

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า
KHAO-MAO OF SNACKS PRODUCT

โดย

นางสาวสิวพร สีหาแสน
นางสาวสุธาดา แก้วทิศ

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 60041

วัน,เดือน,ปี 26 ส.ย. 2549

b.....
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง	ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า Khao-mao of Snacks Product
ชื่อ-สกุล	นางสาวศิวพร สีหาแสน นางสาวสุธาดา แก้วทิศ
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. จินตนา บุณนาค

บทคัดย่อ

จากศึกษาทดลองการทำอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าโดยได้ทำผลิตภัณฑ์ 2 ผลิตภัณฑ์ คือ ข้าวเกรียบข้าวเม่าและข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท พร้อมได้ทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า เพื่อเป็นทางเลือกของอาหารขบเคี้ยวและเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวเม่าให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่าเริ่มต้นจาก นำข้าวเม่ามาป่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงแล้วนำแป้งข้าวเม่าที่ได้จำนวน 225 กรัม ผสมกับเครื่องปรุงรส คลุกเคล้าให้เข้ากัน เติมน้ำร้อน 125 มิลลิลิตร แล้วนวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาคลึงเป็นแท่งทรงกระบอก แล้วนำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 45 นาที แล้วนำออกมาคลึงให้เป็นแท่งทรงกระบอกที่มีลักษณะเนื้อละเอียดนำไปผึ่งลมให้ผิวหมาดเป็นเวลา 15 นาที นำเก็บบรรจุไว้ในถุงนำไปแช่เย็นไว้ 1 คืน แล้วนำออกมาหั่นเป็นวงกลมบางๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากแห้งแล้วจึงนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บไว้ 1 เดือน

กระบวนการผลิตข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัทเริ่มต้นจากนำแซนแทนกัม จำนวน 10 กรัม มาผสมกับน้ำอุ่น จำนวน 200 มิลลิลิตร ให้เข้ากันแล้วนำมาต้มให้มีลักษณะเหนียวใสใช้เวลา 5 นาที จากนั้นนำข้าวเม่าที่คั่วพอง 13 กรัมแล้วมาผสมคลุกเคล้ากับแซนแทนกัม อัตราส่วน 5 และ 7 กรัมแล้วนำไปใส่ในพิมพ์โดนัทโดยอัดให้ข้าวเม่าติดกัน ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาแกะออกจากพิมพ์ อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้ข้าวเม่าคั่วพองแบบโดนัท นำข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทที่ร้อนมาทาน้ำมัน ทั้ง 2 ด้าน นำมาโรยผงปรุงรส คือเกลือผสมผงชูรส และผงบาร์บีคิวผสมเกลือผงชูรส นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที) ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท

ข้าวเกรียบข้าวเม่าได้สูตร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใส่น้ำตาล ไม่ใส่ผงฟู สูตรที่ 2 ไม่ใส่น้ำตาล ไม่ใส่ผงฟู สูตรที่ 3 ใส่น้ำตาล ใส่ผงฟู สูตรที่ 4 ไม่ใส่น้ำตาล ใส่ผงฟู และข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัทได้สูตร 4 สูตร สูตรที่ 1 ใช้แซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยเกลือผสมผงชูรส สูตรที่ 2 ใช้แซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผงชูรส สูตรที่ 3 ใช้แซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยเกลือผสมผงชูรส สูตรที่ 4 ใช้แซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผงชูรส

การทดลองทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมใช้ผู้ทดสอบชิม 10 คน พบว่า ข้าวเกรียบข้าวเม่าสูตรที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคคือ สูตรที่ 3 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ใส่น้ำตาล และผงฟู ส่วนข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัทสูตรที่เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคคือ สูตรที่ 2 ซึ่งเป็นข้าวเม่าที่ใช้แซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือและผงชูรส

ดังนั้น จากการศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวเม่าและเกษตรกร เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะ รศ.ดร. จินตนา บุณนาค ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการกรุณาให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และวิธีการแก้ไขปัญหา รวมทั้งข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณบารมี ทองใบน้อย นายช่างเทคนิคผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือในการบริการเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ และอำนวยความสะดวกในการทดลอง นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ ในการทำการทดลอง

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา พี่ๆ และสมาชิกในครอบครัวที่รักให้กำลังใจและให้การสนับสนุน ในด้านทุนทรัพย์ตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ศิวพร สีหาแสน
ศุทธา แก้วทิศ
ตุลาคม 2548

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้าวเม่า.....	3
2.2 อาหารขบเคี้ยว.....	10
2.3 ข้าวเกรียบ.....	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	28
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	28
3.2 วิธีการ.....	29
3.3 สถานที่ทำปัญหาพิเศษ.....	44
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	44
บทที่ 4 ผลวิจัยและวิจารณ์ผล.....	45
4.1 ผลการวิจัย.....	45
4.2 การทดสอบหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่า.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	56
บรรณานุกรม.....	58
ภาคผนวก.....	60
ภาคผนวก ก.....	61
ภาคผนวก ข.....	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเม่า 100 กรัม ประกอบด้วย.....	6
2	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์.....	8
3	ค่าเฉลี่ยปริมาณการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์.....	9
4	ปริมาณอะไมโลสที่ได้จากข้าวทั้ง 5 พันธุ์.....	10
5	ข้อแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน.....	17
6	ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแป้งธัญพืช.....	17
7	อุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆ.....	18
8	คุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA.....	19
9	สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า.....	29
10	สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า.....	31
11	สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า.....	36
12	สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า.....	38
13	อัตราส่วนของแซนแทนกัมที่ใช้ในการขึ้นรูปข้าวเม่าพันธ์ กข 6 เป็นอาหารขบเคี้ยว ที่ขึ้นรูปทรงแบบ โคนัท.....	41
14	การเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่าอ่อนกับข้าวเม่าแก่.....	46
15	เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แช่แข็งกับผลิตภัณฑ์แช่เย็นในขั้นตอนการทอด.....	47
16	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าที่ได้จากสูตรต่างๆกัน.....	49
17	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าปรุงรสในแผนการทดลองที่ 3 กับ แผนการทดลองที่ 4 โดยทดสอบกับผู้ชิมจำนวน 10 คน.....	49
18	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าปรุงรสรูปทรง โคนัทในแผน การทดลองที่ 7 โดยผู้ชิมจำนวน 10 คน ดังนี้.....	53
19	ตารางแสดงความชื้นของข้าวเม่าและผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่า.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	15
2	16
3	19
4	26
5	30
6	35
7	37
8	40
9	40
10	43
11	43
12	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่มีการเพาะปลูกกันทั่วไปในทุกภาคของประเทศ และเป็นผลผลิตเกษตรที่สำคัญในด้านที่เป็นอาหารหลัก และเป็นสินค้าที่ส่งออกที่สำคัญที่ทำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละนับหมื่นล้านบาทแต่ประชากรของประเทศโดยส่วนใหญ่คือเกษตรกรผู้ผลิตกับมีฐานะยากจน เพราะต้องประสบปัญหาทางด้านราคาข้าวเปลือกตกต่ำ จึงทำให้ผลผลิตข้าวล้มตลาคเป็นผลให้มีปริมาณวัตถุดิบเหลือใช้มาก โดยเฉพาะข้าวเหนียว เพราะประชากรของประเทศส่วนใหญ่บริโภคข้าวชนิดนี้น้อยกว่าข้าวเจ้า ทำให้มีผลกระทบต่อรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้คือการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งที่ได้จากการนำข้าวมาแปรรูป สามารถผลิตได้ทั้งจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่มีความหอมและมีสีเขียวยธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย โดยส่วนใหญ่การแปรรูปข้าวเม่าจะนำไปเป็นองค์ประกอบในอาหารหวานมากที่สุดได้แก่ ข้าวเม่าคตุก ข้าวเม่าหมี ข้าวตูข้าวเม่า และอื่นๆ จากเหตุผลดังกล่าว ข้างบนและข้อจำกัดการเก็บรักษาข้าวเม่าจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้ทำปัญหาพิเศษได้คิดค้นวิธีการแปรรูปข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวขึ้นจะได้เป็นทางเลือกของอาหารขบเคี้ยวและเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวเม่าและทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำอาหารขบเคี้ยวและศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการนำข้าวเม่ามาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในรูปแบบต่างๆ
2. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตจากข้าวเม่า

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษาชนิดของข้าวเม่าที่เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว
2. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว
3. การประเมินผลยอมรับทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงวิธีการและขั้นตอนการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า
2. เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากข้าวเม่า
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าต่อประชากรกลุ่มเป้าหมายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวเม่า

