ล1733

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ

(Sri- Nind Rice Snack with cereals)

T096956

นางสาวพรรณนิภา จุลศิริเสริม รหัสนักศึกษา 46040154

นางสาววัชราภรณ์ เภตรารัตน์ รหัสนักศึกษา 46040163

สภ.
W36 ผ
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96956
วัน เดือน ปี - 5 JUN 2009

.b 11729107
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ

(Sri- Nind Rice Snack with cereals)

โดย

นางสาวพรรณนิภา จุลศิริเสริม รหัสนักศึกษา 46040154

นางสาววัชราภรณ์ เภตรารัตน์ รหัสนักศึกษา 46040163

ได้รับการเห็นชอบจาก

.....

(ดร.วริพัสย์ อารีกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

19 / มีนาคม / 2550

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวพรรณนิภา จุลศิริเสริม และนางสาววัชราภรณ์ เภตรารัตน์ 2549 :
ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะ
อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากแป้งข้าวสีนิลผสมแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 1 ต่อ 3 และการศึกษาหาชนิดและอัตราส่วนของธัญพืช 3 ชนิดได้แก่ ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียว เพื่อทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ แล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 points hedonic scale การทดสอบทางเคมีกายภาพ (อัตราการพองตัว, ความชื้น, ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ สีและความหนาแน่น) และทางด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เท่ากับ 60 นาที จะให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากการอบที่ระยะเวลาอื่นๆ

การเพิ่มปริมาณแป้งธัญพืชจาก 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้อัตราส่วนการพองตัว, ความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังอบมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ความกรอบ, ความแตกต่างของสีและความหนาแน่นก่อนและหลังอบของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเติมแป้งธัญพืช 20 เปอร์เซ็นต์ ในการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าการเติมแป้งในปริมาณอื่นๆ และเมื่อนำมาทดสอบเพื่อหาผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการเติมแป้งธัญพืชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาได้แก่ ผลิตภัณฑ์ควบคุม, ข้าวโอ๊ต และถั่วเขียว ตามลำดับ

น.ส. พรรณนิภา จุลศิริเสริม		
น.ส. วัชราภรณ์ เภตรารัตน์		17 มีนาคม 2550
ลายมือชื่อนักศึกษา	**ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา**	**วัน เดือน ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการเสนอปัญหาพิเศษเรื่องผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร. วริพัสย์ อารีกุล ซึ่งเป็นที่ปรึกษาสัมมนาของข้าพเจ้าในครั้งนี้ ที่ได้สละเวลาให้ความรู้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขหนังสือปัญหาพิเศษเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและคอยเอาใจใส่ช่วยให้การสัมมนาครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆที่ช่วยให้คำแนะนำจนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

พรรณนิภา จุลศิริเสริม

วัชราภรณ์ เภตรารัตน์

16 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญตารางภาคผนวก	จ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์การทดลอง	14
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	32
ภาคผนวก ข	35
ภาคผนวก ค	36
ภาคผนวก ง	38
ภาคผนวก จ	48
ประวัติผู้เขียน	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าหอมนิลเทียบ กับข้าวขาวดอกมะลิ 105	4
2	แสดงองค์ประกอบของธัญพืชชนิดต่างๆ	6
3	แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้ง	10
4	แสดงอัตราส่วนในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	10
5	ผลของระยะเวลาในการอบแผ่นแป้งต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	15
6	ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	16
7	ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	18
8	ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	20
9	ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	22
10	ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	23
11	ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ	25
12	ปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมธัญพืชชนิดต่างๆ	26
13	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงปริมาณส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญพืชในอัตราส่วนต่าง ๆ	35
2	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	38
3	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	38
4	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	39
5	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	39
6	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	39
7	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	40
8	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	40
9	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	40
10	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์	41
11	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	41
12	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	41
13	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	42
14	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
15	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	42
16	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	43
17	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	43
18	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	43
19	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์	44
20	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	44
21	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	44
22	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	45
23	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	45
24	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	45
25	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	46
26	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	46
27	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	46
28	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
29	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อหาปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชชนิดต่างๆ	47
30	การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อหาปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ ที่เติมแป้งธัญพืชชนิดต่างๆ	47
31	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง	48
32	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง	48
33	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง	49
34	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง	49
35	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง	49
36	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ	50
37	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ	50
38	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ	50
39	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ	51
40	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
41	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ	51
42	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ	52
43	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ	52
44	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ	52
45	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ	53
46	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ	53
47	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ	53
48	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ	54
49	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
50	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ	54
51	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ	55
52	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ	55
53	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ	55
54	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ	56
55	การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการเตรียมแป้งข้าวหอมมะลิ	8
2	แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	9
3	แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	32
4	แสดงแป้งที่นวดผสมเข้ากันดีแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	32
5	แสดงลักษณะการนึ่งแป้งที่นวดผสมเข้ากันดีแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	33
6	แสดงลักษณะการนวดแป้งที่ผ่านการนึ่งแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	33
7	แสดงลักษณะแผ่นแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลที่ผ่านการขึ้นรูปก่อนนำไปอบแห้ง	33
8	แสดงลักษณะการอบแผ่นแป้งที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วในตู้อบลมร้อนในการผลิผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าว สีนิล	34
9	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล	34
10	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบก่อนอบย่าง และหลังอบย่าง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความใส่ใจกับเรื่องสุขภาพมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะการเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นองค์ประกอบของสารอาหารหรือการเติมสารประกอบต่างๆที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากธรรมชาติลงในผลิตภัณฑ์อาหาร จึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ดึงดูดความสนใจและการตัดสินใจของผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยการเติมโปรตีนเช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ หรือเวย์โปรตีนลงในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายและมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นกว่าการใช้แป้งข้าวหอมมะลิทั่วไป

ในการทดลองนี้ ได้ทำการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมข้าวสีนิล โดยการเติมแป้งธัญชาติ (ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียว) ลงไปทดแทนสัดส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิในสัดส่วนต่างๆ เพื่อหาระยะเวลาในการอบแผ่นแป้ง, ชนิด และปริมาณธัญชาติที่เหมาะสมในการเติมลงในผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ โดยการทดสอบทางด้านเคมีกายภาพและทางด้านประสาทสัมผัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมแผ่นแป้งในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมข้าวสีนิล
2. เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งธัญชาติชนิดต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมข้าวสีนิล
3. เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมข้าวสีนิลและแป้งธัญชาติชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ขนมอบกรอบ หมายถึง อาหารที่ให้พลังงานสูง แต่ให้คุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างน้อย เพราะประกอบไปด้วยแป้ง น้ำตาล ไขมัน แต่มีสารอาหารที่จำเป็น เช่น วิตามินหรือแร่ธาตุในปริมาณต่ำ ยกเว้น โซเดียมจากเกลือและผงชูรส ผลิตภัณฑ์จะผ่านกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น การเอ๊กซ์ทรูชั่น การทอด การใช้ไมโครเวฟ เป็นต้น (http//www.elib-online.com)

ในปัจจุบันการผลิตขนมอบกรอบได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วยเช่น การเติมโปรตีน แร่ธาตุต่างๆ หรือสารเสริมสุขภาพ เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของขนมอบกรอบโดยทั่วไปจะต้องมีความกรอบ มีการพองตัวที่ดี

หลักการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

1. เกิดจากการใช้เครื่องมือเอ๊กซ์ทรูเดอร์ ซึ่งการพองตัวจะเกิดขึ้นเมื่อมีความชื้นที่ค่อนข้างสูงโดยจะนำส่วนผสมแป้งไปปรับความชื้นให้เหมาะสมก่อนเข้าเครื่อง extruder เมื่อผ่านเข้าเครื่องแป้งจะถูกอัดภายใต้แรงดันสูง ซึ่งแรงอัดที่เกิดขึ้นจะมีส่วนหนึ่งเกิดจากการกระทำของเครื่อง อีกส่วนเกิดจากการกระทำของไอน้ำและก๊าซที่ขยายตัว เมื่อให้ความร้อนจะทำให้แป้งเกิดการขยายตัว เมื่อแป้งถูกดันให้ผ่านเครื่องออกมาแรงดันจะลดลงทันทีมีผลทำให้ไอน้ำที่อยู่ในแป้งเกิดการขยายตัวและระเหยออกมีผลทำให้เกิดการพองตัว ปริมาตรของแป้งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและเกิดโพรงอากาศ เมื่อไอน้ำระเหยออกจนหมดจะทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งและกรอบซึ่งเป็นคุณลักษณะของขนมขบเคี้ยว (Maz,1984)

2. เป็นการพองตัวที่ใช้หลักการที่เกิดจากการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ จนกระทั่งแป้งสุก ทำให้ไอน้ำและก๊าซที่เกิดขึ้นจะเกิดการขยายตัวในก้อนแป้ง เมื่อได้รับความร้อนไอน้ำและอากาศที่ถูกเก็บกักอยู่ภายในจะเกิดแรงดันที่สูงมากและเกิดการระเหยดันโครงสร้างให้ยืดขยายตัวพองออก ซึ่งการทำเช่นนี้สามารถกระทำได้ด้วยการทอดในน้ำมัน หรืออบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิสูง (ปรียาภรณ์, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัว คือ การเกิดไอน้ำและการขยายตัวของก๊าซ ภายใต้แรงดันที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัวมาก ในทางกลับกันถ้าให้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจนไอน้ำระเหยไปบางส่วน แรงดันที่เกิดภายในน้อยลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความพองลดลง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการพองตัวที่ดีจะต้องให้ความร้อนที่เหมาะสมเพื่อให้แป้งเกิดการสะสมไอน้ำที่รวดเร็วจนโครงสร้างภายในมีแรงดันมากพอที่จะดันไอน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ความหนาของแผ่นแป้งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการพองตัว ถ้าแผ่นของผลิตภัณฑ์มีความหนามากเกินไป จะต้องใช้เวลานานกว่าความร้อนจะเข้าไปถึงจุดศูนย์กลางของแผ่น ในลักษณะเช่นนี้ไอน้ำและแรงดันก๊าซที่เกิดขึ้นตามส่วนนอกของแป้งจะเกิดการพองตัวก่อนบริเวณจุดศูนย์กลาง ของแผ่นแป้งที่ความร้อยยังเข้าไปไม่ถึง ส่วนไขมันจะมีส่วนและแข็ง ที่ไปลดการพองตัว นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความหนืดของแป้ง ถ้าแป้งที่มี amylopectin สูงแป้งจะมีความหนืดที่ไม่มากนักจะมีผลทำให้เกิดการพองตัวได้ง่ายขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะที่เบา กรอบ ในทางกลับกันถ้าแป้งที่มี amylopectin ต่ำ แป้งจะมีความหนืดสูงการพองตัวจึงเป็นไปได้ยาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีเนื้อแน่น (ณรงค์,2526)

