สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

("JASMINE" BROWN RICE FLAKES)

นางสาวนฤมล ประตูแก้ว รหัสนักศึกษา 47040158

นางสาวสุธารัตน์ บุญญภิญโญ รหัสนักศึกษา 47040181

มพ.
น 276ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85433
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12009945
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

("JASMINE" BROWN RICE FLAKES)

จัดทำโดย

นางสาวนฤมล ประตูแก้ว รหัสนักศึกษา 47040158

นางสาวสุธารัตน์ บุญญภิญโญ รหัสนักศึกษา 47040181

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21 / สค / 57 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ดร.วริพัสย์ อารีกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นฤมล ประดูแก้ว และ สุธารัตน์ บุญญภิญโญ.2550 :
เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ (" Jusmine" brown rice flakes) .
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัสย์ อารีกุล.

บทคัดย่อ

ในการศึกษาผลของอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ, ระยะเวลาในการอบก่อนและหลังรีดเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ อัตราการพองตัว ความหนาแน่น ค่าความกรอบ ค่าความแตกต่างของสี (ΔE) และ และค่าสี (Chroma) รวมทั้งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 points hedonic scales พบว่า การเพิ่มอัตราส่วนของน้ำมีผลทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และอัตราการพองตัวในผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้น แต่ความหนาแน่น ค่าความกรอบ และค่าความแตกต่างของสีลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การเพิ่มระยะเวลาในการอบก่อนและหลังรีดเมล็ดข้าว มีผลทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และอัตราการพองตัวลดลง แต่ความหนาแน่น ค่าความกรอบ และค่าความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสรวมกับการวิเคราะห์ทางกายภาพ คือ การใช้อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำเท่ากับ 1:1.5 ใช้ระยะเวลาการอบลมร้อนก่อนรีดและหลังรีดเท่ากับ 45 และ 20 นาทีตามลำดับ เมื่อหาความสัมพันธ์ของการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับค่าที่ทดสอบได้ทางเคมีกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ จะอยู่ในช่วงความกรอบ 1745 ถึง 1963 กรัม และมีค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ในช่วงประมาณ 40.35 ถึง 42.93 และความเข้มของสี (Chroma) อยู่ระหว่าง 15.85 ถึง 17.50

นฤมล ประดูแก้ว
สุธารัตน์ บุญญภิญโญ
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

21 มีค 51
วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ ("Jasmine" brown rice flakes) เสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร. วริพัสย์ อารีกุล ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ได้กรุณาเสียสละทุ่มเทเวลาส่วนตัวมาเป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการทำงานในทุกๆขั้นตอน จนกระทั่งถึงการจัดทำรูปเล่มให้เป็นฉบับที่สมบูรณ์

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่และทุกๆคนในครอบครัวที่ให้กำลังใจที่มีมาโดยตลอด และขอขอบใจเพื่อนๆร่วมโปรเจคทุกคนที่คอยอยู่เคียงข้างกัน คอยให้กำลังใจ และปลอบใจกันยามท้อแท้ ตั้งแต่วันแรกที่ได้รับหัวข้อปัญหาพิเศษจนกระทั่งถึงวันส่งรูปเล่ม เพื่อนจึงเป็นส่วนหนึ่งของแรงผลักดันให้เกิดปัญหาพิเศษฉบับที่สมบูรณ์ฉบับนี้ขึ้น

ขอขอบพระคุณ

คณะผู้จัดทำ

21 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก
กิตติกรรมประกาศ..... ข
สารบัญ..... ค
สารบัญตาราง..... จ
สารบัญตารางภาคผนวก ..... ฉ
สารบัญภาพ..... ฎ
สารบัญภาพภาคผนวก..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 คำนำ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์
2.1 ข้าวกล้องหอมมะลิ..... 2
2.2 อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืช..... 4
2.3 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิต..... 5
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง
3.1 วัตถุดิบ..... 8
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง..... 8
3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ..... 9
3.4 แผนการทดลอง..... 10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 13
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 26
เอกสารอ้างอิง..... 27
ภาคผนวก ก วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ..... 28
ภาคผนวก ข วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ..... 32
ของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดลองทางเคมีกายภาพ..... 33
ภาคผนวก ง แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส..... 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้เขียน.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงคุณค่าทางอาหารตามธรรมชาติของข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบต่อน้ำหนัก..... 3
   ข้าวสาร 100 กรัม
2. แสดงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ใช้ทดลองที่ใช้ทดลอง..... 10
3. แสดงระยะเวลาอบลมร้อนครั้งที่ 1 ที่ใช้ทดลอง..... 10
4. แสดงระยะเวลาอบลมร้อนครั้งที่ 2 ที่ใช้ทดลอง..... 11
5. แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ.... 14
6. แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วน..... 17
   ข้าวต่อน้ำต่างๆ
7. แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบ..... 19
   ครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด) ต่างๆ
8. แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลา..... 21
   การอบครั้งที่ 1(อบก่อนรีด) ต่างๆ
9. แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบ..... 23
   ครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ต่างๆ
10. แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลา..... 25
    การอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	33
2	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	33
3	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	34
4	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	34
5	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	34
6	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	35
7	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	35
8	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	35
9	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม	36
10	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม	36
11	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม	36
12	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
13	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	37
14	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	37
15	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	38
16	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	38
17	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	38
18	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	39
19	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	39
20	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	39
21	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
22	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	40
23	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	40
24	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	41
25	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังการพองด้วยไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	41
26	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	41
27	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	42
28	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังการพองด้วยไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	42
29	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	42
30	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
31	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	43
32	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	43
33	การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	44
34	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	44
35	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	45
36	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	45
37	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	45
38	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ	46
39	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	46
40	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	47
41	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
42	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	47
43	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)	48
44	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	48
45	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	48
46	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	49
47	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	49
48	การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพแสดงการทำเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	9
2	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการพองด้วยไมโครเวฟที่ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ	13
3	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่ 1ต่างๆแล้วพองด้วย... ไมโครเวฟ	18
4	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่2ต่างๆแล้วพองด้วย.... ไมโครเวฟ	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	28
2	แสดงการนึ่งข้าวกล้องหอมมะลิด้วยลังถึงในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	28
3	แสดงวิธีการอบข้าวหลังจากนึ่งแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	29
4	แสดงการพักข้าวหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1 ในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	29
5	แสดงเมล็ดที่รีดแบนด้วยที่นวดแป้งของการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	30
6	แสดงวิธีการอบข้าวหลังจากรีดแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	30
7	แสดงลักษณะการพองตัวด้วยไมโครเวฟหลังการอบครั้งที่ 2แล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งการบริโภคภายในประเทศ ยังเป็นสินค้าเกษตรที่มีเป้าหมายเพื่อการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ แต่เทคโนโลยีการผลิตข้าวมีความก้าวหน้ามากขึ้นทำให้ประเทศผู้ซื้อสามารถผลิตข้าวเพื่อบริโภคภายในประเทศได้มากขึ้น จึงลดปริมาณการนำเข้าลง ดังนั้น การนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ นอกจากจะเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว เช่น ข้าวพอง เกล็ดข้าว (rice flakes) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย แต่การใช้ข้าวกล้องแปรรูปเป็นเกล็ดข้าวกล้องนั้นยังไม่เป็นที่นิยมในกระบวนการเฟลกส์ ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาใช้ข้าวกล้องแทนการใช้ข้าวขัดขาวในการผลิตเกล็ดข้าว อาจทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการนำข้าวกล้องหอมมะลิมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ ที่มีการพัฒนาสูตรมาจากขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปู ซึ่งจะพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตต่อลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าวกล้องหอมมะลิ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Oryzasativa Linn

วงศ์ : Graminae

ข้าวถือเป็นอาหารหลักของประชากรเกือบทั้งโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย ในประเทศไทย ข้าวถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและอาจถือได้ว่า การทำนาปลูกข้าวถือเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรไทย

2.1.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

1. เปลือกแข็งหุ้มเมล็ด หรือ แกลบ (husk) ส่วนนี้จะมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

2. เปลือกหุ้มผล (pericarp) นี้จะมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 4.8 โดยน้ำหนัก ชั้นนอกเป็นเซล์รูปแท่งตามความยาวของเมล็ด ชั้นถัดมาเป็ยเซลล์รูปหลายเหลี่ยม นอกจากนี้ยังมีไข (wax) และสารให้สีอยู่ในชั้นนี้ด้วย ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

2.1 เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบางรูปร่างยาวรี อาจมีแถวเดียวหรือ สองแถว เซลล์ในชั้นนี้จะมีส่รให้สีทำให้เมล็ดมีสีต่างๆ ตั้งแต่สีเหลืองจนกระทั่งสีน้ำตาล

