลบ (hull) เป็นส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอก ช่วยป้องกันเมล็ดจากการทำลายภายนอก เนื่องจากมีการอัดตัวระหว่างเปลือกกับส่วนที่อยู่ภายใน

ข. ส่วนที่บริโภคได้ หรือ ข้าวกล้อง (caryopsis, brown rice, dehulled, husked rice, or cargo rice) แบ่งออกเป็นชั้นต่างๆ ดังนี้

1. <u>เยื่อหุ้มผล</u> (pericarp) เป็นส่วนผิวนอกของข้าวกล้อง ที่พัฒนามาจากผนังรังไข่ของดอกข้าว มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน และมีท่ออาหารอยู่ทางด้านหลัง (dorsal) ของเมล็ด อาจมีสารสีอยู่เช่นข้าวแดง หรือเหนียวดำ

2. <u>เยื่อหุ้มเมล็ด</u> (seed coat or tergmen) เป็นเซลล์ชั้นเดียว หนาประมาณ 0.5 ไมครอน ส่วนนี้อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน เซลลูโลส (cellulose) และ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) สารสีที่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับข้าวกล้องจะอยู่ในส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดเช่นกัน

3. ชั้นอลูโรน (aleurone layer) ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น ข้าวเมล็ดสั้นและป้อมมักมีจำนวนชั้นของอลูโรนมากกว่าข้าวเมล็ดเรียวยาว และภายในเมล็ดเดียวกัน ด้านหลังของเมล็ด (dorsal) ที่อยู่ตรงข้ามกับคัพภะ (embryo or germ) มักมีจำนวนชั้นของอลูโรนมากกว่าด้านท้องของเมล็ด (ventral) ภายในเซลอลูโรนอุดมไปด้วยโปรตีนและไขมัน ผนังเซลล์ประกอบไปด้วยโปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ดังนั้น เมื่อบริโภคข้าวกล้องจึงรู้สึกสากกระด้างกว่าข้าวสาร

4. คัพภะ (embyo) คัพภะของของข้าวมีขนาดเล็กมาก อยู่ตรงปลายของเมล็ดด้านท้องส่วนนี้จะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป ภายในคัพภะอุดมด้วยโปรตีน ไขมัน นอกจากนี้ในส่วนเยื่ออลูโรนและคัพภะยังอุดมไปด้วยไวตามิน เช่น B1 (thaiamine), B2 (riboflavin) และ ไนอะซิน (niacin) ซึ่งไวตามินเหล่านี้จะถูกขัดออกไปเมื่อผ่านขบวนการสีข้าว และคงเหลืออยู่ในข้าวสารน้อยมาก

5. เอนโดสเปิร์ม (endosperms) คือ ส่วนที่เป็นข้าวสาร ในส่วนของเอนโดสเปิร์มนี้มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก แป้งข้าวมีรูปร่างเป็นทรงผลึกหลายเหลี่ยม (poly gonal) ขนาด 2-10 ไมครอน อยู่รวมกันเป็นกลุ่มแป้ง (starch compound) กลุ่มแป้งหลายๆ กลุ่มจะอยู่รวมกันในเซลล์ โดยมีกลุ่มโปรตีน (protein body) แทรกอยู่ กลุ่มโปรตีนเหล่านี้มีขนาด 1-4 ไมครอน และมีอยู่หนาแน่นตรงบริเวณผิวของเมล็ดข้าวสาร ภายในเมล็ดข้าวสารมีแป้งอยู่ประมาณ 84-93% โดยน้ำหนักแห้งและมีโปรตีนประมาณ 5-14 % แป้งข้าวยังสามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ

- **อมิโลเปคติน (amylopectin)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลกลูโคส (glucose) จำนวนมากและมีโครงสร้างเชื่อมต่อกันแบบแยกเป็นกิ่งก้านสาขา(branched chain) เมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะเป็นสีน้ำตาลแดง (red brown) เมื่อทำให้สุก (gelatinized) ในน้ำเดือดจะค่อนข้างคงสภาพเดิมได้นาน และเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวสุกเหนียวติดกัน

- **อมิโลส (amylose)** เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูโคสจำนวนมากเช่นกัน แต่มีโครงสร้างต่อกันเป็นแนวยาว (linear chain) เมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะมีสีน้ำเงิน เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือดและทำให้เย็นจะเกิดขบวนการคืนตัวเป็นของแข็ง (retrogradation) ขึ้น ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำลดลง และมีผลให้ข้าวสุกร่วนและแข็งกระด้างมากขึ้น ในแป้งข้าวจะมีอมิโลสเป็นส่วนรอง โดยอยู่ปะปนกับอมิโลเปคติน

2.2 คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ

คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ(Grain physical quality) หมายถึง คุณสมบัติภายนอกของเมล็ดที่เห็นได้ง่าย ซึ่งจำแนกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สีของข้าวกล้อง เมื่อกะเทาะข้าวออกจะพบข้าวกล้องที่มีสีขาวเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้มีข้าวบางพันธุ์มีข้าวกล้องสีแดงน้ำตาลหรือสีม่วงจนเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีเหล่านี้ถือว่าเป็นข้าวคุณภาพเฉพาะ และนิยมบริโภคเพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านโภชนาการ หรือเป็นขนมหวาน เช่น ข้าวแดง ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้องที่มีสีนี้ หากเป็นสีล้วนๆ จะมีราคาสูงแต่ถ้าปนข้าวขาวจะทำให้มีคุณภาพหรือราคาด้อยลง

2. ขนาดของเมล็ด (Grain size) ขนาดของเมล็ดอาจวัดจากความกว้าง ความยาวและความหนาของเมล็ด แต่ในการพิจารณาคุณภาพเมล็ดทั่วไปจะหมายถึงความยาวของเมล็ด มาตรฐานข้าวไทยได้กำหนดชั้นของเมล็ดเป็น 4 ขนาด ตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชั้นของเมล็ดข้าวตามมาตรฐานข้าวไทยและสหรัฐอเมริกา

ชั้นของเมล็ด	ไทย (มม.)	สหรัฐอเมริกา (มม.)
เมล็ดยาวชั้น1 (Extra long)	> 7.0	> 7.50
เมล็ดยาวชั้น2 (Long)	6.6-7.0	6.61-7.50
เมล็ดยาวชั้น3 (Medium)	6.2-6.6	5.51-6.60
เมล็ดสั้น (Short)	< 6.2	< 5.50

นอกจากความยาวมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาแล้ว บางประเทศยังนิยมกำหนดรูปร่างเมล็ดโดยประเมิณจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง ดังนี้

รูปร่างเมล็ด		ความยาว/ความกว้าง	
เรียว	(Slender)	มากกว่า	3.0
ปานกลาง	(Medium)	มากกว่า	2.1 - 3.0
ป้อม	(Bold)	น้อยกว่า	2.0

แต่มาตรฐานข้าวไทยไม่มีการกำหนดรูปร่างเมล็ด เนื่องจากข้าวส่วนใหญ่มีเมล็ดยาวเรียว และยึดถือข้าวที่มีความยาวเกิน 7.0 มม. เป็นข้าวคุณภาพดี และข้าวไทยเป็นข้าวประเภท indica จึงทำให้เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าข้าวชนิด indica มีเมล็ดยาวเรียว แต่โดยความเป็นจริงมีข้าวไทยพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์มีเมล็ดป้อมเช่นกัน

3. ข้าวท้องไข่ (Chalky grain) เป็นจุดขุ่นขาวทึบแสงภายในเมล็ดข้าวเจ้า ซึ่งเกิดจากการจับตัวกันอย่างหลวมๆระหว่างผลึกแป้ง (starch granule), กลุ่มแป้ง (starch compound) และโปรตีน (protein body) ทำให้เกิดช่องอากาศเล็กๆภายในเมล็ด จึงเห็นเป็นลักษณะทึบแสง(Juliano,1972) จุดขุ่นขาวนั้นอาจมีขนาดต่างกัน ดังนั้น IRRI จึงจัดระดับความเป็นท้องไข่ของเมล็ดเป็น 0-5 โดยให้ระดับ 0 เป็นเมล็ดใสทั้งเมล็ด และระดับ 5 เป็นเมล็ดขุ่นที่มีสีขาวขุ่นร้อยละ 80 ของทั้งเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของท้องไข่อาจเกิดขึ้นตรงกลางเมล็ด (white back) ข้าวไทยส่วนใหญ่เป็นท้องไข่น้อยยกเว้นข้าวขึ้นน้ำ ซึ่งมักเป็นประเภท white belly ตามมาตรฐานของไทยถือว่าข้าวที่มีขนาดขุ่นขาวตั้งแต่ครึ่งเมล็ดขึ้นไปเป็นข้าวท้องไข่ เนื่องจากข้าวท้องไข่เป็นลักษณะที่ไม่เป็นที่นิยมของวงการค้าข้าว เพราะทำให้เมล็ดข้าวดูไม่งามและคุณภาพการสีไม่ดีเนื่องจากมีข้าวหักมาก ในมาตรฐานข้าวของไทย จึงกำหนดปริมาณข้าวท้องไข่ไว้ด้วย เช่น ข้าว 100% ต้องมีข้าวท้องไข่ไม่เกินร้อยละ 0.5 ข้าวท้องไข่นี้นอกจากเป็นลักษณะที่ควบคุมโดยพันธุกรรมแล้ว สภาพแวดล้อมยังมีผลกระทบกระเทือน เช่น แหล่งปลูก ฤดูกาล และการใส่ปุ๋ย เป็นต้น

4. <u>คุณภาพการสี</u> เนื่องจากผู้บริโภคนิยมข้าวที่ผ่านการสีเป็นข้าวสารที่มีข้าวหักน้อย ข้าวหักตามกระทรวงพาณิชย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ข้าวหักใหญ่	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5-7.9 ส่วน
ข้าวหัก	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5-4.9 ส่วน
ปลายข้าว	หมายถึงเมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนลงไป

คุณภาพของข้าวเปลือกนอกจากจะพิจารณาจากคุณภาพข้าวทางกายภาพข้างต้น ยังต้องคำนึงถึงปริมาณข้าวสาร ต้นข้าวและข้าวหักที่ได้จากการสีข้าวด้วย ในการสีข้าวจะได้แกลบ 20-28% รำประมาณ 10% ส่วนที่เหลือคือข้าวสาร ในส่วนของข้าวสารนี้ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว (>8/10 ความยาวเมล็ด) และข้าวหัก ข้าวคุณภาพดีควรสีได้ข้าวสารมาก โดยมีข้าวหักน้อย ปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักระหว่างการสี ได้แก่ เมล็ดยาวมาก เมล็ดบิดเบี้ยวหรือไม่สมบูรณ์ เมล็ดมีท้องไข่มาก เมล็ดอ่อน การเกิดเมล็ดร้าวก่อนการสี ซึ่งอาจเนื่องจากการเก็บเกี่ยวข้าวที่แช่น้ำหรือแก่จัดเกินไป รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น การลดความชื้นข้าวแห้งมากเกินไป

2.3 คุณภาพเมล็ดทางเคมี

1. <u>ปริมาณอมิโลส</u> (Apparent amylose content) แป้งข้าวมีอมิโลเปคติน (amylopectin) เป็นองค์ประกอบหลัก และอมิโลสเป็นส่วนรอง แต่ในระหว่างนักวิจัยข้าวทั่วไปมักนิยมแบ่งประเภทข้าวโดยกล่าวถึงอมิโลสเป็นหลัก ทั้งนี้เมื่อเอ่ยถึงเปอร์เซ็นต์อมิโลสมักมีความหมายว่าส่วนที่เหลือของแป้งเป็นอมิโลเปคติน อัตราส่วนของอมิโลสและอมิโลเปคตินเป็นอมิโลสปนอยู่เพียงเล็กน้อย ในขณะที่แป้งข้าวเจ้ามีอมิโลสปนอยู่มาก ข้าวที่มีอมิโลสสูง ในระหว่างการหุงต้มจะดูดน้ำได้มากกว่าข้าวที่มีอมิโลสต่ำกว่า และเนื่องจากอมิโลสเมื่อต้มให้สุกแล้วมีคุณสมบัติคืนตัว (retrogradation) เปลี่ยนแปลงจากสภาพละลายน้ำได้เป็นของแข็ง ด้วยเหตุนี้ข้าวที่มีอมิโลสสูงเมื่อหุงต้มจึงร่วนกว่าและแข็งกว่าข้าวอมิโลสต่ำ การที่ข้าวไม่เหนียวเกาะติดกัน จึงทำให้ข้าวฟูมีช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศมาก จึงเห็นว่าเป็นการขยายปริมาตรของข้าวสุก (ขึ้นหม้อ) ดีกว่า ได้มีการจัดแบ่งประเภทข้าวตากปริมาณอมิโลสดังนี้

