1901

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ข้าวเกรียบหอมแดง

(Shallot Crispy)

โดย
นางสาวอภิชญา ชูบัณฑิตกุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ผศ. ดร. ..... 11 / มิ.ค. / 2542 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผ.จิตร ดุลยกุล)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 1 **เดือน** มี.ค. **พ.ศ.** 42

2

ฟพ.
ด 2519
2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1595

ผลิตภัณฑ์หอมสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ข้าวเกรียบหอมแดง

(Shallot Crispy)

นางสาวอภิชญา ชูบัณฑิตกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

T096888

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ปพ.
ต251ข
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96888
วัน.เดือน.ปี 5 JUN 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล .2541 .ข้าวเกรียบหอมแดง (Shallot Crispy) .ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ระจิตร จุธากรณ์

ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอดที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ในการศึกษาทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโดยใช้หอมแดงเป็นส่วนผสม เนื่องจากโดยลักษณะของข้าวเกรียบจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสเครื่องเทศ หอมแดงจัดเป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรดังนั้นจึงใช้หอมแดงเป็นส่วนผสมในการศึกษาผลของความเป็นไปได้ในการผลิต และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 คือใช้เนื้อหอมแดง และเกลือ เป็นส่วนผสมในการผลิต เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด จากนั้นทำการศึกษาผลของภาชนะบรรจุพลาสติก 3 ชนิด PE PP Aluminium Foil Laminated โดยพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุพลาสติกทั้ง 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท เป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังมีคุณภาพดี ผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุชนิดอื่น

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล ....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ จากอาจารย์ระจิตร จุธากรณ์ ซึ่งกรุณาให้เกียรติเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้เป็นอย่างดีเสมอมา

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คณะกรรมการปัญหาพิเศษ และคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณเพื่อนที่ให้การช่วยเหลือเป็นผู้ชิมที่ดี และให้กำลังใจเสมอในการทำงาน

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล

มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสาร	2
กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบ	2
อาหารขบเคี้ยวประเภททอด	10
การเสื่อมเสีย	11
ผลของภาชนะบรรจุพลาสติกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร	13
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
ศึกษาผลของสารให้รสเค็มต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง	25
การศึกษาผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง	30
4. ผลการทดลอง	33
5. สรุปผลการทดลอง	41
ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก ก	44
ภาคผนวก ข	45
ประวัติผู้เขียน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆ	2
2.2	แสดงคุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA	4
2.3	แสดงผลของการเพิ่มความหนาแน่นในการจัดเรียงตัวของโพลีเอทธิลีน	15
2.4	คุณสมบัติของโพลีสไตรีนชนิด GP และ LPS	19
2.5	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพลักษณะของ OPS	20
4.1	ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง 4 สูตร	33
4.2	ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง 4 สูตร (ทำซ้ำ)	34
4.3	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุงพลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 2 วัน	35
4.4	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุงพลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 1 สัปดาห์	36
4.5	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุงพลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 9 วัน	38
4.6	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุงพลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 2 สัปดาห์	39
1ก	แสดงแบบสอบถามเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 5-score	44
1ข	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง4 สูตร	45
2ข	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง4 สูตร	45
3ข	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความกรอบของผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง4 สูตร	46
4ข	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความกรอบของผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง4 สูตร	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กราฟแสดงการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA	3
2.2	กราฟแสงดความสามารถในการดูดความชื้นของอาหารขบเคี้ยวมีไขมันเป็นองค์ประกอบ	12
2.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกรอบและค่า a_w	13
3.1	แสดงผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร	27
3.2	แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่1 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส	28
3.3	แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่2 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส	28
3.4	แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่3 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส	29
3.5	แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่4 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส	29
3.6	แสดงตัวอย่างถุงพลาสติก โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ	31
3.7	แสดงตัวอย่างถุงพลาสติกโพลีโพพิลีน	31
3.8	แสดงตัวอย่างถุงอลูมิเนียวฟอล์ยลามิเนทพลาสติก	32
3.9	แสดงตัวอย่างผิวด้านนอกของถุงอลิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก	32
3.10	แสดงผิวด้านในของถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารทอดกรอบ (Expanded Product) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้แป้งข้าวเกรียบเกิดการขยายตัว ซึ่งมีหลายประเภทที่สามารถใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบข้าวเกรียบจัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ประเภทการพองตัวด้วยความร้อนสูงหรือทอดในน้ำมันร้อนเพื่อให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนเพื่อทำให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนจากน้ำมันอย่างสม่ำเสมอและสามารถพองตัวได้อย่างสมบูรณ์ การทอดข้าวเกรียบจะต้องใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมันหรือแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying) การส่งผ่านความร้อนของวิธีการนี้จะเกิดขึ้นทั้งแบบการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนในชิ้นอาหาร ผิวหน้าทั้งหมดของอาหารจะได้รับความร้อนทกๆด้านทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะปรากฏของอาหารอย่างสม่ำเสมอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตข้าวเกรียบได้ถูกพัฒนาและใช้เครื่องเอ็กทรูดเดอร์ในการผลิต หลักการดังกล่าวคือการพองตัวของแป้งเกิดจากการที่แป้งได้รับความร้อนจากขดลวดและความดันสูง จากการขับเคลื่อนของแท่งเกลียวทำให้แป้งและองค์ประกอบอาหารเกิดการหลอมตัว เมื่อแป้งนี้เคลื่อนตัวออกสู่อากาศความดันจะลดลงกระทันหันทำให้ไอน้ำที่อยู่ภายในแป้งระเหยออกโดยทันที และดันก้อนแป้งเกิดรูพรุนกระจายทั่ว เมื่อเย็นลงความกรอบของผลิตภัณฑ์จะยังคงอยู่ กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบสามารถผลิตได้ 3 แบบคือ

1.การผลิตแบบก้อนโดว์ (dough) เป็นการผสมส่วนผสมต่างๆนวดเป็นก้อนโดว์ก่อนทำให้สุกแล้วนำมาหั่นเป็นแผ่น จัดเป็นวิธีดั้งเดิมและเป็นที่นิยมทั่วไป

2.การผลิตแบบเป็นแป้งเหลว (batter) เป็นการผสมส่วนผสมต่างๆเข้าด้วยกันมีลักษณะเหลวข้น เทส่วนผสมลงถาดนึ่งให้สุก แล้วตัดเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ

3. การผลิตด้วยเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ เป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นโดยการผสมส่วนผสมในลักษณะแห้ง ป้อนเข้าเครื่องเอ็กทรูดเดอร์แล้วเคลือบเอ็กทรูดเดทที่ได้จากเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ด้วยเครื่องปรุงรส

จุดประสงค์ในการศึกษาปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาถึงผลของวิธีการเตรียมและชนิดของสารให้รสเค็มต่อคุณภาพของข้าวเกรียบหอมแดง
2. เพื่อศึกษาผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

การตรวจเอกสาร

ในการศึกษาการผลิตข้าวเกรียบหอมแดง ใช้วิธีการผลิตแบบก้อนโดว์ ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิม และนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน โดยมีขั้นตอนการผลิต และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการผลิตดังนี้

2.1 การเตรียมแป้ง

ส่วนผสมหลัก คือแป้งมันสำปะหลัง ส่วนแป้งชนิดอื่นที่สามารถนำมาผสมรวมกันได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเหลือง โดยแป้งที่ใช้ผสมเพิ่มดังกล่าวควรมีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงในครั้งนี้มีส่วนผสมดังต่อไปนี้ แป้งมันสำปะหลังประมาณ 30.77 เปอร์เซนต์ ของส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการทำข้าวเกรียบและคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณแป้งทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต

โดยปกติเม็ดแป้ง (starch) ไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับแป้งเม็ดแป้งจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่าเจลาติไนซ์เซชั่น (Gelatinization) กระบวนการดังกล่าวจะเกิดจากการแตกตัวของโมเลกุลภายในเม็ดแป้ง เมื่อให้ความร้อนถึงระดับที่เม็ดแป้งเข้าสู่กระบวนการเจลาติไนส์ เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวโดยการพองตัวได้ของแป้งจะเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิ 60°เซลเซียสหรือสูงกว่า การพองตัวของแป้งจะเกิดดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และน้ำแป้งจะเริ่มข้นขึ้นเรียกว่าการเกิดเพสติ้ง (pasting) หรือกระบวนการเจลาติไนส์ กระบวนการดังกล่าวจะเกิดได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิเริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิกึ่งกลาง(°ซ)	อุณหภูมิสุดท้าย(°ซ)
ข้าวโพด	62	66	70
ข้าวบาร์เล่ย์	51.5	57	59.5
ข้าวเจ้า	68	74.5	78
ข้าวไรย์	57	61	70
ข้าวสาลี	59.5	62.5	64
ถั่ว	57	65	70
มันฝรั่ง	58	62	66
มันสำปะหลัง	52	59	64

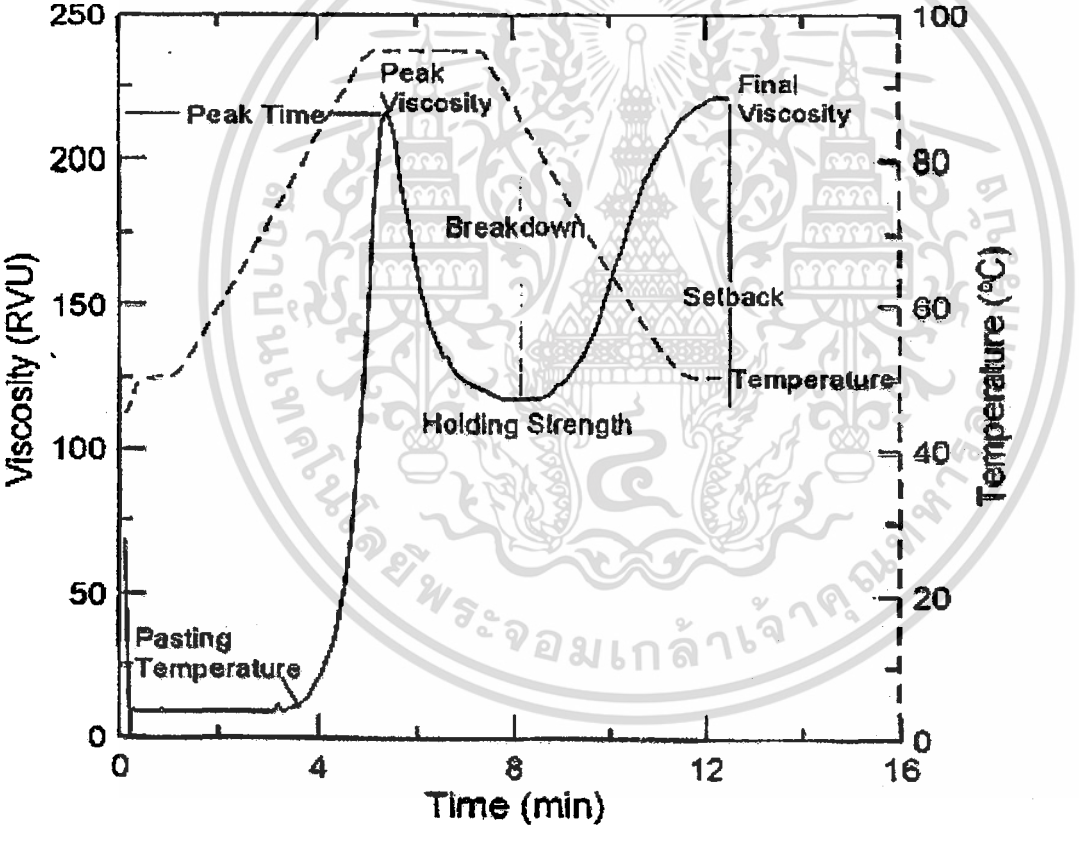
ที่มา : ดัดแปลงจาก Fennema,Owen R.(19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะพองตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าขนาดเล็ก เจลของแป้งต่างชนิดกันจะมีลักษณะต่างกัน เช่น เจลของแป้งข้าวโพดมีความขุ่น แข็งแรง ในขณะที่เจลของแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะใสและนุ่ม เจลของแป้งสาลีมีลักษณะกึ่งกลางระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด ส่วนเจลของแป้งมันฝรั่งมีลักษณะเป็นสายไม่เหมาะกับการใช้ในการผลิตอาหารทั่วไป แป้งมันสำปะหลังให้เจลที่นุ่มเหนียว ตลอดจนมีความใส มีลักษณะเป็นเพสต์ที่ดีที่สุด ดังนั้นแป้งมันสำปะหลังจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบ

ในการศึกษาครั้งนี้แป้งที่ใช้ผสมรวมกับแป้งมันสำปะหลังคือ แป้งสาลีโดยคิดเป็น 20.51 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับปริมาณส่วนผสมทั้ง และเท่ากับ40เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณแป้งสาลีที่ใช้

คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังมีผลโดยตรงต่อคุณภาพข้าวเกรียบเนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้แป้งเกิดการพองตัวได้



ภาพที่2.1 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่องRVA

ที่มา :Newport Scientific Pty,Ltd.(1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่า แป้งจะมีคุณสมบัติในการเกิดความหนืดหลังจากการเกิดเจลาติไนซ์ได้ทั้งสองครั้ง ดังนั้นแป้งที่มีคุณสมบัติ setback from peak ต่ำ หรือมีค่าความแตกต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดสูงสุดมีค่าต่ำ แสดงว่าแป้งที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะเกิดการพองตัวได้ 2 ครั้ง จากการศึกษาพบว่าแป้งมันสำปะหลังจะมีคุณสมบัติดังกล่าว แสดงในตาราง 2.2