ต้นข้าวเหนียวที่ดัดแปลงออกรวงและผ่านระยะน้ำนมประมาณ 5-7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ด แต่ยังไม่แก่จัดชาวบ้าน เรียกว่า “ข้าวเม่า” เวลาถึงงานบุญประเพณีชาวบ้านจะใช้ข้าวในระยะนี้ มาแปรรูปเป็น “ข้าวเม่า” การแปรรูป จะเริ่มจากการนำข้าวระยะนี้มาหุงเอาเฉพาะเมล็ดนำมาคั่วแล้ว ตำด้วยครกกระเดื่อง หรือครกมองเพื่อแยกเปลือกข้าวออก ชาวบ้านในหลายจังหวัดของภาคอีสาน มีการผลิตข้าวเม่าทั้งเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อการจำหน่าย จังหวัดที่มีการผลิตกันมาก ได้แก่ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด นครพนม สกลนคร อุดรธานี และหนองคาย ข้าวเม่าที่ออกสู่ตลาด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของข้าวเม่าสด หรือข้าวเม่าอ่อน ซึ่งเป็นข้าวเหนียวที่ยังคงมีสีเขียวอยู่นอกจากนี้ยังมีการผลิตในรูปของข้าวเม่าราง ซึ่งเป็นข้าวเม่าไม่มีสีเขียวเพราะผลิตจากข้าวเปลือกแก่ ชาวบ้านนิยมซื้อไปทำเป็น อาหารหวานที่เรียกกันว่า “ข้าวเม่าคลุก”

ข้าวเม่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่ความหอมและสีเขียวธรรมชาติของเมล็ดข้าวจึงเป็นที่นิยมและยอมรับของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังมีปัญหาในการเก็บรักษา โดยเก็บได้เพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นสูงทำให้เกิดเชื้อราง่าย

2.1.1 พันธุ์ข้าว

การเก็บเกี่ยวข้าวเม่าส่วนใหญ่พันธุ์ข้าวที่จะนำมาใช้จะเป็นพันธุ์ข้าวเหนียว แต่มีบางท้องที่ มีการผลิตข้าวเม่าจากข้าวเจ้า แต่มีปริมาณน้อยเนื่องจากคุณภาพสัข้าวเหนียวไม่ได้เพราะข้าวเม่าที่ได้จากข้าวเจ้ามีความนุ่มน้อยกว่า สำหรับพันธุ์ข้าวเหนียวที่นำมาใช้ในการผลิตพบว่าโดยทั่วไปสามารถใช้ได้ทุกพันธุ์ แต่คุณสมบัติที่สำคัญสำหรับข้าวที่นำมาผลิตข้าวเม่าสมควรมีความนุ่มและมีกลิ่นหอม นอกจากนั้นพบว่าพันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับการผลิตข้าวเม่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์เหลืองบุญมา พันธุ์ดอกมะขาม พันธุ์สันป่าตอง ส่วนพันธุ์อื่นที่มี

การปลูกกันมากได้แก่ กข 6 กข 8 กข 10 ซึ่งเป็นพันธุ์นอกเหนือจากพันธุ์พื้นเมือง ในแต่ละจังหวัดมีการปลูกข้าวพันธุ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและลักษณะพื้นที่การเพาะปลูก

ปัจจุบันนักวิชาการด้านการเกษตรได้ทำการวิจัย เพื่อหาข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวเม่า ดร.ศิริวิชชญ์ เรืองสุข นักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดอุบลราชธานี ได้ค้นพบข้าวเหนียวสายพันธุ์ใหม่คือ สายพันธุ์ KK-NUR-82003-SKN-69-1-1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ปลูกได้ทั้งนาปีและนาปรัง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน ต้นสูง 140 เซนติเมตร เมล็ดเรียวยาว เมื่อนึ่งสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอม

2.1.2 ระยะการเก็บเกี่ยว

ข้าวที่ใช้ผลิตข้าวเม่ามี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ข้าวอ่อน และชนิดที่ใช้ข้าวแก่ ข้าวเม่าแบบแรกข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังติดเมล็ดแล้วประมาณ 15-20 วัน ชาวบ้านเรียกว่า “ข้าวอ่อน” เป็นข้าวที่อยู่ในระยะสะสมแป้ง (dough stage) ให้ข้าวเม่าที่มีสีเขียวลึกน้อยและกลิ่นหอม ถ้าเมล็ดข้าวเข้าสู่ระยะแก่ตัว (mature grain stage) เนื้อข้าวจะแข็งไม่เหมาะสำหรับทำข้าวเม่า ข้าวที่เหมาะสมสำหรับทำข้าวเม่าจะสังเกตได้จากสีของข้าว ควรมีสีเขียวออกเหลืองเล็กน้อย ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวสำหรับทำข้าวเม่าจะเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมเป็นต้นไปจนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี สำหรับการผลิตข้าวเม่าจากข้าวแก่เป็นผลิตข้าวเม่าออกฤดูกาลจะใช้ข้าวเม่าที่มีสีเหลืองอยู่ในระยะแก่จัด เป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ปกติ จะต้องนำข้าวมาแช่น้ำให้นุ่มเหมือนกับข้าวอ่อนหลังจากนั้นจึงนำมาคั่วและทำให้แบนเหมือนกับการเตรียมข้าวเม่าจากข้าวอ่อน ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีสีและไม่มีความมันมาก ส่วนใหญ่มักจะเติมแต่งด้วยสีผสมอาหาร แต่บางแห่งอาจใช้สีข้อมผ้า

2.1.3 วิธีการผลิตข้าวเม่า

การผลิตข้าวเม่าจะมีวิธีการที่เหมือนกันหมดทุกท้องที่ โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. การแยกเมล็ดข้าวออกจากรวง ข้าวที่เก็บเกี่ยวมาทำข้าวเม่ามักมีสีเขียวและลำต้นยังสดอยู่มาก เมล็ดยังติดแน่นอยู่บนรวง ก่อนอื่นจะต้องแยกเมล็ดออกจากรวง วิธีที่ปฏิบัติกันคือนำรวงข้าวมามัดเป็นพ่อนแล้วฟาดลงบนราวไม้หรือใช้เท้ายำและขยี้ไปมา ให้เมล็ดข้าวหลุดออก และหล่นลงบนผ้าใบ หลังจากนั้นจึงเก็บรวบรวมไว้ แล้วนำไปทำข้าวเม่าทันที

2. การทำความสะอาด เมล็ดข้าวที่ได้จากการฟาดมักมีสิ่งสกปรกอยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษใบข้าวและเศษใบหญ้า สิ่งเหล่านี้จะแยกออกไป วิธีที่ปฏิบัติกันคือนำข้าวไปลอยน้ำ ส่วนที่เป็นเศษใบข้าวและเมล็ดลีบจะลอยตัว ให้ช้อนทิ้งไป ส่วนข้าวแก่ที่ใช้ผลิตข้าวเม่าออกฤดูกาลก็ต้องนำมาแช่น้ำเช่นกัน เป็นการทำให้หลายฝุ่นละอองที่ติดอยู่ให้หมดไป นอกจากนี้ยังทำให้ข้าวนุ่มด้วย ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แช่น้ำแล้วจะนุ่มไม่แห้งเป็นผงเมื่อนำไปตำเป็นข้าวเม่า สำหรับเวลาการแช่ของข้าวแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เช่น ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าธรรมดาจะใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ข้าวหอมมะลิจะใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง สำหรับขั้นตอนนี้จะมีการใส่สัณสีผสมอาหารลงไปด้วย เป็นการเตรียมข้าวให้มีสีเขียวย่อยๆ

3. การคั่วข้าว การคั่วเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เป็นขั้นตอนที่ทำให้ข้าวสุก มีเนื้อนุ่มสามารถบิบให้แบนได้โดยไม่ทำให้เมล็ดแตก การคั่วจะเริ่มขึ้นเมื่อมีการเตรียมเครื่องตำให้พร้อม ป้องกันมิให้ข้าวเย็นตัวก่อนตำ นำข้าวมาใส่ลงในภาชนะที่สานด้วยไม้ไผ่ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ แล้วเทลงในกระทะ คั่วให้สุก ถ้าต้องการให้มีกลิ่นข้าวใหม่จะต้องใส่ใบเตยที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆลงไปด้วย การคั่วจะสิ้นสุดลงเมื่อมีการแตกของข้าว 6-8 เมล็ด หรือใช้เวลาคั่วประมาณ 15-20 นาที ให้อุณหภูมิ

4. การบิบให้แบนการบิบให้แบนเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งข้าวที่ผ่านการคั่วและทำให้เนื้อนุ่มแล้วจะผ่านการตำเพื่อให้แบน วิธีการผลิตจะเหมือนกันหมด คือการตำ ส่วนจะตำให้แบนเท่าใดหรือนานเท่าใดนั้นมิได้กำหนดไว้ แต่อาศัยประสบการณ์ ข้าวเม่าที่ผลิตได้มี 2 แบบ คือแบบกลมและแบบแบน การตำข้าวเม่าชนิดแบนต้องการแรงกระทะมากกว่าการตำข้าวเม่าชนิดกลมและใช้เวลาในการตำนานกว่า การตำมักจะทำให้เกิดปัญหาบ้างในบางครั้ง กล่าวคือจะทำให้เมล็ดข้าวที่ตำเกาะติดกันเป็นก้อน ชาวบ้านเรียกว่า “จี๋แมว” โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเมล็ดข้าวนุ่มเกินไป การทิ้งข้าวไว้ 5-10 นาที หรือมีอุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส จะช่วยให้เมล็ดข้าวเย็นตัวลง การตำจะไม่ทำให้เมล็ดข้าวเกาะตัวกัน อีกประการหนึ่งในขณะตำควรคู้ข้าวเพื่อให้เมล็ดข้าวสัมผัสกับการตำมากที่สุด ก็จะช่วยให้เมล็ดข้าวแยกตัวกันด้วย การตำในขั้นนี้ยังมีความสำคัญที่ช่วยให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเนื้อข้าวด้วย การทิ้งข้าวไว้ให้เย็นมากเกินไปเมล็ดจะแตกเมื่อสัมผัสกับการตำ ทำให้ข้าวเม่าปนละเอียดมาก