2.2 เนื้อเมล็ด (endosperm) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 73 โดยน้ำหนัก เป็นส่วนที่นำมาบริโภค แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ติดกับเยื่ออลูโรน (subaleurone layer) เซลล์ในชั้นนี้มีขนาดเล็กรูปลูกบาศก์ และชั้นของเนื้อเมล็ดภายใน (inner endosperm) เซลล์มีรูปร่างยาวในแนวรัศมีเข้าสู่ส่วนกลางของเมล็ด ภายในเซลล์ประกอบด้วยเม็ดแป้งและโปรตีนเป็นส่วนใหญ่

2.3 คัพภะ (embryo) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 2.2 โดยน้ำหนัก และเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ sculellum เป็นชั้นป้องกัน ซึ่งอยู่ระหว่างเนื้อเมล็ดกับคัพภะ และส่วนของคัพภะ โดยส่วนประกอบที่สำคัญของส่วนนี้ได้แก่ ไขมันและโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวกล้อง (Cargo rice, Loozain rice, Brown rice, Husked rice)
คือ ข้าวที่ผ่านการกระเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น จึงหมายถึง ข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จึงเป็นข้าวที่มีสีขาวขุ่น แต่เป็นข้าวที่ยังมีจมูกข้าว (รำ)อยู่มาก เป็นส่วนที่มีคุณค่าอาหาร

2.1.2 ประโยชน์ของข้าวกล้องหอมมะลิ

1. คาร์โบไฮเดรตให้พลังงานแก่ร่างกาย
2. โปรตีนช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย
3. ไขมันไม่อิ่มตัว ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย
4. วิตามินบี1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชาและช่วยในการทำงานของระบบประสาทในการบังคับกล้ามเนื้อ
5. วิตามินบี2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และช่วนเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน
6. ไนอาซิน ช่วยในการทำงานของระบบผิวหลังและระบบประสาท
7. แร่ธาตุต่างๆ ช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก
8. เส้นใยอาหาร ทำให้ขับถ่ายสะดวกและป้องกันการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารตามธรรมชาติของข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบต่อน้ำหนักข้าวสาร 100 กรัม

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้อง	ข้าวสาร
โปรตีน (%)	7.1-8.3	6.3-7.1
ไขมัน (%)	1.6-2.8	0.3-0.5
เส้นใย (%)	0.6-1.0	0.2-0.5
เถ้า (%)	1.0-1.5	0.3-0.8
แป้ง (%)	75.9	76.7-78.4
วิตามินบี1 (mg)	2.9-6.1	0.2-1.1
วิตามินบี2 (mg)	0.4-1.4	0.2-0.6
วิตามินบี3 (mg)	35-53	13-24

ที่มา : www.silvergreenclub.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืช

อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืช เป็นกระบวนการแปรรูปเมล็ดธัญพืชให้เหมาะสมสำหรับการใช้ในการบริโภค โดยธัญพืชหลักที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมสำหรับอาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวบาร์เลย์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะพร้อมที่จะรับประทาน (Kadan, 1993)

2.2.1 ประเภทผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืช

Tribelhorn (1991) ได้แบ่งผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปตามวิธีการเตรียมก่อนบริโภคได้เป็น 4 ประเภท

1. ประเภทดั้งเดิม ต้องทำให้สุกโดยใช้เวลาต้มก่อนบริโภค 5-10 นาที ลักษณะเป็นเมล็ดธัญพืชดิบ เช่น ข้าวสารหักเป็นชิ้นเล็กๆ เมื่อต้มสุกเรียกว่า โจ๊กข้าวโอ๊ต (oatmeal) ได้จากการบดข้าวโอ๊ตทั้งเมล็ดแบบโม่หยาบ หรือโม่ข้าวสาลีอย่างหยาบ เรียกว่า กริด (grit) ซึ่งต้มนานหลายนาทีจึงจะบริโภคได้

2. ประเภทต้มเร็ว ใช้เวลาต้ม 1 นาที เช่น โอ๊ตบด (rolled oat) นำข้าวโอ๊ตมาบดหยาบล้วผ่านลูกกลิ้ง ทำให้ข้าวโอ๊ตแบนและสุก เมื่อนำมาบริโภคต้องต้มก่อน

3. ประเภทสุกทันที ใช้เติมลงในน้ำร้อนเดือดทันทีขณะร้อน ลักษณะเป็นเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการทำให้สุกมาแล้ว เช่น นำข้าวบดหยาบมาทำให้สุก ปรุงรสอบแห้ง เป็นโจ๊กสำเร็จรูป

4. ประเภทอาหารเช้าสำเร็จรูป สามารถริโภคได้ทันที อาจมีการเติมน้ำ น้ำนม หรือโยเกิร์ตก็ได้ เนื่องจากเป็นธัญพืชที่ผ่านกรรมวิธีกระบวนการผลิต โดยนำเมล็ดธัญพืชมาทำให้สุกและมีการดัดแปลงรูปร่างให้เหมาะสม ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป สามารถแบ่งตามลักษณะรูปร่างและชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำ แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีหลายลักษณะ ทำให้การแบ่งประเภทไม่ค่อยชัดเจน ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชในลักษณะที่อัดทับเป็นแผ่นแบน (flakes) ลักษณะพองกรอบ (puff) ลักษณะเป็นชิ้น (shred) ลักษณะที่บดเป็นผงหยาบ ได้แก่ มิล (meal) และฟารินา และลักษณะเป็นเม็ด (granular) สำหรับชนิดธัญพืชที่นำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต หรือทำมาจากรำของธัญพืชชนิดใดชนิดหนึ่งรวมกัน (Robbins, 1962)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชตามลักษณะของผลิตภัณฑ์
สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชกลุ่มพื้นฐาน ลักษณะผลิตภัณฑ์จะมีรสจืด เหมาะสำหรับคนทุกกลุ่มตั้งแต่เด็กจนไปถึงผู้ใหญ่ ได้แก่ คอร์นเฟรก ไรส์เฟรก
2. อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชกลุ่มสำหรับเด็ก ลักษณะผลิตภัณฑ์จะมีรสหวาน เหมาะสำหรับเด็กอายุ 6-14 ปี ได้แก่ โกโก้ครั้นซ์ ฟรอสตี้ ฮันนี่คอร์น
3. อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชกลุ่มสุขภาพ ลักษณะมุ่งเน้นในเรื่องคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นสำหรับร่างกายครบ ได้แก้ แบรนเฟรก ผักและผลไม้ใยอาหารริเฟลกที่ให้เส้นใยอาหาร เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าอาหารทั่วๆไป (Rice,1990)

เกล็ดข้าว หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญพืชในลักษณะที่อัดทับเป็นแผ่นแบน ซึ่งธัญพืชที่นิยมนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต เป็นต้น

2.3 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตขนมอบกรอบ ผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในของข้าวกล้อง โดยเฉพาะแป้ง ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนในกระบวนการผลิตจะเกิดปรากฏการณ์เจลาติไนซ์เซชัน รีโทรกราเดชัน และการพองตัว

2.3.1 การเกิดเจลาติไนเซชัน (Relatinization)

โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydrixy group) จำนวนมากยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห micelle การจัดเรียงตัวลักษณะนี้ทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก เมื่อเม็ดแป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) เป็นค่าที่ใช้ในการบอกถึงลักษณะเฉพาะของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อเม็ดแป้งและน้ำได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิระดับหนึ่งที่แน่นอน เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเม็ดแป้งจะมีการสูญเสียรอยกากบาท (birefringence) การเกิดเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้งมี 3 ระยะ (กล้าณรงค์, 2542) คือ

- ระยะแรก เม็ดแป้งจะดูดน้ำเย็นได้จำกัด และเกิดการพองตัวแบบผันกลับได้เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างแหระหว่าง micelle ยืดหยุ่นได้จำกัด ความหนืดของสารแขวงลอยจะไม่เพิ่มขึ้นจนเห็นได้ชัด เม็ดแป้งยังคงรูปร่างและโครงสร้างแบบ birefringence ได้

- ระยะที่สอง เม็ดแป้งจะพองตัวอย่างรวดเร็ว ร่างแหระหว่าง micelle ภายในเม็ดแป้งจะอ่อนแอลงเนื่องจากพันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำเข้ามามากและเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ เรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชัน เม็ดแป้งมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและโครงสร้าง birefringence ความหนืดของสารแขวนลอยจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

- ระยะที่สาม เมื่อให้ความร้อนต่อไปอีกรูปร่างของเม็ดแป้งจะไม่แน่นอน การละลายของเม็ดแป้งจะเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปทำให้เย็นจะเกิดเจล

