ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

T097122

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพอง

(Microwave Application for Puffed Rice Processing)

จัดทำโดย

นางสาวนิศาชล	สงทอง	รหัสนักศึกษา	46040147
นางสาวศศิธร	นุกูลเอื้ออำรุง	รหัสนักศึกษา	46040166

ส๗.
ส๘๘ ก
๒๕๔๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97122
รับเรื่องเมื่อ.....

b.....11778489
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพอง

(Microwave Application for Puffed Rice Processing)

จัดทำโดย

1. นางสาวนิศาชล สงทอง รหัส 46040147
2. นางสาวศศิธร นุกูลเอื้ออำรุง รหัส 46040166

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวนิศาชล สงทอง และนางสาวศศิธร นุกูลเอื้ออำรุง 2549 :การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพอง (Microwave Application for Puffed Rice Processing). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บทคัดย่อ

การนำไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าวพองโดยการนำข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมมะลิ105 ข้าวเหนียว กข6 ข้าวเจ้าพิษณุโลก และข้าวเจ้าสุพรรณบุรี2 มาผลิตเป็นข้าวพองโดยทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยการนำข้าวเปลือกทั้ง 4 สายพันธุ์มาทำการปรับความชื้นโดยการแช่ข้าวเปลือกอัตราส่วน ข้าวเปลือกต่อน้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 2 ที่อุณหภูมิห้องด้วยความเข้มข้นของเกลือ 3 ระดับ คือ 0%, 2% และ 4% จนข้าวเปลือกที่ได้มีความชื้นเท่ากับ 13%,16%,19%,22% และ 25% จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการปรับความชื้นมาทำการพองด้วยเครื่องไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ปริมาณต่อถาด 50 กรัม เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำข้าวพองที่ได้มาศึกษาหาค่า %Total Puffing yield , ความชื้นของผลิตภัณฑ์,อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ และค่า Volume Expansion ratio ของเมล็ดข้าวพองบานน้อย , บานปานกลาง และบานมาก จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพองคือ สายพันธุ์ข้าวเหนียว กข 6 ที่ระดับความชื้นของข้าวเปลือก 22% และผ่านการแช่ในสารละลายเกลือ 2% จะให้ค่า %Total Puffing yield และค่า Volume Expansion ratio ที่ได้มีค่าสูงสุด

นิศาชล สงทอง ..... 15 มีนาคม 2550

ศศิธร นุกูลเอื้ออำรุง

รายมือชื่อนักศึกษา **รายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** **วัน / เดือน / ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพองครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ซึ่งให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ ความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อมูลในการเรียบเรียงปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณพี่ สุชาดา ไม้สนธิ์ ที่คอยให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาเสมอมา รวมถึงนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่และทุกๆคนในครอบครัว ที่ให้กำลังใจที่ดีมากมาโดยตลอด และขอขอบใจเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ ตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆ และที่สำคัญยิ่งคือกำลังใจ จนสามารถทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นางสาวนิศาชล สงทอง
นางสาวศศิธร นุกูลเอื้ออำรุง
15 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญ(ต่อ)	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพ(ต่อ)	ช
1. บทนำ	1
2.วารสารปริทัศน์	2
2.1 ข้าว	2
2.1.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อการพองตัวของเมล็ดข้าว	2
2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์	3
สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว	
2.1.2.1 ปริมาณอะไมโลส	4
2.1.2.2 ปริมาณอะไมโลเพกติน	5
2.1.3 พันธุ์ข้าว	6
2.2 ไมโครเวฟ	11
2.2.1 สมบัติไดอิเล็กทริก	11
2.2.2 กลไกการเกิดความร้อนด้วยด้วยไมโครเวฟเกิดจาก 2 กลไก	12
2.2.3 องค์ประกอบอาหารกับไมโครเวฟ	13
2.3 วิธีการทำให้เกิดการพอง	14
2.3.1 วิธีการอัดด้วยความดันสูง	14
2.3.2 การผลิตโดยการอัดแป้งไว้ระหว่างแผ่นโลหะ	14
2.3.3 การพองตัวโดยใช้ลมร้อน	14
2.3.4 การพองตัวภายใต้สภาวะสุญญากาศ	14
2.3.5 การพองตัวด้วยไมโครเวฟ	15
2.3.6 การพองตัวโดยใช้เตาอบ	15
2.3.7 การพองตัวโดยใช้การทอด	15
2.3.8 วิธี Gun puffing	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.วัตถุดิบ , สารเคมี , อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง	16
3.1วัตถุดิบ	16
3.2 สารเคมี	16
3.3 อุปกรณ์การทดลอง	16
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	16
3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
3.5.1 การเตรียมข้าวเปลือกสำหรับการทำให้พอง	17
3.5.2 การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ	18
3.5.3 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของข้าวพองที่ได้จากการพองตัวด้วยไมโครเวฟ ทางเคมีกายภาพ	19
3.5.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	19
3.5.3.2 การตรวจสอบทางกายภาพ	19
3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	20
4 .ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลง % Total puffing yield ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	21
4.2 ผลของการเปลี่ยนแปลง Volume Expansion ratio ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	27
4.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวพอง ที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	32
4.4 ผลของการเปลี่ยนแปลง%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	37
5 .สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ ข้าวเหนียว กข 6	7
2. แสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105	8
3. แสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ สุพรรณบุรี 60	9
4. แสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ พิษณุโลก 2	10
5. แสดง % Total puffing yield ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	22
6. แสดง ค่า VolumeExpansion ratio ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	28
7.แสดงอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	33
8. แสดง %ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ	38
9. แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยในการทดลองและผลการทดลอง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.แสดงโครงสร้างพื้นฐานของธัญพืช	3
2. แสดงโครงสร้างของอะไมโลส	4
3. แสดงโครงสร้างของอะไมโลเพกติน	5
4. แสดงข้าวสายพันธุ์ ข้าวเหนียว กข 6	7
5. แสดงข้าวสายพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ105	8
6. แสดงข้าวสายพันธุ์ สุพรรณบุรี 60	9
7. แสดงข้าวสายพันธุ์ พิษณุโลก 2	10
8. แสดงกลไกการเกิดความร้อน	13
9. แสดงขั้นตอนการเตรียมข้าวเปลือกสำหรับการทำให้พองโดยการแช่น้ำ	17
10. แสดงขั้นตอนการพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ	18
11. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Total Puffing yield % Amylose และความชื้นของ ข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0%(1) 2%(2) 3% (3)	25
12. แสดงการคัดแยกของข้าวเปลือกที่พองตัวด้วยไมโครเวฟ แบ่งเป็น เมล็ดข้าวพองที่บ้านน้อย(1) เมล็ดข้าวพองที่บานปานกลาง(2) และ เมล็ดข้าวพองที่บานมาก(3)	26
13. แสดงการพองของข้าวด้วยไมโครเวฟแยกตามสายพันธุ์ แบ่งเป็น ข้าวเจ้าหอมมะลิ 105(ก) และ ข้าวเหนียว กข 6 (ข) ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี(ค) และ ข้าวเจ้าพิษณุโลก(ง)	26
14. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Volume Expansion ratio ของเมล็ดบาน % Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
15. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิข้าวพองที่ผ่านการพอง ด้วยไมโครเวฟ% Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)	36
16. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง%ความชื้นข้าวพองที่ผ่านการพอง ด้วยไมโครเวฟ % Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ข้าวจัดเป็นเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปในตลาดโลก แต่ปัจจุบันนี้การผลิตข้าวมีแนวโน้มมากกว่าความต้องการของตลาดโลก ทั้งนี้เนื่องจากผลของการควบคุมจำนวนประชากรในประเทศต่าง ๆ มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตข้าวมีความก้าวหน้ามากขึ้นทำให้ประเทศ ผู้ซื้อข้าวสามารถผลิตข้าวใช้ในประเทศได้มากขึ้น ปริมาณการนำเข้าจึงลดลง ซึ่งข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่มีเป้าหมายเพื่อการส่งออก ดังนั้น ราคาข้าวจะถูกกำหนดจากปริมาณความต้องการและปริมาณข้าวในตลาดโลก ถ้าปริมาณข้าวมีมากกว่าความต้องการ ราคาข้าวในตลาด โลกจะลดลง และราคาข้าวในประเทศไทยก็จะลดลงด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว เช่นนำข้าวมาผลิตเป็นอาหารเช้าพร้อมรับประทาน ซึ่งทำได้โดยการนำข้าวมาผ่านการทำให้พองด้วยวิธีต่างๆ โดยที่ในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการค้นคว้าวิจัยวิธีที่จะทำให้ข้าวเกิดการพองตัว เช่น วิธี Gun puffing และ วิธีการใช้ตู้อบในการทำให้พอง (Oven puffed) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่วิธีการใช้ไมโครเวฟเพื่อทำให้ข้าวเกิดการพองตัวนั้นยังไม่เป็นที่นิยมในกระบวนการผลิตข้าวพอง กลุ่มผู้ทดลองจึงได้ทำการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพอง ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มวิธีที่ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวพองที่ใช้พลังงานต่ำและระยะเวลาสั้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการพองตัวของข้าวด้วยไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าว

ข้าวจัดเป็นธัญพืชชนิดหนึ่ง ในทางพฤกษศาสตร์จัดว่าข้าวเป็นเมล็ดธัญพืชมีลักษณะเป็นแคริออฟซิส(Caryopsis) คือ ผลที่มีเมล็ดเดียว มีเปลือก(Pericarp) และเยื่อหุ้ม(Seed coat) ผนึกติดกันจนไม่อาจแยกออกจากกันได้ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพืชตระกูลหญ้าโดยทั่วไปเรียกว่า เมล็ด(Grain)

2.1.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อการพองตัวของเมล็ดข้าว

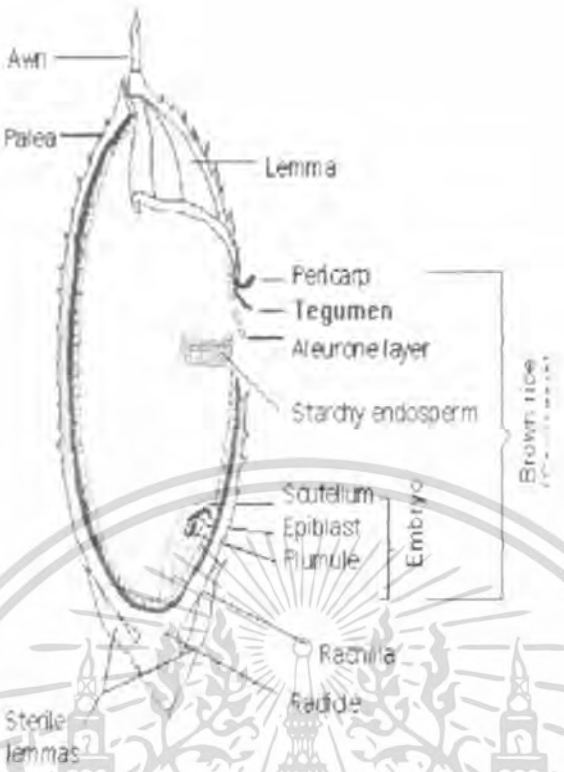
2.1.1.1 เพอร์ริคาร์ป(Pericarp) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเปลือกนอก (Husk หรือ Hull) ส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างต่างๆ เรียงกันเป็นชั้นๆ โดยทั่วไปมีอยู่ 3 ชั้น คือ ชั้นนอก หรือ อิพิคาร์ป(Epicarp) ชั้นกลาง หรือ มีโซคาร์ป(Mesocarp) และชั้นใน หรือ เอนโดคาร์ป(Endocarp) ชั้นเหล่านี้ทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ประกอบด้วยเซลลูโลส(Cellulose) แร่ธาตุ และโปรตีน

2.1.1.2 ชั้นอัลลูโรน (Aleurone layer) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นของเพอร์ริคาร์ปเข้าไป เป็นเซลล์ที่มีผนังหนา ประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นเป็นฟอสฟอรัสและแร่ธาตุต่างๆ

2.1.1.3 เอนโดสเปอร์ม(Endosperm) อยู่ถัดจากชั้นของอัลลูโรนหรือมีชั้นของอัลลูโรนล้อมรอบ มีสีขาว ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง รูปร่างต่างๆกัน ภายในเซลล์มีเม็ดสตาร์ช(Starch granule) อยู่มากมาย เป็นแหล่งสะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อน