วิธีบิบให้แบนเป็นเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละราย ผู้ที่ใช้เครื่องจักรจะบังคับใช้แรงได้ตามต้องการ ถ้าแรงน้อยและมีเนื้อกรอบแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้แรงมากเมล็ดข้าวก็จะแบนมากและมีเนื้อกรอบนุ่ม ข้าวที่ตำแต่ละครกจะประมาณ 2/3 ลิตร และใช้เวลาตำประมาณ 9 นาที ได้ข้าวเม่าประมาณ 1 ลิตร

5. การแยกเปลือก เมล็ดข้าวที่ผ่านการบิบให้แบนมาแล้วจะมีเปลือก เนื้อข้าวที่แบน และรำปะปนกันอยู่ จะต้องแยกเอาเปลือกและรำออก การแยกจะใช้ตะแกรง 2 ชั้น ตะแกรงชั้นบนจะแยกเอาเปลือกออกไว้ ชั้นกลางจะแยกเอาข้าวเม่าไว้ ส่วนรำจะผ่านตะแกรงชั้นกลางและตกลงภาชนะที่รองรับอยู่ด้านล่าง สำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมจะใช้ตะแกรงร่อนอย่างต่อเนื่อง โดยแยกเปลือกและรำออกไปอย่างอัตโนมัติ

6. การตากแห้ง ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลจะนำไปทำเป็นข้าวเม่าคอก แล้วนำไปขายทันที ไม่มีการตากแห้ง ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในกระบุงหรือกระจาด เป็นภาชนะที่โปร่ง ลมจะผ่านได้ ข้าวเม่าจะไม่เสียเพราะเชื้อรา หรือมีกลิ่นหืน ส่วนข้าวเม่าที่ผลิตนอกฤดูหรือข้าวเม่าที่ผลิตจากข้าวเปลือกจะใช้ทำข้าวเม่ารางหรือข้าวพอง ข้าวเม่าพวกนี้จะตากแห้ง แล้วบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย

7. การบรรจุ การบรรจุจะใช้เฉพาะข้าวเม่าแห้งเท่านั้น เป็นการกระทำเพื่อการค้าในฤดูกาลปลูกข้าวการบรรจุข้าวเม่าจะมีน้อยมาก แต่จะมีมากขึ้นเมื่อผ่านฤดูทำนาไปแล้ว เป็นระยะที่ชาวนามีเวลามากขึ้น ข้าวเม่าที่ผลิตในฤดูกาลนี้จะนำไปขายโดยเฉพาะ ข้าวเม่าส่วนใหญ่จึงต้องตากแห้ง ลักษณะของข้าวเม่าแห้งมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่บรรจุเป็นถุงขนาดใหญ่ พ่อก้าวที่ซื้อไปจะนำไปจำหน่ายอีกทอดหนึ่ง โดยนำไปตวงเป็นถัง(20กิโลกรัม) แล้วเทลงถุงพลาสติกให้ลูกค้า ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นการบรรจุข้าวเม่าเป็นถุงขนาด 7 กิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นถุงกระดาษ เป็นข้าวเม่ากลม ผู้ซื้อจะนำไปทำเป็นข้าวพอง

คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวเม่าพบว่า ข้าวเม่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวกล้องหรือ ข้าวซ้อมมือจากข้าวเจ้า และ ยังมีสีเขียวธรรมชาติของคลอโรฟิลล์ ทำให้น่ารับประทาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเม่า 100 กรัม ประกอบด้วย

สารอาหาร	ปริมาณ
ไขมัน	1.8 กรัม
เส้นใยอาหาร	0.6 กรัม
โปรตีน	8.0 กรัม
แคลเซียม	14 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	236 มิลลิกรัม
เหล็ก	2.7 มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.22 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.44 มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การพองตัวของข้าวเม่า

จากการเปรียบเทียบการพองตัวของข้าวเม่าคั่วพอง และทอดพอง พบว่าข้าวเม่าทอดพองที่ได้จากพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์ที่ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเดียวกันจะมีคุณภาพการพองตัว ได้แก่อัตราส่วนการพองตัว (ตารางที่ 2) และปริมาตรการพองตัว (ตารางที่ 3) ที่สูงกว่าข้าวเม่าคั่วพองเนื่องจากการทอดใช้น้ำมันเป็นตัวนำความร้อน น้ำมันที่ร้อนจะสัมผัสกับเมล็ดข้าวตลอดเวลาและทุกส่วนของเมล็ด จนกระทั่งเมล็ดข้าวพองตัวได้หมด การพองตัวของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ทอดด้วยน้ำมันที่ใช้ทอดควรมีอุณหภูมิ 175 – 200 องศาเซลเซียส (Fox และ Camaron, 1970) ถ้าหากข้าวมีความชื้นต่ำหรือสูงเกินไป จะทำให้ได้การพองตัวของเมล็ดข้าวที่ต่ำ คือข้าวจะพองได้น้อยหรือพองได้ไม่เต็มที่ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการพองตัวด้วย การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ข้าวไหม้ก่อนที่จะพองตัวได้หมด แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปอาจทำให้ข้าวไม่พองหรือพองได้น้อยลงเพราะแรงดันไอ (steam pressure) ที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพองตัวของเมล็ดข้าว นอกจากนั้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่า bulk density พบว่าข้าวทอดพองให้ค่า bulk density ที่สูงกว่าข้าวเม่าคั่วพอง ทั้งๆ ที่มีอัตราส่วนการพองตัว และปริมาตรการพองตัวที่สูงกว่าซึ่งควรจะให้ค่า bulk density ที่ต่ำกว่า เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวิธีทอดเป็นการลดความชื้นและเพิ่มน้ำมันในอาหาร ปริมาณน้ำมันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนทอด ถ้ามีความชื้นสุดท้ายก่อนทอดสูงจะดูดน้ำมันได้มาก และอุณหภูมิที่ใช้ทอดถ้าต่ำเกินไป และทอดนานจนทำให้สุกมากเกินไปก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ห่อมน้ำมัน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์

วิธีการแปรรูป	ประเภท	พันธุ์	อัตราส่วนการพองตัว (เท่า)		
			หลังติดเมล็ด 15 วัน	หลังติดเมล็ด 20 วัน	หลังติดเมล็ด 25 วัน
คั่วพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	3.12	2.7	2.48
		กข 15	2.53	1.81	3.02
	ข้าวเหนียว	กข 6	2.4	2.48	2.59
		กข 8	2.59	2.9	2.89
		สันป่าตอง	2.75	2.46	2.62
ทอดพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	4.12	3.38	3.84
		กข 15	3.14	3.21	4.19
	ข้าวเหนียว	กข 6	3.73	4.16	3.68
		กข 8	4.72	4.54	4.71
		สันป่าตอง	4.32	3.93	4.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณการพองตัวของข้าว 5 พันธุ์

วิธีการแปรรูป	ประเภท	พันธุ์	ปริมาณการพองตัว (ml/g)		
			หลังติด เมล็ด 15 วัน	หลังติด เมล็ด 20 วัน	หลังติด เมล็ด 25 วัน
คั่วพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	4.12	3.81	3.58
		กข 15	3.5	2.61	4.2
	ข้าวเหนียว	กข 6	3.29	3.67	3.85
		กข 8	3.71	3.98	3.55
		สันป่าตอง	3.81	3.52	3.46
ทอดพอง	ข้าวเจ้า	ขาวดอกมะลิ 105	5.52	4.92	5.49
		กข 15	4.51	4.6	5.96
	ข้าวเหนียว	กข 6	5.26	5.36	5.09
		กข 8	5.86	6.08	6.08
		สันป่าตอง	6.09	5.29	6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ข้าวเหนียวมีอะไมโลสร้อยละ 0-5 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบร่วนมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าแป้งอะไมโลสสูงจะให้ผลิตภัณฑ์ที่แข็งกรอบ (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณอะไมโลสที่ได้จากข้าวทั้ง 5 พันธุ์

พันธุ์	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละของน้ำหนักแป้งแห้ง)
ข้าวดอกมะลิ 105	10.55
กข 15	10.92
กข 6	3.33
กข 8	4.63
สันป่าดอง	4.00

2.2 อาหารขบเคี้ยว หรือ ขนมอบกรอบ (Snack food)

2.2.1 พัฒนาการและความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนับว่ามีบทบาทในวิถีชีวิตของผู้บริโภครุ่นใหม่เป็นอย่างยิ่งดังจะเห็นได้ว่า มีการจัดวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในร้านค้าทั่วไปจำนวนมากและมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เข้าสู่ท้องตลาดอยู่ตลอดเวลา

1. พัฒนาการของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Snack food) พัฒนามาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมือที่เรียกว่า อาหารว่าง