ในระหว่างการเกิดเจลาติไนเซชัน เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ และอะไมโลสจะไหลออกจากโครงสร้างร่างแหสามมิติ เมื่อการพองตัวของเม็ดแป้งเกิดขึ้นลักษณะของของเพสต์ (paste) จะปรากฏเมื่อมีการสูญเสียร่างแห ซึ่งรูปร่างของเจล หรือเพสต์ เป็นปัจจัยเบื้องต้นที่จะต้องควบคุม เพราะส่งผลกระทบถึงคุณภาพและเนื้อสัมผัสของอาหารได้ (กล้าณรงค์, 2542)

2.3.2 รีโทรกราเดชัน (Retrogradation)

เมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เริ่มเจลาติไนเซชัน (Relatinization Temperature) แล้วยังคงให้ความร้อนต่อไป เม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่และแตก ออกโมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กจะกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง เมื่อปล่อยให้เย็นตัว โมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติที่มีโครงสร้างที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดซับน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์มหรือผลึก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดรีโทรกราเดชัน (Retrogradation) หรือการคืนตัว เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงไปอีก ลักษณะการเรียงตัวของโครงสร้างจะแน่นมากขึ้น โมเลกุลอิสระของน้ำที่อยู่ภายในจะถูกบีบออกมานอกเจล เรียกว่า syneresis ซึ่งปรากฏการณ์ทั้งสองจะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์, 2542)

อัตราของการเกิดรีโทรกราเดชัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น แหล่งของแป้ง อุณหภูมิกระบวนการให้ความร้อน กระบวนการให้ความเย็น ระยะเวลาในการเก็บ ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน ความเข้มข้นของเกลือ ความเข้มข้นของกรด ปริมาณไขมันและsurfactant รวมทั้งความเข้มข้นของน้ำตาลอะไมโลสที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่จะมีอัตราการเกิดรีโทรกราเดชันต่ำกว่าอะไมโลสที่มีขนาดโมเลกุลเล็ก (กล้าณรงค์, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การพองตัวด้วยไมโครเวฟ

ไมโครเวฟเป็นการพองตัวภายในตัวอาหารเอง เมื่อมีการดูดซึมพลังงานความร้อนเข้าไปในสารจะทำให้เกิดการเสียดสีในโมเลกุลโครงสร้างจนเกิดความร้อน โดยจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงขั้วในสนามไฟฟ้า คล้ายกับการหมุนขั้วอย่างอ่อน ส่วนประกอบในอาหารส่วนใหญ่คือน้ำ ซึ่งมีขั้ว รวมทั้งสารอาหารอื่นๆในอาหารที่มีขั้วด้วย จะเหมือนแท่งแม่เหล็กที่ได้รับสนามไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว โมเลกุลที่มีขั้วจะเกิดการรวมตัวตามแนวขั้วบวกและลบสลับไปมา เกิดการเสียดสีจนเป็นความร้อนขึ้น (Fellows, 1990)

การพองตัวโดยใช้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ น้ำที่ใส่ลงไปนั้นต้องกระจายตัวสม่ำเสมอ ปริมาณความชื้นควรควบคุมในเกณฑ์ร้อยละ 12-26 โดยน้ำหนัก เมื่อเข้าเครื่องไมโครเวฟน้ำที่อยู่ในส่วนผสมจะระเหยออกไปทันที และทำให้แป้งพองตัว ถ้าอาหารนั้นอยู่ในสภาพสุญญากาศจะพองตัวดีขึ้น

รินดาและคณะ (2548) รายงานว่าอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องมันปูกับข้าวหอมมะลิ เปอร์เซ็นต์ความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบย่าง พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมเท่ากับแป้งข้าวมันปู 1 ส่วนต่อแป้งข้าวหอมมะลิ 2 ส่วน ความชื้นของแผ่นแป้งก่อนอบย่างมีค่าเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบย่างเท่ากับ 230 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะดี เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ต่อมา พรรณนิภา และวัชราภรณ์ (2549) รายงานว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง โดยทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale พบว่าการอบแป้งที่ระยะเวลา 60 นาที มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด และพบว่าผลของการพองตัว ความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีแนวโน้มลดลง ส่วนความหนาแน่น ความกรอบและค่าสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้แป้งธัญพืชทดแทนในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น

ปกรณ์พรรณ เผือกสวัสดิ์ (2545) พบว่าที่สภาวะความชื้นของข้าวเปลือก 15 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณข้าวเปลือกต่อครั้ง 50 กรัม และใช้เวลาในการพองตัว 3 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสม จากนั้นนำข้าวพองมาผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ โดยแบ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ สูตรที่ 1 แบบ Crunchy ซึ่งมีลักษณะกรอบแห้งมีส่วนผสมของผลไม้อบแห้งและเมล็ดถั่ว สูตรที่ 2 แบบ Chewy มีลักษณะเหนียวนุ่มและมีเนยถั่วเป็นองค์ประกอบสำคัญ เมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรในระดับปานกลางโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1วัตถุดิบ

1. ข้าวกล้องหอมมะลิ100%
2. น้ำ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

- เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง Sartorius TE214S
- กระบอกตวง
- ถ้วยอลูมิเนียม
- ตู้เครื่องอบลมร้อน (Memmert, เยอรมัน)
- ถาดแสตนเลส
- เตาแก๊ส
- ไม้คลึง
- เขียง
- ลังถึง
- ไมโครเวฟ กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ยี่ห้อ Sharp R-247

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

- ตู้เครื่องอบลมร้อน (Memmert, เยอรมัน)
- อลูมิเนียมแคน
- เดซิเคเตอร์
- เครื่อง Thermoconstanter รุ่น TH 200, สวิสเซอร์แลนด์
- เครื่อง Texture analyzer รุ่น TA TX 2i, อังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter รุ่น CR300,ญี่ปุ่น

- เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง Sartorius TE214S

- กระบอกตวง

- เวอร์เนียคาลิปเปอร์

- Tong

- เมล็ดแมงลัก

3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ 1

ผสมข้าวกล้องหอมมะลิ 100% กับน้ำ (อัตราส่วนข้าว:น้ำ 1:2)

↓

นึ่งข้าวกล้องหอมมะลิ 100% ที่อุณหภูมิ100 ^{o}C เป็นเวลา 30 นาที

↓

อบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เป็นเวลา 30 นาที

↓

พักไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที

↓

รีดให้แบน

↓

อบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เป็นเวลา 20 นาที

↓

อบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์เป็นเวลา 2 นาที

↓

บรรจุใส่กล่องพลาสติก เพื่อรอการศึกษาต่อไป

ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการทำเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ที่มา ดัดแปลงจาก รินดา ,2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนการทดลอง

1. การศึกษาอัตราส่วนและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

1.1 การศึกษาหาอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำที่เหมาะสม

ทำการทดลองหาอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ ที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องโดยทำการผลิตเกล็ดข้าวกล้องดังภาพที่ 1 ใช้อัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิ:น้ำ ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 points hedonic scale ในข้อที่ 2.1 และนำไปทดสอบทางเคมีกายภาพ ในข้อที่ 2.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ,CRD)

ตารางที่ 2 แสดงอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ

ข้าวกล้อง	1	1	1
น้ำ	1	1.5	2

1.2 การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

นำอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องข้อ 1.1 มาทำการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิดังภาพที่ 1 ภายหลังจากการนึ่ง แบ่งเป็น 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะอบที่อุณหภูมิ 60^{o}C เป็นเวลา 15 , 30 , 45 นาที ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 7 points hedonic scale ในข้อที่ 2.1 และนำไปทดสอบทางเคมีกายภาพ ในข้อที่ 2.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ,CRD)

ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาอบลมร้อนครั้งที่ 1

อัตราส่วนข้าว:น้ำ	เวลาที่ใช้อบ (นาที)		
ได้จากข้อ1	15	30	45

1.3 2 การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

จากผลการทดลองในข้อ 1.2 นำสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวมาทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการบ่มข้าว อัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องข้อ 1.1 มาทำการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ ใช้อุณหภูมิในการอบรอบแรกที่ 60^{o}C เป็นระยะเวลาที่หาได้จากข้อ 1.2 โดยใช้อุณหภูมิในการอบหลังรีดที่ 60^{o}C เป็นเวลาต่างๆกันดังตารางที่ 3 จากนั้นนำเกล็ดข้าวกล้องหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะลิไปทดสอบทางด้านประสาทด้วยวิธี 7 points hedonic scale ในข้อที่ 2.1 และนำไปทดสอบทางเคมีกายภาพ ในข้อที่ 2.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ,CRD)