2.1.1.4 เอมบริโอ หรือ คัพภะ(Embryo or Germ) เป็นส่วนที่อยู่ตอนล่างด้านฐานของเมล็ด มีขนาดเล็ก ส่วนนี้จะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป เมื่อเมล็ดธัญพืชได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม เอมบริโอนี้จะอยู่ติดกับเอนโดสเปอร์ม โดยมีเนื้อเยื่อเรียกว่า สคิวเตลลัม (Scutellum) คั่นอยู่ เนื้อเยื่อนี้ทำหน้าที่เป็นทางลำเลียงอาหารจากเอนโดสเปอร์มไปเลี้ยงต้นอ่อนที่กำลังงอก ในเอมบริโอนั้นจะอุดมไปด้วยสารอาหารต่างๆ ได้แก่ แร่ธาตุ ไขมัน น้ำตาล และไวตามินที่สำคัญ(วุฒิชัย นาครักษา , 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่1 ภาพแสดงโครงสร้างพื้นฐานของธัญพืช

ที่มา : http://www.riceweb.org/plant.htm

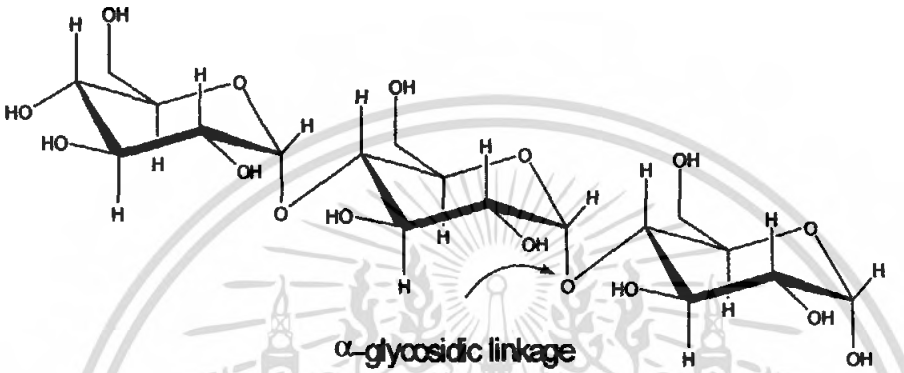
2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว

ข้าวกล้องและข้าวสาร สารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และเถ้า ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร โดยคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีสตาร์ชเป็นหลักและสตาร์ชนี้ประกอบไปด้วยอะไมโลส และอะไมโลเพกตินในสัดส่วนที่ต่างๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าว ทำให้ข้าวมีลักษณะในการหุงต้ม และคุณภาพในการรับประทานแตกต่างกันไป ตลอดจนมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมพลังงาน สำหรับโปรตีนในข้าวยังนับว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนหลัก ซึ่งจะช่วยในการเจริญเติบโตสำหรับผู้บริโภคในประเทศที่บริโภคในประเทศที่บริโภคข้าวเป็นหลัก ส่วนไขมันในข้าว จะอยู่ในกลุ่มไขมันที่มีรูปร่างหรือหยดกลม โดยอยู่ร่วมกับเม็ดสตาร์ช และโปรตีน จะมีผลในการเสื่อมเสียขณะเก็บรักษาเมล็ด รวมทั้งเมล็ดที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ต่างๆ และน้ำหรือความชื้นก็จะมีผลต่อคุณภาพข้าวในด้านการเก็บรักษา ปัจจัยที่มีผลทำให้ข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณภาพแตกต่างกัน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 ปริมาณอะโลส

แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์กลูโคส 2 ชนิด พอลิเมอร์เชิงเส้น (อะไมโลส) และพอลิเมอร์เชิงกิ่ง (อะไมโลเพกติน) อะไมโลเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้น ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสหรือหน่วยแอลฟา-ดี-กลูโคไพราโนซิล ประมาณ 250-2000หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา-1,4-กลูโคสิดิก(α-1,4-glucosidic linkage) จึงจัดว่าโมเลกุลของอะไมโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสสายยาวที่มีขนาดใหญ่มาก มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10^6 ดาลตัน



ภาพที่2 ภาพแสดงโครงสร้างของอะไมโลส

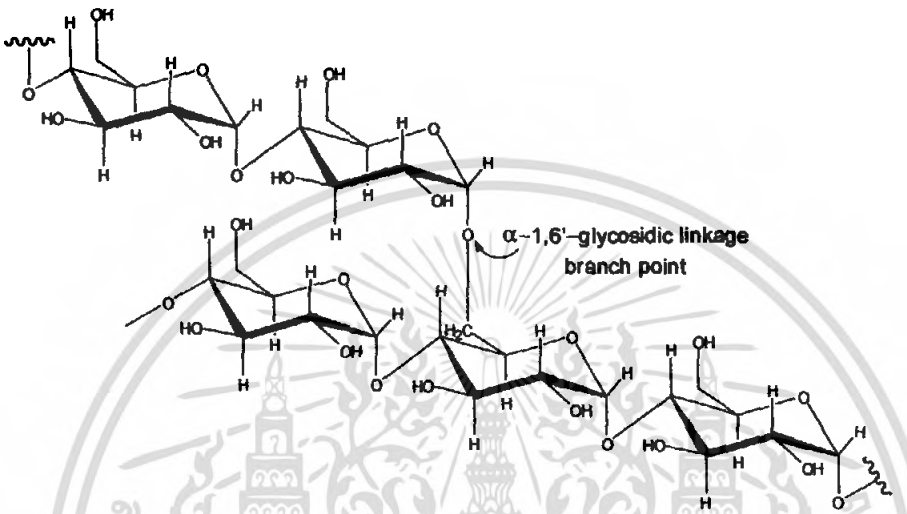
ที่มา : http://www.promma.ac.th/chemistry/Biomolecule/Biomolecule033.htm

ปริมาณอะไมโลส เป็นปัจจัยที่ทำให้ข้าวมีคุณสมบัติต่างกัน มีผลต่อ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว และที่สำคัญที่สุดในการประเมินคุณภาพการหุงต้มและคุณภาพของข้าวสุก ปริมาณอะไมโลสทำให้ข้าวเมื่อหุงสุกแล้วมีลักษณะอ่อนนุ่มหรือแข็งกระด้างแตกต่างไป ทำให้สามารถแบ่งประเภทคุณภาพข้าวหุงสุกได้ตามปริมาณอะไมโลส ปริมาณอะไมโลสเป็นปฏิภาคโดยตรงกับการขยายปริมาตรและการดูดน้ำในระหว่างการหุงต้ม แต่เป็นปฏิภาคผกผันกับความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุก เมื่อพิจารณาที่ข้าวพองพบว่าคุณภาพการพองตัวของเมล็ดข้าวเป็นปฏิภาคผกผันกับปริมาณอะไมโลส โดยข้าวเหนียวซึ่งแทบจะไม่มีอะไมโลสอยู่เลยมีคุณภาพการพองตัวที่สูง (Villareal, 1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ปริมาณอะไมโลเพกติน

ประกอบด้วยα –D–กลูโคส หลาย ๆ หน่วยมาจับต่อกันด้วยพันธะ α–1, 4' ไกลโคซิดิกบางส่วน แต่มีบางส่วนจับต่อกันด้วยพันธะα–1, 6' ไกลโคซิดิก โดยมีตราส่วนระหว่างพันธะทั้งสองชนิดเป็น 15 : 1 ตามลำดับ ดังนั้นโครงสร้างของอะไมโลเพกตินจึงเป็นกิ่งก้านสาขา ซึ่งเขียนแสดงได้ดังนี้



ภาพที่3 ภาพแสดงโครงสร้างของอะไมโลเพกติน

ที่มา : http://www.promma.ac.th/chemistry/Biomolecule/Biomolecule033.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ถ้าหากว่ามีพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ ทั้งข้าวคุณภาพดี ข้าวคุณภาพปานกลาง ข้าวคุณภาพต่ำ และข้าวคุณภาพพิเศษ ที่ตรงกับความต้องการของตลาดและเพื่อทำผลิตภัณฑ์มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นแล้วจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวหรือเป็นการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้

จากอดีต ถึงปัจจุบัน สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวมาอย่างต่อเนื่องจนได้ข้าวพันธุ์รับรอง พันธุ์แนะนำ และพันธุ์ทั่วไป ให้เกษตรกรปลูกในระบบนิเวศต่างๆ ซึ่งมีทั้งพันธุ์ข้าวนาสวน ข้าวไร่ ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวน้ำลึก ธัญพืชเมืองหนาว และข้าวญี่ปุ่น จำนวน 93 พันธุ์ พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว มีทั้งพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะนาปีและปลูกได้ตลอดปี และมีบางพันธุ์เป็นข้าวหอม พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ มีคุณภาพการหุงต้มตามความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังคงต้องดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง เพราะพันธุ์ที่ออกแนะนำแล้วปัจจุบันบางพันธุ์เกษตรกรอาจจะยังคงนิยมปลูกอยู่ แต่บางพันธุ์เกษตรกรอาจเลิกปลูก เนื่องจากมีข้อด้อยบางประการ การนำเอาพันธุ์ข้าวเหล่านั้นไปใช้ของเกษตรกรจึงเป็นไปในลักษณะของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในระยะที่ออกพันธุ์ข้าวนั้นเท่านั้น รวมทั้งบางพันธุ์เมื่อแนะนำให้ปลูกไปในช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจไม่มีความเหมาะสมในระยะเวลาต่อมา เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หรือโรค แมลงศัตรูข้าวมีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งต้องหาพันธุ์ที่มีคุณภาพดีตามความต้องการของตลาดโลก และมีศักยภาพในการแข่งขันกับตลาดโลกได้ จึงต้องดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์โดยไม่มีที่สิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 ตารางแสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ ข้าวเหนียว กข 6

ชื่อพันธุ์	-	กข6 (RD6)
ชนิด	-	ข้าวเหนียว
ลักษณะประจำพันธุ์	-	เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 154 เซนติเมตร
	-	ไวต่อช่วงแสง
	-	ทรงกอกระจายเล็กน้อย ใบยาวสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียว
	-	เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาล
	-	อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 21 พฤศจิกายน
	-	ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์
	-	เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา = 2.2 x 7.2 x 1.7 มิลลิเมตร
	-	คุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม

ที่มา : คัดแปลงจาก http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a1/rice_xx2-03_ricebreed_RD6.html

ภาพที่4 ภาพแสดงข้าวสายพันธุ์ ข้าวเหนียว กข 6

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ชื่อพันธุ์	-	ขาวดอกมะลิ 105 (Khao Dawk Mali 105)
ชนิด	-	ข้าวเจ้าหอม
ลักษณะประจำพันธุ์	-	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตร
	-	ไวต่อช่วงแสง
	-	ลำต้นสีเขียวจาง ใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาว
	-	ข้าวเปลือกสีฟาง
	-	อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 25 พฤศจิกายน
	-	เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา = 2.1 x 7.5 x 1..8 มิลลิเมตร
	-	ปริมาณอะไมโลส 12-17 %
	-	คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม

ที่มา : ดัดแปลงจาก http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a1/rice_xx2-03_ricebreed_Khao_Dawk_Mali_105.html

ภาพที่5 ภาพแสดงข้าวสายพันธุ์ ข้าวขาวดอกมะลิ105

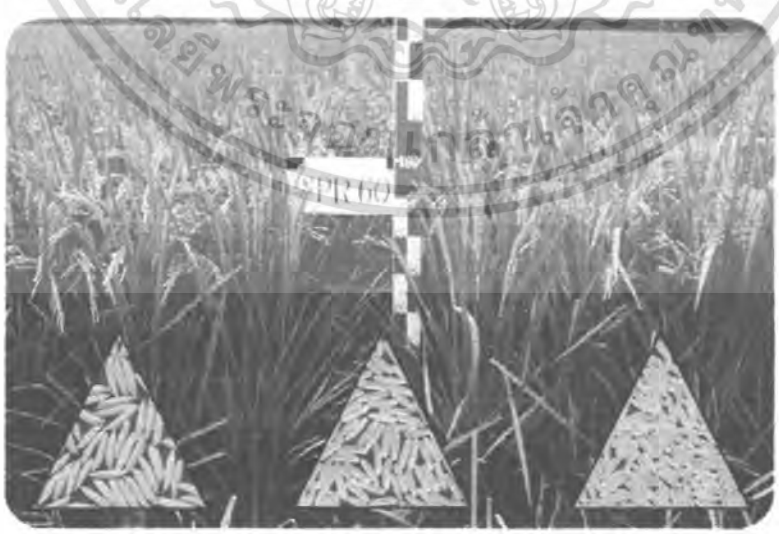
ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์สุพรรณบุรี 60