ประเภทข้าว	ปริมาณอมิโลส (%)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0 - 2	เหนียวมาก
ข้าวอมิโลสต่ำ	10 - 19	เหนียว
ข้าวอมิโลสปานกลาง	20 - 25	เหนียวเล็กน้อย
ข้าวอมิโลสสูง	25 - 34	ร่วน ค่อนข้างแข็ง

ข้าวที่นิยมในแต่ละประเทศมีปริมาณอมิโลสแตกต่างกันไปเช่น ชาวญี่ปุ่นและเกาหลีชอบข้าวอมิโลสต่ำ ในขณะที่ชาวไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ชอบข้าวประเภทอมิโลสต่ำ ปานกลาง และสูง และชาวอินเดีย ศรีลังกา ชอบข้าวอมิโลสสูง เนื่องจากการวิเคราะห์หาปริมาณอมิโลสโดยทำปฏิกริยาแป้งกับสารไอโอดีนนั้น ยังมีผลกระทบที่เกิดจากอมิโลสเปคตินอยู่ดังนั้น ต่อมาจึงเรียกปริมาณอมิโลสที่วิเคราะห์ได้ว่า apparent amylose content

2. <u>ความคงตัวของแป้งสุก</u> (gel consistency) แม้ว่าปริมาณอมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีคุณภาพการหุงต้ม และรับประทานอาหารแตกต่างกัน แต่ในข้าวบางพันธุ์จะมีอมิโลสใกล้เคียงกัน แต่ข้าวสุกยังคงมีคุณภาพแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาการคืนตัวของแป้งสุกเมื่อทำให้เย็นซึ่งทำให้แข็งตัว และกระทบกระเทือนต่อความนุ่มของข้าวสุก ดังนั้นความคงตัวของแป้งสุก จึงสามารถใช้ในการคาดคะเนคุณสมบัติของข้าวสุกได้ใกล้เคียงมากขึ้น เมื่อพิจารณาควบคู่กับปริมาณอมิโลส การวิเคราะห์ค่าความคงตัวแป้งสุกวัดได้จากระยะทางที่แป้งสุกเย็นไหลและจัดแบ่งประเภทข้าวเป็น 3 พวก คือ

ประเภทแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล mm (แป้ง 100 มก. ใน KOH 0.2 N 2 มล.)
แป้งสุกแข็ง (Hard)	26 - 40
แป้งสุกปานกลาง (Medium)	41 - 60
แป้งสุกอ่อน (soft)	61 - 100

หากข้าวที่มีอมิโลสสูงด้วยกัน ซึ่งคาดคะเนได้ว่าต้องเป็นข้าวสุกที่ร่วน และค่อนข้างแข็ง แต่พันธ์ที่มีแป้งสุกแข็ง จะมีข้าวสุกแข้งกระด้างกว่าพันธุ์ที่มีแป้งสุกอ่อน

3. <u>อุณหภูมิแป้งสุก</u> (gelatinization temperature) เป็นอุณหภูมิที่ทำให้แป้งกลายเป็นเจลและเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งแสง อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหุงต้ม โดยทั่วไปการต้มข้าวให้สุกต้องใช้เวลา 13 - 24 นาที ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงต้องใช้ระยะเวลาหุงต้มนานกว่าข้าวที่อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ได้มีการแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 3 ประเภทดังนี้

อุหภูมิแป้งสุก (°ซ.)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก	การสลายเมล็ดใน KOH 1.7 %
ต่ำกว่า 65	ต่ำ	6 - 7
70 - 74	ปานกลาง	4 - 5
75.5 - 73	สูง	1 -3

เนื่องจากปริมาณอมิโลสเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้คุณภาพข้างแตกต่างกัน ดังนั้นนอกจากระยะเวลาหุงต้มแล้ว ผลกระทบจากอุณหภูมิข้าวสุกต่อสุขภาพข้าวสุกจึงไม่ค่อยชัดเจนแต่หากจำกัดกลุ่มข้าวให้มีปริมาณอมิโลสแตกต่างกันน้อย อุณหภูมิแป้งสุกจะแสดงผลออกมากล่าวคือในกลุ่มข้าวเหนียว หากมีอุณหภูมิแป้งสุกสูง หรือปานกลางจะมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากเมื่อนึ่งสุกจะได้ข้าวแข็งและสุกๆ ดิบๆ สำหรับข้าวเจ้าอมิโลสต่ำ หากมีอุณภูมิแป้งสุกปานกลาง - สูง ก็จะมีคุณภาพไม่ดีกล่าวคือ การหุงต้มข้าวประเภทนี้หากต้องการต้มข้าวให้สุกจะต้องใช้เวลาต้มนานในระหว่างการต้ม เมล็ดข้าวจะดูดซึมน้ำเข้าไปด้วย ทำให้ปริมาณน้ำมากเกินไปสำหรับข้าว อมิโลสต่ำ ข้าวสุกที่ได้จะแฉะเละ แต่หากหุงต้มโดยจำกัดปริมาณน้ำให้เหมาะสมกับอมิโลส การหุงต้มจะไม่สมบูรณ์ทำให้ได้ข้าวสุก ๆ ดิบ ๆ ในการปรับปรุงพันธุ์ จึงควรคัดเลือกข้าวเหนียวหรือข้าวอมิโลสต่ำที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำเท่านั้น สำหรับข้าวอมิโลสสูง เนื่องจากข้าวดูดน้ำได้มากกว่าและข้าวที่ได้ไม่เหนียวติดกันการยืดเวลาการหุงต้มให้นานออกไป เนื่องจากอุณหภูมิแป้งสุกสูง จึงไม่ทำให้ข้าวเละ สำหรับข้าวอมิโลสปานกลางมีผลกระทบดังกล่าวจะปรากฏในข้าวเก็บเกี่ยวใหม่ๆ แต่เมื่อเก็บข้าวไว้เกิน 4 เดือน คุณลักษณะดังกล่าวจะหายไป เนื่องจากข้าวเก่าดูดน้ำได้มากกว่าข้าวใหม่ ดังนั้น ประเภทอมิโลสปานกลาง - สูง จึงสามารถคัดเลือกข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกทุกชนิด การวิเคราะห์อุณหภูมิแป้งสุกของเมล็ดข้าวในโครงการปรับปรุงพันธุ์ นิยมใช้วิธีหาค่าการสลายเมล็ดในด่าง (KOH 1.7 %) เพราะทำได้ง่าย และสามารถคัดเลือกได้จำนวนมาก

4. <u>ระยะเวลาในการหุงต้ม</u> (Cooking time) การต้มเมล็ดข้าวให้สุกอาจเวลา 14 - 24 นาที เมล็ดข้าวสุกต้องไม่มีไตของแป้งดิบภายในเมล็ด ระยะเวลานี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) การวิเคราะห์คุณสมบัตินี้ อาจใช้วิธีหาอุณหภูมิที่ทำให้ความหนืด (viscosity) ของน้ำแป้งเพิ่มขึ้น โดยใช้ Brabender Amyloviscograph หรือประมาณระดับของอุณหภูมิของแป้งสุก โดยหาค่าการสลายเมล็ดข้าวสารในด่าง (alkali test) โดยแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลาย KOH 1.7% นาน 23 ชั่วโมง และใช้ค่าการสลายของเมล็ดที่ปรากฏ มาประมาณระดับอุณหภูมิแป้งสุกได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิแป้งสุก (°ซ)	ระดับ	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง	ระยะเวลาหุงต้ม (นาที)
ต่ำกว่า 65	ต่ำ	6 – 5	12 - 16
70 – 74	ปานกลาง	4 – 5	16 - 24
มากกว่า 75	สูง	1 - 3	> 24

แม้ว่าระยะเวลาหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุกดังกล่าวข้างต้น แต่ความหนาของเมล็ดข้าวทำให้ต้องยืดเวลาหุงต้มออกไปอีก เช่น ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกเท่ากัน ข้าวที่เมล็ดหนาจะต้องใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวเมล็ดบาง ในทำนองเดียวกัน โปรตีนซึ่งมีมากตามบริเวณผิวนอกของเมล็ดอาจเป็นอุปสรรคในการซึมผ่านของน้ำ และทำให้เวลาหุงต้มนานออกไปอีก

คุณภาพของข้าวสุก นอกจากจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดดังกล่าวข้างต้นแล้ว วิธีการหุงต้มยังมีส่วนทำให้คุณภาพข้าวสุกต่างกันได้อีกด้วย เช่น การหุงต้มข้าวอมิโลสสูง หากใส่น้ำน้อยจะแข็งกระด้างมาก แต่เมื่อใส่น้ำมากจะช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้นและทำให้การขยายปริมาตรมากขึ้นด้วย การหุงข้าวโดยรินน้ำทิ้ง (เช็ดน้ำ) เป็นการทำให้เมล็ดข้าวมีโอกาสดูดน้ำได้มาก และทำให้ข้าวแข็งกระด้างลดน้อยลง เพราะระหว่างดงข้าวหรือทิ้งข้าวให้ระอุบนเตาไฟเต็มที่ เพื่อไล่ความชื้นที่มีมากเกินไป ข้าวยังคงได้รับความร้อนสูง ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดสุกได้ หากการรินน้ำกระทำเมื่อข้าวค่อนข้างสุกก็อาจทำให้ข้าวแฉะได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวอมิโลสต่ำ (ข้าวหอมมะลิ หรือข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105) จะมีโอกาสแฉะได้ง่าย ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ข้าวเจ้าอมิโลสต่ำจึงควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ในทำนองเดียวกัน ข้าวเหนียวซึ่งมีอมิโลสน้อยมากหรือไม่มีเลยก็ควรมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำเช่นกัน ข้าวพันธุ์ดีที่รัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรการปลูกในปัจจุบัน จะมีคุณภาพแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1.2 อย่างไรก็ตาม ก็ยังคงจัดอยู่ในข้าวเจ้า 3 กลุ่มตามปริมาณอมิโลส หรือเรียกกันทั่วไปว่า ข้าวสุกนุ่มเหนียว ข้าวสุกอ่อน ข้าวสุกร่วนแข็ง (ขึ้นหม้อ)

5. <u>อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก</u> (Elongation ratio) ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะขยายตัวโดยรอบโดยเฉพาะด้านยาว ในข้าวบางพันธุ์เมล็ดสามารถยืดตัวได้มาก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นที่นิยม การที่เมล็ดข้าวยืดตัวได้มากหากเมล็ดข้าวสุกไม่เหนียวติดกันคุณสมบัตินี้ช่วยเสริมให้ข้าวนั้นขึ้นหม้อได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การที่เมล็ดขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งขึ้นไม่อัดแน่น และช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น พันธุ์ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวดีได้แก่พันธุ์ข้าว Basmati 370 ซึ่งสามารถยืดตัวได้มากกว่า 2 เท่า ของความยาวของเมล็ดข้าวสารและเป็นที่นิยมในประเทศตะวันออกกลาง อินเดีย ปากีสถาน นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งรู้จักในนามของข้าวหอมมะลิก็มักมีการยืดตัวดี ทำให้ข้าวสุกดูยาวน่ารับประทาน และนุ่มแต่เนื่องจากข้าวพันธุ์นี้มีอมิโลสต่ำข้าวสุกเหนียวติดกันทำให้ไม่ขึ้นหม้อ