ตารางที่ 4 แสดงระยะเวลาอบลมร้อนครั้งที่ 2

อัตราส่วนข้าว:น้ำ	เวลาที่ใช้อบรอบสอง (นาที)		
ได้จากข้อ1	10	20	30

2. การทดสอบผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

2.1 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการอบโดยไมโครเวฟ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, ความกรอบและการยอมรับโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 7 points hedonic scale โดยคะแนนที่ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด, 2 คือ ไม่ชอบมาก, 3 คือ ไม่ชอบ, 4 คือ เฉยๆ, 5 คือ ชอบ, 6 คือ ชอบมาก และ 7 คือ ชอบมากที่สุด

2.2 การทดสอบทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์

- **ปริมาณความชื้น (Moisture content)**

ทำการหาปริมาณความชื้นระหว่างกระบวนการผลิตในขั้นตอนหลังอบข้าวรอบแรกและหลังอบข้าวรอบสอง โดยวิธี AOAC 925.10, 1975

- **อัตราส่วนการพองตัว (Expansion ratio)**

ทำการวัดปริมาตรเกล็ดข้าวกล้องก่อนและหลังอบด้วยไมโครเวฟ โดยการวัดปริมาตรทำได้โดยการแทนที่เมล็ดแมงลัก โดยนำมาวางเรียงสลับกันระหว่างเกล็ดข้าวกล้องและเมล็ดแมงลักในกระบอกวัดปริมาตร และนำเมล็ดแมงลักส่วนที่เหลือจากการเติมมาหาปริมาตร คำนวณหาความหนาแน่นโดยรวมโดยใช้สูตร

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ปริมาตรเกล็ดข้าวกล้องหลังการพองด้วยไมโครเวฟ}}{\text{ปริมาตรเกล็ดข้าวกล้องก่อนการพองด้วยไมโครเวฟ}}$$

- **ความหนาแน่นโดยรวม (Bulk density)**

นำผลิตภัณฑ์มาชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำเกล็ดข้าวกล้องมาแทนที่หาปริมาตรด้วยเมล็ดแมงลักที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน โดยนำมาวางเรียงสลับกันระหว่างเกล็ดข้าวกล้องและเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมงสักในกระบอกวัดปริมาตรและนำเมล็ดแมงลักส่วนที่เหลือจากการเติมมาหาปริมาตรคำนวณหาความหนาแน่นโดยรวมโดยใช้สูตร

$$\text{ความหนาแน่นโดยรวม} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างทั้งหมด}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างทั้งหมด}}$$

- **วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)**

วัดวอเตอร์แอคติวิตี้ของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิที่บดละเอียดที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C ทำการวัดตัวอย่างละ 2 ครั้ง ด้วยเครื่อง Thermoconstanter

- **ความกรอบของผลิตภัณฑ์**

โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (TA XT 2i) ซึ่งใช้หัววัดแบบ Compression disc (diameter 25 mm)ความเร็วของหัวกด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทาง 8 มิลลิเมตร นำค่าแรงสูงสุดที่ใช้มาเป็นค่าแรงกดแตก

- **ค่าสี (Colour measurement)**

วัดสีบนเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ ด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chroma meter CR300 โดยทำการวัดตัวอย่างละ 10 ครั้ง

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการคำนวณด้วย ANOVA และคำนวณค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 15.0 ในการประเมินผลดังนี้

- ผลการทดสอบทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปริมาณความชื้น , ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ของเมล็ดข้าวหลังการอบครั้งที่ 1 ,ครั้งที่ 2 และผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ , อัตราการพองตัว , ความหนาแน่น, ความกรอบและความแตกต่างของสี(ΔE) และความเข้มของสี (chroma) ของผลิตภัณฑ์
- ผลการทดสอบการยอมรับทางประสามสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์การทดลอง

1.การศึกษาหาอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

1.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

การทดลองหาอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ ได้แสดงดังภาพที่ 2 จากผลการทดลอง เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของน้ำ พบว่าสีของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิมีสีน้ำตาลอ่อนลง เนื่องจากการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟกับเมล็ดข้าวที่มีปริมาณน้ำมาก จะเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้น้อยกว่า เมล็ดข้าวที่มีปริมาณน้ำน้อย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อนลง และผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของน้ำเพิ่มขึ้นจะมีลักษณะความกรอบและการพองตัวที่ดีซึ่งแปรผันตามปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการพองด้วยไมโครเวฟที่ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ

ผลของอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่า เมื่ออัตราส่วนของข้าวกล้องต่อน้ำ เท่ากับ 1:1, 1:1.5 และ1:2 จะทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ปริมาณความชื้น อัตราส่วนการพองตัว ความหนาแน่น ความกรอบ และค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

การเพิ่มปริมาณน้ำจะทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผ่านกระบวนการอบครั้งที่ 2 และ การทำให้พองตัวด้วยไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าปริมาณความชื้นจะลดลงจาก41.44±0.56 เปอร์เซ็นต์ เป็น 5.72±0.39 เปอร์เซ็นต์ การใช้อัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำเท่ากับ 1: 1.5 และความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 4.96 และ 6.85 เมื่ออัตราส่วนของข้าวกล้องต่อน้ำ เท่ากับ 1: 1 และ1: 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพ		ปริมาณข้าว : น้ำ		
		1:1	1:1.5	1:2
ความชื้น(%)	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1	29.70±0.82^{a}	41.44±0.56^{b}	53.93±0.43^{c}
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	8.73±0.31^{a}	15.57±0.40^{b}	21.86±0.21^{c}
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	4.96±0.22^{a}	5.72±0.39^{b}	6.85±0.30^{c}
วอเตอร์แอคติวิตี้	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1	0.885±0.005^{a}	0.913±0.004^{b}	0.953±0.004^{c}
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	0.416±0.006^{a}	0.447±0.006^{b}	0.489±0.006^{c}
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	0.201±0.005^{a}	0.245±0.004^{b}	0.277±0.003^{c}
อัตราการพองตัว		0.946±0.002^{a}	1.148±0.032^{b}	1.204±0.006^{c}
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)		0.729±0.017^{a}	0.712±0.027^{a}	0.636±0.013^{b}
ค่าความกรอบ (กรัม)		2556±499^{a}	1755±199^{b}	1286±249^{c}
ความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ (ΔE)		42.43±2.14^{a}	40.33±2.07^{b}	38.45±1.24^{c}
ความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ (chroma)		17.82±1.42^{a}	15.85±1.50^{a}	15.47±1.95^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($\alpha = 0.05$)

การอบครั้งที่1 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 30 นาที

การอบครั้งที่ 2 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 20 นาที

การทำให้พองด้วยไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที

จากผลการวิเคราะห์หาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่ามีความสอดคล้องกับปริมาณความชื้น กล่าวคือการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำในการนึ่งข้าวกล้องหอมมะลิ จะทำให้ปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าวสูงขึ้น ในขณะที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในทุกอัตราส่วน แสดงว่าการเพิ่มปริมาณน้ำที่ใช้ในการนึ่งข้าว แป้งที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบจะเกิดการเจลาติไนซ์ได้มาก เม็ดแป้งจะพองตัวออก เมื่อเมล็ดข้าวได้รับความร้อน ถ้ามีปริมาณน้ำมาก น้ำที่รวมตัวกับแป้งและแทรกหรือเกาะที่เมล็ดข้าวส่วนหนึ่งก็จะมีมากกว่าปริมาณน้ำน้อย ดังนั้นการใช้อัตราส่วน 1: 2 จึงมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงสุด

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของเมล็ดข้าวที่ใช้อัตราส่วน 1:2 ภายหลังอบครั้งที่ 2 จะมีค่ามากกว่าในอัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ในอัตราส่วน 1:2 จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากที่สุด เนื่องจากการเจลาติไนซ์ของอัตราส่วน 1:2 ทำให้เมล็ดข้าวอุ้มน้ำได้มากกว่า จึงรีดได้แบนกว่า ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสลมร้อนมาก การระเหยจึงเกิดได้ง่าย ดังนั้นการลดลงของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จึงมากกว่า แต่ก็ยังมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงกว่าการใช้น้ำในอัตราส่วนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเมล็ดข้าวผ่านกระบวนการอบครั้งที่ 2 แล้วนำไป ทำให้พองตัวเป็นเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่า ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่อัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำเท่ากับ 1:1.5 ของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิจะลดลงเหลือ 0.245±0.004 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วน 1:1 และ1:2 จะลดลงเหลือ 0.201±0.005 และ 0.277±0.003 ตามลำดับ แสดงว่าการพองตัวด้วยไมโครเวฟทำให้การลดลงของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำที่หายไปในระหว่างการพองตัวด้วยไมโครเวฟจะพบว่า เกล็ดข้าวกล้องที่ได้จากการใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 จะมีปริมาณน้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือประมาณ 15.01 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีปริมาณน้ำระเหยเท่ากับ 3.77 และ 9.85 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

การศึกษาอัตราการพองตัวของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิพบว่า การเพิ่มอัตราส่วนของน้ำจะทำให้อัตราการพองตัวของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในทุกอัตราส่วน โดยการใช้ข้าวกล้องหอมมะลิและน้ำ ในอัตราส่วนเท่ากับ 1:2 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวสูงสุดเท่ากับ 1.204±0.006 ส่วนการใช้ข้าวกล้องหอมมะลิและน้ำในอัตราส่วน 1:1 จะมีต่ำที่สุดคือเท่ากับ 0.946±0.002 แสดงว่าภายหลังการอบครั้งที่ 2 ถ้าผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำจะส่งผลให้มีอัตราการพองตัวต่ำ และการเพิ่มปริมาณความชื้นในเมล็ดข้าวจาก 8.73 เป็น 21.86 เปอร์เซ็นต์จะทำให้อัตราส่วนการพองตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปริมาณน้ำในเมล็ดข้าวมีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ และไอน้ำจะทำให้เกิดแรงดันแทรกอยู่ในผลิตภัณฑ์ และเกิดการขยายตัวดันให้เนื้อของผลิตภัณฑ์พองออก

ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำเท่ากับ1:2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 จากผลการทดลองพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนที่ 1: 1 มีค่าความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 0.729±0.017 ซึ่งความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับอัตราการพองตัวที่มีค่ามากที่สุด โดยถ้าผลิตภัณฑ์มีความค่าความหนาแน่นสูง จะมีอัตราการพองตัวต่ำ

ค่าความกรอบ ที่แสดงอยู่ในรูปค่าแรงกดแตก (กรัม) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการนึ่งข้าวด้วยอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ 1:2 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวสูง ความหนาแน่นต่ำ และมีค่าแรงกดแตกต่ำที่สุดเท่ากับ 1286±249 กรัม แสดงว่าความกรอบมาก และที่อัตราส่วน1:1 ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงกดสูงสุดเท่ากับ 2556±499 กรัม มีอัตราการพองตัวต่ำและความหนาแน่นสูง แสดงว่าการใช้แรงกดมากไม่ได้แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความกรอบมาก แต่แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีแข็งมากกว่าความกรอบ เนื่องจากอัตราการพองตัวต่ำและความหนาแน่นสูง ดังนั้นความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์ ส่วนอัตราการพองตัวจะมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์

ความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ 1:1 มีค่าความแตกต่างของสีสูงสุดเท่ากับ 42.43±2.14 ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีสีน้ำตาล และมีค่าแตกต่างของสีต่ำสุด เท่ากับ 38.45±1.24 เมื่ออัตราส่วนของน้ำเท่ากับ1:2 และผลิตภัณฑ์จะมีสีน้ำตาลอ่อนๆ ส่วนค่าความเข้มของสี (chroma) ที่อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ 1:1 , 1:1.5 และ1:2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการให้ความร้อนกับเมล็ดข้าวที่มีปริมาณน้ำน้อย เมื่อให้ความร้อนในไมโครเวฟในระยะเวลาที่เท่ากัน จะเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่เมล็ดข้าวที่มีปริมาณน้ำมาก ปฏิกิริยาจะเกิดน้อยกว่า ดังนั้นจึงมีค่าความแตกต่างของสีต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความเข้มของสีในผลิตภัณฑ์ นั้นเป็นค่าที่คำนวณจาก a* และ b* โดยไม่ได้ใช้ค่า L* ในการวิเคราะห์ เมื่อคำนวณค่าความเข้มของสี พบว่าค่าดังกล่าวมีความเบี่ยงเบนมาก และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าตัวอย่างจะมีความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างของ a* และ b* น้อยแต่มีค่าความสว่าง L* ที่แตกต่างกันมาก ดังนั้น ค่าความเข้มของสีจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำที่เหมาะสม ของผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน โดยมีขอบเขตของคะแนนตั้งแต่ 1-7 โดยที่ 1 คะแนน บอกถึงความไม่ชอบมากที่สุด และที่ 7 คะแนน บอกถึงความชอบมากที่สุด แสดงดังในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากผลการทดลองพบว่าคะแนนความชอบทางด้านสี, กลิ่น และรสชาติ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบด้านความกรอบ และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ 1:2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 ซึ่งการใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.5 จะได้รับคะแนนความชอบด้านความกรอบสูงสุดคือ 4.87±1.01 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วน 1:1 โดยคะแนนด้านการทดสอบการยอมรับโดยรวมให้ผลสอดคล้องกับด้านความกรอบ แสดงว่าการเพิ่มปริมาณน้ำเป็นอัตราส่วน 1:2 จะทำให้คะแนนความชอบในทุกๆด้านของผู้ทดสอบลดลง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความกรอบและความชอบโดยรวม

ตารางที่ 6 แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างๆ

คุณลักษณะ	อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ		
	1:1	1:1.5	1:2
สี	4.70±1.09[a]	4.73±1.01[a]	4.33±0.99[a]
กลิ่น	4.23±1.10[a]	4.37±1.00[a]	4.20±0.71[a]
รสชาติ	4.47±1.17[a]	4.27±1.05[a]	3.93±1.01[a]
ความกรอบ	4.63±1.22[a]	4.87±1.01[a]	3.73±1.41[b]
การยอมรับโดยรวม	4.70±0.92[a]	4.76±0.77[a]	4.10±1.06[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

ดังนั้น จากผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วน 1:1 และ 1:1.5 มีคะแนนความชอบด้านความกรอบและการยอมรับโดยรวมสูงสุด และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเป้าหมายของการทดลองนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวและความกรอบ ซึ่งการใช้ข้าวต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1.5 จะทำให้อัตราการพองตัวสูงกว่าที่อัตราส่วน 1:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความกรอบมีความสม่ำเสมอ และมีสีน้ำตาลอ่อนสวยงาม ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.5 เพื่อนำไปศึกษาขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85433

2. การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด) ในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

การทดลองหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 1 ต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3 จากทดลอง เมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 พบว่าสีน้ำตาลของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิเข้มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาการอบ ทำให้เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และลักษณะของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิมีความแบนและความกรอบน้อยลง ซึ่งแปรผกผันกับระยะเวลาการอบครั้งที่ 1

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่ 1ต่างๆแล้วพองด้วยไมโครเวฟ

เมื่อนำอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.5 มาผ่านกระบวนการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ โดยใช้ระยะเวลาอบลมร้อน 60°C ครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด) ต่างๆกัน คือ 15 นาที, 30 นาที และ 45 นาที แล้วศึกษาคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด) ต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพ		ระยะเวลาอบลมร้อน60°C(นาที)		
		15	30	45
ความชื้น(%)	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อน ครั้งที่ 1	51.33±1.19^{a}	44.22±0.30^{b}	30.16±0.42^{c}
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	22.98±0.42^{a}	16.16±0.28^{b}	11.98±0.34^{c}
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	6.40±0.32^{a}	5.85±0.41^{a}	4.27±0.32^{b}
วอเตอร์แอคติวิตี้	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1	0.950±0.004^{a}	0.914±0.005^{b}	0.881±0.005^{c}
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	0.483±0.006^{a}	0.451±0.003^{b}	0.415±0.005^{c}
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	0.287±0.007^{a}	0.241±0.004^{b}	0.213±0.006^{c}
อัตราการพองตัว		1.180±0.006^{a}	1.111±0.000^{b}	1.074±0.032^{b}
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)		0.610±0.050^{a}	0.642±0.041^{ab}	0.707±0.041^{b}
ค่าความกรอบ (กรัม)		1380±176^{a}	1881±199^{b}	1950±214^{b}
ความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ (ΔE)		37.19±1.34^{a}	39.66±1.12^{b}	42.54±1.19^{c}
ความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ (chroma)		14.22±0.42^{a}	15.91±0.20^{b}	17.51±0.36^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)
การอบครั้งที่1 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 30 นาที
การอบครั้งที่2 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 20 นาที
การทำให้พองด้วยไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที

ผลการทดลอง ที่ใช้ระยะเวลาอบลมร้อน 60°C ครั้งที่ 1 แตกต่างกัน คือ 15 นาที, 30 นาที และ 45 นาที เมื่อเพิ่มระยะเวลาอบ จะส่งผลให้ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ หลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าลดลง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระยะเวลาอบ 45 นาที ให้ค่าปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำที่สุด เนื่องจากเพิ่มระยะเวลาอบลมร้อน จะทำให้เกิดการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จึงมีค่าลดลง ขณะที่ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องที่ใช้ระยะเวลาอบ 45 นาที มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.27±0.32 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะเวลา 15 นาที และ 30 นาที โดยที่ระยะเวลาอบ 15 นาที และ 30 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ระยะเวลาอบเพิ่มขึ้น โดยที่ใช้ระยะเวลาอบ 45 นาที ให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำสุดเท่ากับ 0.213±0.006 แสดงว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบมีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยเมื่อระยะเวลาอบเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นความชื้นหลังอบและวอเตอร์แอคติวิตี้มีค่าลดลง