ชื่อพันธุ์	-	สุพรรณบุรี 60 (Suphan Buri 60)
ชนิด	-	ข้าวเจ้า
คู่ผสม	-	เหลืองทองนาปรัง / ซี4-63 / / ไออาร์48
ลักษณะประจำพันธุ์	-	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 133 เซนติเมตร
	-	ไม่ไวต่อช่วงแสง
	-	อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 120-122 วัน
	-	ใบสีเขียวเข้ม ทรงกอตั้ง รวงแน่น ระแง้ถี่ คอรวงสั้น เมล็ดรูปร่างเรียวยาว ท้องไข่น้อย
	-	เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง
	-	ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์
	-	เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา = 2.2 x 7.5 x 1.8 มิลลิเมตร
	-	ปริมาณอะไมโลส 23 -25 %
	-	คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

ที่มา : ดัดแปลงจาก http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a2/rice_xx2-03_ricebreed_Suphan_Buri_60.html



ภาพที่6 ภาพแสดงข้าวสายพันธุ์ สุพรรณบุรี 60

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ตารางแสดงรายละเอียดของข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 2

ชื่อพันธุ์	-	พิษณุโลก 2 (Phitsanulok 2)
ชนิด	-	ข้าวเจ้า
คู่ผสม	-	CNTLR81122-PSL-37-2-1 / SPRLR81041-195-2-1 // ไออาร์56
ลักษณะประจำพันธุ์	-	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 114 เซนติเมตร
	-	ไม่ไวต่อช่วงแสง
	-	อายุเก็บเกี่ยว 119-121 วัน
	-	ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง รวงแน่นปานกลาง ระแง้ค่อนข้างถี่ คอรวงสั้น ฟางแข็ง ใบแก่ช้า
	-	เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง
	-	ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์
	-	เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =2.1 x 7.9 x 1.6 มิลลิเมตร
	-	ปริมาณอะไมโลส 28.6 %
	-	คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

ที่มา : ดัดแปลงจาก http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a2/rice_xx2 03_ricebreed_Phitsanulok_2.html

ภาพที่7 ภาพแสดงข้าวสายพันธุ์ พิษณุโลก 2

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครเวฟ

ไมโครเวฟคือพลังงานที่เกิดจากการแผ่ของแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่สูงซึ่งแตกต่างจากคลื่นแสง คลื่นวิทยุ โดยความถี่ของช่วงคลื่นไมโครเวฟจะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงระหว่าง 3 มิลลิเมตร ถึง75 เซนติเมตร มีความถี่ของช่วงคลื่นระหว่าง 300 MHz ถึง 300 GHz ความถี่ช่วงดังกล่าวใกล้เคียงกับคลื่นวิทยุและบางส่วนจะคาบเกี่ยวในคลื่นเรดาร์ จึงอาจไปรบกวนเครือข่ายของการติดต่อคมนาคม โดยเฉพาะการสื่อสารทางไกลที่ใช้ระบบเรดาร์หรือใช้ควบคุมการเดินเรื่องเรือการบิน จึงมีการจัดตั้งสถาบันระหว่างชาติขึ้นมาเป็นผู้ดูแลควบคุมการใช้แม่เหล็กไฟฟ้า คือ Internation Telecommunication ได้กำหนดระดับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ประโยชน์ด้านเครื่องมือในงานอุตสาหกรรม งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ซึ่งเรียกย่อๆว่า ISM frequencies ซึ่งได้กำหนดระดับความถี่ของไมโครเวฟ 915 และ 2450 MHz สำหรับงานให้พลังงานความร้อนในระบบอุตสาหกรรมและการใช้ในการบ้าน ส่วนระดับความถี่ที่เหลือไว้ใช้ในการวิจัยและงานอื่น

คลื่นไมโครเวฟจะมีลักษณะเหมือนลำแสงเดินทางเป็นเส้นตรงเมื่อกระทบโลหะจะสะท้อนกลับแต่สามารถผ่านทะลุอากาศ แก้ว กระดาษและพลาสติกได้ ถูกดูดซับไว้ได้ดีในสารประกอบที่มีสมบัติเป็นไดอิเล็กทริก เมื่อคลื่นไมโครเวฟสะท้อนกลับจะไม่ก่อให้เกิดความร้อนขึ้นกับวัสดุ แต่ถ้าวัสดุนั้นสามารถดูดซับคลื่นไมโครเวฟไว้ได้จะก่อให้เกิดพลังงานความร้อนภายในของสารนั้นโดยเปลี่ยนรูปจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน สารใดที่ดูดซับพลังงานไมโครเวฟไว้ได้สูงจะเรียกสารนั้นว่ามี lossy หรือ lossiness สูงซึ่งสารประเภทนี้จะทำให้เกิดความร้อนได้รวดเร็วเมื่อกระทบคลื่นไมโครเวฟ

2.2.1 สมบัติไดอิเล็กทริก

พฤติกรรมทางไดอิเล็กทริกของอาหาร คือ น้ำ และเกลือแร่ที่อยู่ในอาหารในรูปของปริมาณเถ้า เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อาหารแทบทุกชนิดมีสมบัติไดอิเล็กทริกแต่จะดูดซับไมโครเวฟได้แตกต่างกันไปขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้ คือ องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร พบว่าปริมาณน้ำและเกลือแร่รวมถึงรูปแบบของน้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหารนั้นจะมีความสำคัญต่อการดูดซับคลื่นไมโครเวฟด้วย น้ำที่อยู่ในรูปอิสระจะทำให้ดูดซับคลื่นได้ดีกว่าน้ำที่เกาะอยู่กับสารประกอบอื่น เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับเกลือแร่ ถ้าอยู่ในรูปที่แตกตัว(dissociated) จะทำให้อาหารนี้ดูดซับไมโครเวฟ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของอาหาร อุณหภูมิของอาหารและระดับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟสำหรับอาหารแห้งอาหารที่มีไขมันและน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงจะดูดซับคลื่นไมโครเวฟได้ต่ำกว่าและจะไม่มีผลต่ออุณหภูมิของอาหารรวมทั้งความถี่ของคลื่นไมโครเวฟด้วยสมบัติไดอิเล็กทริกของอาหารต่างๆ สามารถแสดงเป็นค่าตัวเลขที่มีความเกี่ยวข้องกับค่าต่างๆ อยู่ 3 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก(Dielectric constant, k')คือค่าที่แสดงถึงความสามารถของสารประกอบที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ได้เมื่อสารประกอบนั้นไปวางไว้ในสนามไฟฟ้ากระแสสลับ สารใดที่มีค่านี้สูงจะสามารถกักเก็บพลังงานได้สูง ค่านี้จะเปลี่ยนไปได้ตามอุณหภูมิ และปริมาณความชื้นของอาหารนั้นๆ

แฟกเตอร์การสูญเสียไดอิเล็กทริก (Dielectric loss factor,k'') คือค่าพลังงานสูญเสียไปหรือแพร่กระจายไปในสารไดอิเล็กทริกเมื่อนำไปวางไว้ในสนามไฟฟ้าสลับ ซึ่งพลังงานไฟฟ้าจะสูญเสียไปเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนขึ้นภายในอาหารชิ้นนั้น ถ้าค่านี้สูงแสดงว่าจะเกิดความร้อนสูง

Loss Tangent หรือ Dissipation Factor หมายถึงลักษณะของการสูญเสียพลังงานของสารนั้นซึ่งคิดออกมาในรูปของมุมที่ต่างไปจาก 90 องศา ในสภาพปกติทั่วไปของกระแสไฟฟ้าการเกิดความร้อน

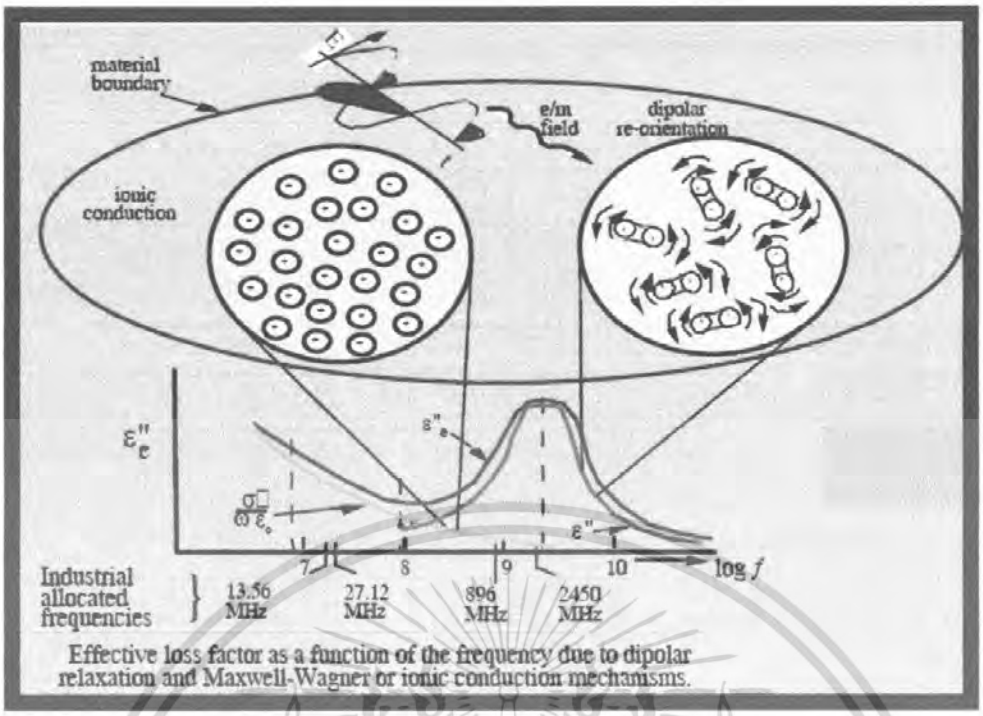
2.2.2 กลไกการเกิดความร้อนด้วยด้วยไมโครเวฟเกิดจาก 2 กลไก

ไอออนิก โพลาไรเซชัน (Ionic Polarization) เป็นการเกิดความร้อนเนื่องจากผลของการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายเมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้าแต่ละไอออนซึ่งมีประจุไฟฟ้าประจำตัวอยู่จะถูกกระตุ้นและเร่งให้มีการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดการเสียดสีขึ้นกับไอออนอื่นๆและมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์มาเป็นพลังงานความร้อนแล้วจึงกระจายความร้อนไปสู่ส่วนอื่นๆ

ไดโพล โรเตชัน(Dipole Rotation) เป็นการเกิดความร้อนกับสารประกอบมีขั้ว ได้แก่ น้ำ นั่นเองในสภาพปกติสารประกอบจะเรียงตัวประจุลบและประจุบวกอย่างไม่มีระเบียบ(random oriented)เมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้า ประจุบวกและประจุลบ ของสารนั้นจะเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางเพื่อเรียงตัวอย่างมีระเบียบ การเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวกลับไปมาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามระดับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟคือ 915-2450 ล้านครั้งต่อวินาที ความเร็วในการหมุนตัวและการเสียดสีกันทำให้เกิดความร้อนขึ้น เป็นลักษณะของการเกิดความร้อนที่สำคัญ

ความร้อนที่ทั้งสองรูปแบบดังกล่าวจะเกิดขึ้นที่จุดซึ่งอาหารสัมผัสกับไมโครเวฟแล้วจึงค่อยกระจายตัวออกไปยังส่วนอื่น โดยการนำความร้อนด้วยและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเกิดความร้อนจากสาเหตุต่างๆ ดังกล่าวนี้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการหุงต้มด้วยโดยความร้อนแบบดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Effective loss factor as a function of the frequency due to dipolar relaxation and Maxwell-Wagner or ionic conduction mechanisms.