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบนั้นสามารถที่จะพัฒนาสูตรขนมอบกรอบ ให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นและมีความหลากหลายได้ โดยการนำแป้งธัญพืชมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อบกรอบที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวสีนิลและแป้งข้าวหอมมะลิ

ข้าวสีนิล

ข้าวสีนิลเป็นข้าวกล้องที่มีเมล็ดข้าวเรียวยาว สีม่วงเข้ม โดยในส่วนของรำและจมูกข้าวสีนิลจะมีวิตามิน E , B และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยในส่วนของรำข้าวจะมีปริมาณเส้นใย digestible fiber สูงถึง 10%, มีสาร omega-3 ประมาณ 1-2 % และมีน้ำมันรำข้าว 18% ซึ่งจะมีสารออไรซานอลเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้แล้วสีของเมล็ดข้าวสีนิลจะมีรงควัตถุสีม่วงดำคือ สารแอนโทไซยานิน และโปรแอนโทไซยานิน โดยสารแอนโทไซยานิน มีรายงานวิจัยพบว่า สามารถช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจ และสมอง บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นเวลามองตอนกลางคืน ส่วนสารโปรแอนโทไซยานินสามารถจับกับอนุภาคของกัมมันตภาพรังสีทำให้เซลล์ในร่างกายทำงานได้อย่างปกติ และช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดป้องกันโรคหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบของเซลล์มะเร็งเต้านม ปอด กระเพาะอาหาร และเม็ดเลือดขาว ซึ่งสารทั้งสามชนิดนี้ (สารออไรซานอล, สารแอนโทไซยานิน และโปรแอนโทไซยานิน) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิสูงมาก (มากกว่า วิตามินอีและเบต้าแคโรทีน) (http://www.highqlife.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลทางโภชนาการนับได้ว่าข้าวสีนิลเป็นข้าวที่มีศักยภาพในการนำมาแปรรูปทางอุตสหกรรมอาหารสูง ซึ่งข้าวสีนิลนี้มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าหอมนิลเทียบ กับข้าวขาวดอกมะลิ 105

คุณค่าทางโภชนาการ	**ข้าวเจ้าหอมนิล**	**ข้าวขาวดอกมะลิ 105**
โปรตีน (%)	12.56	6.0
คาร์โบไฮเดรต (%)	70.0	80.0
ธาตุเหล็ก (มก./100 ก)	3.26	-
สังกะสี (มก./100 ก)	2.9	-
แคลเซียม (มก./100 ก)	4.2	-
โพแทสเซียม (มก./100 ก)	339.4	-
ทองแดง (มก./100 ก)	0.1	-

ที่มา: http://www.highqlife.com

ข้าวโอ๊ต

ข้าวโอ๊ตเป็นพืชที่ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Gramineae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Avena sativa* เป็นธัญชาติที่อุดมด้วยใยอาหาร, วิตามิน, เกลือแร่ และสารต้านอนุมูลอิสระ

ข้าวโอ๊ตเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 71.2 เปอร์เซ็นต์, โปรตีน 10.8 เปอร์เซ็นต์, ไขมัน 5.9 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble fiber) 12.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเส้นใยอาหารที่ได้รับนี้จะมีสารชื่อ เบต้า-กลูแคนซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยจะช่วยต้านอนุมูลอิสระ,ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในหลอดเลือด, ช่วยเข้าไปซ่อมแซมDNA/RNAในเซลล์ผิว และเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย นอกจากนี้ ยังช่วยบำรุงถึงระดับโครงสร้างของไฟโบบราสท์ซึ่งเป็นการเพิ่มการสังเคราะห์ใยคอลลาเจนในชั้นผิว ทำให้ผิวแข็งแรง ส่วนจมูกข้าวจะประกอบด้วย ไขมันและสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นข้าวโอ๊ตจึงอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ มากมาย อีกทั้งประโยชน์ของเส้นใยอาหารจากรำข้าวโอ๊ต หรือไฟเบอร์ชนิดละลายน้ำ (Soluble Fiber) ที่พบว่าไขมันจะถูกจับและกักโมเลกุลไว้ในไฟเบอร์ของข้าวโอ๊ตทำให้ไม่สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ แต่จะถูกขับถ่ายเป็นอุจจาระพร้อมกับรำข้าวโอ๊ต ดังนั้นรำข้าวโอ๊ตจึงมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับสารอาหารต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ผู้ป่วยเบาหวาน, ผู้ป่วยโรคหัวใจและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (http://www.bloggang.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกเดือย (Job ' Tear Grass)

ลูกเดือยเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Graminae , Pearl Barley, Job's Tear, Adlay มีชื่อทางวิยาศาสตร์คือ Coix lacryma - jobi L. ลูกเดือยมีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวออกกลมรี มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ลูกเดือยมีสารอาหารสูงโดยประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 64.9 เปอร์เซ็นต์ ,โปรตีน 12.0 เปอร์เซ็นต์ ,ไขมัน 6.7 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหารที่ละลายน้ำได้(soluble fiber) 0.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบสารที่มีองค์ประกอบเป็นกรดอะมิโนรวมถึงวิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น วิตามินบี1, บี2, วิตามินอี,แคลเซียม, ฟอสฟอรัส (เปรมสุดาและมุทิตา,2548)

จากการวิจัยทางเภสัชวิทยาของลูกเดือย (เปรมสุดาและมุทิตา,2548) พบว่าลูกเดือยมีสาร

- โคอิกโซล (Coixol) มีฤทธิ์คลายอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อและป้องกันการชัก, ลดความดันโลหิตได้ชั่วขณะ, ลดน้ำตาลในเลือดและลดไข้ นอกจากนี้ยังพบว่า รากเดือยก็ยังมีสารนี้ด้วย
- โคอิกซิโนโลด์ (Coixenolide) มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเนื้องอก (antineoplastic) ช่วยยั้บยั้งการเกิดมะเร็ง
- น้ำมันจากลูกเดือยมีฤทธิ์กระตุ้นศูนย์การหายใจ, ลดความอ่อนเปลี้ยของร่างกาย, ลดความดันโลหิตและขับปัสสาวะ

นอกจากนี้ลูกเดือยยังมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย รา ยีสต์, เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต, ทำให้เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่มกัน, ลดคอเลสเตอรอลในเลือด, ลดความดันโลหิต, ลดอุณหภูมิร่างกาย, แก้ปวดและขับปัสสาวะ

ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นพืชใบเลี้ยงคู่เป็นพืชตระกูลถั่ว จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Vigna radiate*(L.) Wilczek หรือ *Phaseolus aureus* Roxb

ถั่วเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 62.4 เปอร์เซ็นต์ , โปรตีน 21.7 เปอร์เซ็นต์ ,ไขมัน 1.2 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหาร 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือได้ว่าถั่วเขียวเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ แต่จะมีปริมาณไขมันต่ำเมื่อเทียบกับถั่วชนิดอื่น จึงไม่สามารถใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบผลิตน้ำมันปรุงอาหารได้ แต่เป็นแหล่งสำคัญของแป้งและแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ โพแทสเซียม, ฟอสฟอรัสและแคลเซียม นอกจากนั้นเมล็ดถั่วเขียวยังอุดมไปด้วยวิตามินเอ, บี1, บี2, ไนอาซิน และวิตามินซี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกายในการดำรงชีวิตประจำวัน และสารภายในถั่วเขียวยังช่วยต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลอิสระ ลดพิษที่เกิดขึ้นในร่างกายได้ แต่เมื่อนำเมล็ดถั่วเขียวไปทำเป็นแป้ง จะมีเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตลดลงไปเล็กน้อย แต่คุณค่าทางอาหารอื่น ๆ ยังสูงอยู่ (กรวิทย์และทิพเนตร, 2547) ซึ่งองค์ประกอบของข้าวโอ๊ต, ลูกเดือย และ ถั่วเขียว แสดงได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. แสดงองค์ประกอบของธัญพืชชนิดต่างๆ

ธัญพืช	ผลการวิเคราะห์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)			
	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	ใยอาหาร
ข้าวโอ๊ต	60.2	12.0	4.7	12.3
ลูกเดือย	58.5	13.6	6.1	8.4
ถั่วเขียว	62.4	21.7	1.2	2.0

ที่มา: มณฑิราและสุพัตรา, 2544

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รินดา,สาวิตรีและสิริยากรณ์ (2548) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปู เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องมันปูกับข้าวหอมมะลิ เปอร์เซ็นต์ความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบย่าง โดยทำการทดสอบทางด้ายกายภาพเพื่อศึกษาอัตราการพองตัว, ความหนาแน่น, ปริมาณความชื้น, ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้, ความกรอบและ ค่าสี นอกจากนี้ยังทำการทดสอบการยอมรับโดยรวมทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scales พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปูเท่ากับ แป้งข้าวมันปู 1 ส่วน ต่อแป้งข้าวหอมมะลิ 2 ส่วน, ความชื้นของแผ่นแป้งก่อนอบย่างมีค่าเท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบย่างเท่ากับ 230 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะดี เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

- ข้าวหอมมะลิ
- ข้าวสีนิล
- เมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออก (ถั่วซีก)
- น้ำตาลทราย
- เกลือ
- น้ำเปล่า