ตารางที่2.2 แสดงคุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA

แป้ง	Geltemp(°C)	Peack visc.	breakdown	setback	Paste type	Pasteclarity
แป้งสาลี	56-65	ต่ำ	ต่ำ/ ปานกลาง	ปานกลาง/ สูง	สั้น	ทึบแสง
แป้งข้าวโพด	62-72	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สั้น	ทึบแสง
แป้งข้าวเหนียว	63-72	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง
แป้งข้าวฟ่าง	68-78	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สั้น	ทึบแสง
แป้งข้าวเจ้า	61-78	ปานกลาง	ต่ำ/สูง	ปานกลาง	สั้น	ทึบแสง
แป้งมันสำปะหลัง	50-68	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง
แป้งมันฝรั่ง	56-69	สูง	สูง	ปานกลาง	ยาว	โปร่งแสง
แป้งสาคู	60-72	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง

จากตารางที่ 2.2 แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังจะมีอุณหภูมิในการเกิดเจลใกล้เคียงกัน ดังนั้นการนวดแป้งทั้งสองชนิดด้วยน้ำร้อนเพื่อการเกิดเจลาติไนซ์ครั้งแรก แป้งทั้งสองชนิดนี้จะเกิดเจลใกล้เคียงกัน ในขั้นตอนการนึ่งแป้ง แป้งสาลีจะเกิดเป็นเจลและเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดความหนืดสูงสุดและจะไม่เกิดการพองตัวอีกครั้งในขั้นตอนการทอดเนื่องจากมีค่าsetback form peak สูง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ โดยผสมแป้งสาลีลงไปด้วยเพื่อจุดประสงค์ให้แป้งสาลีเป็นตัวเก็บอากาศ เนื่องจากโปรตีนชนิดต่างๆที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวกันเป็นกลูเต็นที่มีความยืดหยุ่นช่วยในการเก็บก๊าซ ดังนั้นเมื่อทอดข้าวเกรียบด้วยความร้อนสูง น้ำมันร้อนจะทำให้แป้งเกิดการพองตัว และด้วยคุณสมบัติในการเก็บก๊าซไว้สูงของแป้งสาลีจึงทำให้ข้าวเกรียบพองตัวได้มากขึ้นและมีความกรอบสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเตรียมส่วนผสมอื่น

ส่วนผสมอื่นที่ใช้ได้แก่ เกลือ พริกไทยน้ำตาล กระเทียม และเครื่องปรุงรส ส่วนผสมที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดีและต้องบดให้ละเอียด

หอมแดงที่ใช้ในผลิตเป็นพืชเครื่องเทศและมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพร มีสรรพคุณเป็นยาแก้ไข้ลดความร้อน แก้ท้องอืด แก้ปวดท้อง แก้หวัดคัดจมูก แก้ลมพิษ ทำให้ระบบการย่อยอาหารดี เจริญอาหาร แก้อาการอักเสบต่างๆ

หอมแดงหรือหอมเล็กมีชื่อท้องถิ่นว่า หอมแดง หอมเล็ก หอมหัว หอมไทย หอมบัว หอมปั่ว หัวหอมแดง ชื่อสามัญคือ Shallot มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Allium ascalonicum Linn. สารที่พบในหอมแดงคือน้ำมันหอมระเหย(essential oil)โดยพบ coumarinsมากที่สุด มีรสขม เผ็ดร้อน มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ น้ำมันหอมระเหยทำให้รู้สึกระคายเคืองตา แสบจมูกถึงแม้ปริมาณที่ใช้จะไม่มากคุณสมบัติทางด้านพืชสมุนไพรของหอมแดงยังมีอยู่และแม้ว่าจะผ่านกระบวนการให้ความร้อนมาแล้วก็ตาม

เกลือที่ใช้เติมลงในส่วนผสมจะมีผลโดยตรงต่อรสของข้าวเกรียบและยังมีผลในเรื่องการเพิ่มคุณภาพของแป้งด้วยคือ

1. ทำให้มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. ช่วยให้กลูเต็นแข็งแรงและคงทนเพิ่มขึ้น ทำให้โดว์ไม่แฉะ
3. ช่วยให้การขึ้นฟูของแป้งเกิดอย่างสม่ำเสมอ และมีโครงร่างดี

ปริมาณเกลือที่ใส่อยู่ระหว่าง 1.75-2.2 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นเกลือป่นธรรมดาชนิดใส่อาหารประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ 99เปอร์เซนต์ โดยมีน้ำและซัลเฟตของธาตุอื่นปนอีก 1 เปอร์เซนต์

2.3 การผสมและนวด

ผสมส่วนผสมที่เป็นผงยกเว้นแป้งให้เข้าก่อน แป้งนิยมทำสุกบางส่วนก่อนด้วยการผสมกับน้ำเดือด นวดให้เข้ากันแล้วจึงค่อยเติมส่วนผสมที่เหลือกับน้ำเย็นทีละน้อย นวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนผสมทั้งหมดเข้ากัน ข้าวเกรียบที่ใช้แป้งมันสำปะหลังอย่างเดียวนิยมใช้แป้งสุกร้อยละ 20ของปริมาณแป้งทั้งหมดที่ใช้ การใช้แป้งสุกน้อยเกินไปจะมีผลทำให้การนวดทำได้ยากจะมีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ น้ำที่ใช้ผสมต้องมีปริมาณเหมาะสม เพื่อให้ก้อนแป้งคงตัวและให้เนื้อสัมผัสที่กรอบของข้าวเกรียบ ถ้าใช้แป้งมันสำปะหลังอย่างเดียวจะใช้น้ำร้อนร้อยละ 50-78 ของน้ำหนักแป้ง เมื่อเพิ่มส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า ปริมาณน้ำที่ใช้จะเพิ่มไปด้วย เช่นใช้แป้งข้าวเจ้าอย่างเดียวจะใช้น้ำร้อยละ 85-100 ของน้ำหนักแป้ง และเมื่อใส่ส่วนผสมที่มีความชื้นสูงลงไปด้วย เช่น เนื้อปลา เนื้อหอมแดง ปริมาณน้ำที่ใช้จะลดลง การควบคุมคุณภาพของส่วนผสมจะต้องอาศัยประสบการณ์และการสังเกตระหว่างการนวดด้วยถ้าแป้งเริ่มเหลวจะต้องหยุดการเติมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนวดแป้งกับน้ำจะทำให้เกิดการจับกันของแป้งและน้ำจะกลายเป็นก้อนโดว์ ซึ่งมีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น จากลักษณะการยืดหยุ่น (elastic) ความหนืดข้น(viscous) และลักษณะของพลาสติก(plastic)ร่วมกันซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภายในของแป้งทั้งทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ เรียกกระบวนการนี้ว่าการเกิดรีโอโลยีของโดว์ (dough rheology) หรือวิทยากระแสของโดว์ซึ่งเป็นผลมาจากแรงเค้น (stress) แรงเฉือน (shear) และแรงดึง (tensile) ต่อโดว์ในระยะเวลาและอุณหภูมิเหมาะสม จะได้โดว์ลักษณะยืดหยุ่นดีซึ่งทำให้เกิดการผิดรูปแบบนอนนิวโตเนียน (Non-newtonion) มีลักษณะผสมผสานระหว่างความหนืดและความยืดหยุ่น เป็นผลให้โครงร่างและองค์ประกอบทางเคมีในโดว์เปลี่ยนแปลงโดยมีน้ำที่เติมลงไปเป็นตัวกลางสำคัญ เมื่อเติมน้ำแป้งนั้นน้ำจะไม่ซึมเข้าแป้งทันทีแต่จะเกิดเป็นฟิล์มบางๆบนผิวแป้งเมื่อออกแรงนวดหรือใช้เครื่องผสมเกิดแรงเค้นและแรงเฉือนทำให้น้ำซึมเข้าไปในแป้ง เกิดแรงดึงดูดระหว่างแป้งกับน้ำ เป็นผลจากโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของแป้ง เกิดการรวมตัวของโปรตีน โดยมีน้ำเป็นตัวเชื่อม กลายเป็นร่างแหของกลูเต็นคลุมเม็ดสตาร์ชซึ่งยังไม่ดูดซึมน้ำ ที่อุณหภูมิการผสมโดว์นี้ขณะผสมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลูเต็นไปเรื่อยๆจนถึงจุดที่กลูเต็นมีความยืดหยุ่นเหมาะสมทำให้โดว์ไม่ติดมือหรือภาชนะที่ใช้ผสม สามารถดึงให้ยืดเป็นฟิล์มบางๆได้ ถ้ายังทำการผสมต่อไปอีกจะทำให้เกิดแรงเฉือนและแรงเค้นรวมทั้งแรงดึงร่วมกันมีผลให้กลูเต็นฟิล์มหมดความยืดหยุ่นตัวทำให้ขาดลงเป็นสายโดว์เหนอะหนะติดมือและไหลได้ เนื่องจากการผสมมากเกินไป

2.4 การปั้น

หลังจากผสมและนวดส่วนผสมเข้ากันแล้ว ให้แบ่งส่วนผสมที่ได้เป็นก้อนๆ แต่ละก้อนให้มีน้ำหนักเท่ากัน ปั้นเป็นแท่งกลมยาว มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ ¾ -2นิ้ว

2.5 การนึ่ง

นำก้อนแป้งวางลงในรังถึงซึ่งมีใบตองหรือผ้าดิบชุบน้ำพอหมาดๆรองไว้ แป้งแต่ละก้อนควรวางห่างกันประมาณ 1 นิ้วทั้งนี้เพื่อป้องกันการติดกันเมื่อพองตัว นึ่งด้วยไฟกลางอุณหภูมิประมาณ 88-99 °ซ ส่วนระยะเวลาขึ้นกับความหนาและส่วนผสมของแป้ง นึ่งจนก้อนแป้งสุก สังเกตได้จากความใสของเนื้อแป้ง

ระยะเวลาในการนึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับความหนาและส่วนผสมของแป้งแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ด้วย คือถ้าใช้น้ำมากแป้งจะสุกเร็วแต่ก้อนแป้งไม่สามารถรักษารูปทรงได้ ถ้าใช้น้ำน้อยเกินไปแป้งจะสุกช้าหรืออาจจะไม่สุกเลยก็ได้ถึงแม้จะใช้เวลานึ่งนาน ในระหว่างการนึ่งควรระมัดระวังไม่ให้น้ำหยดลงบนก้อนแป้งมิฉะนั้นแป้งอาจจะเละได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การหั่น

หลังจากนึ่งจนก้อนแป้งสุกแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็น ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะไม้ติดมือสามารถหั่นได้ทันที แต่ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะเหนียวติดมือ ต้องทิ้งไว้ให้ผิวแห้งเสียก่อน ใช้เวลาประมาณ12ชั่วโมง โดยทั่วไปนิยมนำเข้าตู้เย็นเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง การหั่นอาจใช้การหั่นด้วยมือหรือด้วยเครื่องหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังคือความหนาของแผ่น ถ้าแผ่นข้าวเกรียบมีความหนามากการพองตัวเกิดน้อยเนื้อจะแข็งแต่ถ้าแป้งบางการพองตัวจะมีมากความหนาที่นิยมคือ1.0-1.75มิลลิเมตร

ปัญหาที่พบระหว่างการหั่น คือ แป้งติดใบมีดและแผ่นที่หั่นแล้วติดกัน โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมากกว่าร้อยละ 70 การใช้แป้งข้าวเจ้าผสมด้วยพบว่าช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว แต่ถ้าใช้แป้งข้าวเจ้ามากเกินไปจะมีผลทำให้แผ่นแป้งแตกได้ง่ายเพราะแป้งสุกไม่ทั่วถึง

2.7การทำแห้ง

การกำจัดน้ำออกไปจะช่วยให้ข้าวเกรียบเมื่อนำไปทอดมีการพองตัวดี ผิวเรียบ การทำแห้งสามารถทำได้ด้วยวิธีการตากแดดหรือการอบที่อุณหภูมิ 45-75° จนกระทั่งความชื้นในแป้งเหลืออยู่ร้อยละ 6-12 ความชื้นที่เหมาะสมควรเป็นร้อยละ 8 แต่สำหรับข้าวเกรียบมีขายทั่วไปมีความชื้นร้อยละ 11-15

2.8 การทอด

การทอดเป็นกระบวนการที่ทำให้แป้งข้าวเกรียบพองตัวกรอบ น้ำมันที่ใช้ทอดควรมีอุณหภูมิ 175-180°ซ ข้าวเกรียบที่ทอดแล้วให้ซับน้ำมันออกให้มากมี่สุด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงบรรจุ

การทอดข้าวเกรียบจะต้องใช้การทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep Fat Frying) เพื่อให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนจากน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ การส่งผ่านความร้อนของการทอดวิธีนี้จะเกิดทั้งแบบการพาความร้อน (heat convection) ของน้ำมันร้อน และเกิดการนำความร้อน (heat conduction) ภายในชิ้นอาหาร ผิวหน้าทั้งหมดของอาหารจะได้รับความร้อนทุกๆด้านทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะปรากฏของอาหารอย่างสม่ำเสมอ การทอดแบบจุ่มในน้ำมันจะเหมาะสำหรับชิ้นอาหารรูปร่างต่างๆ แต่ถ้าอาหารที่รูปร่างผิดปกติอาจมีการอุ้มน้ำมันมากขึ้น ในช่วงแรกของการทอดจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (heat transfer coefficient) มีค่าประมาณ 200-300 $Wm^{-2}k^{-1}$ แต่เมื่อทอดนานขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าสูงขึ้นถึงประมาณ800-1000 $Wm^{-2}k^{-1}$ และเกิดการเคลื่อนที่ของน้ำมันอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไอน้ำระเหยออกจากอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การเก็บรักษา