การรับประทานอาหารว่างมีเหตุผลแตกต่างกันไปแต่ละคน บางคนรับประทานด้วยความเคยชินที่เป็นวัฒนธรรมในครอบครัวหรือในท้องถิ่น เป็นการใช้ออกาสในการพูดคุยเพื่อเพิ่มความใกล้ชิดสนิทสนม บางคนใช้เป็นเวลาเพื่อพักผ่อน บางคนรับประทานด้วยเหตุผลในเชิงสุขภาพเพื่อให้ได้รับอาหารมากขึ้น เป็นต้น

การพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารว่างในระดับสากล มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตพัฒนาส่วนผสมที่ใช้ปรุงรส และรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารว่างน่ารับประทานและสะดวกมากยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีการผลิตอาหารขบเคี้ยวที่ได้นำความรู้ทางเคมีและฟิสิกส์มาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นที่ยอมรับกันคือ เทคโนโลยีของเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์ (extruder) ที่ช่วยผลิตอาหารประเภทพองกรอบโดยมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน เป็นที่นิยมกันแพร่หลายของผู้บริโภค

อาหารว่างหลายชนิดที่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสมจึงสามารถเข้าสู่ความต้องการของผู้บริโภคได้โดยง่ายก่อให้เกิดพฤติกรรมในการรับประทานที่ไม่เป็นเวลาที่ไม่แน่นอนจนยากที่กำหนดว่าเป็นอาหารว่างในช่วงเวลาใด เพราะมีการรับประทานในทุกโอกาสตามแต่ผู้บริโภคแต่ละคนต้องการ

จากพฤติกรรมผู้บริโภคอาหารขบเคี้ยว (nibble type products) ดังกล่าว จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากอาหารว่างที่ใช้รับประทานทั่วไปให้มีลักษณะเฉพาะ ที่สะดวกต่อการบริโภคมากขึ้นในทุกโอกาสไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียม การจะเรียกว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างอาจก่อให้เกิดความสับสน เพราะไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภค การรับประทานไม่ใช่รับประทานเฉพาะในเวลาอาหารว่างเท่านั้น แต่มีการรับประทานในเวลาต่างๆ กัน และยังมีอาหารว่างอื่นอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้พัฒนารูปแบบที่เหมาะสม ที่จะจัดอยู่ในอาหารกลุ่มใหม่นี้ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการเรียกผลิตภัณฑ์กลุ่มใหม่นี้ว่า “ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว”

2. ความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ที่ผ่านมายังไม่มี การให้ความหมายของคำว่า “อาหารขบเคี้ยว” อย่างชัดเจน เป็นเพียงความพยายามในการที่จะจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ ในการใช้คำภาษาอังกฤษเมื่อกล่าวถึงผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวนิยมใช้คำว่า Snack food หรือ Snack food producte มากกว่าคำว่า Snack ที่รู้จักกันดีว่าหมายถึง อาหารว่าง แต่ทั้งนี้ไม่ได้มีการตกลงที่ชัดเจน จึงยังมีการใช้คำต่างๆ เหล่านี้ปะปนกันอยู่ตลอดเวลา

ดังนั้นเมื่อกล่าวถึง “อาหารว่าง” และ “อาหารขบเคี้ยว” ในความหมายของการนำมารับประทานระหว่างมื้อก็สามารถหมายถึงอาหารชนิดเดียวกันได้เพราะอาหารขบเคี้ยวสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารว่างได้ แต่อาหารที่ใช้รับประทานเป็นอาหารว่างมิใช่จะจัดเป็นอาหารขบเคี้ยวได้ ต้องพิจารณารูปแบบและลักษณะของอาหารเสียก่อน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย สามารถรับประทานได้ทันทีหรือไม่ต้อง

เสียเวลาจัดเรียงมากนัก สะดวกในการพกติดตัวใช้รับประทานเป็นอาหารว่างหรือในโอกาสต่างๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เป็นอาหารหลัก

2.2.2 การขยายตัวการผลิตและจำหน่ายอาหารขบเคี้ยว

ธุรกิจผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างกว้างขวางทั้งในเชิงการผลิตและการจัดจำหน่าย แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 6 ประเภท คือ อาหารขบเคี้ยวที่ทำจากแป้ง ถั่วอบกรอบ มันฝรั่งทอดกรอบ ข้าวเกรียบกุ้ง ปลาหมึก ปลาเส้น และข้าวโพด โดยมีตลาดผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งปรุงรสเป็นตลาดใหญ่ที่สุด การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในตลาดที่มีการแข่งขันกันสูงจึงจำเป็นที่ผู้ผลิตจะต้องสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน กลยุทธ์ที่สำคัญได้แก่ การเน้นคุณภาพที่ไม่เหมือนใคร หรือแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น เน้นรสชาติ รูปแบบ คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนสถานะบรรจุให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ (Health snack food) มีแนวโน้มในการขยายตัวมากยิ่งขึ้น เพราะนอกจากจะรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานเพื่อประทังความหิวแล้วยังให้คุณค่าทางโภชนาการสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคยุคใหม่ที่ทำให้ความสนใจในการดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคอาหาร พบว่าผู้บริโภคบางกลุ่มคือ เด็ก วัยรุ่น หญิงมีครรภ์ และหญิงให้นมบุตรมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารอาหารบางชนิดไม่เพียงพอและเกิดปัญหาสุขภาพได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาอาหารขบเคี้ยวเพื่อช่วยให้ผู้บริโภคดังกล่าวได้รับสารอาหารเพิ่มมากยิ่งขึ้น

2.2.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเป็นกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีหลายชนิด และเป็นกลุ่มที่อยู่ระหว่างการพัฒนา จึงทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาอยู่ตลอดเวลา การให้ความหมายหรือแม้แต่การจัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจึงยังไม่มีมีการกำหนดที่ชัดเจน แต่ที่การจัดแบ่งประเภทที่แตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การจัดแบ่งตามประเภทของส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง มันฝรั่ง นม เนื้อสัตว์ ถั่ว ผลไม้ ช็อกโกแลต ลูกอมหรือลูกกวาด
2. การจัดแบ่งประเภทตามอุณหภูมิอาหารขณะเสิร์ฟ เป็นประเภทร้อน (hot snack) เช่น พิซซ่าขนาดเล็ก ถั่วเคี้ยวถึงสำเร็จรูป ปอเปี๊ยะทอด คราวของสอดไส้ (filled croissants) หรือที่เป็นประเภทเย็น เช่น โยเกิร์ต ลูกก๊ี้ ผลไม้อัดเป็นแท่ง ช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจัดแบ่งตามอายุการเก็บรักษา โดยจัดแบ่งเป็นประเภทที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ไม่เกิน 7 วัน เช่น พาสตา (pasta) พาย (pie) แซนด์วิช ซึ่งเป็นกลุ่มของอาหารคาว (savory snack) และน้ำผลไม้ และเค้กผลไม้ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารหวาน (sweet snack) และประเภท ที่มีอายุการเก็บรักษานาน คือ เก็บได้นานกว่า 7 วัน โดยมากเป็นประเภทอาหารหวานมากกว่าอาหารคาว เช่น ผลไม้อัดเป็นแท่ง (fruit bar)

4. การจัดแบ่งตามประเภทกรรมวิธีการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูดเดอร์ และประเภทที่ผลิตด้วยวิธีอื่นๆ ที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูดเดอร์ เช่น อบ คั่ว ทำให้แห้ง ฯลฯ

วิธีการผลิตที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะพิจารณาจากกรรมวิธีที่มีส่วนให้ลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น ในที่นี้จะขอกล่าววิธีการผลิตบางวิธี ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการทอด เช่น มันฝรั่งทอด ข้าวเกรียบ กะหรี่ปั๊บนัททอด นัททอด เป็นต้น
2. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการอบหรือคั่ว เช่น ถั่วอบ นัทอบ ขนมปังกรอบ เป็นต้น
3. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ผลิตด้วยวิธีการทำให้แห้ง เช่น ปลาหมึกเส้น ปลาเส้น เนื้อเค็ม เนื้อสวรรค์ ผลไม้แห้ง เป็นต้น
4. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทอัดหรือ ปั้นเป็นแท่งหรือ ขึ้นรูป เช่น ช็อกโกแลต ลูกอม ผลไม้อัดเป็นแท่ง (คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา, 2541: 219-226)

2.3 ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งนิยมนทานและผลิตกันมานาน โดยเฉพาะข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ต่อมาได้มีการพัฒนาปรับปรุงรสชาติความอร่อยให้แปลกไปจากเดิมโดยการเติม ผัก และ ผลไม้บางชนิดลงไป เช่น พริกทอง เผือก กล้วย มะละกอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้เป็นอาหารว่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้

วัตถุดิบหลักที่ในการทำข้าวเกรียบ คือ แป้งมันสำปะหลัง โดยการทำแป้งให้สุก นำมาอบหรือทอดในน้ำมันที่บริโภค ส่วนแป้งอื่นที่สามารถนำมาผสมรวมกันได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมัน เผือก แป้งถั่วเหลือง โดยแป้งที่ใช้ผสมควรมีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่ใช้โดยมากได้จากธัญพืช (Cereals) เช่น แป้งจากข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี หรือจากพืชหัวรากของพืช เช่น มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ หรือจากถั่ว ได้แก่ defatted soy flour เป็นต้น