ภาพที่8 ภาพแสดงกลไกการเกิดความร้อน

ที่มา : Metaxas., 2005

2.2.3 องค์ประกอบอาหารกับไมโครเวฟ

อาหารต่างๆมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันมารวมทั้งส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้ในการปรุงแต่งอาหาร เช่น เกลือ น้ำตาล น้ำมัน แป้ง ล้วนแต่มีผลที่แตกต่างกันไป เมื่อนำมาหุงต้มด้วยไมโครเวฟซึ่งควรจะต้องศึกษาเพื่อสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง ในกรณีของอาหาร โปรตีน จากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอยู่เป็นปริมาณสูงจะมีความเหนียวมากเมื่อนำมาหุงต้มด้วยไมโครเวฟเพราะเป็นการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วเกินไปจนพวกเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่มีโอกาสที่จะสลายตัวได้เลยจึงมักจะเหนียวกว่าการใช้วิธีให้ความร้อนแบบดั้งเดิม อาหารประเภทไข่ที่กะเทาะเปลือกออกแล้วจะหุงต้มด้วยไมโครเวฟได้อย่างรวดเร็วเช่น การทำไข่ตุ๋น ไข่ลวก หรือสังขยา จะใช้ไมโครเวฟ แต่สำหรับเกลือแกง และเกลือในรูปอื่น ในรูปของเกลือแร่ต่างๆ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาราบอเนต ที่อยู่ในน้ำและในอาหารจะทำให้การดูดซับคลื่นไมโครเวฟได้ต่ำ มีผลให้เกิดความร้อนได้ช้ากว่า (วิไล รังสาดทอง,2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการทำให้เกิดการพอง

2.3.1 วิธีการอัดด้วยความดันสูง

เป็นการผลิตโดยการใช้เครื่องเอ็กทรูชั่นที่มีการใช้แรงอัดและความร้อนสูง โดยควบคุมอุณหภูมิและเวลาให้เหมาะสม แรงดันที่เกิดจากไอน้ำจะดันให้แป้งพองตัว การที่ไอน้ำระเหยอย่างรวดเร็วพร้อมกับการลดอุณหภูมิ ทำให้แป้งที่พองตัวแล้วแข็งตัว และรักษารูปทรงไว้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีรูพรุนและมีขนาดเล็ก มีเนื้อนุ่ม ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ควรประมาณร้อยละ 2-4 ไม่ควรอบให้แห้งเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบร่วนและหักได้ง่าย

2.3.2 การผลิตโดยการอัดแป้งไว้ระหว่างแผ่นโลหะ

เป็นวิธีที่นำแป้งที่ผสมแล้วมาวางบนแผ่นโลหะร้อน แล้วกดด้วยแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่ง การกดแผ่นโลหะทำให้เกิดแรงอัดลงบนแป้ง และแรงอัดจะมีมากขึ้นเมื่อน้ำในแผ่นแป้งระเหยกลายเป็นไอแทรกอยู่ในเนื้อแป้งนั้น เมื่อยกแผ่นโลหะบนออก ความดันไอน้ำจะลดลงโดยทันที เนื่องจากได้ดันแป้งที่หลอมละลายให้พองตัวออกไป เมื่อไอน้ำระเหยออกไปหมด และอุณหภูมิของแป้งลดลงจะทำให้แป้งแข็งตัวและรักษารูปทรงไว้ได้ สำหรับการผลิตนี้ควรใช้แรงกด 100-1,000 ตารางนิ้ว หรืออุณหภูมิระหว่าง 150-370 องศาเซลเซียส และกดนาน 1-30 วินาที ส่วนความชื้นที่เหมาะสมคือ ช่วงร้อยละ 8-16

2.3.3 การพองตัวโดยใช้ลมร้อน

เป็นวิธีการใช้ลมร้อนให้พองตัวได้ 1.5-3.5 เท่า โดยก้อนแป้งจะต้องมีความชื้นระหว่างร้อยละ 22-27 โดยนำส่วนผสมที่ปั้นเป็นก้อนใส่ลงในหม้อนึ่งความดัน ด้วยไอน้ำที่ความดัน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 6-30 นาที นำแป้งมานวดและหั่นเป็นแผ่นบางๆ ทำให้ผิวแห้งแข็งโดยใช้ลมเป่าจนกระทั่งความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 16-21 นำมารีดให้เป็นแผ่นบาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 177-400 องศาเซลเซียส นาน 8-35 วินาที ข้าวที่พองตัวแล้วมีความชื้นเหลือร้อยละ 3-7 อาจทำให้ลดลงอีกโดยนำไปอบหรือคั่วที่อุณหภูมิ 107-209 องศาเซลเซียส นาน 2-10 นาที

2.3.4 การพองตัวภายใต้สภาวะสุญญากาศ

เริ่มจากการทำให้ข้าวอยู่ในสภาพที่เหนียวแข็งก่อน แล้วจึงใส่ในตู้สุญญากาศเพื่อให้พองตัว โดยในขั้นแรกเตรียมสารละลายเข้มข้นจากน้ำตาล และขั้นที่สอง เตรียมของผสมของส่วนที่เป็นของแห้ง แล้วนำมาผสมกันทั้งหมด นวดเป็นก้อนเหนียวแข็ง นำไปรีดเป็นแผ่นและทำให้เย็น ตัดเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงในตู้สุญญากาศ โดยวางไว้บนโลหะที่รักษาอุณหภูมิที่ 62 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเดินเครื่องสุญญากาศ และรักษาระดับไว้ที่ 29 นิ้ว แป้งจะพองตัวเป็นก้อนกลมและแห้งสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การพองตัวด้วยไมโครเวฟ

การพองตัวโดยใช้ความร้อนจากไมโครเวฟ น้ำที่ใส่ลงไปนั้นจะต้องกระจายตัวสม่ำเสมอปริมาณความชื้นควรควบคุมในเกณฑ์ร้อยละ 12-26 โดยน้ำหนัก เมื่อนำเข้าเครื่องไมโครเวฟน้ำที่อยู่ในส่วนผสมจะระเหยออกไปทันที และทำให้แป้งพองตัว ถ้าอาหารนั้นอยู่ในสุญญากาศ การพองตัวจะดีขึ้น

2.3.6 การพองตัวโดยใช้เตาอบ

เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับแป้งสุกผงที่ทำจากพืชหัวหรือพืชอื่นๆที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน แป้งที่ใช้ผลิตควรมีค่า granule swelling power มากกว่า 44 การใช้แป้งสุกจะช่วยให้ค่านี้สูงขึ้น ญี่ปุ่นได้นำเอาวิธีนี้ไปทำข้าวเกรียบแซมเบ้ และ อาราเร่ โดยส่วนผสมมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 นำมาตัดเป็นแท่งหรือรูปกลมด้วยเครื่องแรงอัดสูง นำไปอบที่อุณหภูมิ 150-260 องศาเซลเซียส นาน 3-15 นาที

2.3.7 การพองตัวโดยใช้การทอด

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีนี้มีหลายชนิด ข้าวพองในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดี ข้าวเกรียบต่างๆ โดยเมื่อส่วนผสมต่างๆผสมเข้ากันดี มีการจับตัวเป็นก้อนและอัดเป็นรูปร่างได้ นำไปนึ่งให้สุก ลดความชื้นให้เหลือร้อยละ 8 ก่อนนำไปทอดให้พองตัวหรือเก็บไว้ทอดเมื่อต้องการรับประทาน

2.3.8 วิธี Gun puffing

ปัจจุบันเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง เตรียมได้โดยการทำความสะอาดเมล็ด ปรับสภาพความชื้นโดยวิธีการคลุกเคล้ากับน้ำในถังจนมีความชื้น 30-35 % นำมายังหม้อต้มแล้วเติมน้ำตาล เกลือ ไขมัน ทำการต้มด้วยความดัน 20 ปอนด์ต่อตารานิ้ว หลังจากนั้นจึงมาทำให้แห้ง จนมีความชื้น 14-16 % มีลักษณะเป็นเม็ดๆ จากนั้นบรรจุลงในหม้อหรือลำกล้องที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกคล้ายปืนซึ่งมี 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นส่วนให้ความร้อนจากไอน้ำเดือดที่ฉีดผ่านเข้ามาโดยรอบชั้นนอก หรือใช้ความร้อนจากเตาก๊าซโดยตรง เมื่อให้ความร้อนภายในจะมีความดันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึง 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงปล่อยความดันทันทีทันใดที่หัวของลำกล้อง(Puffing gun) ให้สกรูดันเม็ดข้าวจนสุดผ่านหัวอัดออกมาในลักษณะสุกและพองตัว ต่อจากนั้นนำไปทำให้แห้งจนมีความชื้นเหลือเพียง 3% ด้วยการคั่วหรืออังไฟ ทำให้เย็นและบรรจุ จุดสำคัญในการผลิตได้แก่ การป้อนวัตถุดิบจากระดับความดันปกติจนมีความดันสูงในอัตราสม่ำเสมอ การควบคุมเวลาที่ได้รับความดันสูง การควบคุมความดันและอุณหภูมิ ตลอดจนการผ่านวัตถุดิบจากช่วงความดันสูงมายังความดันต่ำ (ปกรณ์พรรณ เผือกสวัสดิ์ , 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ , สารเคมี , อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ข้าวเหนียว กข 6 จากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ช่วงที่เก็บเกี่ยว เดือนพฤศจิกายน ปี2548 (ปริมาณอะไมโลส เท่ากับ 5)

3.1.2 ข้าวเจ้าหอมมะลิ 105 จากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ช่วงที่เก็บเกี่ยว เดือน พฤศจิกายน ปี2548 (ปริมาณ อะไมโลส เท่ากับ 15)

3.1.3 ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี จากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดปทุมธานี ช่วงที่เก็บเกี่ยว เดือนพฤศจิกายน ปี 2548 (ปริมาณอะไมโลส เท่ากับ 24)

3.1.4 ข้าวเจ้าพิษณุโลก จากศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดปทุมธานี ช่วงที่เก็บเกี่ยว เดือนพฤศจิกายน ปี 2548(ปริมาณอะไมโลสเท่ากับ 29)

3.2 สารเคมี

3.2.1 Sodium choride (NaCl) ACS – For analysis .Reagent USP.Code No.479687

3.3 อุปกรณ์การทดลอง

3.3.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง(HR-200, A&D Company Limited . Japan)

3.3.2 Tray dry (Patch รุ่น OV 663 , ญี่ปุ่น)

3.3.3 Microwave Oven กำลังไฟฟ้า 900 watt Toshiba รุ่น ER-A7C(S)

3.3.4 เทอร์โมมิเตอร์ แบบ อินฟาเรด

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมข้าวเปลือกสำหรับการทำให้พอง (ปกรณ์พรรณ เผือกสวัสดิ์, 2543)

การเตรียมข้าวเปลือกสำหรับการทำให้พองนั้น ใช้วิธีการเตรียม คือ เตรียมโดยการแช่น้ำ ซึ่งมีวิธีการเตรียมข้าเปลือกดังนี้

นำข้าวเปลือกทั้ง 4 สายพันธุ์มาล้างทำความสะอาด คัดข้าวส่วนที่เสียออกไป จากนั้นนำข้าวเปลือกที่นำมาล้างทำความสะอาดแล้ว มาแช่น้ำ , น้ำเกลือ 2% (w/v) และน้ำเกลือ 4%(w/v) โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ คือ 1: 2 และน้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส)จากนั้นนำไปปรับความชื้นภายในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นที่ระดับต่างๆกัน เก็บข้าวเปลือกไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ภาพที่9 ภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมข้าวเปลือกสำหรับการทำให้พองโดยการแช่น้ำ

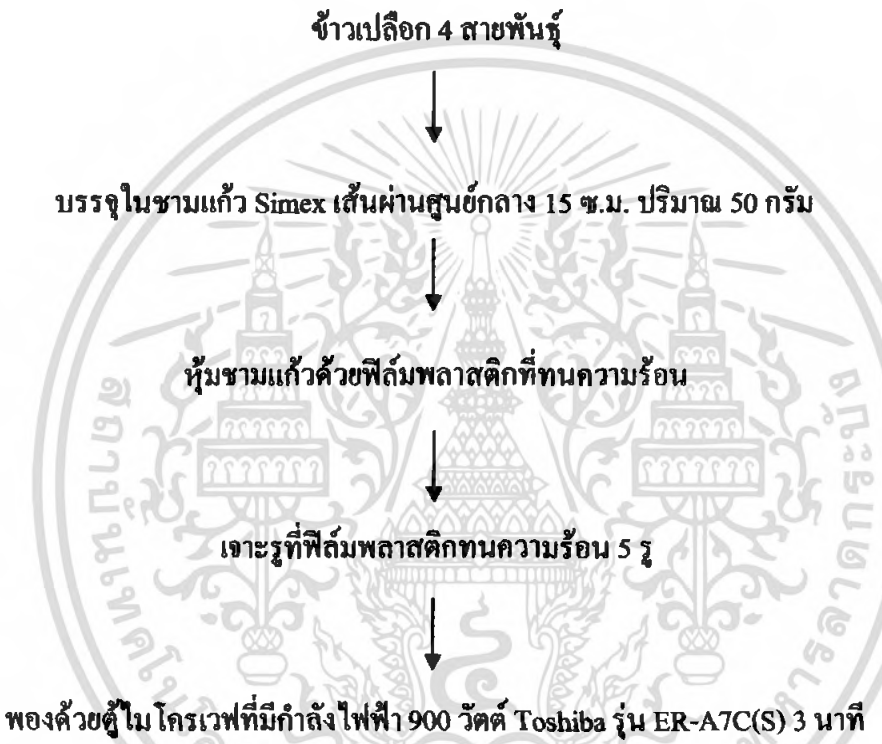
ที่มา : ดัดแปลงจาก ปกรณ์พรรณ., 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97122