3.2 เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

- เครื่องบดข้าว (WACO รุ่น BS 215 B, ไทย)
- pin mill (Retsch รุ่น ZM 1000, เยอรมัน)
- เครื่องชั่ง (AND รุ่น HR 200, ญี่ปุ่น)
- เครื่องผสมแป้ง
- เครื่องรีดแป้ง
- ตู้อบลมร้อน (Patch รุ่น OV 663, ญี่ปุ่น)
- เครื่องครัว
- เครื่องอบย่าง

3.2.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

<u>อุปกรณ์</u>

- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma meter รุ่น CR 200, ญี่ปุ่น)
- เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Thermoconstanter รุ่น TH 200, สวิสเซอร์แลนด์)
- เวอร์เนียคาลิปเปอร์
- Texture analyzer (รุ่นTA TX2i, อังกฤษ)
- hot air oven (Memmert , เยอรมัน)
- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt รุ่น KB-8S)
- เครื่องสกัดไขมัน Soxhlet apparatus (รุ่น B-810)
- desiccators
- บีกเกอร์
- Aluminum can

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมล็ดงา
- แท่งแก้วคน
- ลูกยา
- ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- ขวดปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
- Tong
- ปิเปต
- กรวย
- กระบอกน้ำกลั่น

<u>สารเคมี</u>

- Conc. H_2SO_4
- H_2SO_4 0.255 N
- NaOH 0.313 N
- Std. HCl 0.1 or 0.01 N
- 2% Boric acid
- 95% Alcohol
- Indicator (Methyl red + Bromocresol green)
- Catalyst ($CuSO_4/K_2SO_4$,1:8)

3.3 แผนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมแป้งข้าวหอมมะลิ, แป้งข้าวสีนิลและแป้งธัญพืช

นำข้าวหอมมะลิมาบดหยาบด้วยเครื่อง blender จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่อง pin mill โดยใช้ตะแกรง (sieve) ขนาด 0.25 มิลลิเมตร จะได้เป็นแป้งข้าวหอมมะลิ (ดังภาพที่ 1) จากนั้นนำข้าวสีนิลและเมล็ดธัญพืช (ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วซีก) มาผลิตดังข้างต้น

ข้าวหอมมะลิ

↓

บดหยาบ

↓

บดละเอียด

↓

แป้งข้าวหอมมะลิ

ภาพที่1 แสดงขั้นตอนการเตรียมแป้งข้าวหอมมะลิ

หมายเหตุ แป้งธัญพืชในที่นี้ คือเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการบดละเอียดจนเป็นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 กรรมวิธีการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

นำแป้งข้าวสีนิล, แป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 1:3 (22.5 กรัม : 67.5 กรัม) เติมน้ำตาลและเกลือผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ปริมาตร 60 มิลลิลิตรนวดผสมให้เข้ากัน นำก้อนแป้งที่ได้ไปนึ่งในลังถึง นาน 45 นาที หลังจากนั้นนวดก้อนแป้งให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงรีดเป็นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.66 เซนติเมตร นำแผ่นแป้งไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 60 นาที จากนั้นพักแผ่นแป้งไว้ เวลานาน 12-18 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C อีกครั้ง นาน 30 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 8 ชั่วโมงก่อนนำไปอบย่างที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส กรรมวิธีการผลิตขนมอบกรอบสามารถสรุป ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

นำแผ่นแป้งที่เตรียมได้จาก 3.3.2 มาอบรอบแรกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่างๆ กัน ตามตารางที่ 3 แล้วนำแผ่นแป้งที่ผ่านการอบไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสดังข้อ 3.3.4.2. และใช้แผนการทดลองแบบ CRD

ตารางที่ 3 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้ง

แป้งข้าวสีนิล:แป้งข้าวหอมมะลิ (1:3)	เวลาที่ใช้ในการอบ (นาที)			
	45	60	75	90

3.3.4. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งธัญพืช

ชั่งแป้งข้าวโอ๊ตหนัก 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ของแป้งข้าวหอมมะลิ ผสมลงแทนน้ำหนักของแป้งข้าวหอมมะลิ แล้วเติมเกลือและน้ำตาลในปริมาณ 3 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราส่วนในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลดังตารางที่ 4 แล้วทำการผลิตแผ่นแป้งตามข้อ 3.3.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD

ตารางที่ 4 แสดงอัตราส่วนในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

%ธัญพืช	อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์อบกรอบจากข้าวสีนิล (%)		
	ข้าวหอมมะลิ	ข้าวสีนิล	ธัญพืช
0	67.50	22.50	0.00
10	60.75	22.50	6.75
20	54.00	22.50	13.5
30	47.25	22.50	20.25

หมายเหตุ : ปริมาณธัญพืช (%) เติมลงไปทดแทนปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิ

การผลิตแผ่นแป้งจากลูกเดือยและถั่วเขียว จะทำเช่นเดียวกับการผลิตแผ่นแป้งข้าวโอ๊ต จากนั้นนำแผ่นแป้งและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบย่างมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.1 การทดสอบทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์

- อัตราส่วนการพองตัว (Expansion ratio)

ทำการวัดความหนาของตัวอย่างแผ่นแป้งก่อนและหลังการอบย่าง โดยนำแผ่นแป้งมาวางซ้อนกัน ใช้ตัวอย่างแผ่นแป้งก่อนและหลังการอบย่างอย่างละ 5 ตัวอย่าง แล้วทำการวัดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ จากนั้นคำนวณหาอัตราส่วนการพองตัวของแผ่นแป้ง

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ความหนาของแผ่นแป้งหลังการอบย่าง}}{\text{ความหนาของแผ่นแป้งก่อนการอบย่าง}}$$

- ความหนาแน่นโดยรวม (Bulk density)

นำตัวอย่างแผ่นแป้งทั้ง 5 แผ่นมาชั่งรวมหาน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำแผ่นแป้งทั้ง 5 แผ่นมาแทนที่หาปริมาตรด้วยเมล็ดงาที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน โดยนำแผ่นแป้งทั้ง 5 แผ่นมาวางเรียงซ้อนกันใน aluminum can เทเมล็ดงาลงในบีกเกอร์จนเต็ม แล้วนำเมล็ดงาส่วนที่เหลือจากการเติมมาหาปริมาตร (มาลี, 2534) คำนวณหาความหนาแน่นโดยรวมโดยใช้สูตร

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

- ปริมาณความชื้น (Moisture content)

อบภาชนะใส่ตัวอย่าง (aluminum can) ในตู้อบ hot air oven ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) จากนั้นชั่งน้ำหนัก aluminum can อย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แล้วนำตัวอย่างขนมอบกรอบที่บดเป็นผงละเอียดประมาณ 3 กรัม ใส่ลงใน aluminum can จากนั้นทำการชั่งอย่างละเอียด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) ประมาณ 30 นาที นำออกมาชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่ บันทึกผล แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในตัวอย่าง ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

- วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)

วัดวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ของตัวอย่างขนมอบกรอบที่บดละเอียดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ด้วยเครื่อง Thermoconstanter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความกรอบของผลิตภัณฑ์

นำแผ่นขนมอบกรอบมาทดสอบแรงกดแตกด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA TX2i) ซึ่งใช้หัววัดแบบ Spherical stainless (P0.25s), ใช้ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทาง 3 มิลลิเมตร นำค่าแรงสูงสุดที่ใช้มาเป็นค่าแรงกดแตก ทำซ้ำ 5 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

- ค่าสี (Color measurement)

วัดสีบนแผ่นขนมอบกรอบที่วางซ้อนกัน 5 ชิ้นด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chroma meter CR 200 โดยทำการวัดสีให้ทั่วทั้งแผ่นโดยวัดตัวอย่างละ 10 ครั้ง ซึ่งค่าที่ได้จากการวัดค่าสีนี้คือค่า L, a และ b

3.3.4.2. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่ผ่านการอบย่าง เพื่อหาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสมในการเติมลงในผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 7 point Hedonic scale ดังปรากฏในภาคผนวก (ค) โดยคะแนนที่ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด, 2 คือไม่ชอบมาก, 3 คือ ไม่ชอบ, 4 คือ เฉยๆ, 5 คือ ชอบ, 6 คือ ชอบมาก และ 7 คือ ชอบมากที่สุด

3.3.5. การศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 3.3.4.2. มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อหาธัญพืชที่ได้รับการยอมรับสูงสุด และหาปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ของผลิตภัณฑ์ที่เติมธัญพืชแต่ละชนิด

- ปริมาณโปรตีน

ทำการหาปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธี Kjeldahl method โดยนำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่สารละลายต่างๆนำเข้าเครื่องย่อยโปรตีนแล้วนำตัวอย่างที่ได้ใส่เครื่องกลั่นโปรตีนแล้วนำไปไทเทรตกับ H_2SO_4 แล้วบันทึกปริมาณกรดที่ใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times N_{HCL} \times 14 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ A = ปริมาณ HCL ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลายตัวอย่าง

B = ปริมาณ HCL ที่ใช้ไทเทรตกับ Blank

- ปริมาณใยอาหาร (Crude fiber)

ทำการหาปริมาณเส้นใยอาหาร โดยการนำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์สารเยื่อใย} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง

W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและเถ้าหลังอบแห้ง(g)

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องและเถ้าหลังจากเผา(g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์การทดลอง

1. การศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล ซึ่งใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 7 points Hedonic scale จากการให้คะแนนความชอบจากชอบมากที่สุด (7 คะแนน) ถึงไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) ในด้านสี, กลิ่น, รส, ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม (ตารางที่ 5) พบว่า คะแนนคุณลักษณะทางด้านสีในผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาอบแผ่นแป้ง 45 นาที มีคะแนนการยอมรับมากสุดที่ 4.80±1.10 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาอบแผ่นแป้ง 60 นาที เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบแผ่นแป้งเป็น 75 และ 90 นาที พบว่าคะแนนความชอบด้านสีมีแนวโน้มลดลงตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % แสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งจะลดการยอมรับทางด้านสีลง ทั้งนี้อาจเกิดจากการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น เนื่องจากเกิดจากปฏิกิริยามิลลาร์ด (Millard reaction) ที่หมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวส์ทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนของโปรตีน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าสารเมลานอยดิน (Melanoidins) ขึ้นในผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแผ่นแป้ง 60 นาที จะมีคะแนนการทดสอบทางด้านกลิ่นและรสชาติสูงสุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาอบแผ่นแป้งอื่นๆ ในขณะที่ความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาอบแผ่นแป้ง 60 ถึง 90 นาที จะมีคะแนนการยอมรับที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาอบแผ่นแป้ง 90 นาทีจะมีคะแนนการยอมรับมากสุด อย่างไรก็ตาม การใช้ระยะเวลาในการอบแผ่นแป้ง 45 นาทีจะให้ผลคะแนนการยอมรับด้านความกรอบต่ำสุดและมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์คะแนนการทดสอบด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าการอบแผ่นแป้งที่ระยะเวลา 60 นาที จะให้มีคะแนนสูงที่สุด เท่ากับ 4.57±1.04 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการอบแผ่นแป้งที่ระยะเวลา 45, 75 และ 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5. ผลของระยะเวลาในการอบแผ่นแป้งต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

คุณลักษณะ	เวลาที่ใช้ในการอบ (นาที)			
	45	60	75	90
สี	4.80 ± 1.10^{a}	4.57 ± 1.10^{a}	3.80 ± 0.93^{b}	3.23 ± 0.86^{c}
กลิ่น	3.87 ± 0.94^{b}	4.43 ± 1.19^{a}	3.87 ± 1.14^{b}	3.77 ± 1.10^{b}
รสชาติ	3.97 ± 1.10^{b}	4.50 ± 0.78^{a}	3.57 ± 0.812^{b}	3.97 ± 0.85^{b}
ความกรอบ	3.80 ± 1.03^{b}	4.20 ± 1.06^{ab}	4.17 ± 1.21^{ab}	4.43 ± 1.22^{a}
การยอมรับโดยรวม	3.90 ± 1.21^{b}	4.57 ± 1.04^{a}	3.93 ± 1.08^{b}	3.90 ± 0.96^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากผลการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่มีต่อคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าการอบแผ่นแป้งที่ระยะเวลา 60 นาที จะให้มีคะแนนความชอบทางด้านสี, กลิ่น, รส, ความกรอบและการยอมรับโดยรวมสูงกว่าการใช้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งอื่นๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงใช้เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง ในการทดลองในขั้นตอนต่อไป

2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งธัญพืช

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งธัญพืช โดยทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

2.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งถั่วเขียว

2.1.1 ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

เมื่อเติมแป้งถั่วเขียวที่ระดับต่างๆ ลงในผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวมีผลต่ออัตราส่วนการพองตัว, ความชื้น,วอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนและหลังอบ, ความกรอบของผลิตภัณฑ์และความหนาแน่น ดังตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ลักษณะทางกายภาพ	% แป้งถั่วเขียว			
	0	10	20	30
อัตราส่วนการพองตัว	2.64±0.02 ^{a}	2.16±0.03 ^{b}	1.97±0.00 ^{c}	1.91±0.01 ^{d}
ความหนาแน่นก่อนอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.68±0.01 ^{b}	0.84±0.02 ^{a}	0.89±0.03 ^{a}	0.87±0.01 ^{a}
ความหนาแน่นหลังอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.22±0.00 ^{c}	0.29±0.01 ^{b}	0.32±0.02 ^{b}	0.40±0.02^{a}
ความชื้นก่อนอบ(เปอร์เซ็นต์	7.86±0.02^{a}	7.75±0.07^{a}	7.51±0.07^{b}	7.10±0.02^{c}
ความชื้นหลังอบ(เปอร์เซ็นต์)	6.04±0.11^{a}	5.77±0.07^{b}	5.25±0.02^{c}	4.97±0.01^{d}
วอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนอบ	0.624±0.006 ^{a}	0.608±0.005 ^{b}	0.587±0.002 ^{c}	0.568±0.004 ^{d}
วอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบ	0.408±0.004 ^{a}	0.390±0.003 ^{b}	0.357±0.008 ^{c}	0.337±0.006^{d}
ความกรอบ (นิวตัน)	4.65±0.15 ^{d}	5.82±0.09 ^{c}	6.56±0.08 ^{b}	7.17±0.06 ^{a}
สีหลังอบ(ΔE)	-	3.25±0.17 ^{a}	4.59±0.28 ^{b}	11.09±0.35 ^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งถั่วเขียวจะมีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุด คือเท่ากับ 2.64±0.02 เท่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์จะมีอัตราส่วนการพองตัวที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.91±0.01 เท่า แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวมีผลทำให้อัตราส่วนของการพองตัวจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งถั่วเขียวมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ 21.7 เปอร์เซ็นต์ และ Aboagye และ Stanley (1987) ได้สรุปว่า เมื่อโปรตีนได้รับความชื้นและความร้อนจะทำให้ตำแหน่งในการเชื่อมข้ามของโมเลกุลโปรตีนเพิ่มมากขึ้นและเกิดการจัดเรียงตัวใหม่เป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลทำให้ลักษณะการพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณโปรตีนจากการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวมีผลทำให้การพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง

การเติมแป้งถั่วเขียวมีผลทำให้ความหนาแน่นของแผ่นแป้งที่ผสมแป้งถั่วเขียวก่อนการอบ (กรัม/ลบ.ซม.) มีค่าสูงขึ้นจากผลิตภัณฑ์ควบคุมและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวจาก 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลต่อความหนาแน่นของแผ่นแป้งก่อนการอบ และค่าความหนาแน่นหลังอบจะให้ผลเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่นก่อนอบ โดยค่าความหนาแน่นหลังอบจะมีค่าต่ำที่สุดในผลิตภัณฑ์ควบคุมและมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 0.22+0.00 และ 0.40+0.02 กรัม/ลบ.ซม. ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีผลต่อความหนาแน่นของแผ่นแป้ง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่น ซึ่งค่าความหนาแน่นนี้ใช้ในการบ่งบอกลักษณะการพองตัวของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ถ้าค่าความหนาแน่นสูง แสดงว่าผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัวได้น้อย ในทางกลับกันผลิตภัณฑ์จะเกิดการพองตัวได้มาก ถ้ามีค่าความหนาแน่นต่ำ (Lee และคณะ,2003)

เมื่อพิจารณาค่าความกรอบที่แสดงอยู่ในรูปค่าแรงกดแตก (N) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งถั่วเขียวจะมีค่าความกรอบต่ำที่สุดเท่ากับ 4.65±0.15 N และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าความกรอบที่มากที่สุด เท่ากับ 7.17±0.06 N แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวมีผลทำให้ค่าแรงกดแตก (N) และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนการพองตัวมีค่าลดลง ซึ่ง Lee และคณะ (2003) ได้สรุปว่า ค่าความกรอบที่แสดงอยู่ในรูปค่าแรงกดแตก (N) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง, ความหนาแน่น รวมถึงความกรอบของผลิตภัณฑ์

ปริมาณความชื้นทั้งก่อนอบและหลังอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งถั่วเขียว พบว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ7.86±0.02 และ 6.04±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ Onwulata และ คณะ (2001) แสดงให้เห็นว่า การเติมเวย์โปรตีนลงในแป้งข้าวจะมีผลทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีค่าลดต่ำลง ดังนั้น การเพิ่มปริมาณโปรตีนโดยการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นของแผ่นแป้งมีแนวโน้มลดลง และเมื่อผ่านการอบย่าง พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวจะทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ความร้อนที่ใช้ในการอบย่างนั้นมีผลต่อปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปนั้นจะมีค่าน้อยสุดในผลิตภัณฑ์ควบคุม เท่ากับ 1.82 เปอร์เซ็นต์ และมีค่ามากที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 2.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าปริมาณแป้งถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ระเหยออกจากตัวผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นเมื่อผ่านการให้ความร้อนในกระบวนการอบย่าง

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์จะมีความสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปริมาณธัญพืชเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ควบคุมจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนอบและหลังอบสูงที่สุด เท่ากับ 0.62±0.01 และ 0.41±0.00 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนอบและหลังอบต่ำที่สุดเท่ากับ 0.57±0.00 และ0.34±0.01 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การลดลงของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ภายหลังอบย่างของผลิตภัณฑ์ที่เติมและไม่เติมแป้งถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
9695e

ผลการทดลองค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวหลังการอบย่าง เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม พบว่า การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของแป้งถั่วเขียวจะทำให้ค่าความแตกต่างของสีเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์จะให้ค่าการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด เท่ากับ 11.09±0.35 เนื่องจากแป้งถั่วเขียวที่เติมลงไปนั้นมีองค์ประกอบของโปรตีนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น

2.1.2 ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

เมื่อเติมปริมาณแป้งถั่วเขียวในระดับต่างๆ ลงในผลิตภัณฑ์แล้วนำไปวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 7 points Hedonic scale ด้วยการให้คะแนนความชอบจากชอบมากที่สุด (7 คะแนน) ถึงไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) ในด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม

ตารางที่ 7. ผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

คุณลักษณะ	% แป้งถั่วเขียว		
	10	20	30
สี	4.13±1.43 ^{ab}	4.60±1.10 ^{a}	3.63±1.00 ^{b}
กลิ่น	3.63±1.03 ^{b}	4.30±1.06 ^{a}	2.50±0.97 ^{c}
รสชาติ	3.77±1.25 ^{a}	4.20±1.10 ^{a}	2.70±0.92 ^{b}
ความกรอบ	3.80±1.10 ^{ab}	4.07±1.08 ^{a}	3.40±1.13 ^{b}
การยอมรับโดยรวม	3.8330.99 ^{b}	4.67±0.80 ^{a}	2.80±0.93 ^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 7) พบว่าคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่เติมปริมาณแป้งถั่วเขียวทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมปริมาณแป้งถั่วเขียว 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีความแตกต่างทางด้านสี แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับทางด้านสีสูงที่สุด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้คะแนนการยอมรับทางด้านสีต่ำที่สุด และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการเติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกๆ ระดับ และ การเติมปริมาณแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเพิ่มแป้งถั่วเขียวเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีคะแนนด้านรสชาติ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคุณลักษณะทางด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์จะมีความแตกต่างจากการเติมแป้งถั่วเขียว 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างจาก การเติมแป้งถั่วเขียว10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การยอมรับโดยรวมในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมแป้งถั่วเขียวที่ระดับต่างๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ± 0.80