ข้าวเกรียบที่ทอดแล้วควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันอากาศ แสงสว่างและความชื้น ในกรณีที่ต้องการเก็บรักษาเป็นเวลานานควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วแช่เย็น เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี กลิ่น และความกรอบ

คุณภาพของข้าวเกรียบที่ดีหลังจากทอดแล้ว ต้องคงความกรอบและคงกลิ่น รสของส่วนผสมอื่นที่เพิ่มลงไป นอกจากนั้นควรมีปริมาณน้ำมันเหลือในชิ้นผลิตภัณฑ์น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยว ได้แก่ ปริมาณน้ำมัน ซึ่งจะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเหม็นหืน (rancidity) , ความชื้นในผลิตภัณฑ์ควรมีน้อยกว่า 5เปอร์เซ็นต์ เพราะถ้ามีความชื้นสูงจะเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราและทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ นอกจากนี้จะต้องควบคุมให้แป้งเกิดการเจลาติไนซ์อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นในขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการผสมน้ำและการให้ความร้อนจะต้องควบคุมให้ได้คุณภาพของแป้งข้าวเกรียบที่ดี จึงจะสามารถทอดข้าวเกรียบได้พองกรอบน่ารับประทาน

2.9.1อายุการเก็บของอาหาร

สถาบันอาหารและเทคโนโลยีสหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของอายุการเก็บ (Shelf life)ไว้ว่า คือช่วงเวลาตั้งแต่การผลิตแล่ะในระยะการซื้อขายของผลิตภัณฑ์อาหารโดยในช่วงเวลาดังกล่าวผลิตภัณฑ์อาหารจะต้องอยู่ในสภาพที่คุณภาพเป็นที่พอใจตามความต้องการของผู้บริโภค ทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร รสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏภายนอก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารคือ ระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์อาหารยังอยู่ในภาชนะบรรจุและระยะเวลาที่ระบุไว้บนภาชนะบรรจุอาหารยังเป็นช่วงเวลาที่อาหารจะยังมีสภาพที่ดีทุกประการเมื่อนำมาบริโภค

ปัจจัยซึ่งมีผลต่อคุณภาพของอายุการเก็บอาหาร

1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร (product characteristics)
2. สภาพแวดล้อม (distribution environment)
3. คุณสมบัติของภาชนะบรรจุของอาหาร(package properties)

โดยปกติแล้วในระหว่างการเก็บอาหารอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านการเสื่อมเสีย โดยสามารถแบ่งประเภทของอาหารตามระดับการเสื่อมเสียได้ 3 ประเภท คือ อาหารที่สามารถเสื่อมเสียได้ง่าย (perishable foods) อาหารที่เกิดการเสื่อมเสียได้บางส่วน(Semi-perishable foods) และอาหารที่ไม่เกิดการเสื่อมเสียหรืออาหารที่มีอายุการเก็บยาวนาน (non-perishable foods)โดยพิจารณาที่อุณหภูมิห้อง อาหารที่เกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายนั้นได้แก่อาหารประเภทของสด จะต้องเก็บรักษาโดยการแช่แข็งหรือแช่เย็นเท่านั้น (0-7°C , -12-(-18) $^{\circ}$C ตามลำดับ) อาหารที่เกิดการเสื่อมเสียได้เล็กน้อยได้แก่อาหารที่มีส่วนผสมซึ่งชลอการเน่าเสียได้ เช่น ชีส รากผักบางชนิด ไข่ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่ผ่านกระบวนการชลอการเน่าเสีย เช่น การพาสเจอไรส์นม การรมควันแฮม การดองผัก โดยกระบวนการดังกล่าวจะทำให้อาหารสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อม ซึ่งเป็นสาหตุให้อาหารเน่าเสียได้ สำหรับอาหารที่มีอายุการเก็บคงที่ อาหารที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆเลยจัดอยู่ในอาหารประเภทนี้ จุลินทรีย์จะไม่มีผลทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียเนื่องจากอาหารมีความชื้นต่ำมาก เช่น เมล็ดธัญพืช ขนมหวานบางประเภท อาหารที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแบบ sterilization เช่น อาหารกระป๋อง อาหารที่ใส่วัตถุกันเสีย หรืออาหารที่ผ่านกระบวนการที่ทำให้ปริมาณน้ำในอาหารลดลง เช่น ลูกเกด แครกเกอร์ อย่างไรก็ตามอาหารในประเภทนี้จะเสื่อมเสียได้ที่อุณหภูมิห้องเมื่อเปิดภาชนะบรรจุ หรือภาชนะบรรจุเกิดการรั่วไหล จะทำให้อาหารสัมผัสกับอากาศโดยตรง ปฏิกริยาเคมีที่มีอากาศเป็นปัจจัยจะเกิดขึ้น

ปริมาตรส่วนที่เป็นพื้นที่ว่างภายในภาชนะบรรจุอาหาร(V)จะมีผลโดยตรงต่อปริมาตรรวมทั้งหมดภายในภาชนะบรรจุ (bulk density,ρ_b) และปริมาตรของอาหาร(ρ_p) โดยแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยสมการต่อไปนี้

$$v = v_t - v_p = \underline{w} / (\rho_b) \; - \underline{w} / (\rho_p)$$

v_t = ปริมาตรรวมภายในภาชนะบรรจุ

v_p = ปริมาตรของผลิตภัณฑ์

W = น้ำหนักของผลิตภัณฑ์อาหาร

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของภาชนะบรรจุจะทำให้พื้นที่ว่างภายในภาชนะบรรจุเกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะทำให้พฤติกรรมของภาชนะบรรจุ(package behavior) แตกต่างไปจากเดิม เนื่องจากความหนาแน่นรวมของภาชนะบรรจุอาหารเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่ความหนาแน่นของตัวผลิตภัณฑ์อาหารส่วนมากจะขึ้นกับองค์ประกอบภายในของผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

2.10 อาหารขบเคี้ยว (snack foods)

พจนานุกรมให้คำจำกัดความของคำว่าอาหารขบเคี้ยวไว้ดังนี้ อาหารที่เป็นชิ้นเล็กๆ มีขนาดค่อนข้างบาง เป็นอาหารสำหรับมื้อว่าง ไม่ต้องมีความพิถีพิถันในการเตรียมและรับประทาน ปี ค.ศ. 1970 อาหารว่างมีการจำหน่ายอย่างกว้างขวางและมีผู้นิยมบริโภคสูง โดยเฉพาะ มันฝรั่งแผ่นทอด (potato chip หรือ potato crispy) ถั่วทอดกรอบถั่วอบกรอบ (nuts) รวมทั้งคุกกี้และแครกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(cookies and crackers) ด้วย โดยอุตสาหกรรมการผลิตอาหารขบเคี้ยวได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วทำให้มีผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวหลายชนิดในท้องตลาดปัจจุบัน

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอาหรขบเคี้ยวในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่นิยมใช้เครื่อง เอ็กทรูดเดอร์ (Extruder) โดยกระบวนการผลิตโดยใช้เครื่องจักรประเภทนี้เรียกว่า เอ็กทรูดชั่น(Extrudsion) กระบวนการดังกล่าวสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือ การเอ็กทรูดชั่นเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นแบน และการเอ็กทรูดชั่นเพื่อขึ้นรูปเป็นลูกกลม โครงสร้างของอาหารขบเคี้ยวที่เกิดจากการเอ็กทรูดชั่นจะมีลักษณะเบา ภายในเป็นโพรงอากาศทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เพื่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการเอ็ก-ทรูดชั่นแล้วนั้น จุดประสงค์หลักคือการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ด้วยแรงดัน และความร้อน ดังนั้นหลักการดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานในการแปรรูปอาหารขบเคี้ยวประเภทอื่นอีก อาหารขบเคี้ยวประเภททอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่อาศัยหลักการลดความชื้นด้วยความร้อนและความดันสูงด้วยเช่นกัน เนื่องจาก พลังงานเกิดจากความร้อนของน้ำมันร้อนที่ใช้ในกระบวนการทอดจะดันให้ผลิตภัณฑ์ทอดเกิดการพองตัว ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์จะพองตัวได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้โดยผู้ผลิตจะทำการควบคุมปัจจัยดังกล่าวไว้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามต้องการ จากนั้นน้ำมันร้อนจะเข้าแทนที่ในโพรงอากาศของผลิตภัณฑ์ ความชื้นจะถูกดึงออกไปเนื่องจากความร้อนจากน้ำมัน ดังนั้นหลังจากการทอดแล้วผลิตภัณฑ์ต้องผ่านสู่กระบวนการแยกน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์ทอดให้มากที่สุดเพื่อยืดอายุการเก็บ โดยวิธีที่โรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้คือการเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์

2.10.1อาหารขบเคี้ยวประเภททอด

อาหารขบเคี้ยวประเภทนี้ มีองค์ประกอบภายในได้หลายชนิด และถึงแม้ว่า ผลิตภัณฑ์ยอดนิยมในกลุ่มนี้จะเป็น มันฝรั่งทอดกรอบ และ ถั่วกรอบชนิดต่างก็ตาม แต่โดยรวมแล้ว อาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีองค์ประกอบหลักเป็น ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช ไม่ว่าจะเป็นแป้งจากธัญพืชเช่น แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า หรือใช้เมล็ดธัญพืชโดยตรงเช่น ข้าวกล้อง ข้าวฟ่าง เป็นต้น โดยปกติแล้วอาหารว่างชนิดนี้จะมีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ ทั้งนี้ไขมันที่ใช้มีประโยชน์ในการลดความชื้น และมีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นคุณภาพและอายุการเก็บของอาหารว่างประเภทนี้จึงขึ้นอยู่กับกระบวนการปรับปรุงไขมันที่ใช้ในการทอดในการป้องกันการเกิดกลิ่นหืนและประสิทธิภาพในการดึงน้ำมันออกหลังจากทอดแล้วของกระบวนการผลิต ยกตัวอย่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทนี้ มันฝรั่งทอดกรอบ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูง สามารถแจกแจงขบวนการผลิตได้ดังนี้ การล้างทำความสะอาดและปอกเปลือก สไลด์มันฝรั่งเป็นแผ่นบางๆ ทำความสะอาดอีกครั้งเพื่อขจัดส่วนที่เป็นเม็ดแป้งที่ติดแน่นบนผิวมันฝรั่งอีกครั้ง ลวกและทำให้แห้งเพื่อเข้าสู่กระบวนการทอด เป็นการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ หลังจากทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วผลิตภัณฑ์จะมีความกรอบมากแต่จะอมน้ำมัน ต้องทำการแยกน้ำมันออกจากตัวผลิตภัณฑ์ด้วยการเหวี่ยงด้วยรอบการเหวี่ยงที่เหมาะเพื่อป้องกันการแตกของผลิตภัณฑ์ จากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้เย็นและปรุงรส โดยเครื่องปรุงจะติดกับผิวของผลิตภัณฑ์ได้โดยติดกับน้ำมันที่ยังเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์ หลังจากนี้แล้วผลิตภัณฑ์จะมีความกรอบมากและแห้งสนิท จากนั้นจึงทำการบรรจุเป็นขั้นตอนสุดท้าย ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบนี้จะถูกลดความชื้นโดยจากตอนเริ่มต้น 79% เหลือความชื้น 5 % และ 95 %ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ปราศจากความชื้นแล้วนั้นจะมีปริมาณไขมันคิดเป็น 35-40 %

2.11การเสื่อมเสีย (Deterioration)

ปัจจัยหลัก 2 ประการที่ใช้เป็นปัจจัยวัดการเสื่อมเสียของงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอดกรอบ คือ การเกิดกลิ่นหืน และการสูญเสียความกรอบ