3.5.2 การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ

นำข้าวเปลือก 4 สายพันธุ์ที่ผ่านการปรับความชื้นที่ต้องการแล้วเก็บไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทมาพอง โดยใส่ในถ้วยแก้ว ยี่ห้อ SIMAX เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร คลุมด้วยพลาสติกทนความร้อน เจาะรูประมาณ 5 รู ใส่ในตู้ไมโครเวฟที่มีกำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ ใช้เวลาในการพอง 3 นาที และปริมาณข้าวเปลือกต่อถาด 50 กรัม



ภาพที่10 ภาพแสดงขั้นตอนการพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ
ที่มา : ดัดแปลงจาก ปกรณ์พรรณ., 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของข้าวพองที่ได้จากการพองตัวด้วยไมโครเวฟ ทางเคมีกายภาพ

3.5.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.5.3.1.1 ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ

การวิเคราะห์ความชื้นของข้าวพองใช้วิธีการหาความชื้นด้วยตู้อบ โดยการนำข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมาหาค่าความชื้น แล้วเปรียบเทียบค่าความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟว่ามีความสัมพันธ์กับ ปริมาณอะไมโลส ปริมาณความชื้น และ ความเข้มข้นของสารละลายเกลืออย่างไร

3.5.3.2 การตรวจสอบทางกายภาพ

3.5.3.2.1 การจำแนกประเภทและคำนวณเปอร์เซ็นต์ yield

อาศัยความสามารถในการพองตัว ภายหลังผ่านการทำให้พองด้วยไมโครเวฟ โดยการนำข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ มาทำการแยกเปลือกและเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่พองออก จากนั้นนำข้าวพองที่ได้แยกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เมล็ดข้าวพองที่บานน้อย บานปานกลาง และ บานมาก จากนั้นนำมาคำนวณค่า % puffing yield โดยแบ่งเป็น 4 ค่าดังนี้

% Total Puffing yield

% Fully Puffing yield (บานมาก)

% Medium Puffing yield (บานปานกลาง)

% Small Puffing yield (บานน้อย)

โดยที่ค่า % Total Puffing yield ได้มาจาก ค่า % Fully Puffing yield , % Medium Puffing yield และ % Small Puffing yield รวมกัน

3.5.3.2.2 การคำนวณหาอัตราส่วนการพองตัว (Volume Expansion ratio)

ทำการวัดปริมาตรข้าวเปลือกทั้งก่อนการทำให้พองและหลังการทำพองด้วยไมโครเวฟ โดยการวัดปริมาตรทำได้โดยการแทนที่เมล็ดแมงลัก

3.5.3.2.3 การวัดอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ

ทำได้โดยนำข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมาวัดอุณหภูมิทันทีโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดในการวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในการทดลองจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment) 3x 5 ในการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(RCBD)โดยที่ใช้พันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 4 สายพันธุ์เป็นบล็อก โดยปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 : ความชื้นที่เหมาะสมของข้าวเปลือกก่อน การทำให้พองตัว มี 5 ระดับ คือ 13 ,16 , 19 , 22 และ 25 %

ปัจจัยที่ 2 : ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ NaCl ที่ใช้ในการแช่ข้าวเปลือก มี 3 ระดับ คือ 0 , 2 และ 4%

นำข้อมูล % Total puffing yield , ค่า Volume Expansion ratio , อุณหภูมิของข้าวพองหลังจากการพองด้วยไมโครเวฟ และ ความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากการพองด้วยไมโครเวฟ มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยทั้งสองที่มีต่อ Total puffing yield , ค่า Volume Expansion ratio , อุณหภูมิของข้าวพองหลังจากการพองด้วยไมโครเวฟ และ ความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากการพองด้วยไมโครเวฟ ของข้าวที่พองตัวด้วยไมโครเวฟทั้ง 4 สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลง % Total puffing yield ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

จากการทดลอง การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และความชื้นของข้าวเปลือกที่ระดับต่างๆกัน พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง%Total Puffing yield กับ %Amylose มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกัน คือ เมื่อปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น %Total Puffing yield จะมีค่าลดต่ำลง

เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ระดับต่างๆกันนั้นพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง %Total Puffing yield กับ ความเข้มข้นของสารละลายเกลือนั้น มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกันเช่นเดียวกับ %Amyloseคือ เมื่อ ความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มมากขึ้น %Total Puffing yield จะมีค่ามากขึ้นด้วย แต่จะมีค่ามากที่สุดที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือเท่ากับ 2 %

เมื่อพิจารณาที่ % ความชื้นของข้าวเปลือกพบว่าความชื้นที่ทำให้ค่า %Total Puffing yield มีค่ามากที่สุด อยู่ในช่วง 19 – 22 % ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 2 และ 4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตารางแสดง % Total puffing yield ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%Total Puffing yield
0	29	13	12.87
0	29	16	8.56
0	29	19	12.39
0	29	22	12.3
0	29	25	5.22
0	24	13	4.41
0	24	16	6.29
0	24	19	7
0	24	22	7.69
0	24	25	6.68
0	15	13	10.01
0	15	16	10.78
0	15	19	14.54
0	15	22	13.57
0	15	25	11.99
0	5	13	16.6
0	5	16	13.61
0	5	19	17.88
0	5	22	13.91
0	5	25	11.89
2	29	13	5.63
2	29	16	9.52
2	29	19	13.47
2	29	22	15.28
2	29	25	12.01

(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%Total Puffing yield
2	24	13	5.55
2	24	16	11.26
2	24	19	26.17
2	24	22	27.18
2	24	25	11.42
2	15	13	12.62
2	15	16	12.33
2	15	19	18.36
2	15	22	22.83
2	15	25	21.21
2	5	13	13.58
2	5	16	19.89
2	5	19	33
2	5	22	43.89
2	5	25	33.77
4	29	13	4.67
4	29	16	6.61
4	29	19	11.97
4	29	22	10.4
4	29	25	9.54
4	24	13	13.25
4	24	16	11.82
4	24	19	13.3
4	24	22	12.58
4	24	25	10.06
4	15	13	17.08
4	15	16	19.18

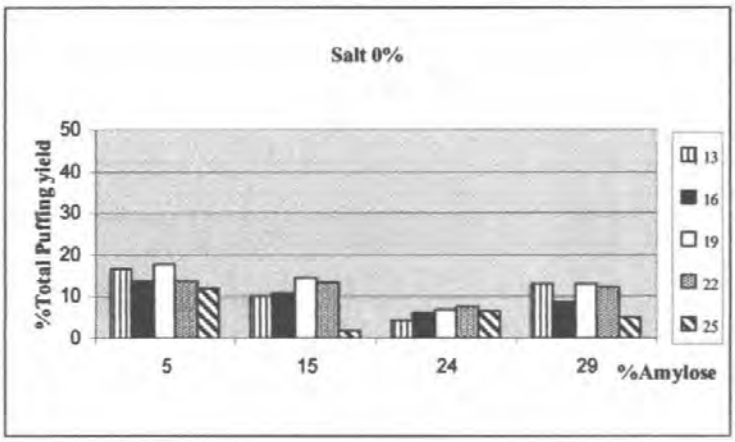
(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

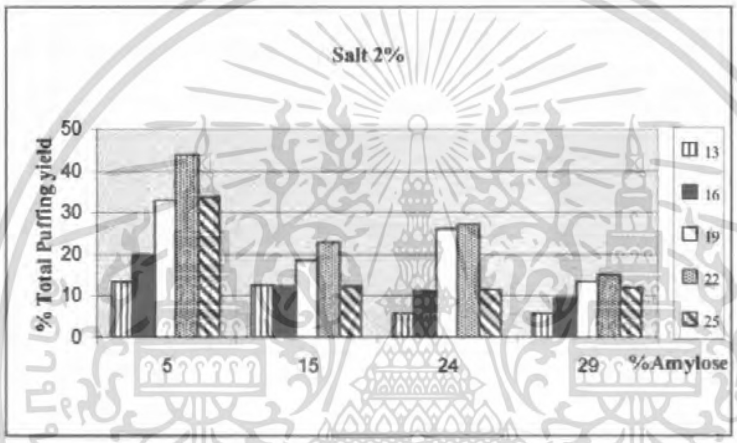
ตารางที่ 5 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%Total Puffing yield
4	15	19	22.32
4	15	22	17.19
4	15	25	16.45
4	5	13	30.68
4	5	16	35.45
4	5	19	42.1
4	5	22	34.44
4	5	25	22.84

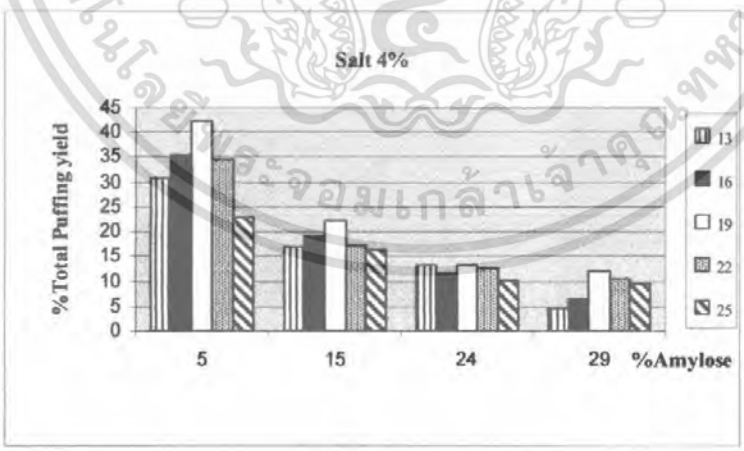
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



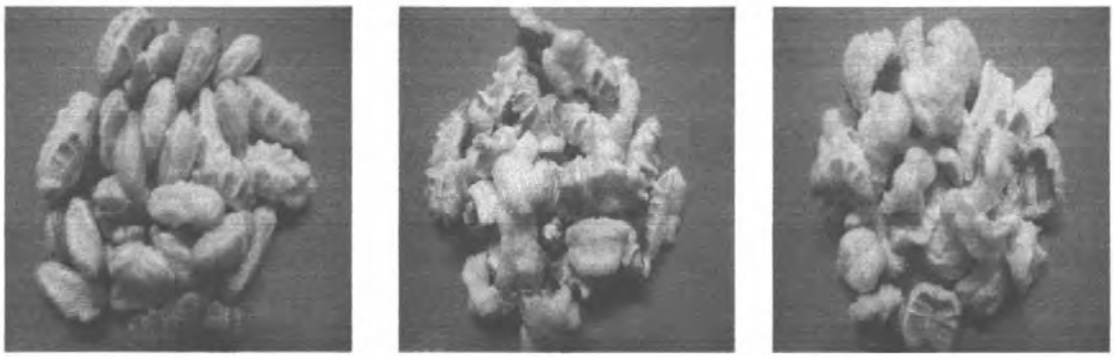
(2)



(3)

ภาพที่11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % Total Puffing yield % Amylose และความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2%(2) และ 4%(3)