2.3.1 ปัญหาต่างๆในการผลิต

1. ปริมาณที่เหมาะสม ที่ทำให้แป้งสุกพอดีแสดงตัวเป็นรูปก้อนแป้ง
2. ระยะเวลาในการนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อนแป้ง โดยทั่วไปเวลาประมาณ 25-90 นาที

3. หลังจากนึ่งแล้วไม่สามารถนำไปหั่นได้ทันทีต้องปล่อยให้เย็น 8-24 ชั่วโมงเพื่อให้ผิวแห้ง ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บมาก

4. ปัญหาในการหั่นแป้งเป็นแผ่นบาง แป้งจะติดมีดที่ใช้ในการหั่นได้ทันทีที่ใช้ในการหั่น ทำให้การหั่นดำเนินไปอย่างไร้ประสิทธิภาพ

ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการนำก้อนแป้งมารีดให้เป็นแผ่นบาง มีความหนา 1-2 มิลลิเมตร แล้วพรมน้ำก่อนนำไปนึ่ง การทำเช่นนี้เป็นการลดเวลาในการนึ่งให้สั้นลงสามารถทำให้แป้งสุกอย่างเต็มที่และสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังไม่ต้องทำการหั่นอีก (นิรมล สุรัสวดี ,2527 : 51)

2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวเกรียบ

1. ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันในด้านการพองตัว อุณหภูมิ การพองตัวของแป้ง และลักษณะก้อนแป้งเมื่อสุก
2. สูตรส่วนผสมระหว่างแป้งกับชนิดของอาหารที่เติมลงไป อัตราส่วนที่ใช้ต้องพอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป ถ้าเติมมากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส การพองตัวไม่ดี กรณีเติมน้อยเกินไป กลิ่น รสชาติของอาหารที่เติมลงไปจะเจือจาง
3. การนวด เป็นช่วงที่สำคัญมาก เพราะคุณสมบัติของเนื้อสัมผัส การพองตัวที่ได้จะดีหรือไม่ดี ขึ้นอยู่กับการเข้ากันของเนื้อแป้ง เมื่อนวดเสร็จแล้ว ลักษณะก้อนแป้งจะมีความอ่อนเหนียวไม่ขาดออกจากกัน
4. การนึ่ง ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 45 นาที แป้งจะสุกใสตลอดทั้งแท่ง ถ้านึ่งไม่สุก ส่วนที่เป็นใจกลางก้อนแป้งจะพุ่งขาว ซึ่งส่วนนี้จะไม่พองตัว เวลาทอดจะได้ลักษณะเนื้อที่แข็ง
5. ความหนาของชิ้นข้าวเกรียบ ชิ้นบางจะพองตัวได้ดีกว่าใช้เวลาทอดน้อยกว่า
6. ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพองตัว น้ำหรือความชื้นในข้าวเกรียบ เป็นตัวการทำให้เกิดความดัน มีผลให้เกิดลักษณะรูพรุน ปกติควรมีความชื้นขั้นสูงสุดท้ายประมาณ 6 ถึง 11% และการทำให้แห้ง อาจจะใช้วิธีตากแดดจัดๆ หรือใช้ตู้อบที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อุณหภูมิขณะทอด ใช้อุณหภูมิประมาณ 175-180 องศาเซลเซียส หรือน้ำมันเกิดควันขึ้นเล็กน้อย ใช้อุณหภูมิต่ำ การพองตัวน้อย และดูดซับน้ำมันมากขึ้น ในขณะที่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป ข้าวเกรียบจะไหม้ ขม ข้าวเกรียบที่อบแห้งดีแล้วสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด ป้องกันแมลง ความชื้น เข้าออกได้

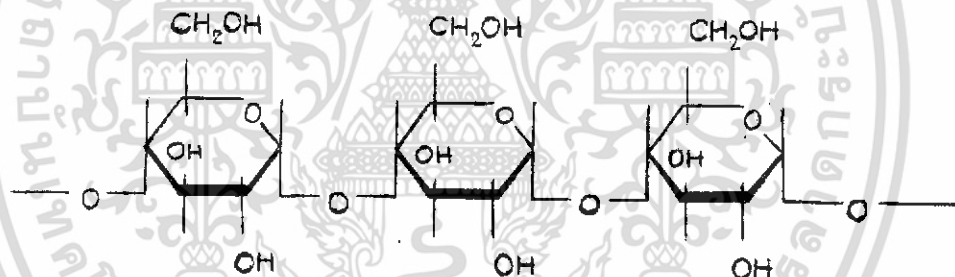
3.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบ

1. แป้ง (Starch)

แป้ง(Starch) ประกอบด้วยอนุของกลูโคสหลายตัวต่อกันด้วย α -linkage ที่ตำแหน่ง

1.4 และ 1.6 แบ่งได้ 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

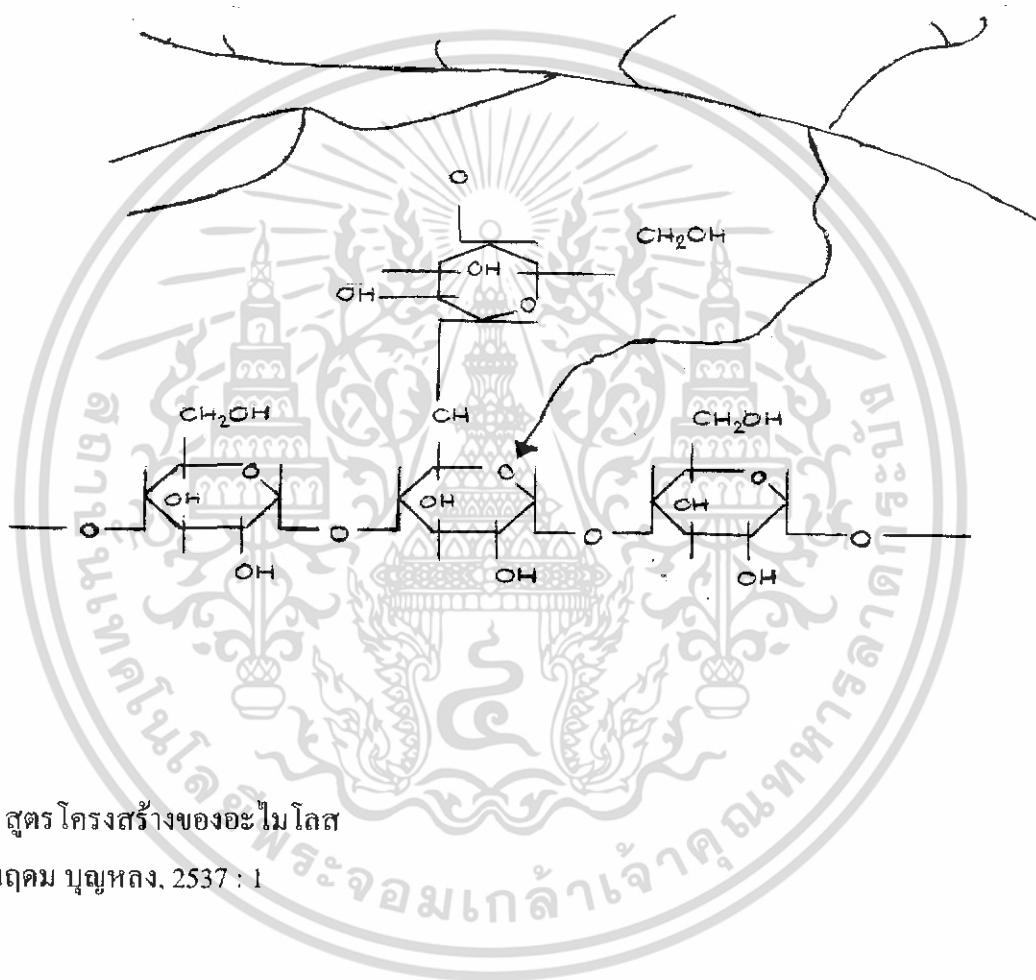
1. อะไมโลส ประกอบด้วย กลูโคสหลายหน่วยต่อกันแบบ α -(1,4)linkage มีลักษณะเป็นเส้นตรงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของอะไมโลส

ที่มา:นฤตม บุญหลง, 2531:1

2. อะไมโลเพคติน โครงสร้างประกอบด้วยอนุของกลูโคสหลายตัวก่อตัวทั้งแบบ α -(1,4) และ α -(1,6) linkage มีลักษณะแยกสาขาเหมือนกิ่งไม้ ดังภาพที่ 2 และข้อแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคตินดังแสดงในตารางที่ 5



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของอะไมโลส

ที่มา : นฤตม บุญหลง, 2537 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ข้อแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มกับน้ำมีลักษณะขุ่นน้อยแต่ขุ่นมาก	2. ลักษณะหนืดขุ่น ใสกว่า
3. ทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนให้สีน้ำเงินแก่	3. ทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนให้สีม่วงแดงหรือน้ำตาล
4. โมเลกุลเป็นเส้นตรง	4. โมเลกุลต่อเป็นกิ่งก้าน
5. จับตัวเป็นวุ้นเมื่อต้มและทิ้งให้เย็น	5. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแป้งธัญพืช ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในแป้งธัญพืช