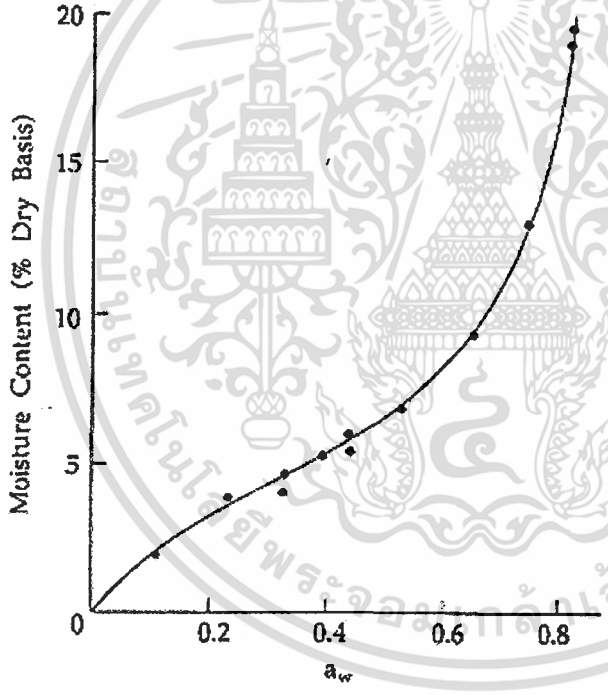
ไขมันทุกประเภทเป็นสาเหตุของการเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกริยาออกซิเดชั่นอันเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นและกลิ่นรสที่ไม่ดี การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกริยาออกซิเดชั่นนี้เกิดขึ้นจากการเสื่อมเสียของไขมัน นอกจากกลิ่นหืนแล้วยังมีกลิ่นกรด โดยการเสื่อมเสียดังกล่าวจะเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ความยากง่ายในการเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกริยาออกซิเดชั่นของอาหารขบเคี้ยวประเภททอดขึ้นอยู่กับชนิดของไขมันและจำนวนพันธะที่แสดงว่าเป็นไขมันไม่อิ่มตัว เมื่อทำการวิเคราะห์สารประกอบซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นในมันฝรั่งทอดกรอบใหม่ๆกับผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานแล้ว และในน้ำมันใหม่กับน้ำมันที่ผ่านการใช้มานานแล้วพบว่ากลิ่นไม่ดีที่เกิดในผลิตภัณฑ์นั้นเกิดจากน้ำมัน ซึ่งนั้นหมายความว่าการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์มิได้เกิดจากการเสื่อมเสียของตัววัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต แต่เกิดจากการเสื่อมเสียของน้ำมันที่ใช้ในการทอดและยังหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์แม้จะมีปริมาณน้อยก็ตาม เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ จะต้องป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับก๊าซออกซิเจน แสง และโลหะหนัก ที่ปะปนอยู่ทั่วไป และการเติมสารป้องกันการเกิดกลิ่นหืน (antioxidant) เช่น butylated hydroxyanisole (BHA) , butylated hydroxytoluene (BHT) และ tertiarybutylhydroquinine (TBHQ) เป็นสารช่วยในการป้องกันการเกิดกลิ่นหืนได้ แต่ก็ไม่เสมอไปนักเนื่องจาก มีข้อจำกัดของกฎหมายในการใช้สารเคมีเหล่านี้ด้วย

การศึกษาถึงผลกระทบของสภาวะแวดล้อมต่อปัจจัยในการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่นของอาหารขบเคี้ยวประเภททอด โดยพิจารณาที่การบรรจุอาหารโดยใช้ความหนาแน่นรวมทั้งภาชนะ (bulk density) เท่ากับ 0.056 g/ml ขั้นแรกทำการบรรจุอาหารที่สภาวะปกติมิได้ควบคุมปัจจัยใดๆ พบว่า head space ของภาชนะบรรจุจะมีปริมาณออกซิเจนมากถึง 3 ml ต่อกรัมของอาหาร ขั้นที่สองทดสอบการบรรจุโดยใช้ความหนาแน่นรวมภายในของภาชนะบรรจุเท่าเดิมแต่ควบคุมปัจจัยที่ใช้ในการบรรจุคือใช้ก๊าซเฉื่อยแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุ และใช้ภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

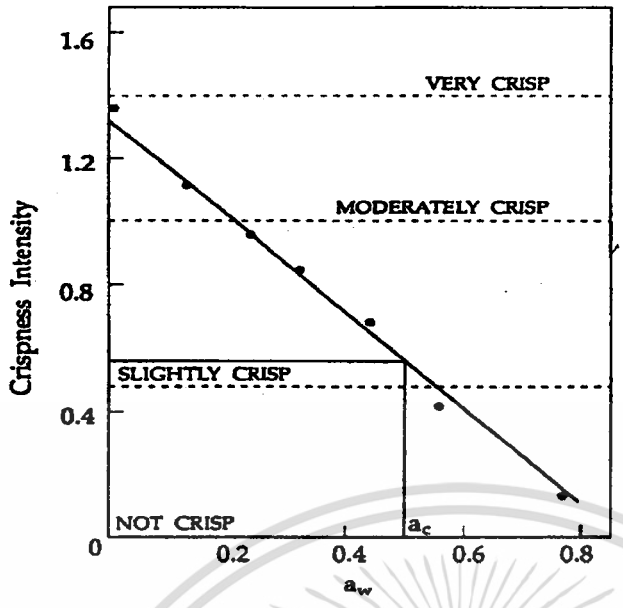
บรรจุป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน พบว่า head space ของภาชนะบรรจุจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 1เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ดังนั้นข้อสรุปของการป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภททอดคือการใช้ภาชนะบรรจุที่แสงและอากาศไม่สามารถผ่านได้

ความกรอบเป็นลักษณะเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ซึ่งการสูญเสียคุณสมบัติดังกล่าวขึ้นอยู่กับการได้รับความชื้น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับผลิตภัณ๔ฑ์ได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ ผลของน้ำต่อผลิตภัณฑ์คือ ทำให้เกิดความเหนียวและอ่อนตัวลงของโครงสร้างแป้งและโปรตีนในผลิตภัณฑ์ แม้ว่าจะมีการพิจารณาเพื่อกำหนดปริมาณความชื้นที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อให้เป็นมาตรฐาน แต่ปัจจัยสำคัญที่สุดในการพิจารณาข้อจำกัดดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับความต้องการลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกัน มีกระบวนการผลิตต่างกันจะทำให้มีความชื้นสุดท้ายต่างกันโดยเฉลี่ยแล้วจะประมาณ 3-3.5% ค่าที่ใช้แทนปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์อาหาร คือค่า a_w



ภาพที่2.2กราฟแสดงความสามารถในการดูดความชื้นของอาหารขบเคี้ยวมีไขมันเป็นองค์ ประกอบ
ที่มา : Redrawn from 37 with permission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกรอบและค่า a_w

ที่มา : Redrawn from 37 with permission

2.12 ผลของภาชนะบรรจุพลาสติกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร

2.12.1 ชนิดและคุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกคือ สารสังเคราะห์จำพวกโพลีเมอร์ ประกอบด้วยธาตุ C,O,H,N,Cl และรวมถึงไอออนของโลหะ ปฏิกริยาในการสังเคราะห์คือ ปฏิกริยาโพลีเมอรไรเซชั่น พลาสติกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น โพลีเอทธิลลีน (Polyethylene , PE) โพลีโพรพิลีน(Polypropylene , PP) ไอโอโนเมอร์(ionomer) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride , PVC) เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้วพลาสติกสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ

1. เทอร์โมเซทติ้งพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะเกิดการอ่อนตัวลง แต่เมื่อได้รับความร้อนต่อไปอีกจะกลับแข็งตัวขึ้นมาอีก ซึ่งหลังจากนี้ถ้ายังได้รับความร้อนต่อไปอีก จะทำให้พลาสติกนั้นถูกเผาไหม้ไม่สามารถนำกลับมาหลอมเหลวใช้ใหม่ได้ พลาสติกประเภทนี้มีใช้กันหลายชนิด มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 อะมิโนส์ (Aminos) แบ่งได้อีก 2 ชนิดย่อยๆคือ

1.1.1 ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde) มีคุณสมบัติโปร่งแสง (translucent) ได้ตามต้องงการ และเมื่อขึ้นรูปแล้วจะได้ภาชนะที่มีผิวมันสดใสดุจดังผิวแก้ว ในวงการอุตสาหกรรมมักเรียกสั้นๆว่า ยูเรีย (Urea) . ใช้มากในอุตสาหกรรมฝาปิด ภาชนะบรรจุ เครื่องสำอาง ทำน้ำยาเคลือบหรือกาว

1.1.2 เมลานีน (Melanine) ใช้ทำถ้วยชามต่างๆ มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่วไปเล็กน้อย มีค่าการต้านแรงดึงขาด (tensile strength) และค่าการต้านแรงกด (compressive strengh) สูง ทนความร้อน และความเย็น ทนต่อการขีดข่วนและเสียดสีได้ดี แต่ไม่ควรใช้กลางแจ้งเพราะเมื่อถูกแสงจะทำให้สีซีดและเสื่อมคุณภาพสามารถทำเป็นสีต่างๆทนกรดและด่างอ่อนๆรวมทั้งไขมัน น้ำมัน และผงซักฟอกได้ดี ดูดซึมน้ำได้บ้าง และอาจเกิดคราบเนื่องจากน้ำชา หรือกาแฟได้

1.2 ฟีนอลิค (phenolics or phenol formaldehyde) เป็นพลาสติกที่มีราคาถูก และสามารถประดิษฐ์เป็นแบบต่างๆได้ง่าย มีรูปร่างคงที่ มีความคงตัว ทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 160-180 องศาฟาเรนไฮด์ ทนต่อกรดอ่อน และด่างอ่อน แต่ไม่ทนต่อกรดแก่ และด่างแก่ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีสีเข้มทำให้มีข้อจำกัดในการใช้ มีที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมฝาปิดเพราะฟีนอลิคเป็นวัสดุที่ทนแรงบิด (torque) และปิดขวดได้ดี สามารถรักษาสภาพการปิดอยู่ได้เป็นเวลานานด้วย

1.3 โพลีเอสเตอร์ (polyesters) ที่มีคุณสมบัติเป็นเทอร์โมเซ็ทติ้งพลาสติก เรียกแอลคิด (alkyd) เป็นพลาสติกใสที่มีค่าการต้านแรงดึงขาด ค่าการต้านทานแรงกดและความเหนียวสูง สามารถนำไปใช้งานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ –75 ถึง 300 องศาฟาเรนไฮด์

1.4 ยูรีเทน (urethane) มีใช้กันอยู่ 2 แบบคือ แบบที่1 นำมารีดเป็นแผ่นฟิล์ม ขึ้นรูปเป็นภาชนะต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากสามารถทนต่อการสึกกร่อนจากการเสียดสีมักใช้ในการทำถุงสำหรับขนส่ง (shipping sack) สำหรับสารเคมี และถุงแบบปิดสี่ด้าน(pouch) เพื่อบรรจุเครื่องดื่มบางชนิด นอกจากนี้ยังใช้ทำภาชนะบรรจุไขมัน และน้ำมัน ใช้เคลือบภาชนะที่ทำจากโพลีเอทะลีน เพื่อช่วยลดการสึกกร่อน ส่วนแบบที่ 2 จะใช้ในรูปของโฟมใช้ในการเป็นวัสดุรองรับการกระแทก (cussing materials) ทนความร้อนตั้งแต่ –50 ถึง 200 องศาฟาเรนไฮด์

1.5เซลโลเฟน (cellophane) เป็นเทอร์โมเซ็ทติ้งพลาสติกที่ผลิตจากเซลลูโลสประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส ในขบวนการผลิตจะผสมเซลลูโลสกับโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อเปลี่ยนให้เป็นโซเดียมเซลลูโลส หลังจากนั้นทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นเซลลูโลสแซนเทด (cellulose xanthate) ในรูปของสารละลายผ่านลงสู่ในอ่างที่ใส่กรดซัลฟูริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจือจางและโซเดียมซัลเฟตอยู่แล้ว เพื่อจะแยกเอาเกลือออก (salting out)และทำปฏิกิริยากับด่างที่มีอยู่ได้น้ำ ส่วนที่ได้คือ เซลลูโลเฟน

เซลโลเฟนเป็นพลาสติกที่ไม่สามารถเชื่อมปิดได้ด้วยความร้อนแต่สามารถปะ ทาบ ติด หรือ ลามิเนท (laminate) กับพลาสติกชนิดอื่น ทำให้สามารถเชื่อมปิดได้ด้วยความร้อน เซลโลเฟนละลายน้ำ นอกจากนี้สามารถต้านแรงดึงขาด และแรงกระแทกได้ดีเยี่ยม แต่มีความคงทนต่อการฉีกขาดต่ำมาก โยเฉพาะเมื่อเริ่ใฉีกลแวจะฉีกได้ง่ายขึ้น

ในการนำเซลโลเฟนไปใช้งานส่วนมากจะใช้ในการห่อผลิตภัณฑ์เนื่องจากที่ผิวมีความมันและสะท้อนแสง นอกจากนี้เซลโลเฟนสามารถใช้ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน ไขมัน และกลิ่นต่างๆ

2. เทอร์โมพลาสติก พลาสติก (Thermoplastic plastics) เป็นพลาสติกที่ใช้กันมากกว่าพลาสติกประเภทเทอร์โมเซ็ทติ้งพลาสติกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มีคุณสมบัติที่ต่างจากพลาสติกชนิดแรก คือ หลอมตัวได้เม่อได้รับความร้อนและแข็งตัวเมื่อทำให้เย็น หลังจากแข็งตัวแต่ละครั้งสามารถนำมาหลอมใหม่ได้ โดยไม่ทำให้คุณสมบัติต่างๆเปลี่ยนไปจากเดิมมากนัก

พลาสติกประเภทนี้มีอยู่หลายชนิดดังนี้ คือ

2.1 โพลีเอทธิลีน (Polyethylene,PE หรือ Polythene) เป็นพลาสติกหรือโพลีเมอร์ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ (monomer) ของเอทธิลีน การจัดเรียงของโพลีเอทธิลีนที่ต่างกัน ทำให้ได้พลาสติกที่มีคุณสมบัติต่างกันดังตารางที่ 2.3 การเรียงตัวแบบเส้นตรง ทำให้ความหนาแน่น (density) ของพลาสติกสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสามารถเกิดพันธะระหว่างโมเลกุล (secondary force) โพลีเอทธลีนความหนาแน่นสูง (High density polyethylene ,HDPE) ในขณะที่การจัดเรียงตัวแบบ branch chain ทำให้ความหนาแน่นต่ำ เพราะเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลยาก เนื่องจากมี branch ของโมเลกุลมากเกินไป โพลีเอทธิลีนชนิดนี้เรียกว่า โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low-density polyethylene)