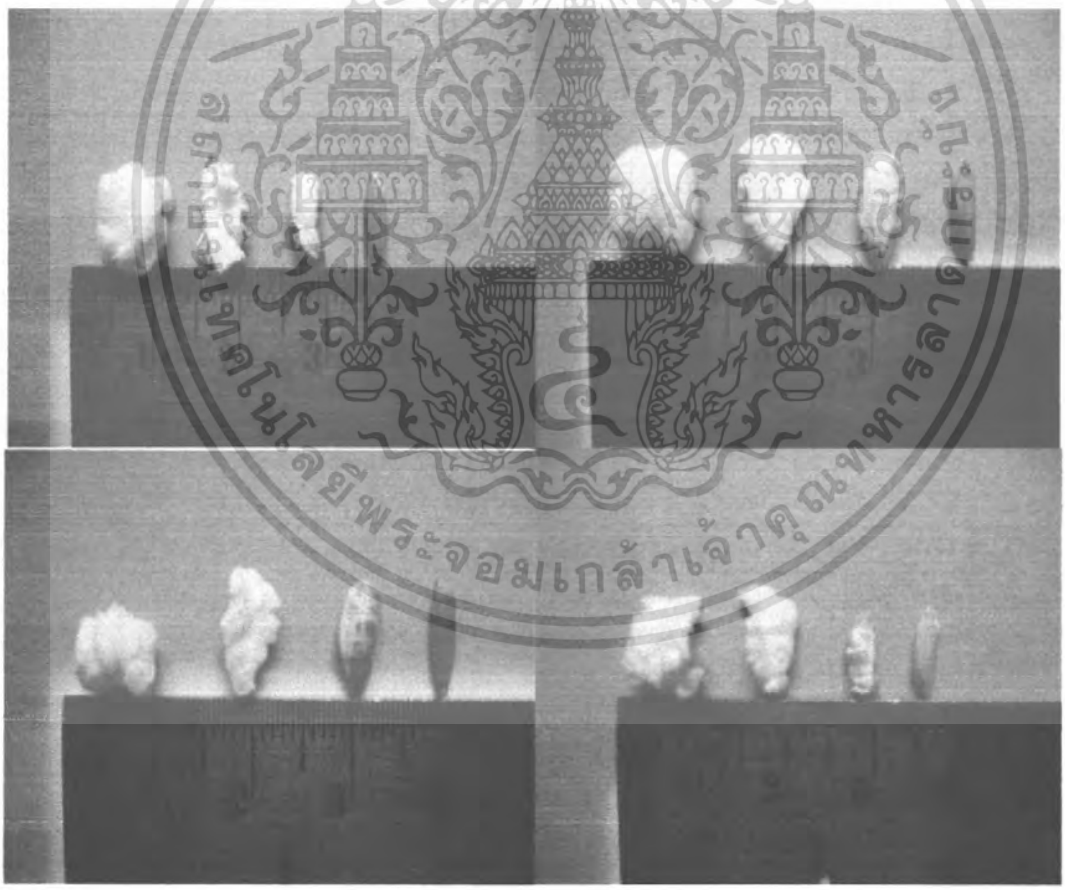
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) (2) (3)

ภาพที่12 ภาพแสดงการคัดแยกของข้าวเปลือกที่พองตัวด้วยไมโครเวฟ แบ่งเป็น เมล็ดข้าวพองที่บ้านน้อย(1) เมล็ดข้าวพองที่บานปานกลาง(2) และ เมล็ดข้าวพองที่บานมาก(3)

(ก) (ข)



(ค) (ง)

ภาพที่13 ภาพแสดงการพองของข้าวด้วยไมโครเวฟแยกตามสายพันธุ์ แบ่งเป็น ข้าวเจ้าหอมมะลิ 105(ก) ข้าวเหนียว กข 6 (ข) ข้าวสุพรรณบุรี (ค) และข้าวพิษณุโลก(ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของการเปลี่ยนแปลง Volume Expansion ratio ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

จากการทดลอง การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และความชื้นของข้าวเปลือกที่ระดับต่างๆกัน พบว่าเมื่อพิจารณาที่ค่า Volume Expansion ratio ของเมล็ดบานน้อยและบานปานกลาง พบว่าทุกๆสภาวะที่ทำการทดลอง ค่า Volume Expansion ratioของเมล็ดบานน้อยมีค่าน้อยและเกือบเท่ากันทุกสภาวะที่ทำการทดลอง แต่เมื่อเปรียบเทียบกันในทุกประเภทของข้าวพองพบว่า ค่า Volume Expansion ratio ของเมล็ดบานมากจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากในทุกสภาวะการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี เนื่องจากเมล็ดข้าวพองที่บานมากเกิดจากเมล็ดข้าวพองมีความสามารถในการขยายตัวได้มากจึงทำให้มีค่า Volume Expansion ratioมากขึ้นไปด้วย ในทางตรงกันข้าม เมล็ดข้าวพองที่บานน้อย จะมีความสามารถในการขยายตัวได้น้อย ซึ่งอาจจะเกิดมาจากหลายปัจจัย เช่น ปริมาณความชื้น ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ และปริมาณอะไมโลส ทำให้เมล็ดข้าวพองที่บานน้อยจึงมีค่า Volume Expansion ratio น้อยลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ตารางแสดงค่า VolumeExpansion ratio ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	Volume Expansion ratio Small puff	Volume Expansion ratio Medium puffed	Volume Expansion ratio Fully puffed
0	29	13	0.0204	0.0796	0.03608
0	29	16	0.0091	0.0292	0.3137
0	29	19	0.0086	0.046	0.4758
0	29	22	0.002	0.058	0.4895
0	29	25	0.005	0.0796	0.0755
0	24	13	0.0046	0.0347	0.1303
0	24	16	0.0155	0.0624	0.1217
0	24	19	0.0111	0.076	0.1555
0	24	22	0.0065	0.031	0.2843
0	24	25	0.0042	0.0252	0.2597
0	15	13	0.00467	0.12968	0.40105
0	15	16	0.00556	0.0823	0.4179
0	15	19	0.0057	0.0923	0.6153
0	15	22	0.031	0.1851	0.0993
0	15	25	0.0517	0.0177	0.0117
0	5	13	0.07549	0.01861	0.38455
0	5	16	0.00729	0.03312	0.39256
0	5	19	0.01702	0.13623	0.27269
0	5	22	0.0688	0.0289	0.2774
0	5	25	0.0102	0.0134	0.3723
2	29	13	0.0037	0.0084	0.2381
2	29	16	0.01	0.05	0.3025
2	29	19	0.0046	0.0613	0.5254
2	29	22	0.0059	0.0622	0.6062
2	29	25	0.0173	0.0543	0.386

(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	Volume Expansion ratio Small puff	Volume Expansion ratio Medium puffed	Volume Expansion ratio Fully puffed
2	24	13	0.0122	0.0377	0.1428
2	24	16	0.0141	0.1028	0.2988
2	24	19	0.0493	0.1551	0.7606
2	24	22	0.0119	0.1489	0.7531
2	24	25	0.0278	0.1484	0.1591
2	15	13	0.0121	0.11167	0.3876
2	15	16	0.0077	0.0654	0.5061
2	15	19	0.0145	0.2246	0.5161
2	15	22	0.03678	0.69045	0.26278
2	15	25	0.01748	1.02004	0.08659
2	5	13	0.0166	0.0301	0.3784
2	5	16	0.02564	0.05922	0.51406
2	5	19	0.019	0.0726	0.789
2	5	22	0.11565	0.21676	0.79307
2	5	25	0.0216	0.1548	0.7855
4	29	13	0.0084	0.0219	0.1384
4	29	16	0.0094	0.0549	0.1648
4	29	19	0.0101	0.0358	0.4656
4	29	22	0.0099	0.0698	0.322
4	29	25	0.0091	0.0943	0.2365
4	24	13	0.0351	0.1096	0.2816
4	24	16	0.07116	0.05427	0.13196
4	24	19	0.0121	0.0805	0.4466
4	24	22	0.0114	0.07769	0.41475
4	24	25	0.00473	0.02942	0.40898

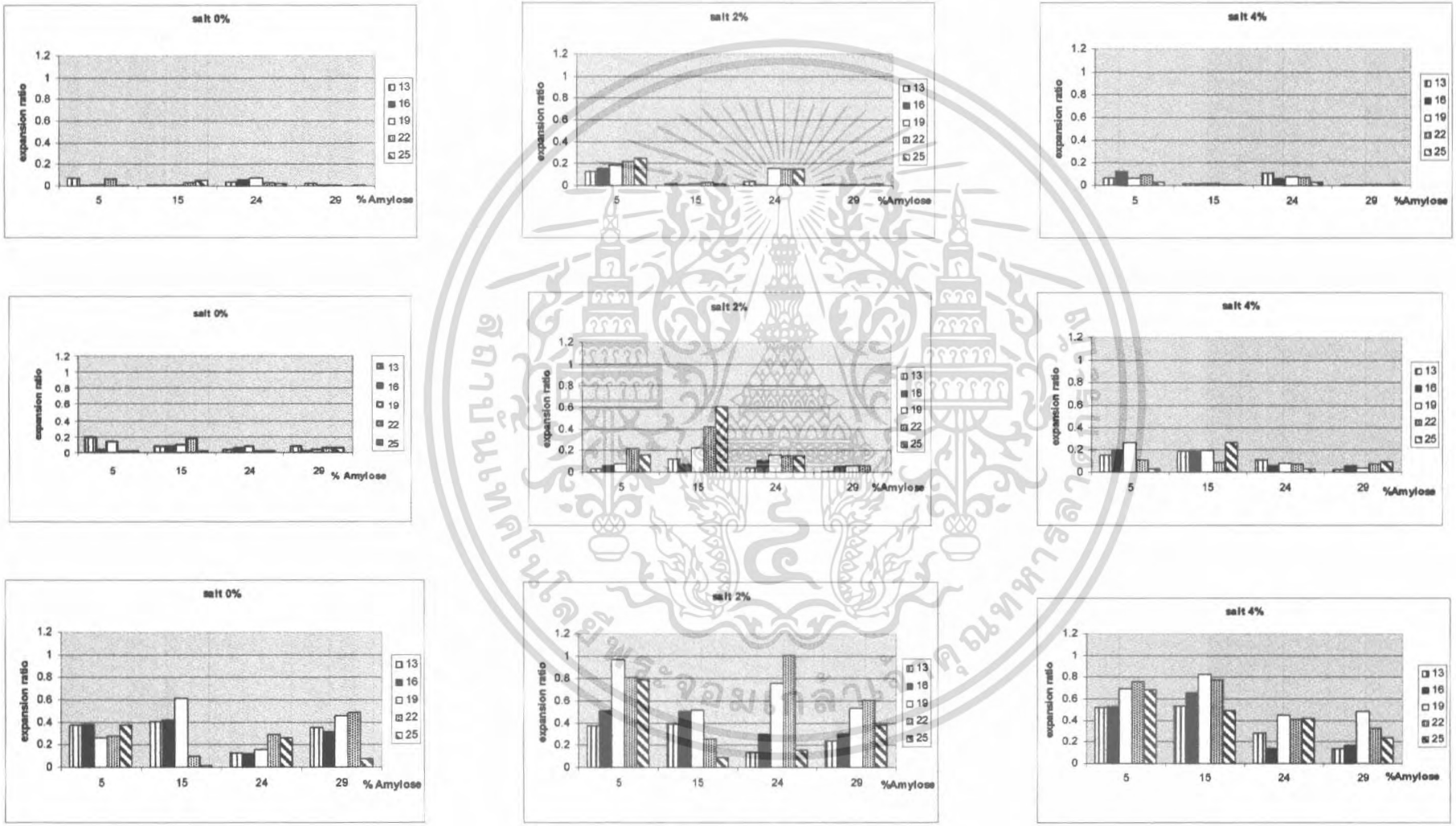
(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	Volume Expansion ratio Small puff	Volume Expansion ratio Medium puffed	Volume Expansion ratio Fully puffed
4	15	13	0.01882	0.25437	0.53162
4	15	16	0.0111	0.1903	0.6599
4	15	19	0.0114	0.196	0.8067
4	15	22	0.0088	0.12883	0.76522
4	15	25	0.00541	0.46014	0.46023
4	5	13	0.06592	0.15761	0.57271
4	5	16	0.12884	0.19166	0.52179
4	5	19	0.07674	0.2668	0.69255
4	5	22	0.0928	0.1121	0.7597
4	5	25	0.0267	0.0307	0.6976

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) (2) (3)

ภาพที่14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Volume Expansion ratio ของเมล็ดบาน % Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)

4.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

จากการทดลอง การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และความชื้นของข้าวเปลือกที่ระดับต่างๆกัน เมื่อพิจารณาที่ปริมาณ อะไมโลส และ อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองนี้ เนื่องจากเมื่อปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาที่ความชื้นของข้าวเปลือกกับอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟพบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรตรงกันเนื่องจากเมื่อความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มมากขึ้น จะทำให้อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือกับอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ พบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรตรงกันเนื่องจาก เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟที่มากขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับค่าของ % Total puffing yield เนื่องจากเมื่อเติมสารละลายเกลือลงไปจะช่วยให้ข้าวเปลือกได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น ข้าวเปลือกจะสามารถพองตัวเป็นข้าวพองได้มากขึ้น ส่งผลให้ % Total puffing yield มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ตารางแสดงอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
0	29	13	134
0	29	16	158.33
0	29	19	165.25
0	29	22	169.67
0	29	25	174
0	24	13	134
0	24	16	158.33
0	24	19	163
0	24	22	169.67
0	24	25	175.67
0	15	13	139
0	15	16	153.33
0	15	19	162.33
0	15	22	167.75
0	15	25	174.67
0	5	13	138
0	5	16	154
0	5	19	165.33
0	5	22	165.5
0	5	25	176.5
2	29	13	164
2	29	16	169
2	29	19	176
2	29	22	184
2	29	25	193.75