ชนิดของแป้ง	อะไมโลส (%)	อะไมโลเพคติน (%)
แป้งข้าวโพด	24	76
แป้งข้าวโพดชนิดดัดแปลง	1	99
แป้งข้าวสาลี	25	75
แป้งข้าวเจ้า	18	82
แป้งข้าวเหนียว	1	99
แป้งข้าวฟ่าง	25	75
แป้งข้าวฟ่างชนิดดัดแปลง	1	99

ที่มา : นฤตม บุญหลง, 2537 : 1

โดยปกติเม็ดแป้ง (Starch) ไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับเม็ดแป้งจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่าเจลาติไนเซชัน (Gelatinization) กระบวนการดังกล่าวจะเกิดการแตกตัวของโมเลกุลภายในเม็ดแป้ง เมื่อให้ความร้อนถึงระดับที่เม็ดแป้งเข้าสู่กระบวนการเจลาติไนเซชันเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 60041 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งจะเกิดการพองตัวโดยการพองตัวของแป้งจะเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 7 การพองตัวของแป้ง การพองตัวของแป้งจะเกิดขึ้นดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และน้ำแป้งจะเริ่มข้นขึ้นเรียกว่าการเกิดเพสต์ติ้ง (pasting) หรือกระบวนการเจลาติไนซ์ กระบวนการดังกล่าว จะเกิดได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ตารางที่ 7 อุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่างๆ

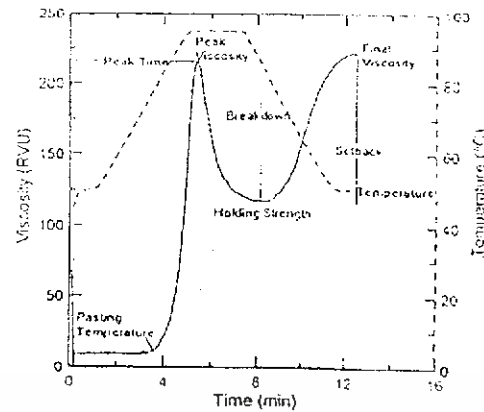
ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิกึ่งกลาง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสุดท้าย (องศาเซลเซียส)
แป้งข้าวโพด	62	66	70
แป้งข้าวบาร์เลย์	51.5	57	59.5
แป้งข้าวเจ้า	68	74.5	78
แป้งข้าวไรย์	57	61	70
แป้งข้าวสาลี	59.5	62.5	64
แป้งถั่ว	57	65	70
แป้งมันสำปะหลัง	52	59	64

ที่มา : อภิขญา ชูบัณฑิตกุล, 2542 : 2

เมื่อแป้งขนาดใหญ่จะพองตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าขนาดเล็ก เจลของแป้งต่างชนิดกันจะมีลักษณะต่างกัน เช่น เจลของแป้งข้าวโพดมีความข้น แข็งแรง ในขณะที่เจลของข้าวเจ้ามีลักษณะใสและนุ่ม เจลของแป้งข้าวสาลีที่มีลักษณะกึ่งกลางระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด ส่วนเจลของแป้งฝรั่งมีลักษณะเป็นสายไม่เหมาะกับการใช้ในการผลิตอาหารทั่วไป แป้งมันสำปะหลังให้เจลนุ่มเหนียว ตลอดมีความใส มีลักษณะเป็นเพสต์ที่ดีที่สุด ดังนั้นแป้งมันสำปะหลังจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบ

คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังมีผลโดยตรงต่อคุณภาพข้าวเกรียบเนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้แป้งเกิดการพองตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 กราฟผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

ที่มา : อภิขญา ชูบัณฑิตกุล, 2542 : 3

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า แป้งจะมีคุณสมบัติในการเกิดความหนืดหลังจากการเกิดเจลาติไนซ์ได้ทั้งสองครั้ง ดังนั้นแป้งที่มีคุณสมบัติ setback from peak ต่ำ หรือมีความแตกต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดสูงสุดมีค่าต่ำ แสดงว่าแป้งที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะเกิดการพองตัวได้ 2 ครั้ง พบว่าแป้งมันสำปะหลังจะมีคุณสมบัติดังกล่าว แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA

แป้ง	อุณหภูมิ (°C)	ความหนืด สูงสุด- ต่ำสุด	การพองตัว	การคงตัว	ชนิด ของ แป้ง	ความใส ของแป้ง
แป้งสาลี	56-65	ต่ำ	ต่ำ/ปาน กลาง	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	-	ยาว	โปร่งแสง
แป้งสาคุ	60-72	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง

ที่มา : อภิขญา ชูบัณฑิตกุล, 2542 : 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 8 แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังจะมีอุณหภูมิในการเกิดเจลใกล้เคียง ดังนั้น การนวดแป้งทั้งสองชนิดด้วยน้ำร้อนเพื่อการเกิดเจลในครั้งแรก แป้งทั้งสองชนิดนี้จะเกิดเจลใกล้เคียงกัน ในขั้นตอนการนึ่งแป้ง แป้งสาลีเกิดเป็นเจลและเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดความหนืดสูงสุดและจะไม่เกิดการพองตัวอีกครั้งในขั้นตอนการทอดเนื่องจากมีค่า setback from peak สูง

แป้งมันสำปะหลังจึงเป็นแป้งที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำข้าวเกรียบกันมาก แป้งชนิดนี้ผลิตจากหัวมันสำปะหลังเมล็ดแป้งมีขนาด 15-25 ไมครอน มี อะไมเลส ประมาณร้อยละ 17 เมล็ดแป้งคุดน้ำได้เร็วและแตกตัวได้ง่าย ให้แป้งเปียกที่ใส หนืด เมื่อแป้งเปียกเย็นลงเกิดเจลบ้างเล็กน้อย (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2526 : 441)

2. เกลือ

เกลือเป็นสารที่เพิ่มรสชาติของข้าวเกรียบ ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือคือความชื้น คลอไรด์ซัลเฟตอื่นๆซึ่งเกลือมีหน้าที่อื่น ๆ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่ดี เน้นรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผสมน้ำตาลให้เด่นชัดขึ้น และป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ และเมื่อนำใส่ในการทำข้าวเกรียบลงในแป้ง ทำให้มีความหนืดและเกิดเจลลดลง (whistler R.L. และ E.F. Paschall, 1967:733) นอกจากนี้เกลือยังมีผลต่อโปรตีนด้วย ทำให้ myosin ละลายออกมาทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้น แต่ถ้าใส่เกลือมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงอย่างไรก็ตามการคูดซึมน้ำมันจะลดลง (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2514:348)

3. น้ำ

ปริมาณน้ำที่ใช้มีผลต่อการแตกตัวของเมล็ดแป้ง ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเมล็ดแป้งจะแตกตัวมาก ให้เจลที่เหนียว ในทางตรงข้ามถ้าใช้น้ำน้อยเกินไป แป้งจะพองตัวและไม่สุก จะไม่เกิดเจลมากนัก ได้ก้อนแป้งที่ร่วน กรอบ และเมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว ผู้ผลิตมักคำนึงปริมาณน้ำที่ใส่เพื่อการคงรูปของก้อนแป้งในขณะที่นึ่งให้สุก มิได้คำนึงถึงการเกิดเจลมากนัก จากการตรวจสอบตำราต่างๆ พบว่า ถ้าใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวจะใช้น้ำ ร้อยละ 78 ของน้ำหนักแป้งเมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมอื่นๆ จะมีความชื้นลดลง แต่จะลดลงเท่าใดขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่ใส่ลงไป (ศิริลักษณ์ สนิทวาลย์, 2522:157)

4. กระทียม

กระทียม เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีการผลิตกันในแถบเอเชีย กระทียมที่มีการใช้กันนี้ อาจใช้ในรูปแบบกระทียมสด กระทียมผง น้ำมันหอมระเหย หรือกระทียมผงผสมกับเกลือ เป็นต้น

5. พริกไทย

เป็นวัตถุปรุงแต่งรสอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ พริกไทยดำและพริกไทยขาว อาจทั้งในรูปแบบเมล็ดหรือสารสกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

6. เบคกิ้งเพาเวอร์หรือผงฟู(Baking powder)

มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัดเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

1. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single Acting หรือ Fast Action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทริก หรือครีมออฟทาร์ทาร์(Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต (Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันที ในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จมิฉะนั้นแล้วจะสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี
2. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง (Double acting หรือ Slow acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วอีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่แคลเซียมแอสซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้

7. น้ำตาล

น้ำตาลทรายเป็นผลึกสีขาว มีรสหวานละลายน้ำได้ ทำหน้าที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้ผิวนอกของผลิตภัณฑ์มีสีสวย เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ น้ำตาลมีผลทำให้การพองตัวของเมล็ดแป้งช้าลง ทำให้การสุกของแป้งเป็นไปได้ช้าทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลมีน้ำตาลรีดิวซ์ ที่สามารถจับตัวได้ดีกว่าแป้ง จึงสามารถดึงน้ำรวมได้ดีกว่า ถ้าใส่น้ำตาลมากไปแป้งเปียกไม่พองตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่พองตัวเมื่อนำไปทอด นอกจากนี้น้ำตาลยังสามารถทำปฏิกิริยากับกรด

อะมิโนให้สารประกอบสีน้ำตาล และที่อุณหภูมิสูงน้ำตาลอาจไหม้ให้สีน้ำตาล ด้วยเหตุผลนี้การใส่น้ำตาลลงไปในการผลิตขนมข้าวเกรียบจะทำให้ข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลจากการตรวจสอบ พบว่า ข้าวเกรียบส่วนใหญ่ไม่ใส่น้ำตาล