ตารางที่2.3 แสดงผลของการเพิ่มความหนาแน่นในการจัดเรียงตัวของโพลีเอทธิลีน

คุณสมบัติที่สูงขึ้น	คุณสมบัติที่ต่ำลง
ความเหนียว (stiffness) ความแข็ง (hardeness) ความทนทานสารเคมี (chemical resistantance) ความทนทานต่อการขัดสี(Abrasion resistance) อุณหภูมิในการอ่อนตัว (softening temperature) คุณสมบัติในการเป็นตัวป้องกัน (barrier properties)	การยืดตัว (Elongation) การต้านแรงกระแทก (Impact strengh)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) มีคุณสมบัติในการต้านแรงดึงขาดปานกลาง ในขณะที่การต้านแรงกดดีเยี่ยม จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตภาชนะบรรจุที่ใช้กรรมวิธีแบบ blow-molding และ injection-molding เช่น blow modern drum injection-moded crates และ รวมทั้ง shipping bags นอกจากนี้คุณสมบัติในเรื่องความเหนียวแน่นก็มีผลต่อกรรมวิธีการผลิตภาชนะบรรจุเช่นกัน โดยเฉพาะขวดพลาสติกที่ผ่านกระบวนการบรรจุแบบ top-load และเก็บในโกดังวางซ้อน คุณสมบัตินี้จำเป็นมาก HDPE ยังมีคุณสมบัติในการยอมให้น้ำหรือไอน้ำซึมผ่านต่ำมาก จึงเหมาะสำหรับทำภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่อาจเสื่อมเสียเนื่องจากความชื้นที่เกิดขึ้นในอาหารแห้งต่างๆ เช่น คุกกี้ แครกเกอร์ (cracker) และอาหารว่าง (snack food) อื่นๆ รวมทั้งสารเคมีที่ชอบดูดความชื้น (hygroscopic chemical) ด้วย แต่ HDPE นี้ยิมให้อากาศและแก๊ซซึมผ่านได้ดี ทำให้การนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่ต้องการป้องกันสินค้ าจากก๊าซหรืออากศทำไม่ได้ ถ้าต้องการใช้ในเรื่องคงวามคงทนต่อสารเคมีนั้น HDPE สามารถทนต่อสารเคมีและตัวทำละลายได้หลายชนิดโดยเฉพาะที่คุณสมบัติต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และ HDPE สามารถทนต่อการซึมผ่านของไขมัน และน้ำมันพืชได้ดีมาก

นอกจากนี้ HDPE นี้ยังไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ(innert)กับผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการบรรจุอาหารได้ เช่น ขวดแบบblow-molded สามารถบรรจุนมและผลิตภัณฑ์อื่นๆได้ เช่น เครื่องสำอาง น้ำมันเครื่อง

2.1.2 โพลีเอทธิลลีนความหนาแน่นต่ำ(LDPE) เป็นพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุอย่างกว้างขวางมาก เพราะมีราคาอยู่ในระดับปานกลาง มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้ให้เหมาะกับความต้องการได้ดี สามารถนำขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุได้ง่าย ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากสามารถนำมาหลอมใช้ใหม่ได้

LDPE มีคุณสมบัติที่เด่นในเรื่องการป้องกันความชื้นได้ดี และการดูดซึมไอน้ำได้มาก จากคุณสมบัตินี้จึงนำมาใช้ในการบรรจุอาหารโดยอยู่ในรูปของแผ่นฟิล์ม หรืออาจจะนำมาทำเป็นพลาสติกใหม่ที่มีความหนาแน่นสูงในรูปโคโพลีเมอร์(copolymer) เช่นเอทธิลลีนไวนิลอะซีเตด (Ethylene vinyl acetate ,EVA) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยืดหดตัวและนิ่ม มากกว่า LDPE นอกจากนี้ LDPE ยังถูกนำมาเคลือบบนกระดาษแข็ง และแผ่นโลหะบาง (metal foil) รวมทั้งนำมาใช้ในการผลิตขวดแบบ blow molded และการผลิตฝาแบบ injection-molded

คุณสมบัติส่วนอื่นของ LDPE เช่นในเรื่องการต้านแรงกระทบของ LDPE มีค่าสูงมาก แต่จะขาดคุณสมบัติในเรื่องของความเหนียวแน่นหรือคงตัว ทำให้ไม่สามารถหรือเป็นการยากที่จะนำมาทำการบรรจุกับเครื่องบรรจุที่มีการปิดผนึกแบบอัตโนมัติ แต่ถ้าความหนาแน่นสูงขึ้นประมาณ 0.925-0.935 สามารถใช้กับเครื่องจักรได้ และที่ความหนาแน่นเท่ากับ 0.940 จะทำให้มีความคงตัว (regid) สูงกว่าเดิมถึง 3 เท่า นอกจากนี้พลาสติก LDPE ยอมให้อากาศและก๊าซซึมผ่านได้ ที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียสจะไม่ทำปฏิกริยากับกรดและด่าง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะเริ่มละลายในตัวทำละลายที่เป็นสารประกอบอินทรีย์เมื่อได้รับความร้อนเริ่มอ่อนตัวที่อุณหภูมิ210องศาฟาเรนไฮต์ และจะเกิดการแตกตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย(cracking) ได้เมื่อใช้บรรจุอาหารในขบวนการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam sterlize process)

2.2 โพลีโปรปีลีน (polypropylene,PP) เป็นพลาสติกหรือโพลีเมอร์ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ที่เป็นโปรปีลีน โพลีโปรปีลีนเป็นพลาสติกที่น้ำหนักเบาซึ่งมีความหนาแน่น0.905 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีจุดหลอมเหลวที่ 170 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นภาชนะบรรจุที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)ได้ การจัดเรียงตัวของโครงสร้างจะมีผลต่อคุณสมบัติการต้านทานแรงดึงขาด โดยที่ถ้าการจัดเรียงตัวของโพลีเมอร์มีลักษณะคล้ายคลึงกับเส้นใย (highly oriented fiber) จะทำให้มีคุณสมบัติในการต้านทานแรงดึงขาดสูง โพลีโปรปีลีนนั้นไม่ทำปฏิกริยากับสารเคมีที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นตัวทำลายประเภท polar organic solvent โดยเฉพาะ chlorinated hydrocarbons นอกจากนี้โปรปีลีนไม่ยอมให้น้ำมันและไขมันซึมผ่าน ยอมให้ก๊าซและไอน้ำซึมผ่านต่ำมาก โครงสร้างของโปรปีลีนที่มีการจัดเรียงแบบผลึก (crystallinity) จะทำให้ความใสลดลง และอุณหภูมิในการปิดผนึกด้วยความร้อนมีช่วงกว้างขึ้น ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฟิล์ม คุณสมบัติในการต้านทานแรงกระแทกที่อุณหภูมิห้องดีแต่จะลดต่ำมากเมื่ออุณหภูมิต่ำลง โพลีโปรปีลีนมีความสามารถในการต้านทานแรงดึงขาดดีกว่าโพลีเอทธิลีน

โพลีโปรปีลีนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ

2.2.1 cast polypropylene (CPP)

2.2.2 oriented polypropylene (OPP)

<u>คุณสมบัติของ CPP</u>

1. ยอมให้ไอน้ำซึมผ่านได้น้อยมาก
2. ยอมให้ก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซชนิดอื่นๆซึมผ่านได้มาก
3. สามารถใช้ความร้อนในการเชื่อมปิด (sealing) ได้ที่อุณหภูมิ 325-400 องศาฟาเรนไฮต์
4. มีความต้านทานต่อแรงดึงขาดสูง แต่มีความต้านทานต่อแรงฉีกขาด (tear strength)ต่ำ
5. มีความต้านทานต่อการซึมผ่านของไขมันและน้ำมัน
6. ทนต่อความร้อนได้ถึง 250 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่สามารถใช้ได้ดีที่อุณหภูมิต่ำๆ
7. ขนาดและรูปร่างจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น

<u>คุณสมบัติของ OPP</u>

1. ยอมให้ไอน้ำซึมผ่านได้ประมาณครึ่งเท่าของ CPP
2. ยอมให้ก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านได้ต่ำกว่า CPP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96888

3. การเชื่อมปิดด้วยความร้อนทำได้ยาก ต้องใช้ร่วมกับพลาสติกชนิดอื่นๆ
4. มีความต้านทานต่อแรงดึงขาดสูงกว่า CPP ประมาณ 10-30 เท่า ในขณะที่มีความต้านทานต่อแรงฉีกขาดต่ำกว่า CPP 10-50 เท่า
5. ทนต่อความร้อนได้ถึง 250 องศาฟาเรนไฮต์ และสามารถใช้ได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง –60 องศาฟาเรนไฮต์
6. มีความต้านทานต่อการซึมผ่านของไขมันและน้ำมัน
7. ขนาดรูปร่างจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น

การใช้งานส่วนมากนิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการฉีดเข้าพิมพ์ (injection molding) เช่น ขวดพลาสติกปากกว้าง (pill vials) ฝาปิด (closures) และภาชนะบรรจุอาหาร เนื่องจากความอ่อนตัวในการโค้งงอ (flexibility) ทำให้โพลีโปรปีลีน สามารถใช้ในการปิดฝาแบบ flip-top ได้เหมาะสม นอกจากนี้เนื่องจากโพลีโปรปีลีนทนความร้อนได้สูงจึงถูกนำไปใช้ทำถังใส่เนยเทียม ภาชนะใส่ผลิตภัณฑ์นม และแก้วน้ำ สำหรับงานที่ได้จากการเป่าเข้าพิมพ์(blow molding) ส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตขวด โดยที่ CPP นิยมใช้ในการผลิตขวดใส่น้ำผลไม้ ยา แชมพู และผงซักฟอก ในขณะที่ OPP ใช้ในการผลิตขวดสำหรับใส่เครื่องสำอาง และยา

2.3 โพลีสไตรีน (polystyrene ,PS)เป็นพลาสติกที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ของสไตรีน ในทางการค้าสามารถแบ่งชนิดของโพลีสไตรีนได้ 2 ชนิดย่อยๆ ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

2.3.1 general purpose (GP) หรือcrystal polystyrene ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้คือ ใส มีความแข็ง เปราะ ทนต่ออาหารได้ทุกชนิด รวมทั้งสามารถทนกรดอ่อนและด่างอ่อนได้ ภาชนะบรรจุที่ทำจากโพลีสไตลีนจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น หรือยอมให้กลิ่นอื่นๆมาปะปนกับอาหาร

2.3.2 impact polystyrenes (IPS) มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ค่อนข้างใส หรือขุ่น มีความคงตัว (rigidity) ดี เหนียว และสามารถต้านทานแรงกระแทกได้ดี

นอกจากนี้ สำหรับโพลีสไตรีนที่ไม่ได้อยู่ในรูปของผลึก (non-crystalline polystylene) เมื่อได้รับความร้อน ความแข็ง และความคงตัวของโพลีเมอร์ในสถานะของแข็งจะลดลง กลายเป็นของเหลวที่มีความหนืด (viscous liquid)ได้ จากคุณสมบัติด้านนี้ทำให้สามารถนำโพลีสไตรีนมาทำเป็นแผ่นบางๆได้ เนื่องจากการจัดเรียงตัวของโพลีเมอร์ในขณะที่หลอมเหลวจะมีการจัดเรียงตัวใหม่ โพลีสไตรีนที่เป็นแผ่นบาง (oriented polystyrene sheet , OPS) นี้สามารถนำมาใช้ในการบรรจุหีบห่อได้ และใช้กันมากในอุตสาหกรรมต่างได้มาก เพราะ OPS มีความถ่วงจำเพาะต่ำ สามารถเชื่อมปิดได้ง่ายด้วยความร้อน และยังมีความอ่อนตัวในการโค้งงอได้ดีซึ่งขึ้นกับความหนาของ OPS

ภาชนะบรรจุส่วนใหญ่ที่ทำจากโพลีสไตลีน ได้แก่ ถ้วย และถาด ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมอบ (baked goods) นอกจากนี้ยังใช้แผ่น OPS ในการทำช่องหน้าต่างสำหรับกล่องกระดาษลูกฟูก และห่อผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของโพลีสไตรีนชนิด GP และ LPS

	Range of Values		
Resin Properties	**GP**	**Impacts**	**ASTM Method**
Specific gravity; 23-23°C.	1.04-1.06	1.04-1.06	D-792
Melt flow , g/10 min.			
Condition " G"	1.0-20.0	1.0-20.0	D-1238
Physical Properties			
Tensile strength , psi	5,000-10,000	3,000-8,000	D-638
Tensile elongation , per cent	1.4-2.0	5-50	D-638
Tensile elastic modulus , psi	300,000-500,000	325,000-400,000	D-790
Izod Impact ,ft.-lbs/in			
of Notch	0.3-0.7	0.7-5.0	D-256
Rockwell Hardness,M Scale	65-80	45-70	D-785
Mold shinkage , ln./ln.	0.002-0.006	0.003-0.008	D-955
Water absorbtion percent	0.04-0.05	0.06-0.12	D-570
Thermal Properties			
Vicat sc.ening point,°F	195-225	175-220	D-1525
Deflection temperature under			
load °F,at 264 pai,annealed	170-210	160-210	D-648

ที่มา : Cahner and Goldweitz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณลักษณะของ OPS