ในขณะที่อัตราการพองตัวมีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่เหลือในผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อยลงเมื่อใช้ระยะเวลาอบเพิ่ม ส่งผลให้ที่ระยะเวลาอบ 45 นาที จึงมีอัตราการพองตัวต่ำสุด เท่ากับ 1.074±0.032 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะเวลาอบ 30 นาที แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะเวลาอบ 15 นาที ในทางตรงกันข้ามความหนาแน่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาอบ ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 30 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาอบ 15 นาที และ 45 นาที แต่การใช้ระยะเวลาอบ 15 นาที และ 45 นาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกัน โดยระยะเวลาอบ 45 นาที มีค่าความหนาแน่นสูงสุด เท่ากับ 0.707±0.041 แสดงว่าปริมาณน้ำมีผลต่ออัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ โดยถ้าปริมาณน้ำต่ำ จะมีอัตราการพองตัวต่ำ และมีความหนาแน่นสูง

ค่าความกรอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาอบ และให้ผลตรงข้ามกับอัตราการพองตัว แต่สอดคล้องกับความหนาแน่น โดยที่ระยะเวลาอบ 15 นาที ผลิตภัณฑ์มีค่าความกรอบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาอบ 30 นาที และ 45 นาที ซึ่งระยะเวลาอบ 15 นาที และ 45 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกัน และระยะเวลาอบ 45 นาที ให้ค่าความกรอบสูงสุด เท่ากับ 1950±214 หมายถึง มีลักษณะความกรอบน้อยกว่าที่ระยะเวลาอบอื่นๆ เนื่องจากอัตราการพองตัวต่ำ ความหนาแน่นสูงกว่าที่ระยะเวลาอบอื่นๆ

ความแตกต่างของสี (ΔE) และความเข้มของสี (chroma) ของผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกๆระยะเวลาอบ โดยเมื่อเพิ่มระยะเวลาอบ จะเพิ่มความแตกต่างของสี (ΔE) และความเข้มของสี (chroma) ซึ่งการใช้ระยะเวลาอบ 45 นาที จะมีความแตกต่างของสี (ΔE) และความเข้มของสี (chroma) สูงสุดเท่ากับ 42.54±1.19 และ 17.51±0.36 ตามลำดับ คือมีสีเข้มกว่าระยะเวลาอบอื่นๆ แสดงว่าระยะเวลาอบครั้งที่ 1 มีผลในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ทำให้สีของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อศึกษาระยะเวลาอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)ที่เหมาะสมของผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน โดยมีขอบเขตของคะแนนตั้งแต่ 1-7 โดยที่ 1 คะแนน บอกถึงความไม่ชอบมากที่สุด และที่ 7 คะแนน บอกถึงความชอบมากที่สุด พบว่าจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาระยะเวลาอบครั้งที่ 1 ผู้ทดสอบให้คะแนนการทดสอบทางด้านประสัมผัสโดยคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกๆ ระยะเวลาอบ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่ 1(อบก่อนรีด) ต่างๆ

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการอบครั้งที่ 1(อบก่อนรีด)นาที		
	15	30	45
สี	4.43±1.25[a]	4.53±1.11[a]	4.57±1.04[a]
กลิ่น	3.90±1.03[a]	3.97±0.85[a]	4.37±1.25[a]
รสชาติ	3.97±1.16[a]	4.10±1.12[a]	4.90±1.21[b]
ความกรอบ	4.37±1.52[a]	4.17±1.53[a]	5.23±1.52[b]
การยอมรับโดยรวม	4.27±0.98[a]	4.13±1.20[a]	5.30±1.24[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

ขณะที่คะแนนความชอบด้านรสชาติ, ความกรอบและการยอมรับโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความกรอบและการยอมรับโดยรวมสูงสุดเมื่อใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่1 นาน 45 นาที เท่ากับ 5.30±1.24 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ระยะเวลาอบ 15 นาที และ 30 นาที แต่ที่ระยะเวลาอบ 15 นาที และ30 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 1 นาน 45 นาที (ตารางที่ 8) และเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านความกรอบสูงสุดคือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 45 นาที มีค่าความกรอบ เท่ากับ 1881±199

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม แสดงว่าค่าความกรอบช่วงนี้เป็นความกรอบที่ผู้ทดสอบชอบ ดังนั้นจึงเลือกใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 1 นาน 45 นาที เพื่อนำไปศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ต่อไป

3. การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

3.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

การทดลองหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบเมล็ดข้าวครั้งที่ 2 ได้จากการใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.5 และใช้ระยะเวลาในการอบครั้งที่ 1 นาน 45 นาที แล้วนำมาอบครั้งที่ 2 ที่ระยะเวลาอบต่างๆ ได้ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิดังแสดงในภาพที่ 4 จากผลการทดลองเมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 ทำให้สีน้ำตาลของเกล็ดข้าวกล้องมะลิเข้มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาอบครั้งที่ 2 เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแบนใกล้เคียงกันและมีการพองตัวแปรผกผันกับระยะเวลาการอบครั้งที่ 2

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่2ต่างๆแล้วพองด้วยไมโครเวฟ

เมื่อนำอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1.5 ที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (ตารางที่ 6) และระยะเวลาอบครั้งที่ 1 นาน 45 นาที (ตารางที่ 8) มาผ่านกระบวนการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ โดยใช้ระยะเวลาอบลมร้อน 60°C ครั้งที่ 2 (อบก่อนรีด) ต่างๆกัน คือ 10 นาที, 20 นาที และ 30 นาที และทดสอบคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ เพื่อศึกษาระยะเวลาอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ที่เหมาะสม พบว่าปริมาณความชื้น, ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้, อัตราการพองตัว, ความหนาแน่น, ค่าความกรอบ, ความแตกต่างของสี และความเข้มของสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพ		ระยะเวลาอบลมร้อน60°C(นาที)		
		10	20	30
ความชื้น(%)	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1	30.22±0.75[a]	30.22±0.75[a]	30.22±0.75[a]
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	15.87±0.36[a]	10.90±0.56[b]	6.38±0.21[c]
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	5.13±0.30[a]	4.08±0.27[b]	2.56±0.21[c]
วอเตอร์แอคติวิตี้	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1	0.880±0.005[a]	0.880±0.005[a]	0.880±0.005[a]
	-เมล็ดข้าวภายหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 2	0.454±0.004[a]	0.419±0.004[b]	0.381±0.004[c]
	-ผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง	0.242±0.003[a]	0.208±0.006[b]	0.159±0.004[c]
อัตราการพองตัว		1.107±0.003[a]	1.061±0.012[b]	1.011±0.000[c]
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)		0.619±0.014[a]	0.700±0.024[b]	0.801±0.023[c]
ค่าความกรอบ (กรัม)		1754±165[a]	1963±153[b]	2083±154[c]
ความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ (ΔE)		39.98±0.72[a]	42.93±0.63[b]	46.17±0.73[c]
ความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ (chroma)		15.16±0.45[a]	17.52±0.25[b]	19.90±0.75[c]

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

การอบครั้งที่1 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 30 นาที

การอบครั้งที่2 ใช้อุณหภูมิอบลมร้อน 60° c นาน 20 นาที

การทำให้พองด้วยไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที

จากผลการทดลองการใช้ระยะเวลาอบครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของเมล็ดข้าวหลังการอบครั้งที่2 และผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง โดยปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของเมล็ดข้าวหลังการอบครั้งที่ 2 และผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิที่ใช้ระยะเวลาอบ 10 นาที , 20นาที และ 30 นาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดข้าวหลังการอบครั้งที่ 2 ที่ใช้ระยะเวลาอบ 30 นาที มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำสุดเท่ากับ 6.38±0.21 และ 0.381±0.004 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอมมะลิที่ใช้ระยะเวลาอบ 30 นาที มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำสุดเท่ากับ 2.56±0.21 และ 0.159±0.004ตามลำดับ

ระยะเวลาอบครั้งที่ 2 จะทำให้เหลือปริมาณน้ำที่ส่งผลให้เกิดการพองตัวของผลิตภัณฑ์ โดยระยะเวลาอบเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการพองตัวต่ำลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอัตราการพองตัวต่ำสุด เมื่อใช้ระยะเวลาอบนาน 30 นาที มีค่าเท่ากับ1.011±0.000 และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 10 นาทีจะมีอัตราการพองตัวสูงที่สุด เท่ากับ1.107±0.003 ในขณะที่ค่าความหนาแน่นจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ระยะเวลาอบที่ 30 นาที ซึ่งให้ค่าสูงสุดและระยะเวลาอบ 10 นาที ให้ค่าต่ำสุด แสดงว่า ความหนาแน่นมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับอัตราการพองตัว เนื่องจากถ้าผลิตภัณฑ์มีการพองตัวสูง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรมาก ทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง

จากผลการทดลองค่าความกรอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาอบเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาอบ 30 นาทีให้ค่าความกรอบสูงกว่าที่ 20 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความกรอบที่มากขึ้นจะแสดงถึงผลิตภัณฑ์มีความกรอบน้อย ซึ่งค่าความกรอบจะแปรผกผันกับอัตราการพองตัว และแปรผันตรงกับความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น

ความแตกต่างของสี (ΔE) และความเข้มของสี (chroma) ของผลิตภัณฑ์ให้ผลที่สอดคล้องกัน โดยค่าจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาอบเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะเวลาอบ 30 นาที มีค่าเท่ากับ19.90±0.75 ให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มที่สุด และระยะเวลาอบ 10 นาที ให้สีจางสุด แสดงว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นในการให้ความร้อนกับเมล็ดข้าวหลังรีด (อบครั้งที่ 2) แล้วให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่เท่ากัน จะเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเพิ่มสูงขึ้น สีของผลิตภัณฑ์จึงเข้มขึ้น

3.2 ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบทางความชอบด้านสี, กลิ่น, รสชาติ , ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม เพื่อศึกษาหาระยะเวลาอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) โดยระยะเวลาอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ที่ศึกษา คือ ระยะเวลาอบ 10 นาที, 20 นาที และ 30 นาที ให้ผลคะแนนความชอบดังแสดงในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด) ต่างๆ

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการอบครั้งที่ 2(อบหลังรีด)นาที		
	10	20	30
สี	4.80±1.21^{ab}	4.90±0.96^{a}	4.27±1.01^{b}
กลิ่น	4.37±1.27^{a}	4.37±0.89^{a}	3.87±1.07^{a}
รสชาติ	4.23±1.33^{a}	4.50±1.14^{a}	4.20±1.06^{a}
ความกรอบ	4.50±1.48^{a}	4.90±1.12^{a}	4.27±1.46^{a}
การยอมรับโดยรวม	4.43±1.19^{ab}	4.93±1.05^{a}	4.33±1.03^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาระยะเวลาอบครั้งที่ 2 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น , รสชาติและความกรอบ ของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งสามระยะเวลาอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสี และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 10 นาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระยะเวลาอบ 20 นาที และ 30 นาที โดยที่ระยะเวลาอบ 20 นาที และ30 นาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งคะแนนความชอบด้านสี และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 20 นาที มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 4.90±0.96 และ4.93±1.05 ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ระยะเวลาอบ 20 นาที ให้ผลการทดสอบทางเคมีกายภาพในด้านสีที่เข้มกว่า การใช้ระยะเวลาอบที่ 10 นาที ซึ่งเป็นแนวโน้มสีที่ผู้ทดสอบชอบ จึงเลือกใช้ ระยะเวลาอบครั้งที่ 2 นาน 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เอกสารคำสอน เทคโนโลยีของแป้ง. ภาควิชาเทคในโลยีชีวภาพ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 220 หน้า.

เกร็ดความรู้เรื่องข้าวกล้อง. 22 พฤศจิกายน 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :www.samunpri.com

คุณค่าทางอาหารตามธรรมชาติ.19 กุมภาพันธ์ 2551. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :www.silvergreenclub.com

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2526. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 502 หน้า

นิศาชล สงทองและศศิธร นุกูลเอื้ออำรุง. 2549. การประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในกระบวนการผลิตข้าวพอง. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: 55 หน้า

ปรียาภรณ์ ทองประ 2543. ขนมกรอบที่ผลิตด้วยขบวนการเอกทรูชั่น. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: 42 หน้า

พรรณนิภา จุลศิริเสริมและวัชราภรณ์ เภตรารัตน์. 2549. ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: 57 หน้า

รินดา รัชพรม, สาวิตรี เพ็ชรเกลี้ยงและสิริยาภรณ์ ไกรมาก. 2548. ขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปู. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ: 52 หน้า

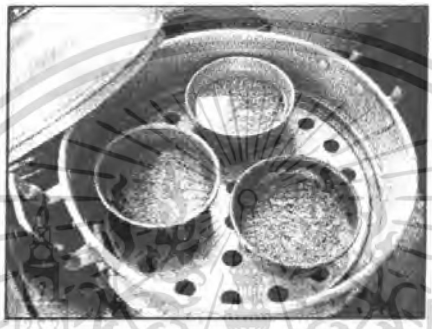
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 นำข้าวกล้องหอมมะลิ ผสมกับน้ำตามอัตราส่วน ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 1



ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ขั้นตอนที่ 2 นำข้าวกล้องหอมมะลิที่ผสมน้ำตามอัตราส่วนนึ่งในลังถึง ที่อุณหภูมิ 100 ^{o}C ,30 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 2

ภาพภาคผนวกที่ 2 แสดงการนึ่งข้าวกล้องหอมมะลิด้วยลังถึงในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 นำเมล็ดข้าวหลังการนึ่ง เทใส่ถาดอลูมิเนียมแล้วไปอบลมร้อนด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ,30 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 3

ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงวิธีการอบข้าวหลังจากนึ่งแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ขั้นตอนที่ 4 นำถาดข้าวหลังจากอบลมร้อนครั้งที่ 1 ออกมาพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 4

ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงการพักข้าวหลังการอบลมร้อนครั้งที่ 1 ในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 นำเมล็ดข้าวที่พักไว้แล้วมารีดแบนด้วยที่นวดแป้ง ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 5

ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงเมล็ดที่รีดแบนด้วยที่นวดแป้งของการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ขั้นตอนที่ 6 นำเมล็ดข้าวที่รีดแล้วไปอบลมร้อนครั้งที่ 2 ด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C ,20 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 6

ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงวิธีการอบข้าวหลังจากรีดแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 7</u> นำข้าวที่ผ่านการอบลมร้อนครั้งที่ 2 ไปพองตัวด้วยไมโครเวฟโดยชั้ไฟแรงสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 7

ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงลักษณะการพองตัวด้วยไมโครเวฟหลังการอบครั้งที่ 2แล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

การคำนวณค่าสี (ΔE)

ความหมายค่าสีในระบบ Hunter

L คือค่า value ซึ่งแสดงถึงความสว่างของสี มีค่า 0-100

: 0 แสดงถึงสีดำ

: 100 แสดงถึงสีขาว

a ,b คือ ค่า Hue ซึ่งเป็นค่าที่บอกสีโดยแสดงในสองแกน

: a คือสีแดง-เขียว

: b คือสีเหลือง-น้ำเงิน

ΔE คือ ค่าแสดงความแตกต่างของสี คำนวณได้จาก

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Chroma คือ ค่าความเข้มสี คำนวณได้จาก

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

การวัดความเข้มสีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta Chroma meter รุ่น CR300 ตามวิธีดังต่อไปนี้

1.เปิดเครื่องก่อนใช้งาน 1 ชั่งโมง

2.การวัดสีมาตรฐานด้วยแผ่นสีขาวมาตรฐาน ซึ่งจะได้ค่ามาตรฐาน ดังนี้

L = 97.50 a = -0.1 b = 2.07

3. เมื่อได้ค่ามาตรฐานแล้วกด reset

4. วางผลิตภัณฑ์ซ้อนกันแล้วทำการวัดค่าสี

5. บันทึกค่า L, a, b,

ค่า L หมายถึง การสะท้อนออกจากคลื่นแสงทำให้เกิดสี ดำ- ขาว หรือเห็นสีอ่อน-แก่

ค่า a หมายถึง การข่มกันของคลื่นแสง ทำให้เห็นเป็นไปตามสีของคลื่นแสงที่ข่ม โดยค่า a ที่มีค่าบวกแสดงถึงสีแดง และค่า a ที่มีค่าเป็นลบ แสดงค่าสีเขียว

ค่า b หมายถึง การรวมกันของคลื่นแสงที่สะท้อนจากวัตถุ โดยค่า b ที่มีค่าเป็นบวก แสดงสีเหลือง และค่า b ที่มีค่าเป็นลบแสดงสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดลองทางเคมีกายภาพ

1.การทดสอบหาอัตราส่วนและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

1.1 การทดสอบทางเคมีกายภาพเพื่อศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

moisture

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
1	3	29.7000		
2	3		41.4433	
3	3			52.1000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

moisture

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
1	3	29.7000		
2	3		41.4433	
3	3			52.1000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

moisture

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	4.9567		
2	3		5.7833	
3	3			6.8533
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

water activity

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	.88467		
2	3		.91333	
3	3			.95300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

water activity

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	.41600		
2	3		.44733	
3	3			.48900
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

water activity

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
1	3	.20333		
2	3		.24533	
3	3			.27733
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