6. <u>กลิ่นหอม</u> (Aroma) ข้าวทั่วไปอาจมีสารระเหยหลายชนิด เคยมีผู้ทำการวิเคราะห์ไอที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหุงข้าว Koshihikari ของญี่ปุ่น พบว่า มีสารอยู่กว่าร้อยชนิด ซึ่งประกอบด้วยสาร hydrocarbon 13 ชนิด alcohol 13 ชนิด aldehyde 16 ชนิด ketone 14 ชนิด กรด 14 ชนิด ester 8 ชนิด phenol 5 ชนิด pyridine 3 ชนิด pyrazine 6 ชนิด ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นแตกต่างกัน เช่น สาร 2-acetylthiazole และ benzothiasole มีกลิ่นรำ สำหรับข้าวหอมมีสาร 2-acetyl-1-pyrolline มากกว่าข้าวทั่วไป ในข้าวสารหอม 1 กรัม อาจมีสารนี้ 0.04 – 0.09 ไมโครกรัม และในข้าวกล้องอาจมีปริมาณ 0.1 – 0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม สารหอมชนิดนี้ยังพบมีปริมาณสูงมากในพืชตระกูลใบเตย(Panbonus amaryllifolius Roxb. Fragrant screw pine) ซึ่งมีอยู่ปริมาณสูงถึง 1 ไมโครกรัมต่อกรัม

7. <u>ปริมาณโปรตีน</u> (Protein content) แม้ว่าโปรตีนจะไม่ค่อยถูกอ้างถึงเมื่อกล่าวถึงคุณภาพข้าวสุก แต่มีบางรายงานพบว่าโปรตีนโดยเฉพาะที่อยู่ส่วนนอกของเมล็ดมีส่วนทำให้ระยะเวลาหุงต้มเม็ดข้าวให้สุกนานขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากโปรตีนจะเป็นตัวขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ข้าวโปรตีนสูงยังทำให้เมล็ดแกร่งขึ้นทำให้ขัดสีออกได้ยาก จึงอาจมีระดับการสีต่ำกว่า (มีรำเหลืออยู่มาก) และทำให้ข้าวสุกนั้นเหนียวน้อยลงและมีสีคล้ำ อย่างไรก็ตามหากทำการสีข้าวให้มีระดับการสีมากขึ้นแล้ว ข้าวโปรตีนสูงอาจมีสีไม่คล้ำกว่าข้าวโปรตีนต่ำ จากการศึกษาการใส่ปุ๋ยต่อคุณภาพข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งทำให้โปรตีนในเมล็ดข้าวสารของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สุกขึ้น มีข้าวสุกสีคล้ำลง ข้าวมีความนุ่มลดลงเมื่อเมล็ดข้าวสารมีโปรตีนถึง 10% หากโปรตีนสูงถึง 12 % ความเหนียวของข้าวจะลดลงด้วย

<u>ตารางที่ 1.2</u> การจัดแบ่งข้าวพันธุ์ดีตามคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

พันธุ์ข้าว	เมล็ดยาว (มม.)	อมิโลส %	อุณหภูมิแป้งสุก	ความคงตัวแป้งสุก
		ข้าวสุกนุ่มและเหนียว		
ขาวดอกมะลิ 105*	7.4	12-17	ต่ำ	อ่อน
กข 15	7.5	14-17	ต่ำ	อ่อน
กข 21	7.3	17-20	ต่ำ	อ่อน
นางมล เอส 4	7.8	19-26	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
		ข้าวสุกไม่แข็ง		
ขาวปากหม้อ	7.7	24-26	ปานกลาง	อ่อน
ขาวตาแห้ง 17	7.5	26-28	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
กข 7	7.2	24-28	ปานกลาง	อ่อน
กข 23	7.3	26-30	ปานกลาง	อ่อน
สุพรรณบุรี 60	7.5	19-26	ต่ำ	ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ข้าว	เมล็ดยาว (มม.)	อมิโลส %	อุณหภูมิแป้งสุก	ความคงตัวแป้งสุก
		ข้าวสุกร่วน		
เหลืองใหญ่ 148	7.3	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
น้ำสะกุย 19	7.6	30-31	ต่ำ	อ่อน-ปานกลาง
เหลืองประทิว 123	7.4	28-32	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน-แข็ง
ตะเภาแก้ว 161	7.5	30-32	ต่ำ	แข็ง
เล็บมือนาง 111	7.6	29-32	ต่ำ-ปานกลาง	แข็ง-อ่อน
ปิ่นแก้ว 56	7.5	29-31	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
นางพญา 132	7.4	31-32	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน-แข็ง
กู้เมืองหลวง	8.4	28-30	ต่ำ	แข็ง
แก่นจันทร์	7.2	30-31	ต่ำ	อ่อน
กข 1	7.1	29-31	ต่ำ	แข็ง
กข 5	7.2	29	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
กข 9	7.2	29-31	ต่ำ	แข็ง
กข 11	7.6	29-32	ต่ำ	แข็ง
กข 13	6.9	30-33	ต่ำ-ปานกลาง	อ่อน
กข 25	7.4	30-33	ต่ำ	อ่อน
ปทุมธานี 60*	7.5	27-32	ต่ำ	แข็ง

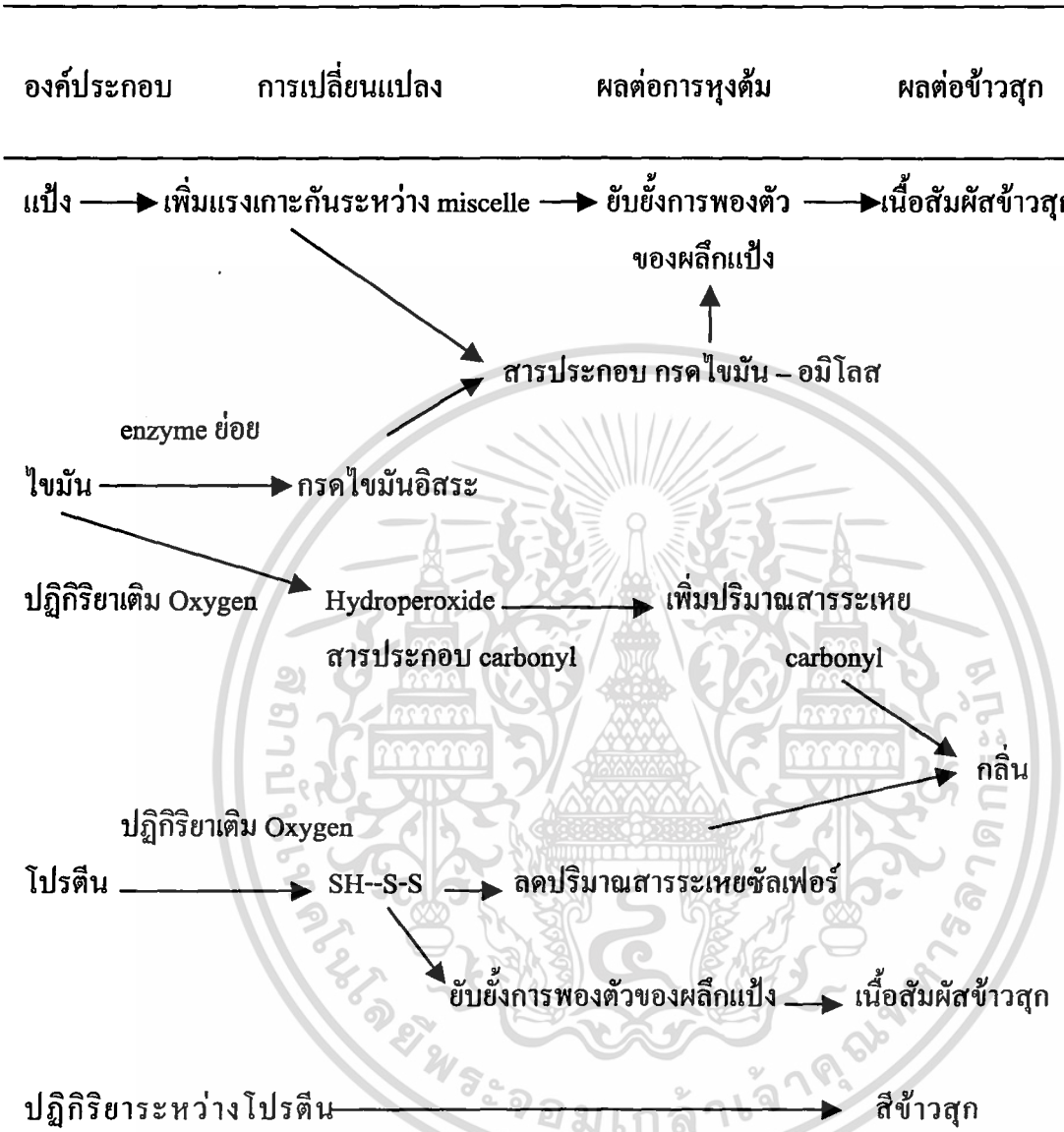
* มีกลิ่นหอม

2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเมล็ดในระหว่างการเก็บ

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยเฉพาะในระยะเวลา 3-4 เดือน หลังเก็บเกี่ยว เอนโดสเปิร์มจะแกร่งขึ้นทำให้คุณภาพการสีดีขึ้น หากเมล็ดไม่ถูกแมลงทำลายในระหว่างการเก็บ การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจากขบวนการที่เกี่ยวข้อง 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน ดังแสดงในภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 ขบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา



ผลการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ มีส่วนกระทบต่อคุณสมบัติการหุงต้มและข้าวสุกของเมล็ด กล่าวคือ ข้าวสุกแข็งและร่วนมากขึ้นหรือเหนียวเกาะติดกันน้อยลง และมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวม (Bulk volume) ได้มากขึ้น หรือขึ้นหม้อดีขึ้น ทั้งนี้เมล็ดข้าวจะดูดน้ำได้มากขึ้นโดยไม่แตกตัว น้ำข้าวจะใสขึ้น เมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย สีของข้าวจะคล้ำขึ้นจากปฏิกิริยาเติมออกซิเจน (Oxidation reaction) ในไขมันทำให้เกิดไขมันอิสระและสาร carbonyl เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดกลิ่นสาบในข้าวเก่า การเกิดเมล็ดเหลืองในข้าวเก่า สืบเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างเชื้อจุลินทรีย์หรือเคมีในข้าวเปลือกที่ได้รับความชื้นและความร้อนสูงก่อนที่จะทำการลดความชื้น มีรายงานว่าเมล็ดข้าวสามารถเร่งให้กลายเป็นข้าวเก่าได้ โดยเพิ่มความร้อนข้าวสารให้สูงถึง 110°ซ ในภาชนะปิดสนิทโดยไม่ให้ความชื้นสูญหายไป การเป่าลมร้อน 150-250°ซ ชั่วครู่ และแช่เมล็ดข้าวสาร 2 วัน ในน้ำมันดอกทานตะวันที่ 60°ซ ค้างคืน จะช่วยให้ความเหนียวของข้าวลดลง ขบวนการทำข้าวนึ่ง (parboiled rice) ถือว่าเป็นวิธีการทำให้ข้าวเปลี่ยนสภาพคล้ายข้าวเก่าเช่นกัน

ข้าวนึ่ง (Parboiled Rice)