General	**Value**
Specific gravity,g/cc	1.05
Light transmission , per cent	90
Water absorbtion , Wt. Per cent	0.05
Mechanical	
Tensile strength , psi	10,000-20,000
Elastic modulus , psi	4.5×10^{6}
Hardness (Rockwell M)	80-95

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

Thermal	
Heat resistance (Continuos),°F	up to 170
Heat distortion (Short exposure),°F	200
Chemical	
Weak acids	No effect
Strong acids	Attacked by oxidizing acids
Weak alkalies	No effect
Strong alkalies	Soluble in aromatic
Organic solvents	Soluble in aromatic or carbonated hydrocarbons

ที่มา : Cahner and Goldweitz

2.4 โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylcholide,PVC)เป็นพลาสติกที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ไวนิลคลอไรด์ โพลีไวนิลคลอไรด์ โดยสภาพทั่วไปจะอยู่ในรูปของผลึกใส และมีความคงตัวสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ 0-180 องศาฟาเรนไฮด์ จะแตกสลายที่อุณหภูมิ 280 องศาฟาเรนไฮด์ นอกจากนี้ความร้อนและแสงอุลตร้าไวโอเลต จะทำให้โพลีไวนิลคลอไรด์มีสีเหลืองเกิดขึ้น โพลีไวนิลคลอไรด์สามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมัน แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายของสารเคมีจากน้ำมันดิบ ป้องกันการซึมผ่านของอากาศหรือก๊าซออกซิเจน แต่มีความสามารถในการป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ไม่ดีนัก ไม่ทำปฏิกริยากับกรดด่างและสารเคมีต่างๆ ยกเว้นกรดแก่และคลอรีน โพลีไวนิลคลอไรด์มีความต้านทานแรงกระแทกต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิต่ำๆ การนำโพลีไวนิลคลอไรด์มาใช้ สิ่งที่ก่อให้เกิดอันตราย ได้แก่ ปริมาณไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ที่เหลืออยู่และ พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer)ที่ใส่ลงไปในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้โพลีไวนิลคลอไรด์มีความอ่อนตัวลง ในการนำโพลีไวนิลคลอไรด์มาใช้ในการบรรจุหีบห่อนั้น โดยทั่วไปจะใช้ในรูปของแผ่นฟิล์มในการห่อเนื้อสด เพราะว่ายอมให้ก๊าซออกซิเจน ซึมผ่านได้น้อย นอกจากนี้ยังใช้ในการทำเป็นขวด และภาชนะบรรจุแบบเทอร์โมฟอร์ม (thermoform)เพื่อบรรจุ ลูกกวาด คุกกี้ และเครื่องเขียน ในการขนส่ง และขนย้ายจะใช้ฟิล์มชนิดนี้ห่อรัดผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เช่น ขวดแก้ว ถุงกระดาษ และกระเบื้อง เป็นต้น ซึ่งอาจจะวางบนกระบะไม้ (pallet) ไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่หรือทับกันเองทำให้เกิดความเสียหายได้

2.5 โพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ (polyvinylidine chloride ,PVDC) เป็นพลาสติกที่เกิดจากโมโนเมอร์ 2 ชนิด คือ ไวนิลลิดีนคลอไรด์ (VDC) และไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์(VCM) โพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์สามารถเตรียมได้จากเอทธิลีนคลอไรด์ (ethlene chloride) และเติมคลอรีนส่วนที่เกินลงไปในปฏิกริยา ผลึกของโพลีไวนิลลิดีคลอไรด์จะขุ่นแต่เมื่อนำมาทำเป็นแผ่นฟิล์ม ปรากฏว่ามีความใส และความมันดีมาก มักใช้ในการห่อผลิตภัณฑ์อาหารในทางการค้ามีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า ซาราน (saran)และวีรอน (velon)โพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซชนิดต่างๆได้ดีมาก ไม่มีกลิ่นและรส ทนต่อกรด-ด่าง น้ำมันและแอลกอฮอล์เกือบทุกชนิด นอกจากนี้ยังมีความอ่อนนุ่มมีการหดตัวสม่ำเสมอ มีค่าความต้านทานแรงดึงขาดสูงและทนความร้อนได้ถึง 290 องศาฟาเรนไฮด์ฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับทำภาชนะบรรจุชนิดที่ต้องบรรจุขณะร้อนหรือทำเป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านการพาสเจอร์ไรส์

การใช้งานโพลีไวนิลลิดีนคลอไรด์ในรูปที่เป็นแผ่นฟิล์มจะใช้ในการห่อผลิตภัณฑ์อาหารเช่น ไส้กรอกชนิดต่างๆ เนยแข็ง อาหารอบชนิดต่างๆ และลูกกวาด เป็นต้น รวมทั้งใช้เป็นวัสดุรองใต้ฝา (cap liner)ร่วมกับกระดาษหรือพลาสติกชนิดอื่นๆและทำเป็นถุงชนิดปิดสี่ด้าน

2.6 โพลีอามีด หรือไนลอน (polyamide or nylon) เป็นโพลีเมอร์ที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นอามีด (amide) ซึ่งเกิดจากปฏิกริยาของกรดอะมิโนและกรดชนิดอื่นๆ โดยแรกเริ่มนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1938 ในรูปของไฟเบอร์เพื่อใช้แทน เส้นไหมในการทอผ้า ซึ่งจะทำให้ผ้ามีความอ่อนตัว และเหนียวแน่น ซึ่งทำได้สะดวกในการตัดเย็บเสื้อผ้า เนื่องจากคุณสมบัติของไนลอนใสมีสีขาวขุ่น มีความเลื่อมมันบริเวณผิว โดยคุณลักษณะที่เด่นของไนลอนคือ สามารถทนความร้อนได้ถึง 250-300 องศาฟาเรนไฮด์ ทนต่อสารเคมีได้หลายชนิดรวมทั้งไขมันและน้ำมัน มีความเหนียวแน่นและความอ่อนตัวสูงมาก มีความต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำ ก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ และสามารถทนต่อการขัดสีได้ดีเยี่ยม ไนลอนใช้ในการทำฝาเปิด ท่อ วาล์ว ถัง รวมทั้งนำมาใช้ในรูปของแผ่นฟิล์มไนลอน โดยอาจใช้ร่วมกับวัสดุประเภทอื่นๆ เมื่อต้องการเชื่อมปิดด้วยความร้อน

2.7 โพลีคาร์บอเนต (polycarbonate) เป็นโพลีเมอร์ในตระกูลเดียวกับโพลีเอสเตอร์ซึ่งมีพันธะระหว่างคาร์บอน และออกซิเจน โพลีคาร์บอเนต มีคุณสมบัติที่เด่นๆดังนี้คือ เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ –100-250 องศาฟาเรนไฮด์ นอกจากนี้ยังคงทนต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

สารเคมี จำพวกกรดอิออน ไขมันน้ำมัน ไฮโดรคาร์บอนประเภทอะลิฟาติก (aliphatic) และสารออกซิไดซิงรีดิวส์ซิง (oxidizing-reducing agent) แต่จะทำปฏิกริยากับด่างและตัวทำละลายชนิดอื่นๆเกือบทุกชนิด มีคุณสมบัติในการต้านการซึมผ่านของน้ำ และก๊าซปานกลาง มีความใสและเหนียวที่สุดในบรรดาพลาสติกด้วยกัน รวมทั้งมีความสามารถในการต้านทานแรงกระทบได้ดี

ในการนำโพลีคาร์บอเนตมาใช้ในอุตสาหกรรมภาชนะบรรจุนั้นมีน้อยเพราะราคาแพง โดยทั่วไปจะใช้ทำขวด และฝาปิด หรือหีบห่อภาชนะบรรจุอาหารที่ต้องผ่านการแช่แข็ง หรือ ต้องใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ หรือทำให้สุกในภาชนะ

2.8 อะเซตัล (acetal) เป็นเทอร์โมพลาสติกอีกชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) มาทำปฏิกริยาโพลีเมอร์ไรซ์เซชั่น โยโพลีเมอร์ที่ได้จะเป็นสายตรงไม่มีกิ่งก้านสาขา (unbranched) คุณสมบัติของอะเซตัลคือ มีความแข็งแรง คงตัว (rigidty)ดี เหนียว(tough) และทนต่อความร้อนได้สูง (-40 ถึง 250 องศาฟาเรนไฮด์) ทนต่อกรดอ่อน และด่างอ่อน ในขณะที่ทำปฏิกริยากับกรดแก่และด่างแก่ รวมทั้งสารออกซิไดส์ (oxidizing agent) อะซีตัลไม่มีรสและกลิ่น มีคุณสมบัติในการต้านทานแรงกระทบสูงพอๆกับสไตรีน และการต้านทานแรงดึงขาดพอๆกับไยลอน อะซีตัลมีราคาค่อนข้างสูง โดยทั่วไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขวด แบบแอโรซอล (aerosal) และฝาปิด

2.9 อะคริลิค (acrylics or methylate) เป็นโพลีเมอร์ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ได้จากขบวนการผลิตน้ำมันปิโตรเลียม โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเอทธิลีน และโปรปีลีน โครงสร้างเป็นสายตรงอสัณฐาน (amorphous) มีพันธะระหว่างคาร์บอนและคาร์บอนเป็นแกนของโมเลกุล

คุณสมบัติของอะคริลิคจะมีลักษณะโปร่งใสและผิวมัน มีความคงตัวดี รูปร่างคงที่ทนต่อรอยขูดขีดต่ำ ดูดซึมความชื้นต่ำ ไม่มีรส และกลิ่น ยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้น้อยมาก ทนต่อสารเคมีได้หลายชนิด ยกเว้น แอลกอฮอล์ คีโตน เอสเตอร์ คลอริเนตไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated hydrocarbon) กรดออกซิไดส์ (oxidising acid)และตัวทำละลายประเภทอะโรมาติก(aromatic solvent) นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมปิดด้วยกาว และความร้อน ในทางการค้ามีชื่อว่า ลูไซส์ (Lucite) และเพล็กซิกลาส (plexiglass)ใช้มากในการตกแต่งและทำภาชนะบรรจุ (container) แต่มีราคาแพง

2.10 ไอโอโนเมอร์ (ionomer) เป็นโพลีเมอร์ที่ผลิตจากก๊าซอะเซทิลีนเป็นส่วนใหญ่ โดยมีพันธะระหว่างสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ ไอโอโนเมอร์มีความใส คุณสมบัติส่วนใหญ่จะแสดงคล้ายกับโพลีเอทธีลีน เว้นแต่โครงสร้างเท่านั้น ซึ่งเป็นแบบอสัณฐาน ทำให้มีคุณสมบัติที่เด่นออกไป คือมีความเหนียวสูง ทนทานต่อสารเคมีได้ดีมาก และทนทานต่อการแตกหัก (stress crack resistance) ได้ดี ไอโอโนเมอร์ไม่มีกลิ่น และรส รวมทั้งมีความต้านทานต่อแรงดึงขาดและใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำๆดีกว่าโพลีเอทธิลลีน ไอโอโนเมอร์ใช้ในการผลิตภาชนะบรรจุแบบบลิสเตอร์ (blister pack)และแบบสคิน (skin pack) รวมทั้งใช้ในการผลิตขวด และฟิล์มในการหีบห่ออาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ฟีนอกซี (phenoxy) เป็นโพลีเมอร์ที่ผลิตจากสารประกอบไฮดรอกซีอีเทอร์ เป็นสายโซ่ตรง เป็นผลึกใส มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องความเหนียว สามารถใช้กระบวนการแปรรูปที่ไม่ยุ่งยาก มีความใส มีความคงตัว และมีความต้านทานต่อการซึมผ่านของก๊าซได้หลายชนิด ทนต่อการขัดสี ฟีนอกซีทนทานต่อสารเคมีไม่สามารถใช้การเชื่อมปิดด้วยตัวทำละลาย มีการขยายตัวต่ำเมื่อความร้อนสูงและสามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิต่ำกว่า 170 องศาฟาเรนไฮต์ โดยไม่มีการหดตัว ในวงการอุตสาหกรรม ใช้ฟีนอกซีในการผลิตขวดซึ่งมีความใสแข็งแรง และเก็บรักษากลิ่นรสของอาหารได้ดี นอกจากนี้ยังใช้ในรูปของแผ่นฟิล์มและภาชนะบรรจุแบบเทอร์โมฟอร์ม (thermoform package) รวมทั้งใช้ในรูปของกาวซึ่งเหมาะกับโลหะ และไม่ใช่โลหะ

2.12 เซลลูโลสอะซีเตท (cellulose acetate) เป็นพลาสติกที่องค์การอาหารและยา (FDA)ของสหรัฐอเมริกาอนุญาติให้ใช้ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร เนื่องจากไม่มีสี และกลิ่น มีความต้านทานแรงกระแทก และความเหนียวแน่นสูง ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตภาชนะบรรจุแบบบลิสเตอร์ และลามิเนททับกับแผ่นอะลูมิเนียม เพื่อใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เครื่องดื่ม อาหารแห้ง และยาปฏิชีวนะ ไม่เหมาะในการใช้งานกลางแจ้ง มีความต้านทานในการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซในระดับปานกลาง ในขณะที่ความต้านทานในการซึมผ่านของไขมัน และน้ำมันดี สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิ 0-190 องศาฟาเรนไฮต์ เซลลูโลสอะเซเตทมีค่าความต้านทานแรงดึงขาด และแรงกระทบดี แต่มีความต้านทานต่อการฉีกขาดต่ำ รวมทั้งไม่ทนต่อกรดและด่างแก่ แอลกอฮอล์ คีโตน เอสเตอร์ และคลอริเนทเตดไฮโรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon)