จากผลการทดลองพบว่าการเติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์จะได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในทุกด้านสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับการเติมแป้งถั่วเขียวที่ระดับอื่นๆ ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวที่เติมแป้งถั่วเขียวคือ 20 เปอร์เซ็นต์

2.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งข้าวโอ๊ต

2.2.1 ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

เมื่อเติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ระดับต่างๆ ลงในผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตมีผลต่ออัตราส่วนการพองตัว, ความชื้น, วอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนและหลังอบ, ความกรอบของผลิตภัณฑ์และความหนาแน่น ดังตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8. ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ลักษณะทางกายภาพ	% แป้งข้าวโอ๊ต			
	0	10	20	30
อัตราส่วนการพองตัว	2.64±0.02 [a]	2.23±0.02 [b]	2.04±0.03 [c]	2.03±0.07 [c]
ความหนาแน่นก่อนอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.68±0.01 [c]	0.82±0.02 [b]	0.89±0.03 [a]	0.90±0.04 [a]
ความหนาแน่นหลังอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.22±0.00 [c]	0.26±0.00 [b]	0.28±0.02 [b]	0.37±0.01 [a]
ความชื้นก่อนอบ(%)	7.86±0.021 [a]	6.98±0.01 [b]	6.80±0.05 [c]	6.73±0.10 [c]
ความชื้นหลังอบ(%)	6.04±0.11 [a]	4.39±0.01 [b]	4.04±0.01 [c]	3.91±0.03 [c]
วอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนอบ	0.624±0.006 [a]	0.541±0.012 [b]	0.522±0 .001 [c]	0.504±0.002 [c]
วอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบ	0.408±0.004 [a]	0.349±0.001 [b]	0.320±0.007 [c]	0.310±0.004 [c]
ความกรอบ (นิวตัน)	4.65±0.15 [d]	5.45±0.09 [c]	6.17±0.04 [b]	6.58±0.16 [a]
สีหลังอบ(ΔE)	-	2.35±0.16 [a]	2.94±0.59 [a]	3.83±1.49 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากผลการทดสอบทางกาย (ตารางที่ 8) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งข้าวโอ๊ตจะมีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุดเท่ากับ 2.64± 0.02 เท่า และ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งข้าวโอ๊ต พบว่าอัตราส่วนการพองตัวจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเติมแป้งข้าวโอ๊ต 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราส่วนการพองตัวที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 2.03± 0.07 เท่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการเติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตมีผลทำให้อัตราส่วนของการพองตัวจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวโอ๊ตมีใยอาหารเป็นองค์ประกอบ 12.3 เปอร์เซ็นต์ โดย Case และคณะ (1992) ได้สรุปว่า อะไมโลสและอะไมโลแพกตินในแป้งข้าวเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อคุณลักษณะการพองตัวของผลิตภัณฑ์ ส่วนไขมันและเยื่อใยอาหารเป็นปัจจัยที่มีผลในการลดการพองตัวของขนมขบเคี้ยว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณใยอาหารจากการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตและการลดลงของอะไมโลสและอะไมโลแพกตินในส่วนของแป้งข้าวจะมีผลต่อการลดการพองตัวของผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นของแผ่นแป้งก่อนการอบ (กรัม/ลบ.ซม.) พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตจะทำให้ค่าความหนาแน่นของแผ่นแป้งก่อนการอบมีแนวโน้มสูงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 และ30 เปอร์เซ็นต์จะไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบจะให้ผลเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่นก่อนอบ โดยจะมีค่าความหนาแน่นที่สูงขึ้นเมื่อเติมแป้งข้าวโอ๊ตลงในผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม ซึ่งจะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.22+0.004 กรัม/ลบ.ซม. ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ต 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.37+0.01 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่นเช่นเดียวกับแป้งถั่วเขียว ตามที่ Lee และคณะ (2003) ได้กล่าวไว้ นอกจากนี้ความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตจะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.65+0.15 N และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ต โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าความกรอบที่มากที่สุด เท่ากับ 6.58+0.16 N แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตมีผลทำให้ค่าความกรอบและความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนการพองตัวมีค่าลดลง

ปริมาณความชื้นทั้งก่อนอบและหลังอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ต พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 7.86±0.02 และ 6.04±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต แสดงให้เห็นว่า การเติมแป้งข้าวโอ๊ตลงในแป้งข้าวจะมีผลทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีค่าลดต่ำลงตามที่ ประภาศรีและคณะ (2547) ได้สรุปไว้ว่า การเพิ่มสัดส่วนแป้งข้าวโอ๊ตเป็นการเพิ่มใยอาหารลงในแป้งข้าวที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง ดังนั้นการเพิ่มใยอาหารทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นของแผ่นแป้งมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำแผ่นแป้งไปอบย่าง พบว่า การสูญเสียน้ำจากแผ่นแป้งใกล้เคียงกัน แม้ว่าแผ่นแป้งจะมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์พบว่าจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความชื้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งข้าวโอ๊ตจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนอบและหลังอบ เท่ากับ 0.62±0.01 และ 0.41±0.00 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตเป็น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนอบและหลังอบจะแปรผกผันตามปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่เพิ่มขึ้น

ผลการทดลองค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตหลังการอบย่างเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ตในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีค่าความแตกต่างของสีเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 30 เปอร์เซ็นต์จะให้ค่าการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด เท่ากับ 3.83±1.49 เนื่องจากแป้งข้าวโอ๊ตจะมีสีเหลืองนวล ในขณะที่แป้งข้าวหอมมะลิมีสีขาว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุมส่งผลให้ค่าความแตกต่างของสีเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ผลการยอมรับทางประสาทของผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวโอ๊ตเปรียบได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9. ผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

คุณลักษณะ	% แป้งข้าวโอ๊ต		
	10	20	30
สี	4.40±1.07 ^{b}	5.00±1.23^{a}	4.07±1.08 ^{b}
กลิ่น	3.50±0.94 ^{b}	3.80±1.16 ^{ab}	4.3006±1.18 ^{a}
รสชาติ	4.33±1.09 ^{a}	3.93±1.31 ^{a}	3.93±1.14 ^{a}
ความกรอบ	4.30±0.07 ^{ab}	4.50±0.94 ^{a}	3.87±0.78 ^{b}
การยอมรับโดยรวม	4.27±0.74 ^{b}	4.77±0.97 ^{a}	3.97±0.62 ^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์แป้งข้าวโอ๊ตที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต (ตารางที่ 9) พบว่าคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งที่ 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับรองลงมาและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในระดับอื่นๆ แต่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์จะมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจะมีคะแนนการยอมรับมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 10 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์จะมีความแตกต่างกันทางสถิติและจะมีค่ามากสุดเท่ากับ 4.50±0.94ในผลิตภัณฑ์ที่เติมปริมาณแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 10 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ค่าคะแนนการยอมรับโดยรวมในผลิตภัณฑ์ที่เติมปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตทั้ง 3 ระดับ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด (4.77±0.98) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ 10 และ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเติมปริมาณแป้งข้าวโอ๊ต 10 และ30 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่าการเติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์จะได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในทุกๆด้านสูงที่สุด และมีความแตกต่างกับการเติมแป้งข้าวโอ๊ตที่ระดับอื่นๆ ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตคือ 20 เปอร์เซ็นต์

2.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งลูกเดือย

2.3.1 ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

เมื่อเติมแป้งลูกเดือยที่ระดับต่างๆ ลงในผลิตภัณฑ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตมีผลต่ออัตราส่วนการพองตัว, ความชื้น,วอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนและหลังอบ, ความกรอบของผลิตภัณฑ์และความหนาแน่น ดังตารางที่ 10

ตารางที่10. ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ลักษณะทางกายภาพ	% แป้งลูกเดือย			
	0	10	20	30
อัตราส่วนการพองตัว	2.64±0.02 ^{a}	2.42±0.03 ^{b}	2.30±0.03 ^{c}	2.21±0.03 ^{d}
ความหนาแน่นก่อนอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.68±0.01 ^{b}	0.85±0.02 ^{a}	0.83±0.02 ^{a}	0.80±0.01 ^{a}
ความหนาแน่นหลังอบ(กรัม/ลบ.ซม.)	0.22±0.00 ^{c}	0.25±0.00 ^{b}	0.26±0.00 ^{b}	0.27±0.00 ^{a}
ความชื้นก่อนอบ(เปอร์เซ็นต์	7.86±0.02^{a}	7.14±0.04^{b}	6.86±0.07 ^{c}	6.73±0 .045^{d}
ความชื้นหลังอบ(เปอร์เซ็นต์)	6.04±0.11^{a}	4.82±. 002 ^{b}	4.58±.052^{c}	3.83±0.02^{d}
วอเตอร์แอคติวิตี้ก่อนอบ	0.624±0.005^{a}	0.569±0.005^{b}	0.538±0.005 ^{c}	0.525±0.012 ^{c}
วอเตอร์แอคติวิตี้หลังอบ	0.408±0.004 ^{a}	0.357±0.001^{b}	0.329±0.008 ^{c}	0.316±0.006 ^{c}
แรงกดแตก (นิวตัน)	4.65±0.15 ^{b}	5.02±0.05 ^{b}	5.69±0.15 ^{a}	6.01±0.20 ^{a}
สีหลังอบ(ΔE)	-	3.27±0.09 ^{b}	3.90±0.56 ^{b}	4.82±0.25 ^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 10) พบว่า อัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งลูกเดือยจะมีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุด คือเท่ากับ 2.64±0.02 เท่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือย รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือยที่ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 30 เปอร์เซ็นต์จะมีอัตราส่วนการพองตัวที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 2.21±0.03 เท่า จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณแป้งลูกเดือย มีผลทำให้อัตราส่วนของการพองตัวลดลง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งลูกเดือยมีไขมัน 6.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าถั่วเขียวและข้าวโอ๊ต และมีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สูง ซึ่งทั้งไขมันและโปรตีนจะมีผลต่อการลดการพองตัวของผลิตภัณฑ์ตามที่ Case และคณะ (1992) ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนั้น การเพิ่มปริมาณไขมันและโปรตีนจากการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งลูกเดือย มีผลทำให้การพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง

การเติมแป้งลูกเดือย มีผลทำให้ความหนาแน่นของแผ่นแป้งที่ผสมแป้งลูกเดือยก่อนการอบ (กรัม/ลบ.ซม.) มีค่าสูงขึ้นจากผลิตภัณฑ์ควบคุมและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเติมแป้งลูกเดือยจาก 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลต่อความหนาแน่นของแผ่นแป้งก่อนการอบ และค่าความหนาแน่นหลังอบจะให้ผลเช่นเดียวกับค่าความหนาแน่นก่อนอบ โดยค่าความหนาแน่นหลังอบจะมีค่าต่ำที่สุดในผลิตภัณฑ์ควบคุมและมีค่าสูงที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 30 เปอร์เซ็นต์และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22±0.004 และ 0.27±0.02 (กรัม/ลบ.ซม.) ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 และ20 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีผลต่อความหนาแน่นของแผ่นแป้ง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่น

เมื่อพิจารณาค่าความกรอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีเติมแป้งลูกเดือย 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าความกรอบ ที่มากที่สุด เท่ากับ6.01+0.20 N ซึ่งไม่มีความแตกต่างผลิตภัณฑ์ที่มีเติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ผลิตภัณฑ์ควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการเพิ่มปริมาณแป้งลูกเดือยมีผลทำให้ค่าความกรอบและความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนการพองตัวมีค่าลดลง (Lee และคณะ ,2003)

ปริมาณความชื้นทั้งก่อนอบและหลังอบในผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งลูกเดือย จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย โดยมีค่าเท่ากับ 7.86±0.02 และ 6.04±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อผ่านการอบย่าง พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวจะทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการเติมแป้งถั่วเขียวและแป้งข้าวโอ๊ตในผลิตภัณฑ์ ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์จะมีความสอดคล้องกับค่าความชื้น กล่าวคือ การเพิ่มปริมาณแป้งธัญพืชมีผลทำให้ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดต่ำลง โดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งถั่วเขียวจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ทั้งก่อนอบและหลังอบ เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.62±0.01 และ 0.41±0.004 ตามลำดับและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือย 20 และ30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าที่ต่ำสุดแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยหลังการอบย่างเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม พบว่า ปริมาณแป้งลูกเดือยที่เพิ่มขึ้นจะมีความสอดคล้องกับค่าความแตกต่างของสี โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือย 30 เปอร์เซ็นต์จะให้ค่าการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด เท่ากับ 4.82±0.25

2.3.2 ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ผลการยอมรับทางประสาทของผลิตภัณฑ์จากแป้งลูกเดือยเปรียบได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11. ผลของปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

คุณลักษณะ	% แป้งลูกเดือย		
	10	20	30
สี	3.93±1.23 ^{b}	4.70±1.06 ^{a}	3.93±1.44 ^{b}
กลิ่น	4.00±1.05 ^{b}	4.63±1.19 ^{a}	4.70±1.29 ^{a}
รสชาติ	4.40±1.35 ^{a}	4.93±1.29 ^{a}	4.40±1.28 ^{a}
ความกรอบ	4.77±1.07 ^{a}	4.33±1.21 ^{ab}	3.90±1.42 ^{b}
การยอมรับโดยรวม	4.47±1.25 ^{ab}	4.87±1.01 ^{a}	4.17±1.09 ^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0 05)

จากการศึกษาหาปริมาณแป้งลูกเดือยที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ (ตารางที่11) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนความชอบต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 4.00±1.05 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งลูกเดือยเป็น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่รสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด ส่วนความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 30 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับด้านความกรอบต่ำที่สุดเท่ากับ 3.90±1.42 เมื่อวิเคราะห์คะแนนการยอมรับโดยรวม พบว่า การเติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ลงในผลิตภัณฑ์นั้นจะให้คะแนนการยอมรับที่สูงที่สุด เท่ากับ 4.87±1.01 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ระดับ พบว่า สามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดลองขั้นต่อไป เนื่องจากได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างจากปริมาณแป้งลูกเดือย 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด

3. การศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

3.1 การศึกษาหาปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

ปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชชนิดต่าง ๆ ได้แก่ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียว ปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งธัญพืช สามารถแสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12.ปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมธัญพืชชนิดต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ที่เติมธัญพืชชนิดต่างๆ			
	control	ข้าวโอ๊ต 20%	ลูกเดือย 20%	ถั่วเขียว 20%
%Protein	0.76 ± 0.01^{c}	0.82 ± 0.00^{b}	0.85 ± 0.02^{b}	1.03 ± 0.04^{a}
% Fiber	2.84 ± 0.14^{d}	10.58 ± 0.24^{a}	7.97 ± 0.02^{b}	3.72 ± 0.29^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากการนำแป้งธัญพืชมาเติมลงแทนสัดส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียวจะมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งธัญพืช โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวจะมีปริมาณโปรตีนสูงสุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ โดยมีโปรตีนเท่ากับ 1.03±0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การเติมแป้งลูกเดือยและข้าวโอ๊ต และผลิตภัณฑ์ควบคุมมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำที่สุด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ พบว่าการเติมแป้งข้าวโอ๊ตลงในผลิตภัณฑ์จะให้ปริมาณใยอาหารสูงที่สุด (10.58±0.24เปอร์เซ็นต์) และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเติมลูกเดือย, ถั่วเขียวและผลิตภัณฑ์ควบคุม ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ควบคุมจะให้ใยอาหารที่ต่ำที่สุด คือ 2.84±0.14 ($P < 0.05$)

3.2 ผลของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผลการทดลองในข้อ 2 ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต, ลูกเดือยและถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบทางประสาทเพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งธัญพืช

ตารางที่ 13. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

คุณลักษณะ	ธัญพืช			
	control	ข้าวโอ๊ต 20%	ลูกเดือย 20%	ถั่วเขียว 20%
สี	4.67±1.03 ^{a}	4.30±1.02 ^{ab}	4.60±0.93 ^{a}	3.90±0.96 ^{b}
กลิ่น	4.03±0.89 ^{ab}	4.23±1.10 ^{ab}	4.43±0.97 ^{a}	3.90±1.00 ^{b}
รสชาติ	4.47±1.04 ^{ab}	4.10±1.00 ^{bc}	4.70±1.09 ^{a}	3.83±1.12 ^{c}
ความกรอบ	4.93±1.02 ^{b}	4.23±1.22 ^{c}	5.50±1.23 ^{a}	4.03±1.30 ^{c}
การยอมรับโดยรวม	4.77±0.73 ^{a}	4.27±0.94 ^{b}	5.00±1.02 ^{a}	3.73±0.91 ^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%($P<0.05$)

จากตารางแสดงการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมแป้งธัญพืช (ตารางที่13) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านสีในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ ต่ำที่สุดและมีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่เติมข้าวโอ๊ตและลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมแป้งถั่วเขียวจะเพิ่มปริมาณโปรตีนในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดหรือการเกิดสีน้ำตาล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่คล้ำจนมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เติมธัญพืชอื่นๆ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นั้นจะมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์และผลิตภัณฑ์ควบคุม ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับที่ต่ำที่สุดและไม่มีความแตกต่างอยางมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับที่สูงที่สุดและไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ผลิตควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลิตภัณฑ์ควบคุมไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวจะมีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติที่ต่ำที่สุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทงสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต เมื่อวิเคราะห์การยอมรับทางด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีคะแนนการยอมรับมากที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ควบคุม และผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตและถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์จะมีคะแนนการยอมรับที่ต่ำที่สุด และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่แป้งข้าวโอ๊ต 20 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่การยอมรับโดยรวมจะมีคะแนนการทดสอบสูงที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งลูกเดือย เท่ากับ 5.000±1.017 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ควบคุม ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด ดังนั้นจากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสนี้ทำให้สามารถเลือกผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีการเติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคะแนนการยอมรับมากที่สุดทั้งในคุณลักษณะทางด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, ความกรอบและการยอมรับโดยรวม รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ควบคุม, ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตและแป้งถั่วเขียว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นแป้งที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล ได้แก่ ระยะเวลา 60 นาทีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (a=0.05)

การเพิ่มปริมาณแป้งธัญพืชมีผลทำให้อัตราส่วนการพองตัว, ความชื้นและค่าวอเตอร์แอทติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังอบมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ความกรอบ, ความแตกต่างของสีและความหนาแน่นก่อนและหลังอบของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเติมแป้งข้าวโอ๊ต ลูกเดือยและถั่วเขียว 20 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์จะได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าการเติมแป้งในปริมาณอื่นๆ และผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือย 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการเติมแป้งธัญพืชอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาได้แก่ ผลิตภัณฑ์ควบคุม, ข้าวโอ๊ต และถั่วเขียวตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษา หรืออาจมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อสัตว์เช่น กุ้งแห้งหรือเนื้อหมูที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ลงไปในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายและมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้น นอกจากนี้อาจเคลือบรสชาติต่างๆลงไปในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มรสชาติที่แปลกใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรวิทย์ พงษ์ประดิษฐ์ และทิพเนตร ปริณามโอสถ. 2547. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระหว่างหว่างการงอก.ในการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ:หน้า 2- 3

"ข้าว" .11 October 2006. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.elib-online.com

"ข้าวเจ้าสีนิล เพื่อสุขภาพ". 26 พฤษจิกายน 2549 .(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.highqlife.com

"ข้าวโอ๊ต ป้องกันโรคหัวใจช่วยลดคอเลสเตอรอล". 21 ตุลาคม 2548 .(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.bloggang.com

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2526. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 502 น.