ความก้าวหน้าในการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ได้รับการส่งเสริมและเผยแพร่ไปยังประเทศที่ปลูกข้าวเป็นพืชหลักอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ทำให้ไทยซึ่งเคยเป็นประเทศที่ผลิตข้าวส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกมานานต้องเผชิญกับปัญหาการแข่งขันค้าข้าวทั้งในด้านการหาตลาด ราคาคุณภาพและชนิดข้าว ปัญหาเหล่านี้กำลังรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ เพราะมีหลายประเทศที่ผลิตข้าวเพื่อส่งออกได้มากขึ้น เช่น เวียตนามและพม่า เป็นต้น เพื่อเตรียมแก้ไขสถานการณ์ดังกล่าว ไทยเราควรจะมุ่งเน้นการผลิตข้าวที่ยังอยู่ในความต้องการของตลาดสูง หรือประเทศอื่นๆยังผลิตได้ไม่มากนัก เช่น ข้าวคุณภาพดีและข้าวบางพันธุ์ที่นิยมบริโภคระหว่างชนบางกลุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องเร่งพัฒนานำข้าวไปทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่อยู่ในความต้องการของผู้บริโภคให้กว้างขวางมากขึ้นด้วย เพื่อเป็นหนทางในการจำหน่าย และใช้ข้าวที่ผลิตได้เป็นจำนวนมากในปีหนึ่งๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้าวนึ่ง เป็นสินค้าออกประเภทข้าวของไทยที่มีอนาคตไกลน่าจับตามอง โดยเฉพาะข้าวนึ่งคุณภาพดี ถึงแม้จะไม่มีการบริโภคภายในประเทศ แต่ข้าวนึ่งก็เป็นสินค้าออกของไทยมานานแล้ว ไทยส่งข้าวนึ่งออกประมาณ 700,000 – 1,000,000 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท ประเทศที่สั่งซื้อข้าวนึ่งจากไทยได้แก่ประเทศต่างๆ ในแถบอัฟริกา และตะวันออกกลาง เช่น Mozumbigue, Cameroon, Somalia, Nigeria, Benin, Saudi Arabia, Yemen, Oman, Kuwait, Bahrain, Israel และ Lebanon เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอีกหลายๆประเทศในยุโรป เช่น America, Italy, Germany, France และประเทศในแถบเอเชีย เช่น Bangladesh และ Sri Lanka เป็นต้น ประเทศไทยส่งข้าวนึ่งคุณภาพดี (ข้าว 100%) ออกต่างประเทศปีละประมาณ 200,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,300 ล้านบาท โดยเฉลี่ยข้าวนึ่งคุณภาพดีของไทยยังมีโอกาสพัฒนาได้อีกมาก เพราะต้นทุนข้าวเปลือกไทยราคาถูกกว่าสหรัฐซึ่งเป็นคู่แข่งที่สำคัญ ดังนั้นข้าวนึ่งจึงนับเป็นผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างยิ่ง

กรรมวิธีการทำข้าวนึ่งเป็นการปฏิบัติต่อข้าวเปลือกก่อนที่จะนำไปสี โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว หรือเพื่อลดปริมาณข้าวหักระหว่างการสี ลดการสูญเสียแร่ธาตุอาหารในบางส่วนของเมล็ดข้าวระหว่างการสี และเพิ่มคุณค่าการใช้ประโยชน์จากข้าวเปลือกคุณภาพการสีต่ำหรือข้าวเปลือกเปียก นอกจากนี้ยังมีจุดประสงค์ทางการค้า คือ ผลิตตามความต้องการของผู้บริโภคในบางส่วนของโลกที่เคยชินต่อการบริโภคข้าวนึ่งอีกด้วย

วิธีการทำข้าวนึ่ง

กรรมวิธีพื้นฐานของการทำข้าวนึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ

1. การแช่ (Soaking หรือ Steeping) นำข้าวเปลือกมาแช่น้ำให้มีความชื้นประมาณ 30 – 40 % เพื่อให้แป้งอ่อนตัวลง น้ำที่แช่อาจเป็นน้ำเย็นหรือน้ำร้อนก็ได้ เวลาของการแช่ขึ้นอยู่กับน้ำ น้ำเย็นที่ใช้แช่เวลา 2 – 3 วัน น้ำอุ่นหรือน้ำร้อนเวลาการแช่ลดลง

2. การต้มหรือการนึ่ง (Steaming) นำข้าวเปลือกขึ้นจากขั้นตอนแรกมาต้มหรือนึ่งให้สุกเพื่อให้แป้งภายในเมล็ดมีลักษณะเป็นวุ้น (gelatinize) สังเกตจากข้างนอกจะเห็นเปลือกเมล็ดปริเล็กน้อย

3. การทำให้แห้ง (Drying) หลังจากการต้มหรือนึ่งแล้วข้าวเปลือกจะถูกนำไปทำให้แห้ง ซึ่งใช้การตากแดดธรรมดา หรือผ่านเครื่องอบแห้งก็ได้ การทำให้แห้งมีจุดประสงค์เพื่อลดความชื้นให้เหลือ 12 – 14 % ก่อนนำไปสี

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกรรมวิธีการทำข้าวนึ่ง

1. เปลือกเมล็ดจะปริเนื่องจากข้าวกล้องขยายตัว

2. การแช่ข้าวเปลือกในน้ำเย็นหลายๆวันทำให้เกิดการหมัก (fermentation) ข้าวนึ่งมีกลิ่นเหม็นแก้ไขโดยการแช่น้ำอุ่นหรือน้ำร้อนแทนน้ำเย็น

3. ขณะแช่ข้าวเปลือก ความดัน (pressure) ในน้ำสูงกว่าในเมล็ดทำให้แร่ธาตุและสารอาหารต่างๆ ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นนอกๆ ของเมล็ดซึมเข้าไปในส่วนของข้าวสาร ทำให้ข้าวสารนึ่งมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น

4. ในขั้นตอนการนึ่ง จะเกิดลักษณะที่แป้งสุกเป็นภาวะประสานรอยแตกร้าวภายในเมล็ดให้หายไป และเม็ดแป้งสุกขยายตัวจับเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ช่องว่างภายในเมล็ดข้าวสารที่เรามองเห็นเป็นลักษณะท้องไข่หายไปด้วย ดังนั้นข้าวนึ่งเมื่อทำให้แห้งแล้วนำไปสีจึงได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง ข้าวหักน้อย ข้าวสารใสไม่เป็นท้องไข่

5. ข้าวเปลือกเมื่อแช่น้ำ พวกแร่ธาตุและสารอาหารต่างๆ เช่น free sugar และ amino acid จะซึมเข้าไปในส่วนที่เป็นแป้ง เมื่อนำไปนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารเหล่านี้ เรียกว่า browning reaction ทำให้ข้าวสารนึ่งมีสีน้ำตาลอ่อนหรือคล้ำ แล้วแต่วิธีการแช่และนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพข้าวนึ่ง

สี	ควรเป็นสีเหลืองอ่อน หรือน้ำตาลอ่อน
กลิ่น	เมื่อหุงสุกแล้วควรมีกลิ่นน้อยที่สุด
คุณภาพการสี	สีได้เนื้อ มีข้าวหักน้อยมาก
ลักษณะเมล็ด	ใส แกร่ง ไม่มีท้องไข่ ขนาดรูร่างเมล็ดเหมือนข้าวธรรมดา
ลักษณะข้าวสุก	เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดร่วนไม่ติดกัน

ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการทำข้าวนึ่ง

1. ข้าวเปลือกหรือวัตถุดิบสำหรับทำข้าวนึ่ง ควรมีสีของเปลือกและสีชั้นเปลือกรำอ่อน เช่น ขาว (ฟาง) หรือน้ำตาล เมล็ดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สะอาด ไม่มีรอยแมลงกัดกินหรือเชื้อราทำลาย

2. ต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการแช่ให้พอเหมาะ เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นและสีที่ไม่ดีของข้าวนึ่ง

** ในการแช่ควรทำให้มีการหมุนเวียนของน้ำและข้าวด้วย เพื่อป้องกันความร้อนสะสม ซึ่งจะทำให้เกิดเมล็ดผิดปกติ (deform grain)

3. อุณหภูมิและเวลาขณะนึ่งต้องควบคุมให้พอเหมาะ ไม่ควรให้สูงเกินไปเพราะจะมีผลต่อสีข้าวนึ่ง ลักษณะเมล็ดผิดปกติ (deform grain) และข้าวสารแข็งเกินไปเมื่อใช้เวลานาน

4. การทำให้แห้ง ต้องเป็นไปอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ ถ้าใช้ความร้อนสูงเกินไปและทำให้แห้งอย่างรวดเร็ว ข้าวจะแตกร้าว สีแล้วหักมากขึ้น

5. ความชื้นของข้าวนึ่งไม่ควรเกิน 14 % เมื่อเก็บไว้ในยุ้งฉางหรือโกดัง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการทำลายของจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราต่างๆ

เปรียบเทียบข้าวนึ่งกับข้าวธรรมดา

1. ข้าวนึ่งกะเทาะเปลือกง่ายกว่าข้าวธรรมดา
2. ข้าวนึ่งใช้เวลาและการขัดสีมากกว่าข้าวธรรมดา
3. ข้าวนึ่งคุณภาพการสีดีกว่า ข้าวหักน้อยกว่าธรรมดา
4. ข้าวนึ่งเก็บรักษาได้นานกว่าข้าวธรรมดา เพราะ enzyme lypase ถูกทำลาย
5. หากข้าวธรรมดาเป็นท้องไข่เมื่อทำเป็นข้าวนึ่งแล้วเมล็ดจะใสไม่เป็นท้องไข่
6. ข้าวสารนึ่ง มีไวตามิน บี และ อี สูงกว่าข้าวธรรมดา (พันธุ์เดียวกัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ข้าวนึ่งใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวธรรมดา

8. ข้าวนึ่งหุงขึ้นหม้อกว่าข้าวธรรมดา เพราะการทำข้าวนึ่งเป็นการทำให้ข้าวเก่า

9. ข้าวนึ่งย่อยกว่ากว่าข้าวธรรมดาเพราะแป้งสุกไปแล้วครึ่งหนึ่งแล้ว chain ของ glucose ถูกทำลายไปแล้ว

10. รำข้าวนึ่งมีน้ำมัน 25-30 % ในขณะที่ข้าวธรรมดามีเพียง 15-20 %

11. ข้าวนึ่งมีกลิ่นและรสไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่คุ้นเคยกว่าข้าวธรรมดา

12. ข้าวนึ่งเพาะไม่งอกแต่ข้าวธรรมดางอก (ถ้ายังมีชีวิต)

13. ข้าวนึ่งมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าข้าวธรรมดา

2.5 การเก่าของข้าว (Aging)

การเก็บเป็นขั้นตอนที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ การเก็บภายใต้สภาวะธรรมชาติในประเทศแถบ tropical เนื่องจากอายุของข้าวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของข้าว ดังนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นหลังจากผ่านการหุงต้ม และลักษณะในการนำไปรับประทานซึ่งมีผลต่อการค้า

ไขมัน โปรตีน และแป้ง มีหน้าที่สำคัญต่ออายุข้าว ไขมันที่ได้จากกรดไขมันอิสระสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ amylose และ carbonyl และ hydroperoxidase สามารถเร่งให้โปรตีนเกิดการ oxidation และ condensation ทำให้เกิดไอของสารประกอบ carbonyl เพิ่มขึ้น โปรตีน oxidation ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของ micella ในแป้ง ยั้บยั้งการพองตัวของเม็ดแป้งและมีผลต่อเนื้อสัมผัสข้าวสุก การ oxidation ของโปรตีนยังช่วยลดระดับไอของสารประกอบ ซัลเฟอร์ อีกด้วย และผลกระทบด้านกลิ่น รสของข้าวสุก Aldehydes และ ketone เกิดการฟอร์มตัวระหว่างการเก็บข้าวตามปรกติโดยเกิดจากการ oxidation ของไขมันและอาจเกิดจากการ cross linkers

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างอายุการเก็บ

ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อนำไปทำการหุงต้มและคุณภาพในการบริโภค ขึ้นกับอายุการเก็บ อายุการเก็บตามธรรมดาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติในด้านกายภาพและด้านเคมีของข้าวที่นำมาหุง วิธีการบริโภคและสารอาหารและผลทางด้านการค้าของข้าว

อุณหภูมิสูงกว่า 35 ^{o}C ระหว่างการเก็บจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีมากขึ้น การเกิดสีน้ำตาลของข้าวที่สีแล้ว รวมทั้งเปลี่ยนสีไปเป็นสีแดงหรือเหลืองผสมกัน ต่อมาจะเกิดการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้น ที่ 25 °C หรือต่ำกว่า การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเมล็ดข้าวอยู่ในช่วง 13-15 °C ซึ่งมีผลเพียงเล็กน้อย ข้าวที่สีแล้วเก็บภายใต้อุณหภูมิ 15 – 2°C เป็นการรักษาความขาวและความแข็งของข้าวสุก แต่หลังจากเก็บข้าวเปลือกความแข็งจะเพิ่มขึ้นและมีความมันวาว ซึ่งจะต้านทานการสีข้าวที่ปลายเมล็ดข้าว สำหรับข้าวที่เก็บไว้ 3-6 เดือน

จากการศึกษาผลกระทบของข้าวสารที่เก็บไว้หนึ่งปีภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีไนโตรเจน ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ จนกระทั้งได้ผลสรุปว่าตัวอย่างที่อุณหภูมิ –2 °C มีการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ที่ 35°C ทำให้เกิดสีเหลืองในเมล็ดข้าวสาร