2.13 เซลลูโลสโปรปีโอเนท (cellulose propionate) เป็นพลาสติกที่องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา อนญาติให้ใช้ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหารได้เช่นเดียวกับเซลลูโลสอะซีเตท แต่มีความต้านทานแรงดึงขาดสูงมากสามารถยืดได้ถึง 1.5% ลักษณะการใช้งานโดยทั่วไปคล้ายกับเซลลูโลสอะซีเตท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. แป้งมันสำปะหลัง ยี่ห้อ มังกร
2. แป้งสาลี ตราบัวแดง
3. หอมแดงปั่นละเอียด
4. พริกไทย
5. เกลือ
6. น้ำปลาแท้ 100 เปอร์เซ็นต์
7. น้ำกลั่น

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสาร
2. เครื่องปั่น ยี่ห้อ โมลิเนกซ์ รุ่น 643
3. บีกเกอร์
4. ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อนขนาดกว้างXยาว เท่ากับ 6.4X21 ซม.
5. รังถึง
6. เตาแก๊ส
7. ตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้ คือ

3.3.1 ศึกษาผลของสารให้รสเค็มต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง

3.3.1.1 การเตรียมชุดการทดลอง 4 ชุด ดังนี้

สูตรที่ 1

สัดส่วนวัตถุดิบ ผลิตสูตรที่ 1

แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
แป้งสาลี	80	กรัม
หอมแดงบดละเอียด	60	กรัม
เกลือ	5	กรัม
พริกไทย	7	กรัม
น้ำกลั่นต้มสุก	120	มิลลิลิตร

สัดส่วนวัตถุดิบ ผลิตสูตรที่ 2

แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
แป้งสาลี	80	กรัม
หอมแดงบดละเอียด	60	กรัม
น้ำปลา	15	มิลลิลิตร
พริกไทย	7	กรัม
น้ำกลั่นต้มสุก	120	มิลลิลิตร

สัดส่วนวัตถุดิบ ผลิตสูตรที่ 3

แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
แป้งสาลี	80	กรัม
เกลือ	5	กรัม
พริกไทย	7	กรัม
น้ำต้มหอมแดง*	140	มิลลิลิตร

*เนื้อหอมแดง 60 กรัม ต้มในน้ำกลั่น 150 ml กรองส่วนของแข็งออก ได้น้ำต้มหอมแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนวัตถุดิบ ผลิตสูตรที่ 4

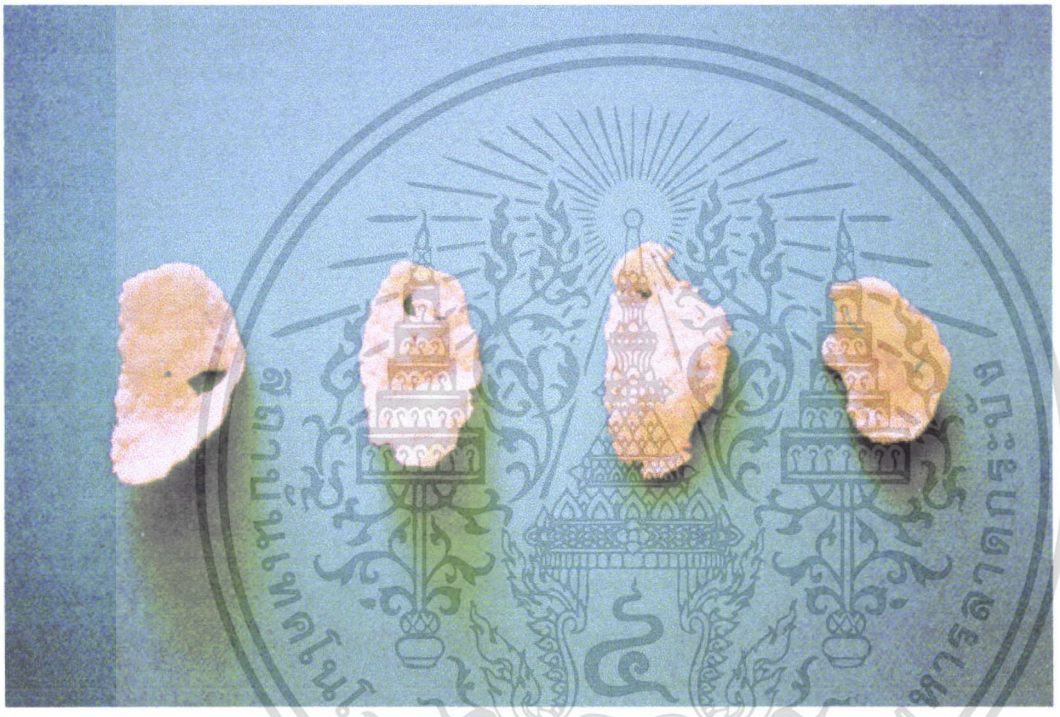
แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
แป้งสาลี	80	กรัม
น้ำปลา	15	มิลลิลิตร
พริกไทย	7	กรัม
น้ำต้มหอมแดง*	140	มิลลิลิตร

*เนื้อหอมแดง 60 กรัม ต้มในน้ำกลั่น 150 ml กรองส่วนของแข็งออก ได้น้ำต้มหอมแดง

กรรมวิธีการผลิต

1. เตรียมแป้งและส่วนผสมอื่นๆปริมาณตามกำหนดไว้ในแต่ละสูตร
2. ผสมส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นน้ำร้อนเข้าด้วยกัน
3. เติมน้ำร้อนปริมาตร 120-140 มิลลิลิตร โดยเติมที่ละน้อยและนำการนวดไปด้วย
4. นวดแป้งจนกระทั่งน้ำร้อนหมด และนวดต่อจนสังเกตว่าเนื้อแป้งเข้ากันดี แป้งไม่ติดมือ
5. แบ่งแป้งเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน
6. แบ่งแป้งใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ พยายามจัดรูปร่างให้เป็นทรงกระบอก
7. เรียงถุงใส่รึงถึง นึ่งประมาณ 45 นาทีโดยวางให้ห่างกันพอสมควร ป้องกันการติดกันของแป้งเมื่อสุกและพองตัว
8. เมื่อแป้งสุกแล้ว พักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
9. แช่ตู้เย็น ประมาณ 12 ชั่วโมง
10. หั่นแป้งโดยใช้เครื่องสไลด์ ความบางของแผ่นแป้งเท่ากับ 1 มิลลิเมตร
11. อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส นาน3-4 ชั่วโมง
12. ทอด โดยใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมัน (deep fat frying)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

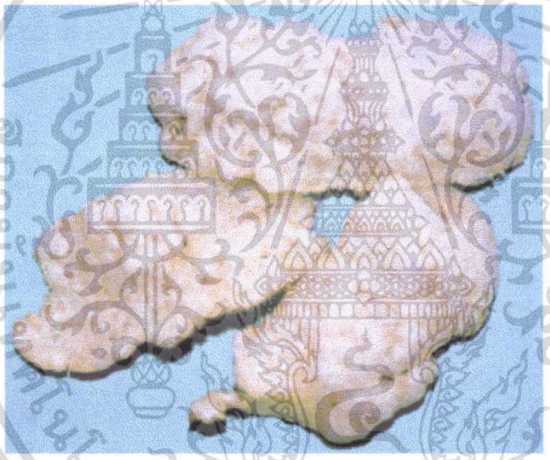


ภาพที่ 3.1 แสดงผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร สูตรที่1-4 จากซ้ายไปขวา

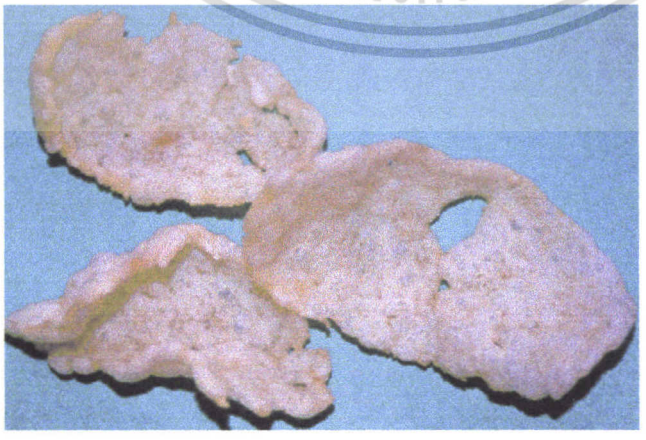
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การตัดสินใช้หลักของ Hedonic scale ใช้คะแนนการยอมรับจาก 1-5 โดยที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบ และ 5 หมายถึงชอบมากที่สุด ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ผู้ชิม 15 คน จากนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง 4 สูตรเพื่อหาสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด โดยทดสอบปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสหอมแดง ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม การประเมินค่าคะแนนที่ได้โดยใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance : (Randomized Block Design : RCD) และ Duncam's New Multiple Range Test ; DMRT

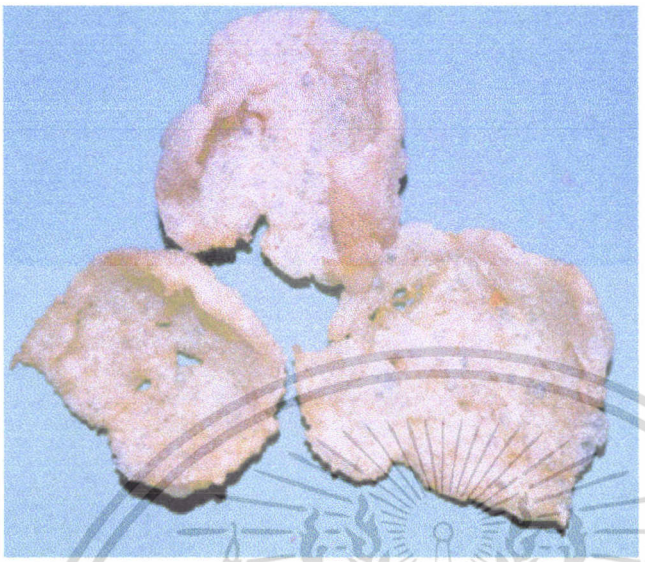


ภาพที่ 3.2แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่1 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส

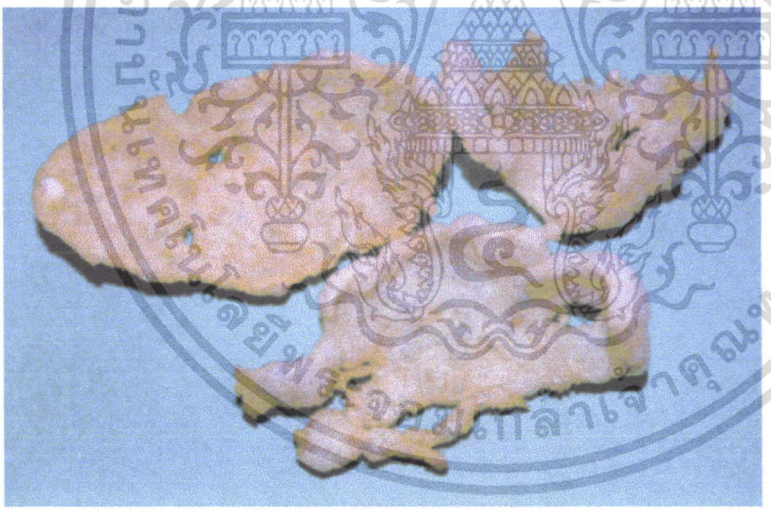


ภาพที่3.3แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่2 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่3 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส



ภาพที่ 3.5แสดงตัวอย่างข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่4 เตรียมสำหรับผู้ชิมทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การศึกษาผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง

จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวกรียบที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มาศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ 3 ชนิด คือ

1. ถุงโพลีเอทธิลลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE)
2. ถุงโพลีโปรปีลีน (PP)
3. ถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทกับพลาสติก (OPP/PE/ALU/PE)

โดยผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงจะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุพลาสติกทั้งชนิด 3 นี้ และปิดผนึกถุงด้วยความร้อน จากนั้นจะนำมาทดสอบคุณภาพโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุก 3 วัน

การตัดสินใช้หลักของ Hedonic scale ใช้คะแนนการยอมรับจาก 1-5 โดยที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบ และ 5 หมายถึงชอบมากที่สุด ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ผู้ชิม 15 คน จากนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของข้าวเกรียบหอมแดง ที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุต่างชนิดกัน ทดสอบปัจจัยด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสหอมแดง ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม การประเมินค่าคะแนนที่ได้โดยใช้การวิเคราะห์ความแตกต่าง ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance : (Randomized Block Design : RCD) และ Duncam's New Multiple Range Test ; DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

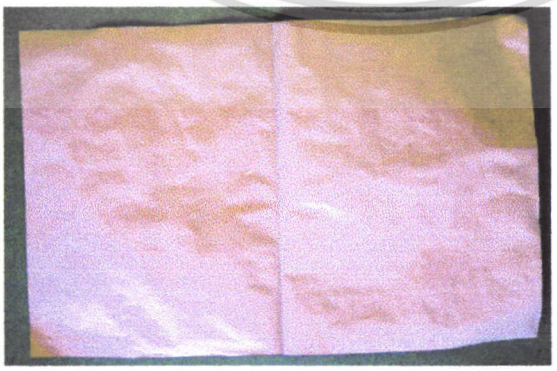
ภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างถุงพลาสติก โพลีเอทธิลลีนความหนาแน่นต่ำ