ประภาศรี อรุณพงษ์, รัตนา กายดี และลดาวัลย์ อัศวชมพูนุช. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากแป้งธัญพืช.ในการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ:หน้า 19- 21

ปรียาภรณ์ ทองประ. 2543. ขนมกรอบที่ผลิตด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น. ในการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ:หน้า 13

มณฑิรา วราภรณ์ และสุพัตรา ช่อเจี๊ยง. 2547. โยเกิร์ตน้ำลูกเดือย.ในการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ:หน้า 2- 4

รินดา รัชพรม,สาวิตรี เพ็ชรเกลี้ยง และสิริยาภรณ์ ไกรมาก. 2548. ขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปู. ในการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ:หน้า 1- 51

Aboagye Y.,Stanley D.W.1987.Thermoplastic extrusion of peanut flour by twin screw extrusion. Cannadian Institute of Food Science Technology 20: 148-153.

Case, S.E., D.D. Hamann and Schwartz, S.J., 1992. Effect of starch gelatinization of physical properties of extruded wheat and corn based products. Cereal Chem. 69(4): 401-404.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

Lee S.O., Min J.S., Kim I.S. and Lee M. 2003. Physical evaluation of popped cereal snacks with spent hen meat. Meat Science 64: 383-390.

Onwulata C.I., Smith P.W., Konstance R.P. and Holsinger V.H. 2001. Incorporation of whey product extruded corn, potato or rice snacks. Food Research International 34: 679-687.

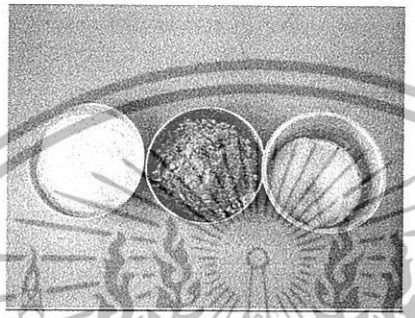
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 นำแป้งข้าวหอมมะลิ 67.5 กรัม ผสมกับแป้งข้าวสีนิล 22.5 กรัม เติมเกลือ และน้ำตาล (3 และ 7 กรัมตามลำดับ) ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 3



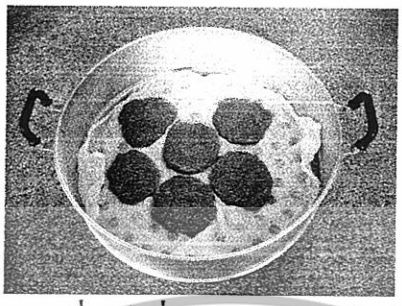
ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

ขั้นตอนที่ 2 นำส่วนผสมทั้งหมดจากขั้นตอนที่ 1 เติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ปริมาตร 60 มิลลิลิตร แล้วนวดผสมให้เข้ากัน ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 4

ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงแป้งที่นวดผสมเข้ากันดีแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 นำก้อนแป้งที่ผ่านการนวดผสมจนเข้ากันดีแล้วรองด้วยผ้าขาวบางก่อนนำไปนึ่งในลังถึง หลังจากนั้นนำไปนึ่งเป็นเวลา 45 นาที ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 5

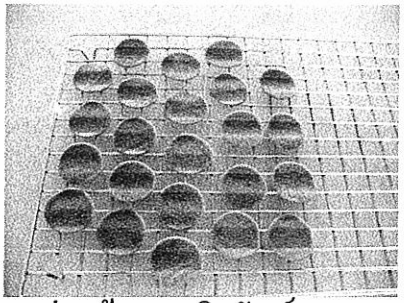


ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงลักษณะการนึ่งแป้งที่นวดผสมเข้ากันดีแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

ขั้นตอนที่ 4 นำก้อนแป้งที่ผ่านการนึ่งมานวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 6

ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงลักษณะการนวดแป้งที่ผ่านการนึ่งแล้วในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

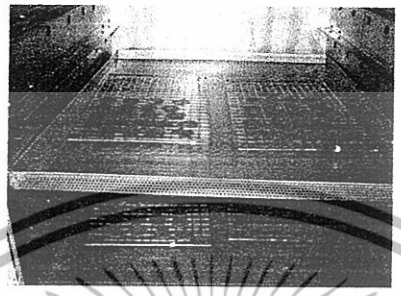
ขั้นตอนที่ 5 นำก้อนแป้งที่ผ่านการนวดจนเป็นเนื้อเดียวกันมารีดด้วยเครื่องรีดแป้งให้เป็นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร จากนั้นใช้พิมพ์วงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.66 เซนติเมตร กดแผ่นแป้งเพื่อให้ได้แผ่นแป้งที่มีขนาดเดียวกัน แล้วนำไปวางบนตะแกรงเพื่อรอการอบ ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 7



ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงลักษณะแผ่นแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลที่ผ่านการขึ้นรูปก่อนนำไปอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> นำแผ่นแป้งที่ผ่านการกดโดยใช้แม่พิมพ์ไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที แล้ว พักแผ่นแป้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 12-18 ชั่วโมง และนำแผ่นแป้งทั้งหมดไปอบอีกครั้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีเก็บแผ่นแป้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 8 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 8



ภาพภาคผนวกที่ 8 แสดงลักษณะการอบแผ่นแป้งที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วในตู้อบลมร้อนในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

<u>ขั้นตอนที่ 7</u> นำแผ่นแป้งที่ผลิตตามขั้นตอนที่เหมาะสมแล้วไปอบย่างได้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 9

ภาพภาคผนวกที่ 9 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

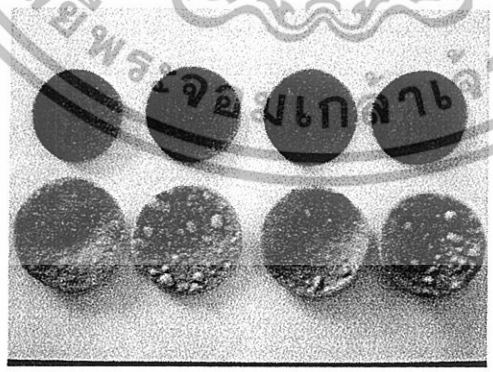
ขั้นตอนที่ 1 เตรียมแป้งข้าวหอมมะลิ, แป้งข้าวสีนิลและแป้งธัญพืช (ข้าวโอ๊ต, ลูกเดือย และถั่วเขียว) ในอัตราส่วนดังแสดงในตารางภาคผนวกที่1 แล้วเติมเกลือและน้ำตาล (3 และ7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

ตารางภาคผนวกที่1. แสดงปริมาณส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญพืชในอัตราส่วนต่าง ๆ

%ธัญพืช	อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์อบกรอบจากข้าวสีนิล (%)		
	ข้าวหอมมะลิ	ข้าวสีนิล	ธัญพืช
0	67.50	22.50	0.00
10	60.75	22.50	6.75
20	54.00	22.50	13.5
30	47.25	22.50	20.25

หมายเหตุ : ปริมาณธัญพืช (%)เติมลงไปทดแทนปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิ

ขั้นตอนที่ 2 นวดผสมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ปริมาณ 60 มิลลิลิตร แล้วทำตามดังภาคผนวก ก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบย่าง จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ ดังแสดงในภาพผนวกที่ 10



ภาพภาคผนวกที่ 10 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบก่อนอบย่าง (แถวบน) และหลังอบย่าง (แถวล่าง) โดยเรียงลำดับจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแป้งธัญพืช, ผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ต, แป้งลูกเดือยและแป้งถั่วเขียวตามลำดับจากซ้ายไปขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ

(Sri Nind Rice snack with cereals)

ชื่อ.....…….. วันที่.....……

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบโดยทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับสเกลที่ผู้ชิมยอมรับในแต่ละคุณลักษณะให้ตรงกับรหัสตัวอย่างที่กำหนด

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบ 4 = เฉยๆ

5 = ชอบ 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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

* ถ้าท่านต้องซื้อผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดนี้ ท่านจะยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์หมายเลขใด .....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางเคมีกายภาพ

1.การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งธัญพืช

1.1. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งถั่วเขียว

1.1.1การทดสอบปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

RATIO

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	legume 30%	2	1.910606			
	legume 20%	2		1.967135		
	legume 10%	2			2.160992	
	control	2				2.639728
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	control	2	.682618	
	legume 10%	2		.839645
	legume 30%	2		.873206
	legume 20%	2		.888974
	Sig.		1.000	.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan [a]	control	2	.223812		
	legume 10%	2		.290516	
	legume 20%	2		.321583	
	legume 30%	2			.397094
	Sig.		1.000	.080	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

LEGUME

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan [a]	legume 30%	2	7.097500		
	legume 20%	2		7.512500	
	legume 10%	2			7.747500
	control	2			7.855000
	Sig.		1.000	1.000	.119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

MOISTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan [a]	legume 30%	2	4.968000			
	legume 20%	2		5.245850		
	legume 10%	2			5.766425	
	control	2				6.036475
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan [a]	legume 30%	2	.568000			
	legume 20%	2		.587250		
	legume 10%	2			.607750	
	control	2				.624000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan [a]	legume 30%	2	.336500			
	legume 20%	2		.357000		
	legume 10%	2			.390000	
	control	2				.408250
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

TEXTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan [a]	control	2	4.654100			
	legume 10%	2		5.816400		
	legume 20%	2			6.553000	
	legume 30%	2				7.165400
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านค่าความแตกต่างของสี(ΔE) ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งถั่วเขียวที่มีต่อผลิตภัณฑ์

COLOR

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	control	2	.000000			
	legume 10%	2		3.253336		
	legume 20%	2			4.590697	
	legume 30%	2				11.09224
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

1.2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งข้าวโอ๊ต

1.1.2 การทดสอบปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

RATIO

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	oat 30%	2	2.026948		
	oat 20%	2	2.040307		
	oat 10%	2		2.226338	
	control	2			2.639728
	Sig.		.764	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	.682618		
	oat 10%	2		.819748	
	oat 20%	2			.889523
	oat 30%	2			.894857
	Sig.		1.000	1.000	.842