อายุของเมล็ดข้าวมีความต้านทานครองตัวของแป้ง การเก็บข้าวสารยังมีผลต่อจำนวน Solid passing to water ระหว่างการหุง ข้าวเก่ามีปริมาณ total solid น้อยกว่าข้าวใหม่ ปริมาตรขยายเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการดูดน้ำ ทำให้เกิดการยืดยาวออกและลดของแข็งในน้ำข้าว ระหว่างการหุงผลจากอายุการเก็บรักษาข้าวใหม่และความร้อนที่ใช้กับข้าวเปลือกหรือข้าวสาร การเก็บข้าวสารมีผลต่อจำนวน Solid passing to water ระหว่างการหุงด้วย และข้าวเก่ามีปริมาณ total solid น้อยกว่าข้าวใหม่ อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้น ในการขยายตัวที่เห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนกับการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคการเปลี่ยนแปลงของแข็งที่หุงที่ 5°C แต่การเปลี่ยนแปลงพิจารณาที่ -25°C และ 35°C

คุณภาพในการบริโภค กลิ่น ความเหนียว ความเป็นกาก ความอ่อนนุ่ม และลักษณะปรากฏทางคุณภาพที่เปลี่ยนไปขณะเก็บข้าว ข้าวเก่าหุงยากและเหนียวน้อยกว่าข้าวใหม่ วัดโดย texturometer

กลิ่นที่สูญเสียไปทำการปรับปรุงโดยเก็บข้าวสารในขวดปิดผนึก กลิ่น รส ในข้าวสารที่หุงแล้วง่ายในการตรวจสอบมากกว่าข้าวดิบ ถึงแม้ว่าชนิดของกลิ่นสามารถเป็นตัวชี้นำได้ดีในข้าวดิบ ปริมาณรวมของไอของ carbony compounds และปริมาณของ propionaldehyde (หรือ acetone , n-valeraldehyde และ n-caproaldehyde) ในไอจะมีเพิ่มขึ้นอยู่กับการเก็บ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดร่วมกับการเสื่อมสภาพของ sulfur-containing amine acids ที่เป็นตัวปรับปรุงกลิ่นข้าว กลิ่นที่เสื่อมลงขึ้นอยู่กับความชื้น อุณหภูมิ และคุณภาพการสีข้าว ได้สีข้าวการเปลี่ยนแปลงในด้านคุณลักษณะความพอใจของข้าวที่หุงแล้วของข้าวสารที่เก็บในที่อากาศเข้าไม่ได้และข้าวสารที่ดีควรอยู่ในสภาวะช่วงกว้าง เขาพบว่าที่ -20°C และ 5°C ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ใน 2 -3 เดือน แต่กลิ่นจะหาย (หลังหุง) พบในตัวอย่างของข้าวสารที่เก็บไว้ 10 เดือน ที่ 5°C เป็นสาเหตุสูญเสียที่ยอมรับที่ 25°C ยอมรับว่ามีความเก่าที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นใน 2 -3 เดือนแรก แต่ถ้าเก็บนานขึ้นไปอีกจะมีผลทำให้กลิ่นเสื่อมลงและเสียความยอมรับที่ 35°C ข้าวจะเริ่มเก่าและเหม็นหืนภายใน 2 - 3 สัปดาห์ ถึงแม้ว่าตัวอย่างข้าวจะสีมาประกอบกับมีความชื้นต่ำและเก็บดีก็ตาม

จากการศึกษาการเก็บข้าวสารที่อุณหภูมิช่วง 15 ± 2°C, 31.5 ± 15°C และ 36±2 °C ในภาชนะบรรจุธรรมดาและภาชนะบรรจุที่เป็นสูญญากาศ กลิ่น รส ที่ไม่ฟังปรารถนา จะถูกระงับได้ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้าวที่บรรจุในภาชนะสูญญากาศ เปรียบเทียบกับภาชนะแบบปกติ

จากการศึกษาพบว่าข้าวญี่ปุ่นทุกชนิดเป็นที่พอใจเมื่อเก็บไว้ 2 - 3 เดือน แต่จะเริ่มแสดงสภาพเสื่อมลง (เนื้อสัมผัสแข็ง) หลังเก็บไว้ 6 เดือน ข้าวญี่ปุ่นที่น่ารับประทานจะครอบคลุมถึงความแข็งและสัดส่วนของความเหนียวต่อความแข็งมีค่าระหว่าง 0.15 - 0.02 การเปลี่ยนแปลงอย่างมากของความแข็งสังเกตเห็นได้เมื่อเก็บข้าวสารไว้ 294 วัน ภายใต้อุณหภูมิสูง ($36 \pm 2^{\circ}C$) ขณะที่เก็บในที่เย็นจะมีผลถ่วงการเพิ่มความเหนียวของข้าว

มีรายงานว่า gel consistency แสดงให้เห็นผลถึงการแข็งตัวเล็กน้อย (gel consistency เพิ่มขึ้น) โดยเฉพาะจากตัวอย่างที่กับเจลปานกลาง ในระหว่างที่ aging ไว้หลายเดือน Stanch ที่แยกได้จากข้าวใหม่ และเก็บที่ $29^{\circ}C$ เป็นเวลา 6 เดือน และความแข็งตัวเป็นเจล และเจลที่หนืดสูงมากกว่าแป้งที่เก็บที่ $2^{\circ}C$

มีรายงานว่า curing ของข้าวสารส่งผลให้ peak ของความหนืดเพิ่มขึ้นและอ่อนนิ่มมากเมื่อทำเป็นแป้งเปียก การเก็บไม่ได้มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิ ในการเกิด Gelatinzation (GT) ของข้าว มีรายงานว่าคาบเวลาในการเก็บทำให้ GT มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย โดยเฉพาะที่มาจาก 1.5 -3.5 ปี

การเปลี่ยนแปลง peak ของความหนืดร่วมกับ T ในการเก็บ ตัวอย่าง T ต่ำ ($-20^{\circ}C$ และ $5^{\circ}C$) peak ของความหนืดจะลดลงภายใน 3 - 5 เดือน ขณะที่หลังจากขยายเวลาเก็บ ให้นานออกไปจะสังเกตเห็นว่าความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตัวอย่างที่ T สูง ($+25^{\circ}C$ และ $35^{\circ}C$) แสดงการเพิ่มขึ้นที่คงที่จากเมื่อเริ่มต้นเก็บ การเปลี่ยนแปลง peak ของความหนืดจะเร็วมากในตัวอย่างที่มีความชื้นสูง การเปลี่ยนแปลงความหนืดต่ำและความหนืดที่ $50^{\circ}C$ จะมีแนวโน้มคล้ายกับสังเกตได้จาก peak ของความหนืด

องค์ประกอบของ fatty acid ของไขมันทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บข้าวสารกรดไขมันอิสระของข้าวเก่ามีเล็กน้อยได้แก่กรด palmitic, กรด linolic, กรด linoleic, และ กรด linolenic และมีกรด oleinc มาก มากกว่าข้าวใหม่ (Barber, 1972) ปริมาณความชื้นและ T สูง และ degree ของการสีต่ำจะเร่งให้ภาวะกรดเปลี่ยนแปลง

มีรายงานว่าปริมาณของ FFA ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บข้าวสารเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความหนืด ของ amylogram เขารายงานว่าปริมาณไขมันทั้งหมดคงที่ ถึงแม้ว่าองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงกับ FFA เพิ่มขึ้นและไขมันที่เป็นกลาง และ phospholipids ลดลงไขมันของตัวอย่างข้าวเมล็ดหนึ่ง (7.7% รำข้าว, 13.7% m.c.) มี NF ประมาณ 60% , FFA 25%, P 15% จะเปลี่ยนไปเป็น NF 40%, FFA 55% และ P 5% ใน 3 เดือนที่ $35^{\circ}C$ ในภาชนะบรรจุปิดสนิท

ไขมันอาจทำให้เกิด oxidation หรือ hydrolysis ได้ hydrolysis ทำให้เกิดการแตกของพันธะ ester เป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ของ FFA เกิดปฏิกิริยา catalyzed โดยเอมไซม์ lipase ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97129

ชีวิตอยู่ในข้าวและใน microflora

เร่งการ aging

ขบวนการของการ aging ชักช้าเป็นผลจากจะเกิดขึ้นเร็วมากและขยายกว้างสำหรับพวกที่มี amylose สูงมากกว่าพวกที่มี amylose ต่ำ และในข้าวมากกว่าข้าวเปลือก

วิธีทั่วไปของการ aging particle ทำโดยการให้ความร้อนแห้งหรือความร้อนเปียกเพื่อเร่งขบวนการ aging ที่นิยมมากกว่าเพราะง่ายและราคาถูก อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนแบบแห้งแก่ข้าวเปลือกก็มีข้อจัดกัด โดยต้องมีการพัฒนาไม่ให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกหักเมื่อให้ความร้อนเกิน

มีรายงานว่าการทำให้แห้ง (drying)โดยให้อากาศเข้าที่ T 50°C เป็น เวลา 2 - 3 ชม. เป็นวิธีหาประสิทธิภาพจริงของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเร่งการเก็บ แต่เมล็ดข้าวจะเกิดการแตกหักหลายจุดที่ผิวหน้าเมื่อเกิดการ dehydration ที่เหมาะสม

เมื่อให้ความร้อนกับข้าวสารและข้าวเปลือกที่มีปริมาณความชื้นต่ำบรรจุในกระป๋องปิดสนิท เขาได้ทดสอบทั้งที่ T ต่ำเวลานาน และ T สูง เวลาสั้น ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์ Organoleptically เกี่ยวกับเมล็ดข้าวที่เก็บไว้ 14 เดือน

มีรายงานว่าเนื้อสัมผัสมีการเปลี่ยนแปลงในตัวอย่างที่ให้ความร้อนแห้งคล้ายกับข้าวที่มีอายุ 2-3 เดือน นอกจากนี้ เมื่อให้ความร้อนกับข้าวเปลือกใหม่ที่มีความชื้นสูงอาจจะทำให้เกิดการ aging ปลอม ซึ่งมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพในการรับประทานและการหุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

<u>วัตถุดิบ</u> ข้าวเปลือกพันธุ์เหลืองประทิว

<u>อุปกรณ์</u>

1. ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ WTBbinder รุ่น E53
2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
3. เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT2
4. water bath ยี่ห้อ Memmert
5. เครื่องสีข้าว รุ่น PM400
6. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า SHARP รุ่น KSH-284
7. เครื่องบดข้าว ยี่ห้อ Retsch รุ่น ZM 1000
8. aluminium can
9. โถดูดความชื้น
10. กระป๋องโลหะ
11. คีมหนีบ
12. น้ำกลั่น
13. ice-water bath
14. test tube mixer
15. ลูกแก้ว
16. กระดาษ scale
17. ลูกยาง
18. กระดาษกรอง Whatman No.4
19. ตะแกรงทรงกระบอกสูง
20. vernier caliper
21. เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. สารละลาย 1.7% KOH
2. 95% EtOH โดยปริมาตรที่มี 0.025% thymol blue
3. 0.2 N KOH (KOH 85% 1.31831 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.)

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (AACC, 1976)

1.1 ชั่งตัวอย่างข้าวเปลือกที่ยังไม่ทำแห้งและทำแห้งแล้ว อย่างละ 3-5 กรัม ใส่ลงในอลูมิเนียมแคนที่อบและชั่งน้ำหนักแล้ว โดยชั่งข้าวเปลือกพร้อมกับอลูมิเนียมแคนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

1.2 นำตัวอย่างพร้อมอลูมิเนียมแคนไปอบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 3 ชม. แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้น

1.3 นำข้าวเปลือกที่อบแล้วมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง แล้วนำกลับไปอบต่อและนำออกมาชั่งทุกๆ ครึ่งชั่วโมง จนมีผลต่างของน้ำหนัก 0.003 – 0.005 กรัม แล้วนำน้ำหนักมาคำนวณหา %ความชื้น โดยน้ำหนักเปียก

$$\text{ความชื้นข้าวเปลือก (\%)} = \frac{(\text{นน.ข้าวเปลือกก่อนอบ} - \text{นน.ข้าวเปลือกหลังอบ}) \times 100}{\text{นน.ข้าวเปลือกก่อนอบ}}$$

2. ขั้นตอนการ aging

2.1 นำข้าวเปลือกที่ไม่ลดความชื้นและมีความชื้น 16% มาทำการ aging ในตู้อบไฟฟ้า โดยชั่งข้าวเปลือกหนักเท่าๆ กันใส่ในกระป๋องโลหะปิดฝาให้สนิท

2.2 นำข้าวเปลือกที่ชั่งแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80°C โดยแต่ละอุณหภูมิใช้เวลาในการอบ 6, 10 และ 24 ชม.