ภาพที่ 3.7 แสดงตัวอย่างถุงพลาสติกโพลีโปรปีลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.8 แสดงตัวอย่างถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก

ภาพที่3.9แสดงลักษณะผิวด้านนอกของถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก



ภาพที่3.10 แสดงผิวด้านในของถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด จากทั้ง 4 ชุดการทดลอง ผลการทดสอบสรุปได้ว่า สูตรที่ 1 เป็นสูตรผู้บริโภคให้คะแนนในปัจจัยการยอมรับโดยรวมมากที่สุด

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง 4 สูตร

	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
สูตร	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
1	4.6^{A}	4.8^{A}	5.3^{A}	6.5^{A}
2	4.4^{A}	4.9^{A}	4.8^{A}	6.0^{A}
3	4.0^{B}	4.3^{A}	4.3^{B}	5.4^{B}
4	3.0^{C}	4.0^{A}	4.0^{BC}	5.1^{BC}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาปัจจัยการยอมรับโดยรวมพบว่า ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.5 รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่4 โดยมีคะแนนตามลำดับดังนี้ 6.0 5.4 และ 5.1 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติพบว่าข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนการยอมรับโดยรวมกับข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนการยอมรับโดยรวม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 มีคะแนนการยอมรับสูงสุดคือ 5.3 สูตรที่ 2มีคะแนนรองลงมา คือ 4.8 โดยคะแนนของทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 จะมีคะแนนด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 4.3 และ 4.0 คะแนนตามลำดับ โดยคะแนนของสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กลิ่นรสหอมแดง ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 2 จะมีกลิ่นรสหอมแดงที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดรองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 3 และ 4 โดยมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสหอมแดงตามลำดับดังนี้ 4.9 4.8 4.3 และ 4.0 คะแนน โดยไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้านกลิ่นรสหอมแดง ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงทั้ง 4 สูตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะปรากฏ ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 จะมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 2 3 และ 4 โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 4.6 4.4 4.0 และ3 คะแนน เมื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติไม่พบว่ามีความแตกต่างของการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 1 และ 2 แต่มีความแตกต่างด้านการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงสูตรที่ 2 และ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง 4 สูตร(ทำซ้ำ)

	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
สูตร	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
1	5.3^{A}	4.9^{A}	5.0^{A}	7.2^{A}
2	5.0^{A}	5.2^{A}	4.9^{A}	6.6^{A}
3	5.1^{B}	4.8^{A}	4.0^{B}	6.3^{B}
4	5.0^{C}	4.6^{A}	4.0^{BC}	6.0^{BC}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เป็นการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในการเลือกผลิตภัณฑ์ซ้ำอีกครั้งเพื่อความมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง สูตรที่ 1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพข้าวเกรียบหอมแดง

ในการศึกษาผลของภาชนะบรรจุพลาสติกทั้ง 3 ชนิด ต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงใช้เวลาในการศึกษา 2 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุง พลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 2วัน

	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
ถุง	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
PE	5.2^{A}	4.9^{A}	5.0^{A}	6.5^{A}
PP	5.0^{A}	5.2^{A}	4.9^{A}	6.6^{A}
ALU	5.1^{A}	4.8^{A}	4.6^{A}	6.3^{B}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.3 ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่ดกบรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก PE และถุง PP โดยมีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 5.2 5.1 และ5.0 โดยไม่มีความแตกต่างของการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผู้บริโภคเมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 2 วัน

กลิ่นรสหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก PP มากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ในถุงPE และผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 5.2 4.9 4.8 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 2 วัน

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE มากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ในถุงPP และผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 5.0 4.9 4.6 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 2 วัน

การยอมรับโดยรวมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก PP มากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ในถุงPE และผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 6.6 6.5 6.3 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 2 วัน

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุง พลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 1 สัปดาห์

	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
ถุง	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
PE	5.0^{A}	4.0^{A}	4.8^{A}	5.9^{A}
PP	5.0^{A}	5.9^{B}	5.3^{B}	6.2^{B}
ALU	5.1^{A}	6.0^{BC}	5.5^{BC}	6.5^{BC}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.4 ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้ง 3 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE โดยมีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 5.1 5.0 5.0 โดยไม่มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผู้บริโภคเมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นาน 1 สัปดาห์

กลิ่นรสหอมแดงพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.0 5.9 4.0 โดยคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุง PE แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPP คะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPPมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 5.5 5.3 4.8 โดยคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPE แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPP มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.5 6.2 5.9 โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง PE แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPP มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 1 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุง พลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 9 วัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
ถุง	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
PE	6.0^{A}	4.2^{A}	5.6^{A}	5.7^{A}
PP	6.3^{A}	4.4^{AB}	6.0^{B}	5.9^{AB}
ALU	6.0^{A}	6.0^{C}	6.6^{BC}	6.8^{C}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.5 ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติก PP มากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PE และผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 6.3 6.0 6.0 โดยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 9 วัน

กลิ่นรสหอมแดงพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.0 4.4 4.2 โดยคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และผลิตภัณฑ์ในถุงPE แต่คะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุง PP ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 9 วัน

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.6 6.0 5.6 โดยคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุง PE แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และคะแนนการยอมรับความกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลิตภัณฑ์ในถุงPP มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมความกรอบของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 9 วัน

การยอมรับโดยรวมพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.8 5.9 5.7 โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และผลิตภัณฑ์ในถุงPE แต่คะแนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง PP ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 9 วัน

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบหอมแดง บรรจุในถุง พลาสติกต่างชนิด หลังบรรจุ 2 สัปดาห์

	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
ถุง	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม
PE	5.2^{A}	4.1^{A}	5.0^{A}	4.9^{A}
PP	5.7^{A}	4.3^{AB}	5.6^{B}	5.5^{AB}
ALU	6.2^{A}	6.5^{C}	6.2^{BC}	7.4^{C}

^{ABC}ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.6 ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก PE มากที่สุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง PP และผลิตภัณฑ์ในถุงPE มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏตามลำดับดังนี้ 6.2 5.7 5.2 โดยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

กลิ่นรสหอมแดงพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.5 4.3 4.1 โดยคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และผลิตภัณฑ์ในถุงPE แต่คะแนนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุง PP ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 6.2 5.6 5.0 โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง PE แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPP มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 2 สัปดาห์

การยอมรับโดยรวมพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกPE มากที่สุด รองลงมาคือข้าวเกรียบหอมแดงที่เก็บรักษาในถุงPP และถุงPE มีคะแนนการยอมรับตามลำดับดังนี้ 7.4 5.5 4.9 โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง อลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนท มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุงPP และผลิตภัณฑ์ในถุงPE แต่คะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในถุง PP ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนการยอมรับกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ในถุงPE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิม 10 คน ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 1 มีส่วนผสมและวิธีการผลิตดังนี้

แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
แป้งสาลี	80	กรัม
หอมแดงบดละเอียด	60	กรัม
เกลือ	5	กรัม
พริกไทย	7	กรัม
น้ำกลั่นต้มสุก	120	มิลลิลิตร

ขั้นตอนการผลิต

1. เตรียมแป้งและส่วนผสมอื่นๆปริมาณตามกำหนดไว้ในแต่ละสูตร
2. ผสมส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นน้ำร้อนเข้าด้วยกัน
3. เติมน้ำร้อนปริมาตร 120-140 มิลลิลิตร โดยเติมที่ละน้อยและนำการนวดไปด้วย
4. นวดแป้งจนกระทั่งน้ำร้อนหมด และนวดต่อจนสังเกตว่าเนื้อแป้งเข้ากันดี แป้งไม่ติดมือ
5. แบ่งแป้งเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน
6. แบ่งแป้งใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ พยายามจัดรูปร่างให้เป็นทรงกระบอก
7. เรียงถุงใส่รึงถึง นึ่งประมาณ 45 นาทีโดยวางให้ห่างกันพอสมควร ป้องกันการติดกันของแป้งเมื่อสุกและพองตัว
8. เมื่อแป้งสุกแล้ว พักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
9. แช่ตู้เย็น ประมาณ 12 ชั่วโมง
10. หั่นแป้งโดยใช้เครื่องสไลด์ ความบางของแผ่นแป้งเท่ากับ 1 มิลลิเมตร
11. อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส นาน3-4 ชั่วโมง
12. ทอด โดยใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมัน (deep fat frying)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติกโพลีเอทธิลีน จะช่วยรักษาคุณภาพของข้าวเกรียบหอมแดงได้นานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 1 เดือนที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงเมื่อทอดแล้ว จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เนื่องจากในการศึกษาไม่มีเครื่องมือที่สามารถควบคุมขนาดของข้าวเกรียบหอมแดงให้มีขนาดเท่ากันได้ ในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เครื่องเอ็กทรูดเดอร์สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเท่าๆกันได้
2. รสชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ยังไม่เป็นที่พอใจของผู้บริโภคมากนัก เนื่องจากส่วนของเครื่องปรุงที่ใช้ มีเพียงเกลือเท่านั้น ดังนั้นการใช้ผงเครื่องปรุงสำเร็จคลุกผลิตภัณฑ์หลังทอดเสร็จและผลิตภัณฑ์ยังไม่เย็นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น
3. หอมแดงที่ใช้ต้องเป็นหอมแดง หากใช้หอมแขกซึ่งมีขาดและลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกันมากแต่ราคาหอมแขกจะถูกกว่า จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสหอมแดงไม่ดีเท่ากับการใช้หอมแดง เนื่องจากหอมแดงจะมีกลิ่นหอมฉุนมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ .พืชเครื่องเทศและสมุนไพร 2540โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์ กรุงเทพมหานคร
2. วรรณา ตั้งเจริญชัย . เคมีอาหาร 2534 กรุงเทพมหานคร :
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. วุฒิชัย นาครักษา . หลักการบรรจุ 2535 กรุงเทพมหานคร:
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ . วิทยานิพนธ์ เรื่องประสิทธิภาพการเป็นสารกันหืนของโอลีโอเรซิน
   จากพริก 2537 กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. เอกสารพัฒนาผลิตภัณฑ์ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
6. เอกสารการประชุมเชิงวิชาการ : คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลัง
   วันที่ 2-3 เมษายน 2541
7. อรอนงค์ นัยวิกุล :ข้าวสาลี 2532 .กราฟฟิคแอนด์ปริ้นติ้ง เซนต์เตอร์ กรุงเทพมหานคร
8. Gordon L. Robertson . 1993 . Food Packaging. New Zealand : Marcel Dekker,Inc.
9. S. G.Varela, A.E. Bender and I.D. Morton. 1988 . Frying of Food .
   England : Ellis Horwood Ltd .
10. William E. Brown . 1992 . Plastics in Food Packaging . New York :Marcel Dekker,Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 1 ก แสดงแบบสอบถามเพื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 5-score

ชื่อ..... วันที่ .....

จากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดงที่เตรียมให้กรุณาประเมินผลตัวอย่างตามความชอบ

1. ไม่ชอบมาก
2. ไม่ชอบ
3. เฉยๆ
4. ชอบมาก
5. ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรสหอมแดง	ความกรอบ	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1ข แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ทั้ง 4 สูตร

Source	df	SS	MS	F_{cal}	F_{table} 4,36	F_{table} 9,36
Treatment	4	1.68	0.42	0.30^{NS}	2.63(0.05)	2.15(0.05)
					3.89(0.01)	2.94(0.01)
Block	9	28.18	3.13	2.24*		
Error	36	50.32	1.40			
Total	49	80.18				

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

^{NS} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2ข แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกลิ่นรสหอมแดงของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ทั้ง 4 สูตร

Source	df	SS	MS	F_{cal}	F_{table} 4,36	F_{table} 9,36
Treatment	4	23.52	5.88	3.64^{*}	2.63(0.05)	2.15(0.05)
					3.89(0.01)	2.94(0.01)
Block	9	28.18	3.13	1.51^{NS}		
Error	36	58.08	1.61			
Total	49	103.52				

*แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

^{NS} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3ข แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ทั้ง 4 สูตร

Source	df	SS	MS	F_{cal}	F_{table} 4,36	F_{table} 9,36
Treatment	4	30.68	7.67	5.06**	2.63(0.05)	2.15(0.05)
					3.89(0.01)	2.94(0.01)
Block	9	7.38	0.81	0.54^{NS}		
Error	36	54.52	1.51			
Total	49	92.58				

**แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง

^{NS} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 4ข แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะปรากฏ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอมแดง ทั้ง 4 สูตร

Source	df	SS	MS	F_{cal}	F_{table} 4,36	F_{table} 9,36
Treatment	4	55.32	13.83	11.24**	2.63(0.05)	2.15(0.05)
					3.89(0.01)	2.94(0.01)
Block	9	9.52	1.06	0.86^{NS}		
Error	36	44.28	1.23			
Total	49	109.12				

**แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง

^{NS} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอภิชญา ชูบัณฑิตกุล เกิดเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดหนองคาย สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน เซนต์โยเซฟบางนา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ปี การศึกษา 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 1081/3 ถ. แก้ววรวุฒิ อ.เมือง จ. หนองคาย 43000 โทร (042)412205
Fax (042)461099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้