(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
2	24	13	165
2	24	19	174
2	24	22	184
2	24	25	195.5
2	15	13	159.33
2	15	16	160.75
2	15	19	167.67
2	15	22	173
2	15	25	184
2	5	13	160.33
2	5	16	163.33
2	5	19	169.33
2	5	22	177.33
2	5	25	185.67
4	29	13	158
4	29	16	162
4	29	19	173
4	29	22	180
4	29	25	191
4	24	13	158
4	24	16	161
4	24	19	170
4	24	22	182
4	24	25	194

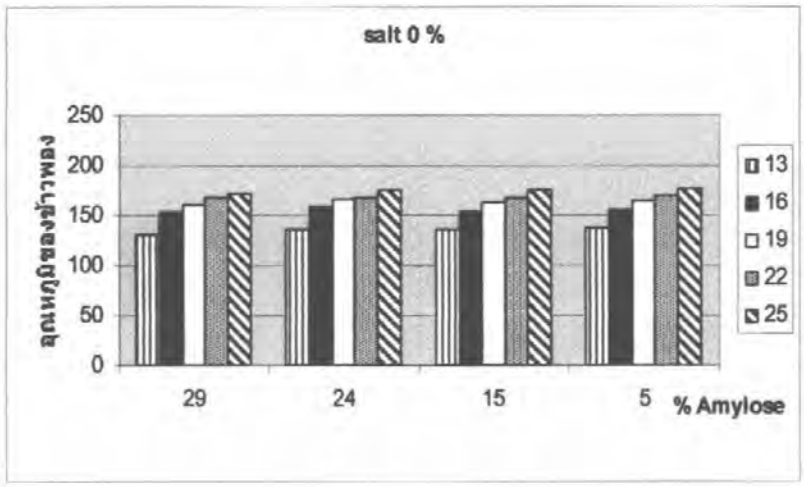
(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

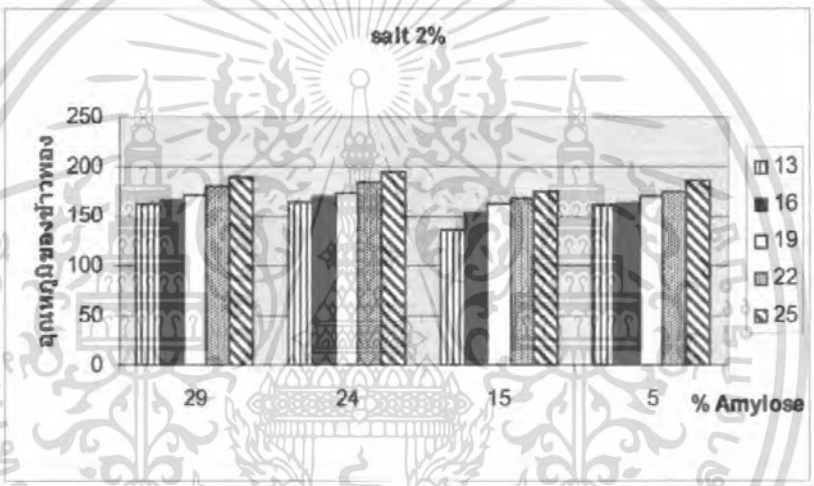
ตารางที่ 7 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	อุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
4	15	13	160
4	15	16	169.67
4	15	19	174
4	15	22	180
4	15	25	189
4	5	16	169
4	5	19	172
4	5	22	178
4	5	25	186.33

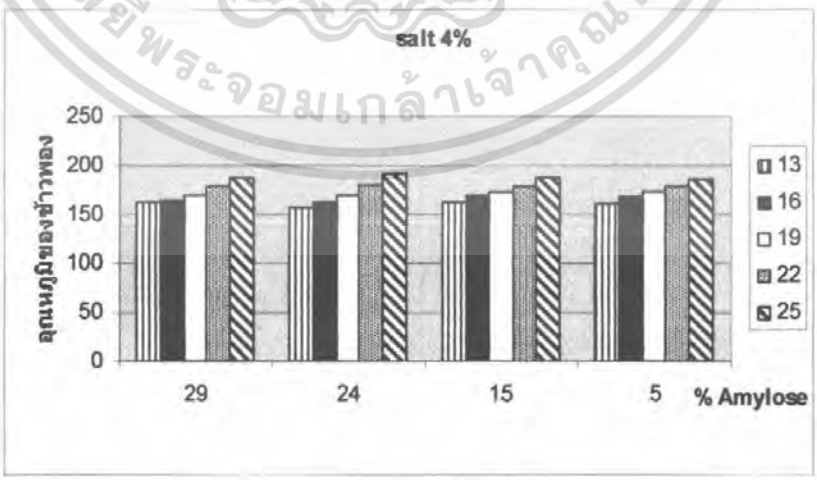
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



(2)



(3)

ภาพที่15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ % Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการเปลี่ยนแปลง%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือ ปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

จากการทดลอง การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลสและความชื้นของข้าวเปลือกที่ระดับต่างๆกัน เมื่อพิจารณาที่ปริมาณ อะไมโลส และ%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองนี้ เนื่องจากเมื่อปริมาณอะไมโลสเพิ่มขึ้น %ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาที่ความชื้นของข้าวเปลือกกับ%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟพบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรตรงกันเนื่องจากเมื่อ %ความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ %ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือกับอุณหภูมิของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ พบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกันเนื่องจาก เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเกลือเพิ่มมากขึ้นจะทำให้%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าต่ำลงด้วย โดยพบว่า%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าต่ำสุดที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ เท่ากับ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ตารางแสดง %ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ ที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายเกลือปริมาณอะไมโลส และ ความชื้นของข้าวเปลือกในทุกๆระดับ

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%total yield	%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
0	29	13	12.87	5.95
0	29	16	8.56	6.40
0	29	19	12.39	7.40
0	29	22	12.3	8.16
0	29	25	5.22	8.66
0	24	13	4.41	6.02
0	24	16	6.29	6.34
0	24	19	7	6.74
0	24	22	7.69	7.19
0	24	25	6.68	8.30
0	15	13	10.01	4.99
0	15	16	10.78	5.95
0	15	19	14.54	6.21
0	15	22	13.57	6.39
0	15	25	11.99	7.68
0	5	13	16.6	5.25
0	5	16	13.61	6.17
0	5	19	17.88	6.84
0	5	22	13.91	7.81
0	5	25	11.89	10.50
2	29	13	5.63	3.58
2	29	16	9.52	4.51
2	29	19	13.47	4.90
2	29	22	15.28	5.64
2	29	25	12.01	4.12

(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%total yield	%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
2	24	13	5.55	2.34
2	24	16	11.26	2.97
2	24	19	26.17	5.45
2	24	22	27.18	6.13
2	24	25	11.42	6.81
2	15	13	12.62	3.42
2	15	16	12.33	4.34
2	15	19	18.36	4.64
2	15	22	22.83	7.15
2	15	25	21.21	8.99
2	5	13	13.58	4.14
2	5	16	19.89	4.65
2	5	19	33	5.29
2	5	22	43.89	5.67
2	5	25	33.77	6.84
4	29	13	4.67	3.72
4	29	16	6.61	4.10
4	29	19	11.97	4.84
4	29	22	10.4	5.24
4	29	25	9.54	6.32
4	24	13	13.25	4.62
4	24	16	11.82	5.06
4	24	19	13.3	5.58
4	24	22	12.58	5.98
4	24	25	10.06	7.90

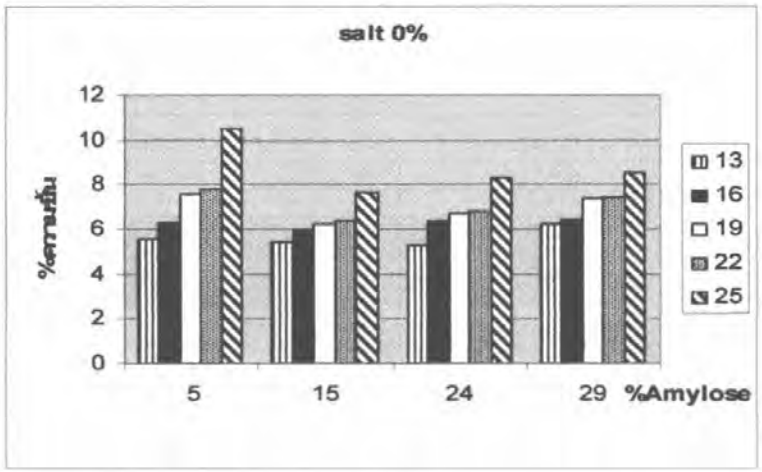
(มีต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

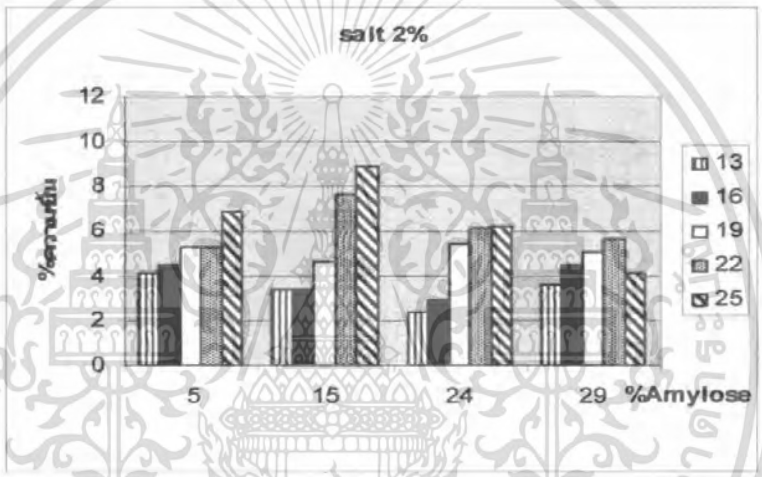
ตารางที่8 (ต่อ)

%Salt	%Amylose	%Moisture Content	%total yield	%ความชื้นของข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ
4	15	13	17.08	4.60
4	15	16	19.18	5.27
4	15	19	22.32	6.33
4	15	22	17.19	7.19
4	15	25	16.45	8.70
4	5	13	30.68	5.54
4	5	16	35.45	6.17
4	5	19	42.1	6.03
4	5	22	34.44	7.23
4	5	25	22.84	8.98

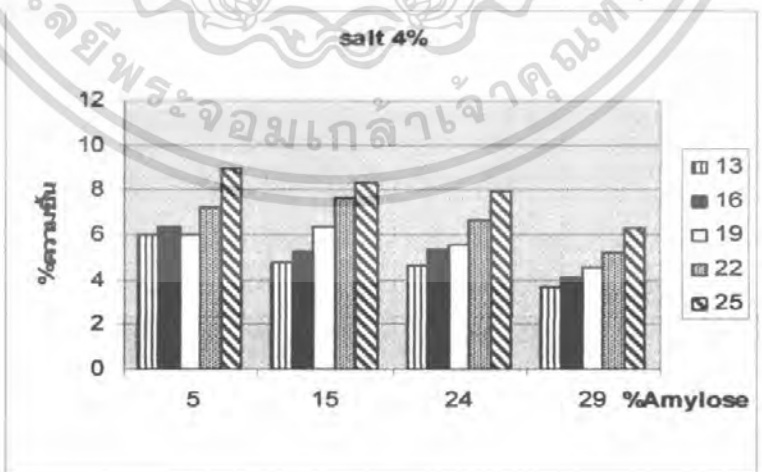
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1)



(2)



(3)

ภาพที่16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง%ความชื้นข้าวพองที่ผ่านการพองด้วยไมโครเวฟ % Amyloseและความชื้นของข้าวเปลือก ที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0% (1) 2% (2) และ 4%(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ตารางแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยในการทดลองและผลการทดลอง

	% Total yield	% ความชื้นผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์	Volume Expansion ratio ของข้าวพองที่บานมาก	Volume Expansion ratio ของข้าวพองที่บานปานกลาง	Volume Expansion ratio ของข้าวพองที่บานน้อย
%Amylose	- 0.648*	- 0.230^{ns}	0.079^{ns}	-0.389^{ns}	-0.204^{ns}	- 0.507*
%Moisture content (ความชื้นข้าวเปลือก)	0.156^{ns}	0.716*	0.823*	0.108^{ns}	0.196^{ns}	-0.025^{ns}
% Salt	0.323^{ns}	- 0.240^{ns}	0.409^{ns}	0.331^{ns}	0.159^{ns}	0.182^{ns}

จากตาราง แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้ เมื่อพิจารณาที่ %Amylose พบว่า %Amylose มีความสัมพันธ์กับ % Total yield อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงลบ ($p < 0.05$)คือเมื่อ%Amylose เพิ่มมากขึ้นจะทำให้% Total yield ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และ%Amylose มีความสัมพันธ์กับVolume Expansion ratioของผลิตภัณฑ์ที่บานน้อยอย่างมีนัยสำคัญในเชิงลบ คือเมื่อ%Amylose เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ Volume Expansion ratioของผลิตภัณฑ์ที่บานน้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาที่ %ความชื้นของข้าวเปลือก พบว่า%Moisture content(ความชื้นข้าวเปลือก)มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก($p < 0.05$)คือเมื่อ %Moisture content(ความชื้นข้าวเปลือก) เพิ่มมากขึ้น ปัจจัยกับผลการทดลองอื่นๆที่มีความสัมพันธ์แบบไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากการทดลองที่ทำนี้ ใช้กำลังวัตต์ เวลา และ ปริมาณต่อถาดเพียงค่าเดียวเท่านั้น ทำให้ผลที่ได้อาจไม่มากพอที่จะสามารถทำให้เกิดความแตกต่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ปกรณ์พรรณ เผือกสวัสดิ์. 2545. **กระบวนการผลิตข้าวพองด้วยไมโครเวฟเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์กราโนลาบาร์.** ในวิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 4-7 .

วิไล รังสาดทอง. 2547. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.**ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า 325-327

วุฒิชัย นาดรักษา. 2535. **เทคโนโลยีธัญพืช.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: หน้า 13-15.

"ข้าวเหนียว กข6".(ออนไลน์) .เข้าถึงได้จาก :
http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a1/rice_xx203_ricebreed_RD6.html

"ข้าวดอกมะลิ 105".(ออนไลน์) .เข้าถึงได้จาก :
http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a1/rice_xx203_ricebreed_Khao_Dawk_Mali_105.htm

"ข้าวพิษณุโลก 2".(ออนไลน์) .เข้าถึงได้จาก :
http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a2/rice_xx203_ricebreed_Phitsanulok_2.html

"ข้าวสุพรรณบุรี 60".(ออนไลน์) .เข้าถึงได้จาก :
http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_002/a2/rice_xx203_ricebreed_Suphan_Buri_60.html

"เมล็ดข้าว".(ออนไลน์) . เข้าถึงได้จาก : http//:www.riceweb.org/Plant.htm

"แป้ง". (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.promma.ac.th/chemistry/Biomolecule/Biomolecule033.htm

Gokmen, S., 2004. **" Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn"** . Journal of Food Engineering 65 : 357 - 362

Hoke, K., Housova, J., & Houska, M., 2005 . **" Optimum conditions of rice puffing – Review".** Czech Journal Food Science 23 : 1-11

Mariotti, M., Alamprese, C., Pagani, M.A., Lucisano, M., 2006. **"Effect of puffing on ultrastructure and physical characteristics" .** Journal of Cereal Science 43 : 47–56.

Singh, J., & Singh N., 1999 . **" Effect of different ingredients and microwave power o popping characteristics of popcorn ".** Journal of Food Engineering 42 : 161 - 165

Villareal, C.P. and Juliano, B.O. 1987. **"Varietal difference in quality characteristics of puffed rice".** Cereal Chem. 64 : 337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การเตรียมสารละลาย

ก.1 การเตรียมสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้น 2 และ 4% (w/v)

วิธีการเตรียมสาร

1. ชั่งเกลือ NaCl ปริมาณ 20 กรัม หรือ 40 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
2. ละลายเกลือ NaCl ที่ชั่งมาในบีกเกอร์จนเกลือ NaCl ละลายหมด
3. ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร
4. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร เท่ากับ 1000 มิลลิลิตร
5. นำสารละลายที่ได้ไปใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

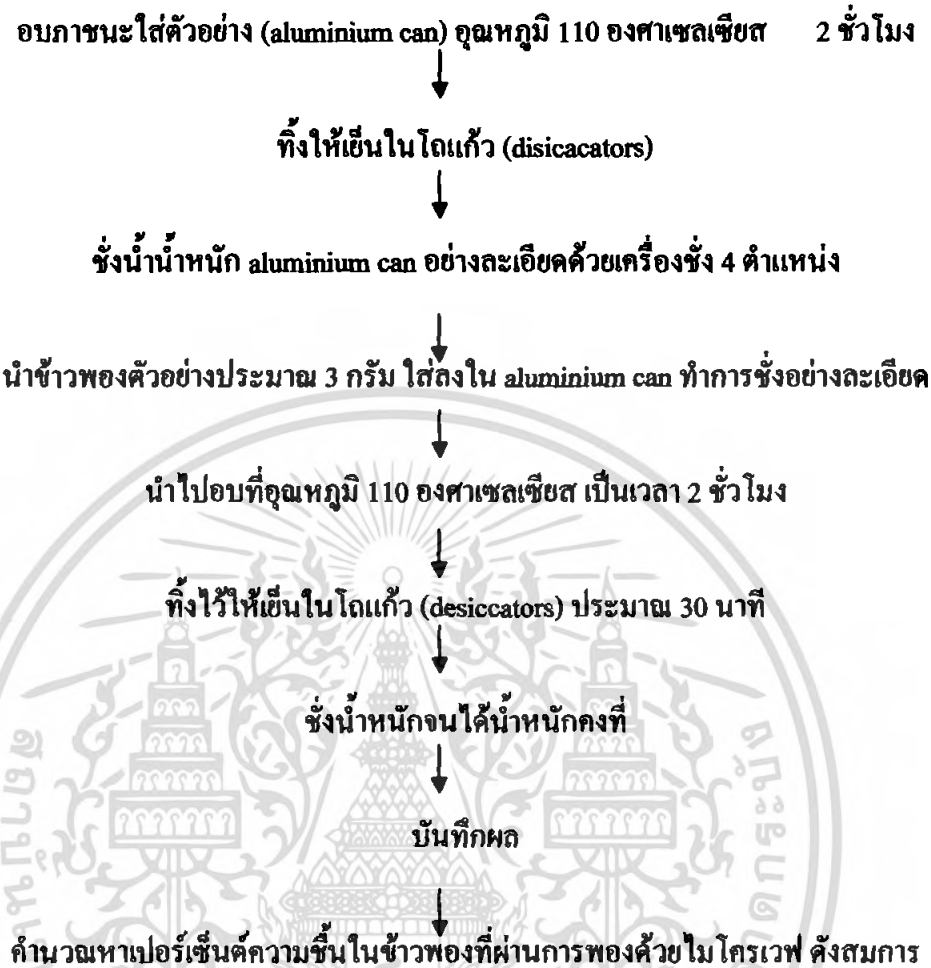
ภาคผนวก ข.

การเตรียมตัวอย่างและการตรวจสอบทางเคมีกายภาพ

ข.1. การแช่ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2. การหาความชื้นด้วยตู้อบ



$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวพองหลังอบ} - \text{น้ำหนักข้าวพองก่อนอบ}}{\text{น้ำหนักข้าวพองก่อนอบ}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3. การพองข้าวเปลือกด้วยไมโครเวฟ Toshiba รุ่น ER-A7C(S)

เลือกข้าวเปลือกที่ได้ความชื้นตามที่ต้องการ(13,16,19,22 และ 25%)ทั้ง 4 สายพันธุ์

↓

บรรจุในชามแก้ว Simax เส้นผ่านศูนย์กลาง12 นิ้ว ปริมาณ 50 กรัม/ถาด

↓

หุ้มชามแก้วด้วยฟิล์มพลาสติกที่ทนความร้อน

↓

เจาะรูที่ฟิล์มพลาสติกทนความร้อน 5 รู

↓

พองด้วยตู้ไมโครเวฟที่มีกำลังไฟฟ้า 900 วัตต์ 3 นาที

ข.4. การวัดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์

วัดอุณหภูมิทันทีด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟาเรดที่ออกจากตู้อบไมโครเวฟ 5 จุดด้วยกัน (ที่มุมทั้ง 4 ด้าน ตรงกลาง 1 จุด)

ข.5. การหาค่า %puffing yield

แยกข้าวพองแล้วนำไปชั่งน้ำหนักโดยแบ่งออกเป็น

- Fully Puffing yield(บานมาก)
- Medium Puffing yield (บานปานกลาง)
- Small Puffing yield (บานน้อย)

$$\text{คำนวณ \% puffing yield} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของข้าวพอง(g)}}{\text{น้ำหนักแห้งของข้าวเปลือก(g)}} \times 100$$

โดย % Total puffing yield = % Fully Puffing yield+ % Medium Puffing yield

+% Small Puffing yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช.6. การหาปริมาตรข้าวพองด้วยวิธีแทนที่ด้วยเมล็ดแมงลัก

การหาปริมาตรข้าวพองโดยการแทนที่เมล็ดแมงลัก สามารถหาได้ตามวิธีของ มาลี (2543) ดังนี้

1.ใส่เมล็ดแมงลักลงในอะลูมิเนียมสำหรับอบขนม เคาะให้แน่น ใช้ไม่บรรทัดปานส่วนที่เกินออกเก็บเมล็ดแมงลักที่อยู่ในภาชนะไว้ใช้ในข้อต่อไป

2. ใส่เมล็ดแมงลักในภาชนะสลับกับข้าวพองที่ละชั้นจนหมด เคาะให้แน่นปาดด้วยไม้บรรทัด วัดปริมาตรเมล็ดแมงลักส่วนที่เกินด้วยกระบอกตวง ค่าที่ได้จะเป็นปริมาตรของข้าวพองที่ต้องการวัด

ค่า Volume Expansion Ratio คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Volume Expansion Ratio} = \frac{\text{ปริมาตรข้าวพอง(ml)}}{\text{ปริมาตรข้าวเปลือก (ml)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิศาชล สงทอง เกิดวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ เมื่อปี พ.ศ. 2545 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ในปี พ.ศ. 2546

นางสาวศศิธร มุกูลเอื้ออำรุง เกิดวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียน พระโขนงพิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2544 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ในปี พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตข้าวพองด้วยไมโครเวฟ พบว่า สภาวะที่ใช้สายพันธุ์ข้าวคือ ข้าวเหนียว กข6 ความชื้นของข้าวเปลือก 22 % ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 2% จะให้ค่า % Total Puffing yield สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 44.53 % สภาวะที่ใช้สายพันธุ์ข้าวคือ ข้าวเหนียว กข6 ความชื้นของข้าวเปลือก 25 % ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 0% จะให้ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากการพองตัวด้วยไมโครเวฟมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ10.5%สภาวะที่ใช้สายพันธุ์ข้าวคือ ข้าวเหนียว กข6 ความชื้นของข้าวเปลือก 16และ ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 4%จะให้ค่า Volume Expansion ratioของเมล็ดข้าวพองที่บานน้อยมีค่ามากสุดเท่ากับ 0.129 สภาวะที่ใช้สายพันธุ์ข้าวหอมมะลิ ความชื้นของข้าวเปลือก 25 %และ ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 2% จะให้ค่า Volume Expansion ratioของเมล็ดข้าวพองที่บานปานกลางมีค่ามากสุดเท่ากับ1.02 และสภาวะที่ใช้สายพันธุ์ข้าวเหนียว กข 6 ความชื้นของข้าวเปลือก 22 %และ ที่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือ 2%จะให้ค่า Volume Expansion ratioของเมล็ดข้าวพองที่บานมากมีค่ามากสุดเท่ากับ0.8134

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่สูงขึ้นมีผลทำให้ % Total Puffing yield , อุณหภูมิของข้าวพองหลังจากผ่านการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าสูงขึ้นโดยในทางกลับกันความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่มากขึ้นจะทำให้ความชื้นของข้าวพองหลังจากการพองด้วยไมโครเวฟมีค่าต่ำลงกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้