2.3 นำข้าวเปลือกที่อบแล้วออกมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ถ้าพบว่าข้าวเปลือกที่ได้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 12-14 % จึงนำไปสี แต่ถ้าความชื้นยังมีมากกว่าให้นำไปตากจนกว่าจะได้ความชื้นอยู่ในช่วงดังกล่าว

2.4 นำข้าวเปลือกที่ได้ไปสี

3. การตรวจสอบคุณภาพ

นำข้าวสารที่ได้มาทำการตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

- คุณภาพการสี (Head rice yield)
- การขยายตัวทางปริมาตรของข้าวสุก (Volumn Expansion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

15776

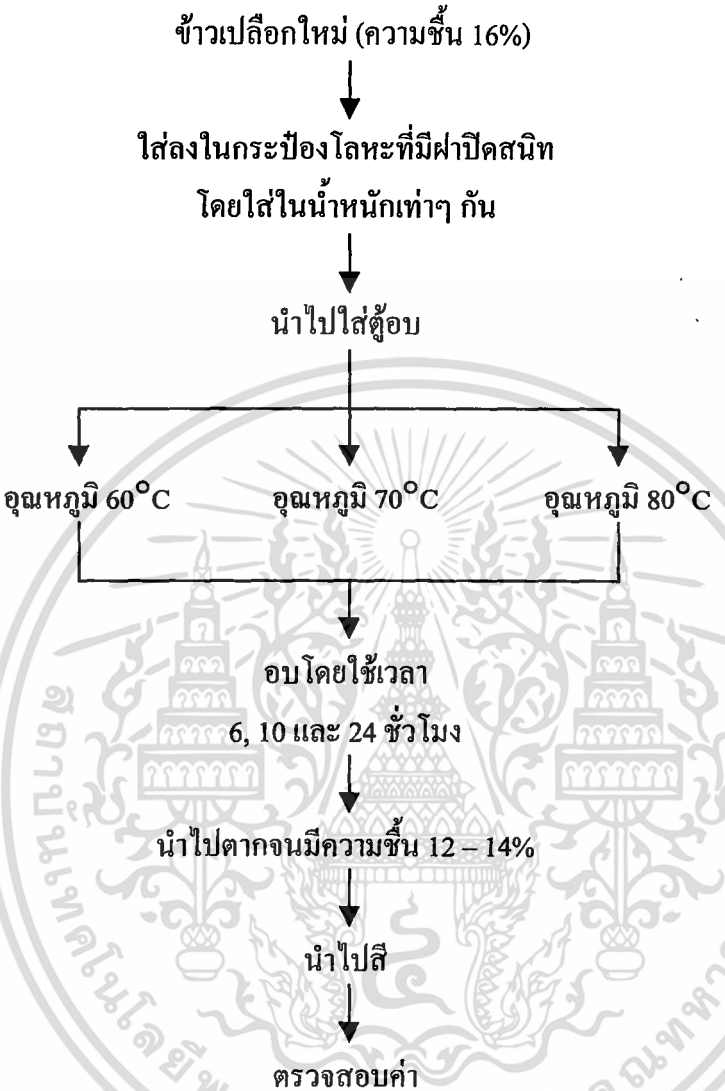
- ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)
- ความแข็ง (Hardness)

4. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ใช้การวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ factorial โดยนำค่าการตรวจสอบคุณภาพมาใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง



วิธีการตรวจสอบค่า

- คุณภาพการสี (Head rice yield)
- การขยายตัวทางปริมาตรของข้าวสุก (Volumn Expansion)
- ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)
- ความแข็ง (Hardness)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

เมื่อนำข้าวเปลือกที่ได้มาสี จะได้ข้าวสารดังรูป

ภาพที่ 2 แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 60°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่3 แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 70°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.

ภาพที่ 4 แสดงสีของข้าวสารที่อบที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลา 6, 10 และ 24 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ความแข็งของข้าวเปลือก

ตารางที่ 4.1 ค่าความแข็งของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความแข็งของข้าวเปลือก (กรัม)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	23964.24[a]	22758.16[a]	23794.43[a]
70	23026.15[a]	22580.04[a]	24808.56[a]
80	22139.05[a]	24642.64[b]	25559.72[a]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวตั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

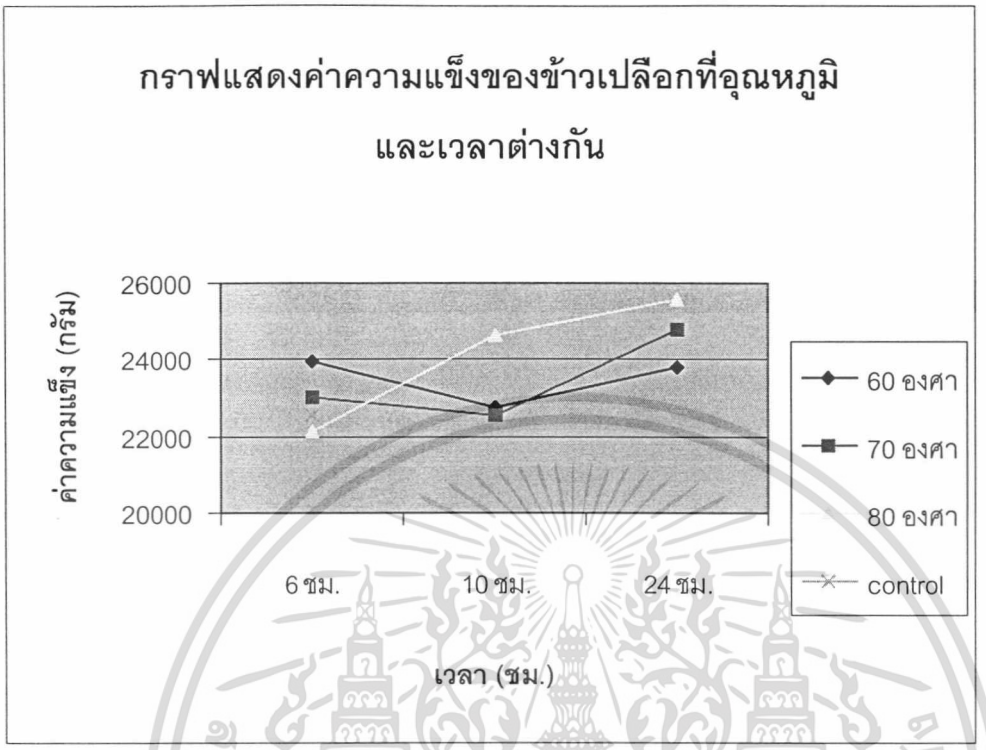
อุณหภูมิ (°C)	ค่าความแข็งของข้าวเปลือก (กรัม)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	23964.24[a]	22758.16[a]	23794.43[a]
70	23026.15[a]	22580.04[a]	24808.56[b]
80	22139.05[a]	24642.64[b]	25559.72[b]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวนอน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เปรียบเทียบค่าความแข็งกับตัวอย่างควบคุม 22536.81

ทำการทดลอง 20 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวเปลือกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ความแข็งของข้าวสาร

ตารางที่ 4.2 ค่าความแข็งของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความแข็งของข้าวสาร (กรัม)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	12060.050[a]	14352.320[a]	14185.882[a]
70	12837.850[ab]	13493.270[a]	15759.710[a]
80	14211.205[b]	14555.115[a]	15948.805[a]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวตั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

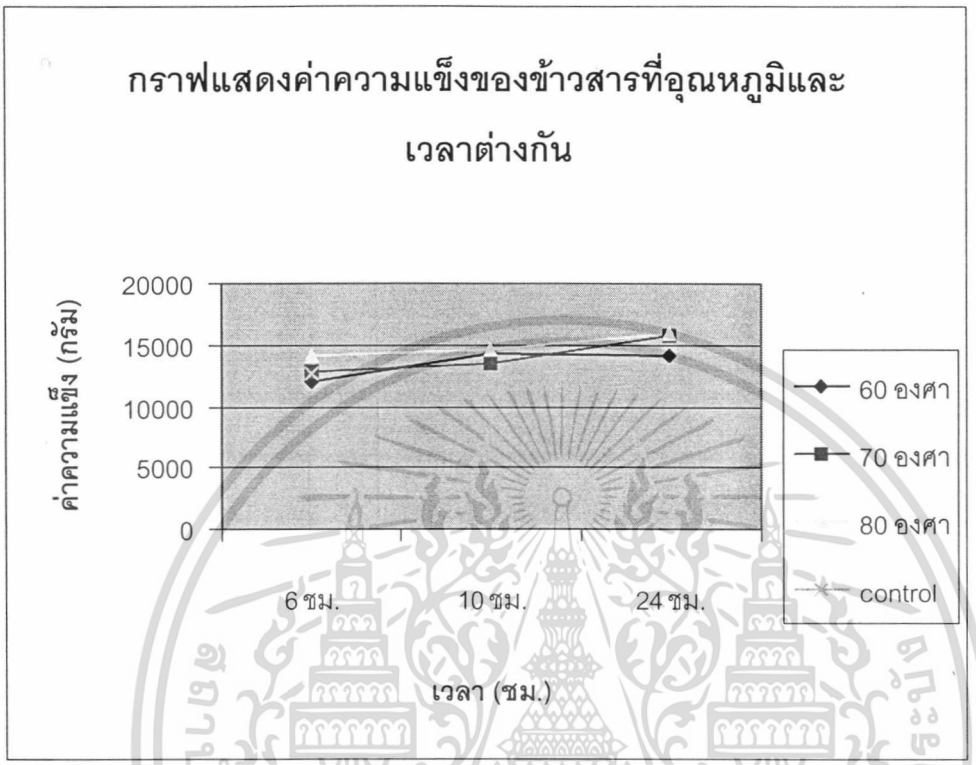
อุณหภูมิ (°C)	ค่าความแข็งของข้าวสาร (กรัม)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	12060.050[a]	14352.320[b]	14185.882[b]
70	12837.850[a]	13493.270[a]	15759.710[b]
80	14211.205[a]	14555.115[a]	15948.805[a]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวนอน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เปรียบเทียบค่าความแข็งกับตัวอย่างควบคุม 12727.370

ทำการทดลอง 20 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความแข็งข้าวสุก

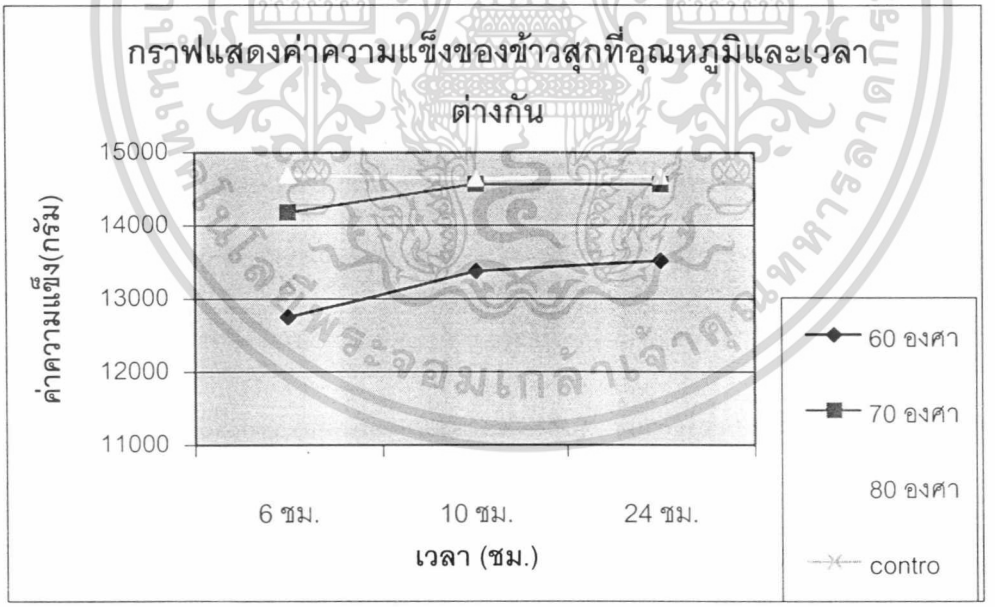
ตารางที่ 4.3 ค่าความแข็งของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (°C)	ค่าความแข็งของข้าวสุก (กรัม)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	12750.617[a]	13377.467[a]	13520.750[a]
70	14178.950[b]	14569.800[b]	14565.833[b]
80	14684.700[b]	14642.167[b]	14674.033[b]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวตั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เปรียบเทียบค่าความแข็งกับตัวอย่างควบคุม 13214.83