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	.223812		
	oat 10%	2		.264189	
	oat 20%	2		.278850	
	oat 30%	2			.367432
	Sig.		1.000	.222	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

MOISTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	oat 30%	2	6.732500		
	oat 20%	2	6.802500		
	oat 10%	2		6.975000	
	control	2			7.855000
	Sig.		.289	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

MOISTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	oat 30%	2	3.906375		
	oat 20%	2	4.037525		
	oat 10%	2		4.390525	
	control	2			6.036475
	Sig.		.155	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	oat 30%	2	.503750		
	oat 20%	2	.521500		
	oat 10%	2		.540750	
	control	2			.624000
	Sig.		.062	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	oat 30%	2	.309750		
	oat 20%	2	.319750		
	oat 10%	2		.348750	
	control	2			.408250
	Sig.		.084	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

TEXTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	control	2	4.654100			
	oat 10%	2		5.445000		
	oat 20%	2			6.166600	
	oat 30%	2				6.580500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตที่มีต่อผลิตภัณฑ์

COLOR

	TREAT	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	control	2	.000000	
	oat 10%	2		2.345694
	oat 20%	2		2.942040
	oat 30%	2		3.831628
	Sig.		1.000	.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

1.3การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งลูกเดือย

1.3.1การทดสอบปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านอัตราส่วนการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

RATIO

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	job's tear 30%	2	2.211275			
	job's tear 20%	2		2.299491		
	job's tear 10%	2			2.424287	
	control	2				2.639728
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	control	2	.682618	
	job's tear 20%	2		.829028
	job's tear 10%	2		.846430
	job's tear 30%	2		.849278
	Sig.		1.000	.282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

DENSITY

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	.223812		
	job's tear 10%	2		.248997	
	job's tear 20%	2		.254762	
	job's tear 30%	2			.265215
	Sig.		1.000	.137	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นก่อนอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

MOISTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	job's tear 30%	2	6.730000			
	job's tear 20%	2		6.857500		
	job's tear 10%	2			7.140000	
	control	2				7.855000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความชื้นหลังอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

MOISTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	job's tear 30%	2	3.830000			
	job's tear 20%	2		4.576800		
	job's tear 10%	2			4.823250	
	control	2				6.036475
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ก่อนอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	job's tear 30%	2	.525250		
	job's tear 20%	2	.537500		
	job's tear 10%	2		.569250	
	control	2			.624000
	Sig.		.057	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์หลังอบในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

AW

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	job's tear 30%	2	.315500		
	job's tear 20%	2	.329000		
	job's tear 10%	2		.357000	
	control	2			.408250
	Sig.		.077	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

TEXTURE

	TREAT	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	control	2	4.654100	
	job's tear 10%	2	5.018900	
	job's tear 20%	2		5.685800
	job's tear 30%	2		6.008700
	Sig.		.067	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพด้านความแตกต่างของสี (ΔE)ของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งลูกเดือยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

COLOR

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	.000000		
	job's tear 10%	2		3.271905	
	job's tear 20%	2		3.902155	
	job's tear 30%	2			4.817723
	Sig.		1.000	.110	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

2. การศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

2.1 การศึกษาหาปริมาณโปรตีนและใยอาหาร (%) ในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

ตารางภาคผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อหาปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชชนิดต่างๆ

PROTEIN

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	.759350		
	oat 20%	2	.823200	.823200	
	job's tear 20%	2		.849650	
	legume 20%	2			1.034200
	Sig.		.083	.394	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ทางสถิติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อหาปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชชนิดต่างๆ

FIBER

	TREAT	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	control	2	2.773027		
	legume 20%	2	3.635648		
	jobs tear 20%	2		7.959971	
	oat 20%	2			10.56690
	Sig.		.051	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบคุณภาพทาง
ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวสีนิลผสมธัญชาติ

1. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่ผ่านการอบย่างแล้ว โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและการยอมรับโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 7 hedonic scale โดยที่ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด 2 คือไม่ชอบมาก 3 คือ ไม่ชอบ 4 คือ เฉยๆ 5 คือ ชอบ 6 คือ ชอบมาก 7 คือ ชอบมากที่สุด โดยทำการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

COLOR

	TIME	N	Subset 1	2	3
Duncan[a,b]	90 s	30	3.23		
	75 s	30		3.80	
	60 s	30			4.57
	45 s	30			4.80
	Sig.		1.000	1.000	.282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .696.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

ODOR

	TIME	N	Subset 1	2
Duncan[a,b]	90 s	30	3.77	
	45 s	30	3.87	
	75 s	30	3.87	
	60 s	30		4.43
	Sig.		.706	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .910.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

TASTE

	TIME	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	75 s	30	3.57	
	90 s	30	3.97	
	45 s	30	3.97	
	60 s	30		4.50
	Sig.		.060	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .595.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

CRUST

	TIME	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	45 s	30	3.80	
	75 s	30	4.17	4.17
	60 s	30	4.20	4.20
	90 s	30		4.43
	Sig.		.168	.359

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.102.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นแป้ง

OVERALL

	TIME	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	45 s	30	3.90	
	90 s	30	3.90	
	75 s	30	3.93	
	60 s	30		4.57
	Sig.		.889	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .742.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมแป้งธัญพืช

2.1 การทดสอบปริมาณแป้งถั่วเขียวต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

COLOR

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	Legum30%	30	3.63	
	Legum10%	30	4.13	4.13
	Legum20%	30		4.60
	Sig.		.109	.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.413.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

ODOR

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	Legum30%	30	2.50		
	Legum10%	30		3.63	
	Legum20%	30			4.30
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .833.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

TASTE

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	Legum30%	30	2.70	
	Legum10%	30		3.77
	Legum20%	30		4.20
	Sig.		1.000	.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.119.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

CRUST

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	Legum30%	30	3.40	
	Legum10%	30	3.80	3.80
	Legum20%	30		4.07
	Sig.		.167	.355

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.228.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

OVERALL

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	Legum30%	30	2.80		
	Legum10%	30		3.83	
	Legum20%	30			4.67
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .705.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

2.2 การทดสอบปริมาณแป้งข้าวโอ๊ตต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ

COLOR

	OAT	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	oat 30%	30	4.07	
	oat 10%	30	4.40	
	oat 20%	30		5.00
	Sig.		.260	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.286.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ

ODOR

	OAT	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	oat 10%	30	3.50	
	oat 20%	30	3.80	3.80
	oat 30%	30		4.30
	Sig.		.288	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.176.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ

TASTE

	OAT	N	Subset 1
Duncan[a,b]	oat 20%	30	3.93
	oat 30%	30	3.93
	oat 10%	30	4.33
	Sig.		.172

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.117.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ

CRUST

	OAT	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	oat 30%	30	3.87	
	oat 10%	30	4.30	4.30
	oat 20%	30		4.50
	Sig.		.051	.361

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .708.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตในอัตราส่วนต่างๆ

OVERALL

	OAT	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,t]	oat 30%	30	3.97	
	oat 10%	30	4.27	
	oat 20%	30		4.77
	Sig.		.154	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .647.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

2.3 การทดสอบปริมาณแป้งลูกเดือยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ตารางภาคผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ

COLOR

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,t]	Job's Tear30%	30	3.93	
	Job's Tear10%	30	3.93	
	Job's Tear20%	30		4.70
	Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.407.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 47 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ

ODOR

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,t]	Job's Tear10%	30	4.00	
	Job's Tear20%	30		4.63
	Job's Tear30%	30		4.70
	Sig.		1.000	.800

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.030.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 48 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ

TASTE

	CEREAL	N	Subset 1
Duncan[a,t]	Job's Tear10%	30	4.40
	Job's Tear30%	30	4.40
	Job's Tear20%	30	4.93
	Sig.		.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.442.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 49 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ

CRUST

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,t]	Job's Tear30%	30	3.90	
	Job's Tear20%	30	4.33	4.33
	Job's Tear10%	30		4.77
	Sig.		.165	.165

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.426.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 50 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งลูกเดือยในอัตราส่วนต่างๆ

OVERALL

	CEREAL	N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,t]	Job's Tear30%	30	4.17	
	Job's Tear10%	30	4.47	4.47
	Job's Tear20%	30		4.87
	Sig.		.299	.168

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.229.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาหาผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุด

3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เติมแป้งธัญพืชต่างๆ

ตารางภาคผนวกที่ 51 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ

COLOR

CEREAL		N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	legume 20%	30	3.90	
	oat 20%	30	4.30	4.30
	job's tear 20%	30		4.60
	control	30		4.67
	Sig.		.099	.153

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .862.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 52 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ

ODOR

CEREAL		N	Subset 1	Subset 2
Duncan[a,b]	legume 20%	30	3.90	
	control	30	4.03	4.03
	oat 20%	30	4.23	4.23
	job's tear 20%	30		4.43
	Sig.		.179	.106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .806.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 53 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ

TASTE

CEREAL		N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	legume 20%	30	3.83		
	oat 20%	30	4.10	4.10	
	control	30		4.47	4.47
	job's tear 20%	30			4.70
	Sig.		.295	.151	.359

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .959.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 54 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ

CRUST

CEREAL		N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	legume 20%	30	4.03		
	oat 20%	30	4.23		
	control	30		4.93	
	job's tear 20%	30			5.50
	Sig.		.444	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.013.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวกที่ 55 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์เพื่อหาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการยอมรับ

OVERALL

CEREAL		N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Duncan[a,b]	legume 20%	30	3.73		
	oat 20%	30		4.27	
	control	30			4.77
	job's tear 20%	30			5.00
	Sig.		1.000	1.000	.226

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .549.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรรณนิภา จุลศิริเสริม เกิดเมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 บ้านเลขที่ 135 ถ. บำรุงเมือง แขวงเสาชิงช้า เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200 ปี พ.ศ.2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเบญจมราชาลัย ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาววัชราภรณ์ เภตรารัตน์ เกิดเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526 บ้านเลขที่ 241/15 ซ.พระราม 6 ซ.28 ถ.พระราม 6 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400 ปี พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้