RATIO

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
1	3	.946400		
2	3		1.148167	
3	3			1.203500
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

DENSITY

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2	1
3	3	.635500	
2	3		.712233
1	3		.729633
Sig.		1.000	.325

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม

CRISP

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	30	1286.2633		
2	30		1755.3767	
1	30			2556.2167
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม

DELTA E

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	38.4467		
2	3		40.3333	
1	3			42.4300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม

CHROMA

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
	1	1
3	3	15.4667
2	3	15.8500
1	3	17.8167
Sig.		.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การทดสอบทางเคมีกายภาพเพื่อศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

moisture

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
3	3	30.1633		
2	3		44.2200	
1	3			51.3300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

moisture

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
3	3	11.9800		
2	3		19.7600	
1	3			29.2867
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

moisture

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2	1
3	3	4.2667	
2	3		5.8867
1	3		6.4000
Sig.		1.000	.133

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

water activity

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
3	3	.88100		
2	3		.91400	
1	3			.94033
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

water activity

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
3	3	.41533		
2	3		.45100	
1	3			.48300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

water activity

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TREAT	1	2	3	1
3	3	.21300		
2	3		.24133	
1	3			.28667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

RATIO

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2	1
3	3	1.074100	
2	3	1.111100	
1	3		1.180167
Sig.		.053	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

DENSITY

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2	1
1	3	.609500	
2	3	.641533	.641533
3	3		.706933
Sig.		.409	.120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

CRISP

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TREAT	1	2	1
1	30	1380.1533	
2	30		1881.4000
3	30		1950.9067
Sig.		1.000	.175

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

DELTA E

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	37.1900		
2	3		39.6600	
3	3			42.5367
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

CHROMA

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	14.2200		
2	3		15.9133	
3	3			17.5067
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.3 การทดสอบทางเคมีกายภาพเพื่อศึกษาเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

ตารางภาคผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

moisture

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	30.1633		
2	3		44.2200	
1	3			51.3300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

moisture

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	11.9800		
2	3		19.7600	
1	3			29.2867
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังการพองด้วยไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

moisture

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
3	3	4.2667	
2	3		5.8867
1	3		6.4000
Sig.		1.000	.133

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

water activity

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	.88100		
2	3		.91400	
1	3			.94033
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังรีดของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

water activity

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	.41533		
2	3		.45100	
1	3			.48300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้หลังการพองด้วยไมโครเวฟของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

water activity

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
3	3	.38100		
2	3		.41933	
1	3			.45433
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

RATIO

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
3	3	1.074100	
2	3	1.111100	
1	3		1.180167
Sig.		.053	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

DENSITY

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
1	3	.609500	
2	3	.641533	.641533
3	3		.706933
Sig.		.409	.120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบรอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

CRISP

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	30	1753.5800		
2	30		1963.5933	
3	30			2083.0200
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

DELTA E

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	39.9800		
2	3		42.9300	
3	3			46.1600
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านเคมีกายภาพด้านความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

CHROMA

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
1	3	15.1600		
2	3		17.5200	
3	3			19.9000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

2.1 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

COLOUR

	TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1	1
Duncan[a]	3.00	30	4.3333
	1.00	30	4.7000
	2.00	30	4.7333
	Sig.		.161

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

ODOR

	TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1	1
Duncan[a]	3.00	30	4.2000
	1.00	30	4.2333
	2.00	30	4.3667
	Sig.		.528

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

TASTE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1	1
Duncan[a]	3.00	30	3.9333
	2.00	30	4.2667
	1.00	30	4.4667
	Sig.		.073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

CRISP

	TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2	1
Duncan[a]	3.00	30	3.7333	
	1.00	30		4.6333
	2.00	30		4.8667
	Sig.		1.000	.462

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาอัตราส่วนของข้าวต่อน้ำ

OVERALL

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan[a]	3.00	30	4.1000	
	1.00	30		4.7000
	2.00	30		4.7667
	Sig.		1.000	.781

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

2.2 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (ก่อนรีด)ที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

COLOUR

		N	Subset for alpha = .05
	TREAT	1	1
Duncan[a]	1.00	30	4.4333
	2.00	30	4.5333
	3.00	30	4.5667
	Sig.		.672

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

ODOR

		N	Subset for alpha = .05
	TREAT	1	1
Duncan[a]	1.00	30	3.9000
	2.00	30	3.9667
	3.00	30	4.3667
	Sig.		.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

TASTE

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan[a]	1.00	30	3.9667	
	2.00	30	4.1000	
	3.00	30		4.9000
	Sig.		.659	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

CRISP

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan[a]	2.00	30	4.1667	
	1.00	30	4.3667	
	3.00	30		5.2333
	Sig.		.613	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 1 (อบก่อนรีด)

OVERALL

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan[a]	2.00	30	4.1333	
	1.00	30	4.2667	
	3.00	30		5.3000
	Sig.		.653	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

2.3 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)ที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

COLOUR

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan[a]	3.00	30	4.2667	
	1.00	30	4.8000	4.8000
	2.00	30		4.9000
	Sig.		.057	.718

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลังรีด)

ODOR

		N	Subset for alpha = .05
	TREAT	1	1
Duncan[a]	3.00	30	3.8667
	1.00	30	4.3667
	2.00	30	4.3667
	Sig.		.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลัมรีด)

TASTE

		N	Subset for alpha = .05
	TREAT	1	1
Duncan(a)	3.00	30	4.2000
	1.00	30	4.2333
	2.00	30	4.5000
	Sig.		.360

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 47 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลัมรีด)

CRISP

		N	Subset for alpha = .05
	TREAT	1	1
Duncan[a]	3.00	30	4.2667
	1.00	30	4.5000
	2.00	30	4.9000
	Sig.		.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

ตารางภาคผนวกที่ 48 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านคุณลักษณะด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาระยะเวลาการอบครั้งที่ 2 (อบหลัมรีด)

OVERALL

		N	Subset for alpha = .05	
	TREAT	1	2	1
Duncan(a)	3.00	30	4.3333	
	1.00	30	4.4333	4.4333
	2.00	30		4.9333
	Sig.		.724	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ : เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ

ชื่อผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....

คำชี้แจง : ทดสอบชิมตัวอย่างเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบตามสเกลที่กำหนดให้มาให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง (กรุณาบ้วนปากระหว่างชิม)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย
6 = ชอบมาก
7 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง .....

สี	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่น	1	2	3	4	5	6	7
รสชาติ	1	2	3	4	5	6	7
ความกรอบ	1	2	3	4	5	6	7
การยอมรับโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนฤมล ประดู่แก้ว เกิดเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2551 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 875 ซอยผาสุก ถ. ประชาสงเคราะห์ แขวงดินแดง เขตดินแดง กทม. 10320 (08-4085-2480)

นางสาวสุธารัตน์ บุญญภิญโญ เกิดเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2551 ปัจจุบันอาศัยอยู่ที่ 187/12 ซอยเสรีไทย 25 ถ.เสรีไทย แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กทม. 10240 (08-6606-2721)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำ, ระยะเวลาอบก่อนรีดและหลังรีดเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 points hedonic scales ร่วมกับวิธีการทดสอบทางกายภาพพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ คือการใช้อัตราส่วนข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำเท่ากับ 1:1.5 ระยะเวลาอบลมร้อนก่อนรีดและหลังรีดเท่ากับ 45 นาที และ 20 นาที ตามลำดับ

2. การทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของเกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของน้ำมีผลทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และอัตราการพองตัวมีค่าสูงขึ้น แต่ความหนาแน่น ค่าความกรอบ และค่าสีลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระยะเวลาในการอบก่อนรีดเมล็ดข้าวและระยะเวลาอบหลังรีดเมล็ดข้าวที่สูงขึ้น มีผลทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และอัตราการพองตัวลดลง แต่ความหนาแน่น ค่าความกรอบ และค่าสีเพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เมื่อหาความสัมพันธ์ของการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับค่าที่ทดสอบได้ทางเคมีกายภาพพบว่าผลิตภัณฑ์เกล็ดข้าวกล้องหอมมะลิที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ จะอยู่ในช่วงความกรอบ 1745 ถึง 1963 กรัม ถ้ามีค่ามากหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนี้ ผลิตภัณฑ์จะมีความแข็งหรือนิ่มเกินไป และมีค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ในช่วงประมาณ 40.35 ถึง 42.93 และความเข้มของสี (Chroma) อยู่ระหว่าง 15.85 ถึง 17.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้