ทำการทดลอง 6 ซ้ำ



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าความแข็งของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consitency)

ตารางที่ 4.4 ค่าระยะทางที่เจลสีฟ้าไหล

อุณหภูมิ (°C)	ระยะทาง (ซม.)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	26.5[b]	30[b]	27.5[a]
70	25[a]	26[a]	28.5[a]
80	26[ab]	26.5[a]	27.0[a]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวตั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

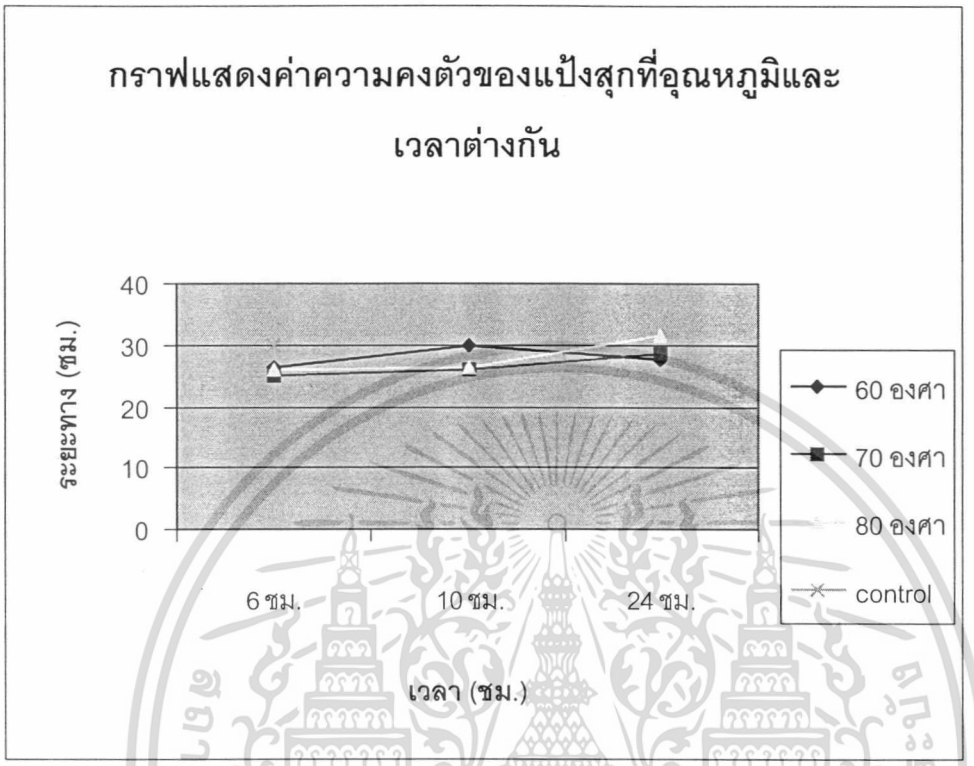
อุณหภูมิ (°C)	ระยะทาง (ซม.)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	26.5[a]	30[b]	27.5[ab]
70	25[a]	26[a]	28.5[b]
80	26[a]	26.5[a]	27.0[a]

✳ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างในแนวนอน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เปรียบเทียบค่าระยะทางกับตัวอย่างควบคุม 30.0

ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าความความคงตัวของแป้งสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 อัตราการขยายตัวทางปริมาตรของข้าวสุก (volume expansion)

ตารางที่ 4.5 เวลาที่ใช้ในการหุงต้มที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (^{o}C)	เวลาที่ใช้ในการหุงต้ม (cooking time) เป็นนาที		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	16.5	18.0	19.0
70	17.0	20.0	21.0
80	19.0	19.5	24.0

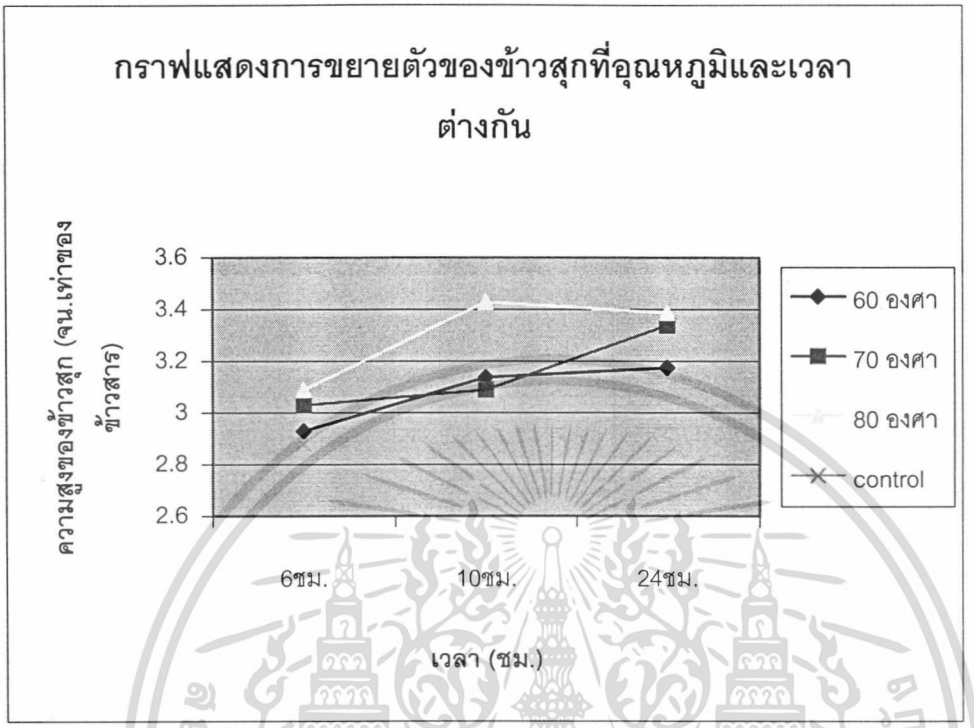
ตารางที่ 4.6 ความสูงของข้าวสุกเป็นจำนวนเท่าของข้าวสารที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

อุณหภูมิ (^{o}C)	ความสูงของข้าวสุก (จน.เท่าของข้าวสาร)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60 องศา	2.93	3.1375	3.175
70 องศา	3.03	3.09	3.3375
80 องศา	3.09	3.43	3.3875

✳เปรียบเทียบค่าความสูงของข้าวสุกกับตัวอย่างควบคุม 2.88

ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 กราฟแสดงการขยายตัวของข้าวสุกที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

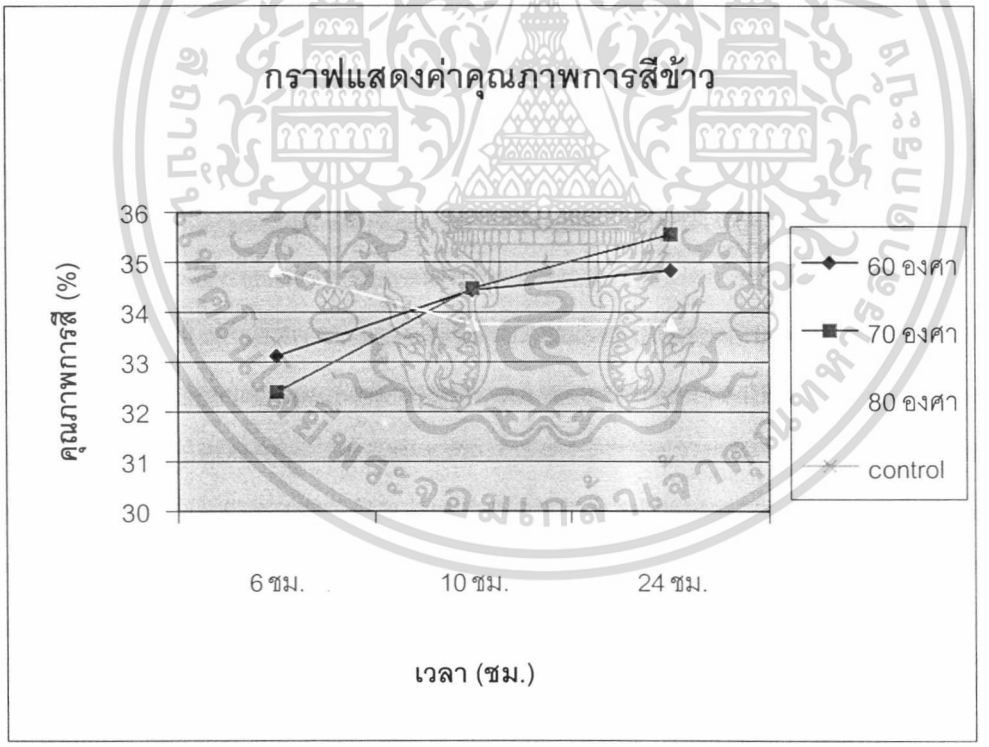
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 คุณภาพการสี

ตารางที่ 4.7 คุณภาพการสีข้าว

อุณหภูมิ (°C)	ค่าคุณภาพการสีข้าว (%)		
	6 ชม.	10 ชม.	24 ชม.
60	33.1140	34.4406	34.8234
70	32.3917	34.4677	35.5582
80	34.8234	33.7713	33.7713

*เปรียบเทียบค่าคุณภาพการสีข้าวกับตัวอย่างควบคุม 33.4044



ภาพที่ 10 กราฟแสดงคุณภาพการสีข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองวัดค่าความแข็งของข้าวเปลือกที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80°C เวลา 6, 10 และ 24 ชม. พบว่าอุณหภูมิในการอบไม่มีผลต่อความแข็งของข้าวเปลือกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่เวลาที่เพิ่มขึ้นจาก 6 ชม. เป็น 10 ชม. ในการอบที่อุณหภูมิ 80°C ทำให้ความแข็งของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น และเวลาที่เพิ่มขึ้นจาก 10 ชม. เป็น 24 ชม. ที่อุณหภูมิ 70°C ทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อนำข้าวเปลือกมาสีและทำการวัดความแข็งของข้าวสาร จากตารางที่ 4.2 พบว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่เวลาการอบ 6 ชม. ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างของความแข็งของข้าวสารที่เวลาการอบ 10 และ 24 ชม. เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิเดียวกันพบว่า ค่าความแข็งของข้าวสารเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการอบเพิ่มขึ้น ซึ่งพบทั้งที่อุณหภูมิการอบ 60°C และ 70°C

การวัดความแข็งของข้าวสุกพบว่า การอบโดยใช้เวลาเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิทำการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และพบว่าความแข็งของข้าวสุกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 60°C เป็น 70°C แต่เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 70°C เป็น 80°C ดังนั้นในการอบที่อุณหภูมิ 80°C จึงไม่มีความจำเป็นในการเร่งการเพิ่มความแข็งของเมล็ดข้าวสุก

เนื่องจากข้าวที่เลือกในการทดลองนี้เป็นข้าวชนิดอมิโลสสูง ซึ่งมีค่าความคงตัวแป้งสุก (gelconsistency) โดยการวัดการไหลของเจลมีค่าน้อย จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงของความคงตัวแป้งสุกจึงเห็นไม่ชัดเจนมากนัก อย่างไรก็ตามจากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าที่เวลาการอบ 6 ชม. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความคงตัวแป้งสุกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวัดค่าการขยายตัวทางปริมาตรของข้าวสุกและคุณภาพการสี พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลา ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6

จากการทดลองพบว่ามีข้อสังเกตจของสีของข้าวสาร โดยข้าวสารที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 24 ชม.และ 80°C เป็นเวลา 24 ชม. สีของข้าวจะคล้ำ จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้คือที่อุณหภมิ 70 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง

2. สภาวะในการเร่งความเก่าของข้าวมีผลต่อค่า volume expansion ความแข็ง, ความนุ่ม และคุณภาพการหุงของข้าว

3. อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเปลือก ข้าวสาร และข้าวสุก คือทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี .2539. การฝึกอบรมหลักสูตร "การรักษาคุณภาพข้าวสารและการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออก" ณ. อาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 วันที่ 20 – 22 สิหาคม 2539.