8. น้ำมันสำหรับทอด

น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนทำให้ข้าวเกรียบพองตัว ช่วยหล่อลื่นไม่ให้ข้าวเกรียบติดภาชนะที่ใช้ทอด ทั้งยังช่วยให้กลิ่นสีและเพิ่มรสชาติให้ข้าวเกรียบด้วย น้ำมันสัมผัสกับข้าวเกรียบตลอดเวลา ฉะนั้นคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบอย่างมาก น้ำมันที่เหมาะสมสำหรับทอดจึงต้องบริสุทธิ์ไม่สลายตัวได้ง่าย (Fox and Camaron, 1970 : 380) (อ้างโดย ลัดดา ทินฉวงศ์.2545.38 น.) ในการผลิตข้าวเกรียบญี่ปุ่นบางชนิดมีรายงานว่าใช้น้ำมันที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์มาแล้ว และมีความคงตัวสูง สำหรับข้าวเกรียบในประเทศไทยนั้นกล่าวถึงการใช้น้ำมันไว้น้อยมาก มีเพียงกล่าวว่า ควรใช้น้ำมันพืช จะทำให้เก็บรักษาข้าวเกรียบได้นานกว่าใช้น้ำมันหมู (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร, 2523 : 8) ถึงแม้การทอดจะเป็นการลดความชื้นและเพิ่มน้ำมันในอาหารแต่ไม่ต้องการให้มีน้ำมันในอาหารมากนัก เพราะนอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังทำให้ข้าวเปลือกมีผิวอึม เหนอะหนะ ไม่น่ารับประทาน สำหรับการผลิตแบบใช้เครื่องจักรที่นำมาใช้ในประเทศไทย ซึ่งสามารถผลิตได้ทั้งข้าวเกรียบข้าวเจ้า (Senbei) และ ข้าวเหนียว (Arare) วิธีการผลิตเป็นระบบต่อเนื่อง ใช้เวลาในการผลิต 3-4 ชั่วโมง (Li and Luh, 1980 : 490) (อ้างโดยลัดดา ทินฉวงศ์.2545. 38 น.)

3.3.4 ภาชนะที่ใช้บรรจุภัณฑ์ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบซึ่งจัดเป็น (snack food) ที่มีความกรอบ มีไขมันและดูความชื้นง่าย ภาชนะที่บรรจุที่เหมาะสมตามหลักการควรมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1. สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำและอากาศ เพื่อให้ข้าวเกรียบมีความกรอบ ไม่นิ่มและป้องกันอากาศเพื่อป้องกันการเกิดการหืนของไขมัน
2. สามารถป้องกันแสงได้ เพราะแสงเป็นตัวกระตุ้นการเกิดออกซิเดชันของไขมัน
3. สามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมัน เพราะไม่สามารถป้องกันได้ภายนอกภาชนะบรรจุจะมีไขมันเยิ้มสกปรก สีที่ใช้กับภาชนะอาจหลุดลอก ละลายมากับไขมัน
4. ในกรณีที่สินค้าส่งออก ไปขายต่างประเทศ ภาชนะจะต้องสามารถป้องกันแรงกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้
5. ภาชนะที่ใช้ควรมีความสวยงามดึงดูดผู้ซื้อและพยายามให้มีราคาต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำข้าวเกรียบ

1. การเตรียมแป้ง

เนื่องจากแป้งที่ใช้ผลิตมีหลายชนิด การเตรียมแป้งจึงมีความแตกต่างกันไป ถ้าเป็นแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวเม่า ฯลฯ ไม่จำเป็นต้องเตรียมแต่ประการใด เพราะเป็นแป้งที่เตรียมไว้เป็นการค้าและสามารถซื้อได้ตามท้องตลาด (Li and Luh, 1980 : 490) (อ้างโดยถัดดา ทินฉวงศ์,2545:38 น.)

2. การผสมและการนวด

วิธีการผสมและการนวดนั้นแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตหรือชนิด ของผลิตภัณฑ์ การผลิตแบบก้อนแปง จะต้องผสมส่วนผสมทุกอย่างก่อนทำให้สุก แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนวดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของแป้งที่ใช้ ในการนวดจะใช้ได้ทั้งน้ำร้อน น้ำอุ่น หรือน้ำเย็น ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใส่ลงไปมากน้อยเพียงใด ถ้าน้ำอุ่นมักใส่ในวัตถุดิบปานกลาง การใช้น้ำร้อนมักจะใช้ในวัตถุดิบน้อย (ชวนชม จันทร์เปารยะ,2517 : 75)

3. การปิ้งและการนึ่ง

หลังจากการผสมและการนวดจน ได้ที่แล้วแป้งแปงเป็นก้อนๆแต่ละก้อนมีน้ำหนักเท่าๆกัน แล้วปิ้งเป็นก้อนกลมขาว มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว วางลงในลังถึงใช้ใบตองหรือผ้าชุบน้ำพอหมาดรองรับไว้ แต่ละก้อนควรวางห่างกันเพื่อป้องกันการติดกัน ต่อจากนั้นไปทำการนึ่งด้วยไฟปานกลาง มีอุณหภูมิประมาณ 88-99 องศาเซลเซียส (นิรมล สุรัสวดี,2527:51)

การนึ่ง(Steaming) คือ การทำให้สุกด้วยไอน้ำ โดยใช้ลังถึง ซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำชั้นล่างและชั้นบนมีรูให้ไอน้ำขึ้น สามารถวางอาหารได้ ไอน้ำช่วยทำให้อาหารสุก (จรรยา สุบรรณ ,2528:309) ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งปกติ 1-1 ½ ชั่วโมง สำหรับก้อนแปงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4-1 นิ้ว และใช้เวลา 40 นาที สำหรับก้อนแปงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1 ½ นิ้ว หรือนึ่งจนก้อนแปงสุกใสความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแป้งที่เป็นส่วนผสม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ ถ้าน้ำมากแป้งจะสุกเร็วขึ้นแต่ก้อนแปงอาจจะไม่สามารถรักษารูปทรงไว้ได้ ถ้าน้ำน้อยไปแป้งจะสุกช้า หรือไม่สุกเลยแม้ใช้เวลานาน ถ้าก้อนแปงมีปริมาณน้ำเหมาะสม ถึงแม้ใช้เวลานานไป 5 นาที ก็ไม่เป็นผลต่อการพองตัวมากนัก อีกประการขณะที่นึ่งควรระมัดระวังไม่ให้มีหยดน้ำลงไปบนก้อนแปง มิฉะนั้นก้อนแปงอาจจะละลาย (ผ่องพรรณ แสงสิงห์แก้ว,2513:24)

4. การหั่น

หลังจากที่จั่นก้อนแป้งสุกแล้วจะต้องทิ้งก้อนแป้งให้เย็น ถ้าเป็นก้อนแป้งมีลักษณะไม่ติดมือสามารถหั่นได้ทันที แต่ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะต้องทิ้งแป้งไว้ให้ผิวแห้งซึ่งต้องใช้เวลา 12 ชั่วโมง หรือนำเข้าตู้เย็นเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง (งามจิตร จารุพันธ์, 2529:419) มีผู้ผลิตบางคนใช้วิธีการลดอุณหภูมิด้วยการลดน้ำเย็นและนำก้อนแป้งไปผึ่งให้แห้งแข็ง ก่อนจะนำมาหั่น ต้องนำก้อนแป้งที่แห้งแข็งนี้มาแช่ไว้ 30 นาที (นิรมล สุรัสวดี 2527:51) การหั่นข้าวเกรียบอาจทำได้ที่ใช้มือหรือใช้เครื่องหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการหั่น คือความหนาของแผ่น ถ้ามีความหนามาก การพองตัวน้อย เนื้อแข็ง แต่ถ้าหั่นให้มีความหนาน้อยลงการพองตัวเพิ่มมากขึ้น ความหนาของแผ่นข้าวเกรียบที่ใสอยู่ระหว่าง 1.0- 1.75 มิลลิเมตร (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร, 2523:8 และ นิรมล สุรัสวดี, 2527:51)

5. การทำแห้ง

เนื่องจากน้ำที่มีอยู่มีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ ข้าวเกรียบที่มีน้ำหนักรวมเกินไปเมื่อนำไปทอดจะเกิดรูพรุนอยู่ทั่วไป ผิวขรุขระไม่น่ารับประทาน เมื่อลดความชื้นลงรูพรุนขนาดใหญ่หายไป ผิวเรียบมากขึ้น ในการผลิตข้าวเกรียบจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมความชื้นสุดท้ายของข้าวเกรียบให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ ข้าวเกรียบที่มีความชื้นบริเวณพื้นต่ำกว่าภายในเมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว

การทำให้แห้งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การใช้แสงแดดและการใช้ตู้อบการทำแห้งโดยใช้แสงแดดใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ระยะเวลาที่ใช้แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นข้าวเกรียบ ข้าวเกรียบที่มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร จะใช้เวลาในการตากแดดเพียง 3 ชั่วโมงเท่านั้น สำหรับการอบแห้งข้าวเกรียบที่ผลิตแบบแป้งเหนวนั้น หลังจากที่ได้ตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการแล้ว ก็นำลดความชื้นซึ่งอาจใช้แสงแดดหรือเตาอบก็ได้ (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร, 2523:8)