งามชื่น คงเสรี .2536. เอกสารประกอบการบรรยาย การฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ. ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง วันที่ 20-23 กรกฎาคม 2536.

งามชื่น คงเสรี .2541. การสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้าว ณ. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี วันที่ 2 ธันวาคม 2541.

นิศา ตรีภัทรชยากร และ สุภาพร จิตรประภาภรณ์ . 2538 . การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบสกรูคู่ . ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพมหานคร

ปาริชาติ สุขิตานนท์ และ สุธี พรสวรรค์วงศ์ . 2537 . การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้มของข้าวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง . ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพมหานคร

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข . การกำหนดมาตรฐานข้าว . หน้า 283 -288

Grist, D.H. 1915. Rice. Longman Group Limitted. 385-387, 398-401

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์

1. การหาคุณภาพการสี

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องสีข้าวรุ่น PM400

<u>วิธีการ</u>

ชั่งข้าวเปลือกที่ผ่านการ aging แล้วจำนวน 700 กรัม นำไปสีเป็นข้าวสาร แล้วนำข้าวสารที่ได้มาทำการคัดขนาดเพื่อให้ได้ข้าวสารเต็มเมล็ด หลังจากนั้นจึงนำมาคำนวณค่า % heead rice yield

$$\% \text{ คุณภาพการสี} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวสารเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}} * 100$$

แบ่งคุณภาพของข้าวเปลือกที่สีได้จาก head rice yield ดังนี้

Milling quality	Head rice (%)
Very good (VG)	Over 50
Good (G)	40 – 50
Fair (F)	31 – 39
Poor (P)	Up to 30

2. การหาอัตราการขยายตัวทางปริมาตรของเข้าสุก

<u>อุปกรณ์</u>

1. ตะแกรงทรงกระบอกสูง
2. vernier caliper
3. hot plate
4. บีกเกอร์ 600 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

เทข้าวสารหนัก 10 กรัม ลงในตะแกรงทรงกระบอกสูง วัดความสูงของเข้าโดยรอบตะแกรง 5 จุด บันทึกค่า นำตะแกรงไปต้มในน้ำกลั่นเดือดเป็นเวลานานเท่า Cooking time ที่หาได้ จากนั้นยกตะแกรงขึ้น ตั้งตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ วัดความสูงของข้าวสุก 5 จุด บันทึกค่า นำไปคำนวณหาอัตราการขยายตัวทางปริมาตร

$$\text{อัตราการขยายตัวทางปริมาตรของเข้าสุก} = \frac{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวสุก}}{\text{ความสูงเฉลี่ยของข้าวสาร}}$$

3 การหาค่า Gel consistency

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 ซม. สูงอย่างน้อย 10 ซม.
2. เครื่องบดข้าว ยี่ห้อ Retsch รุ่น ZM 1000
3. seive ขนาด 100 mesh
4. 95% EtOH ที่มี 0.025% thymol blue
5. 0.2N KOH
6. test tube mixer
7. water bath
8. ice-water bath
9. ลูกแก้ว
10. กระดาษ scale

วิธีการ

บดตัวอย่างข้าวให้เป็นแป้งโดยมีขนาด 100 mesh ชั่ง 100 มก. ของแป้งใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 ซม. สูงอย่างน้อย 10 ซม. เติม 0.2 มล. ของ 95% EtOH ที่มี 0.025% thymol blue ตามด้วยเติม 2 มล. 0.2N KOH ผสมตัวอย่างให้เข้ากันโดยใช้ test tube mixer เป็นเวลา 10 วินาที ปิดหลอดด้วยลูกแก้ว แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 8 นาที นำขึ้นมาจาก water bath แล้วเขย่าอีก 15 วินาที นำไป cooling ให้เย็นโดยเปิดฝาแช่ใน ice-water bath เป็นเวลา 20 นาที เอาหลอดวางนอนลงบนกระดาษ scale ที่แบ่งเป็นช่องมีขนาดเป็น มม. เป็นเวลา 30 นาที วัดความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเจลสีฟ้าจากก้นหลอดถึงปลายเจลเป็นค่า gel consistency

4. การวัดความแข็งของข้าว

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่อง Texture analyser รุ่น TA-XT2
2. หัววัด P/25 cylinder probe
3. หัววัด P/75 compresstion plate

นำข้าวเปลือกและข้าวสารมาวัดความแข็งด้วยเครื่อง Texture analyser ใช้หัววัด P/25 cylinder probe โดยใช้หัว probe กดเมล็ดข้าวทีละเมล็ด แปรผลออกมาในรูปของกราฟของแรงและเวลา

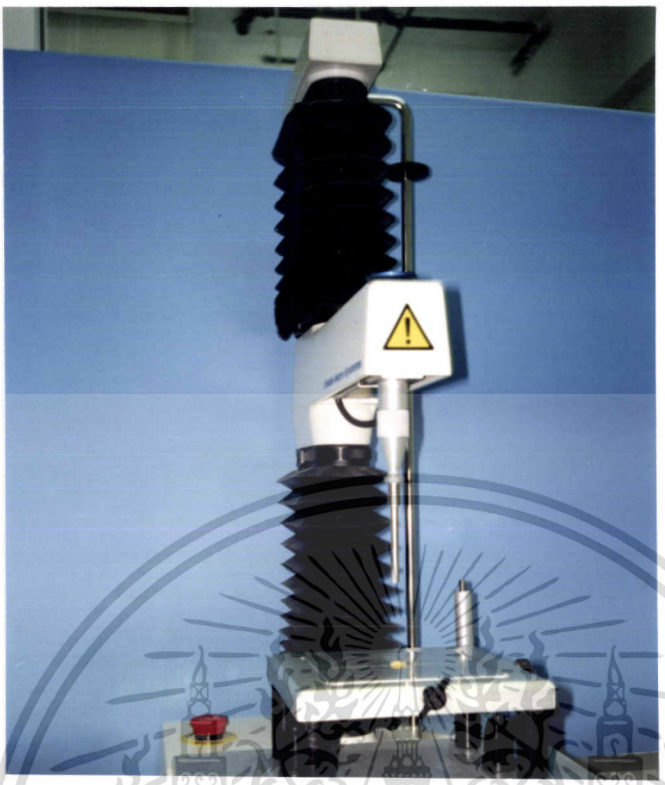
การวัดข้าวเปลือกและข้าวสารตั้งค่าเครื่อง Texture anlyser ดังนี้

Texture Analyser Settings

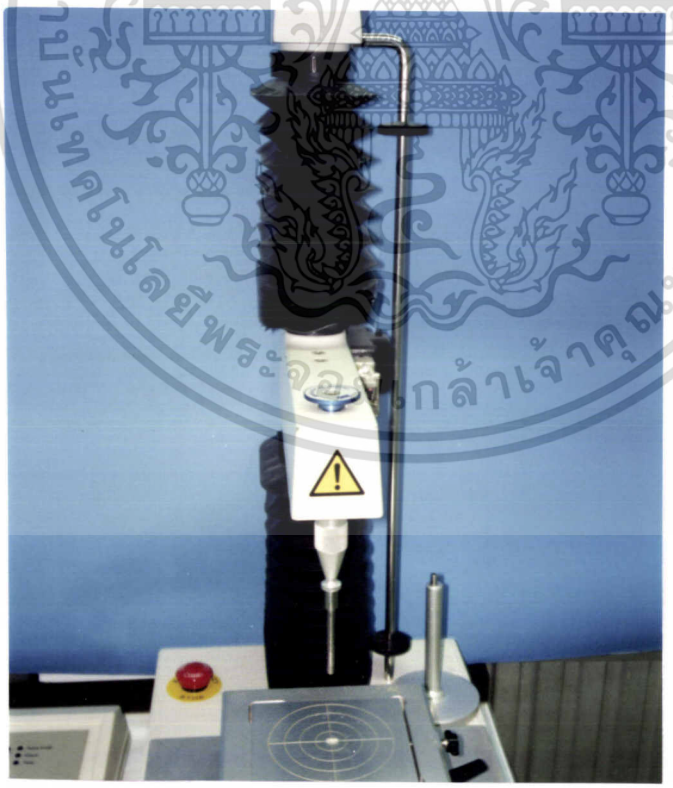
Test Mode	Trigger
Measure for incompression	Type : Auto
	Force : 5 g
Test Option	
Return to Start	

Parameters		Settings
Pre Test Speed :	1.0 mm/s	Force : Grames
Test speed :	1.5 mm/s	Distance : %strain
Post Test Speed :	10.0 mm/s	
Distance :	90.0%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวเปลือก



ภาพที่ 12 แสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้าวสุกมาวัดความแข็งด้วยเครื่อง Texture analyser ใช้หัววัด P/75 compression plate โดยใช้หัว probe กดเมล็ดข้าวทีละ 10 เมล็ด แปรผลออกมาในรูปของกราฟของแรงและเวลา

การวัดข้าวสุกตั้งค่าเครื่อง Texture anlyser ดังนี้

Texture Analyser Settings

Test Mode

Measure for incompression

Trigger

Type : Auto

Force : 5 g

Test Option

Return to Start

Parameters

Pre Test Speed : 1.5 mm/s

Test speed : 0.5 mm/s

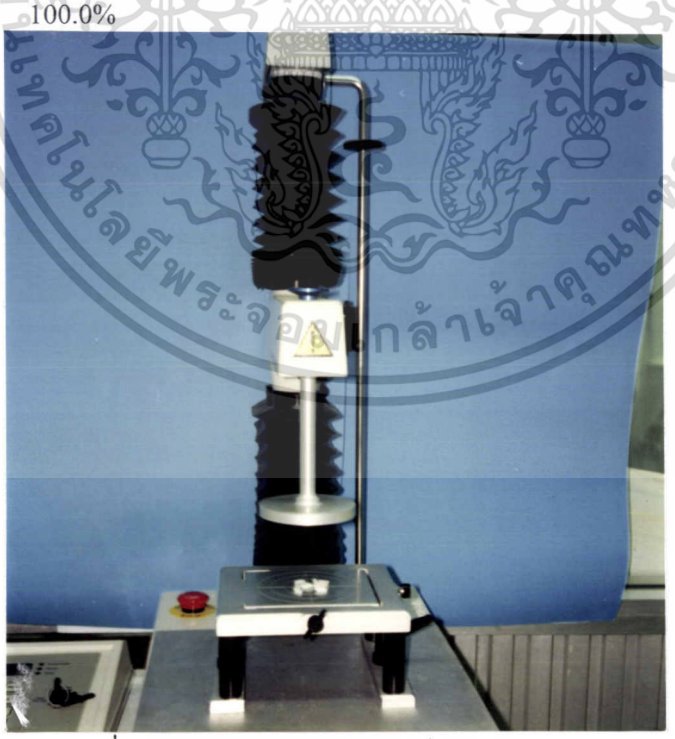
Post Test Speed : 10.0 mm/s

Distance : 100.0%

Settings

Force : Grames

Distance : %strain



ภาพที่ 10 แสดงการวัดค่าความแข็งของข้าวสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวน้ำทิพย์ จันทร์เจริญสุข เกิดเมื่อ วันที่ 24 เมษายน 2520 ที่อำเภอ กำแพงแสน จ. นครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนมักกะสันพิทยา กรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2538 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

นางสาวสุภาพร ลิ่มจันทร์ เกิดเมื่อ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2520 ที่อำเภอ ท่าเรือ จ. พระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จ. ลพบุรี ในปี พ.ศ. 2538 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้