6. การทอด

การทอดเป็นกระบวนการที่ทำให้ข้าวเกรียบพองตัวโดยการใช้ไขมันเป็นสื่อความร้อน ผลของการทอดจะลดความชื้นให้ต่ำลง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มไขมันให้มากขึ้นด้วย ข้าวเกรียบที่ทอดแล้วจะมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 10 – 40 ในการทอดข้าวเกรียบต้องใช้ไขมันมาก ไขมันที่ใช้ควรมีอุณหภูมิ 175 – 200 องศาเซลเซียส ทันทีที่อาหารสัมผัสกับน้ำมันพรายน้ำมันฟูคขึ้นอย่างแรง ข้าวเกรียบเมื่อพองตัวดีแล้วพรายน้ำมันจะหมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ใช้ควรอยู่ระหว่าง 176 – 180 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูงกว่าจุดเกิดควันเล็กน้อย เวลาที่ใช้ในการทอดประมาณ 4 – 5 นาที ถ้าข้าวเกรียบหนา 1 มิลลิเมตร หรืออุณหภูมิ 177 – 204 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาทีถ้าข้าวเกรียบหนา 1.6 มิลลิเมตร (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร, 2523 : 8) สำหรับปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในข้าวเกรียบนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นของข้าวเกรียบถ้าข้าวเกรียบมีความชื้นสูงทำก่อนทอดสูงจะดูดน้ำมันได้มากกว่าข้าวเกรียบที่มีความชื้นต่ำ

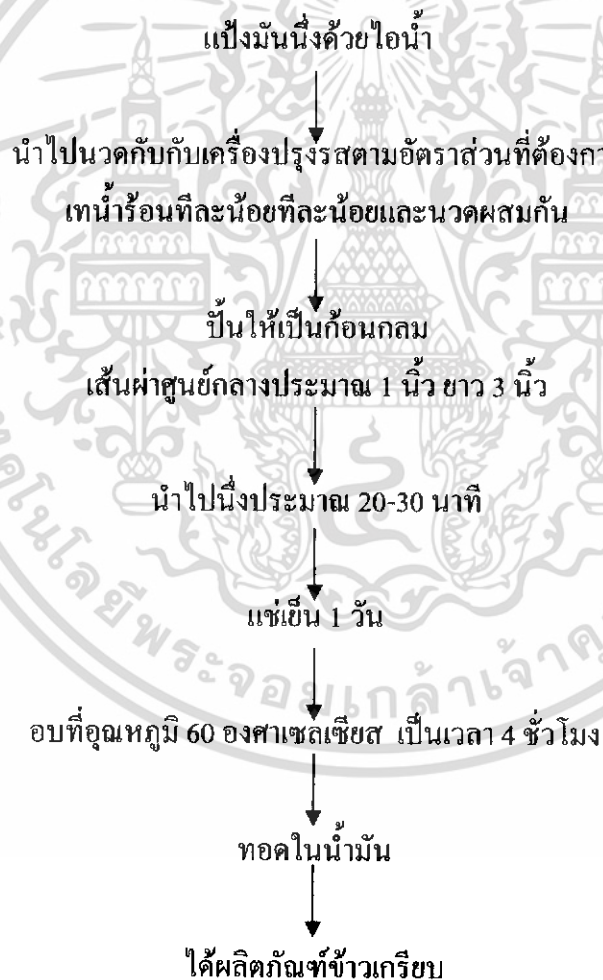
7. การพองตัวของข้าวเกรียบ

การพองตัวของข้าวเกรียบเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ แบบแรกเกิดจากการใช้เครื่องมือ extruder การพองตัวแบบนี้เกิดขึ้นเมื่อมีความชื้นค่อนข้างสูง โดยนำส่วนผสมของแป้งไปปรับความชื้นให้เหมาะสมกับเครื่อง extruder ขณะที่อยู่ใน extruder แป้งจะถูกอัดให้อยู่ในช่องว่างที่จำกัดและอยู่ใต้แรงอัดที่สูงมาก แรงอัดนี้มีส่วนหนึ่งเกิดจากการกระทำของเครื่อง อีกส่วนหนึ่งเกิดจากไอน้ำและแก๊สขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนทำให้แป้งขยายตัว เมื่อแป้งถูกดันให้ผ่านพื้นเครื่องออกมา แรงดันจะลดผ่านทันที ในสภาพเช่นนี้ไอน้ำที่อยู่ในแป้งจะขยายตัวออก และหนีออกไปทำให้แป้งที่อ่อนตัวลงขยายตัวออกไปด้วย ปริมาณของแป้งจึงใหญ่ขึ้นและเกิดรูพรุน เมื่อไอน้ำหนีออกไปหมดแล้วจะมีโครงสร้างที่แข็งแรงรอบเหลืออยู่ซึ่งเป็นลักษณะของข้าวเกรียบ

การพองตัวแบบที่สองเป็นการพองตัวที่เกิดขึ้นในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ มีหลักการที่แตกต่างไปจากการพองตัวแบบแรก กล่าวคือ เป็นการสร้างไอน้ำและการทำแก๊สขยายตัวในก้อนแป้งสุกไอน้ำและอากาศจะถูกกักเก็บอยู่ภายในจนเกิดแรงดันที่สูงมาก เมื่อแผ่นแป้งอ่อนตัวลงไอน้ำและแก๊สจะหนีออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการขยายตัวและเหลือเป็นโครงสร้างที่มีรูพรุนไว้ การที่ข้าวเกรียบจะพองตัวได้ดีนั้นต้องอาศัยปัจจัยหลายประการ ประการแรก การเกิดไอน้ำและการขยายตัวของแก๊สต้องเกิดขึ้นก่อนการอ่อนตัว โดยมีช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมกล่าวคือ ไอน้ำและการขยายตัวของแก๊สที่เกิดขึ้นจะต้องมีแรงดันสูงมากพอก่อนที่แป้งจะอ่อนตัว การพองตัวจะเกิดขึ้นมาก การเกิดไอน้ำช้าเกินไป เช่น ใช้อุณหภูมิต่ำไปน้ำจะเกิดการอ่อนตัวมาก ไอน้ำส่วนหนึ่งจะหนีออกไปก่อน แรงดันที่เหลือจึงไม่มีมากนัก การพองตัวของข้าวเกรียบจึงมีน้อยลง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การเกิดไอน้ำจะต้องรวดเร็วพอจนกระทั่งมีแรงดันมากพอก่อนการอ่อนตัวของแป้งความหนาของข้าวเกรียบก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการพองตัว ถ้าแผ่นข้าวเกรียบหนาเกินไปต้องใช้เวลานานกว่าความร้อนกลางของแผ่น ในลักษณะเช่นนี้ไอน้ำและแรงดันของแก๊สที่เกิดขึ้นตามส่วนนอกของแป้งจะมีผลต่อการพองตัวขึ้นมาก่อน ในขณะที่น้ำและแก๊สที่อยู่บริเวณจุดศูนย์กลางจุดศูนย์กลางยังไม่ได้รับความร้อน ถ้าเอาชิ้นจากน้ำมันในระยะนี้จะปรากฏเป็นไตขาวตรงบริเวณจุดศูนย์กลาง เป็นลักษณะของข้าวเกรียบที่ไม่มีพองตัว ข้าวเกรียบจะมีปริมาณน้อยกว่าปกติเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับปริมาณเดิม ถ้าต้องการให้ข้าวเกรียบพองตัวทั้งแผ่นจะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลให้ข้าวเกรียบไหม้ การที่ทำให้ไอน้ำเกิดขึ้นก่อนการพองตัวของแป้งเล็กน้อยจะมีผลต่อการลดความชื้นของแป้ง ถ้าแป้งมีความชื้นมากเกินไปแป้งจะอ่อนตัวลงในเวลาใกล้เคียงกับการเกิดแรงดันไอน้ำแรงดันภายในจะเกิดขึ้นน้อยและพองอากาศขนาดใหญ่ ความชื้นที่เหมาะสมของแผ่นแป้งควรอยู่ร้อยละ 6 – 12 ส่วนการที่แป้งจะพองตัวได้มากน้อยเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับความหนืดของแป้งที่อ่อนลง ถ้าแป้งมีอะไมโลเพกตินสูง แป้งที่อ่อนตัวแล้วจะมีความหนืดไม่มากนัก การพองตัวจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีลักษณะเบา กรอบ ในทางตรงกันข้ามถ้าแป้งอะไมโลสสูง แป้งที่อ่อนตัวจะมีความหนืดสูงการพองตัวเป็นไปได้ยาก การพองตัวของข้าวเกรียบจึงน้อยลง ข้าวเกรียบที่ได้จึงเนื้อแน่นและแข็ง (ณรงค์ นิยมวิทย์ , 2526: 441)สรุปขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สรุปขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบ

ที่มา : คัดแปลงมาจากสูตรทำข้าวเกรียบกุ้ง (เสริมพร ศาตรพันธุ์, 2528 : 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเก็บรักษาข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบที่มีการลดความชื้นถึงจุดที่ต้องการแล้ว ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทสามารถป้องกันแสงได้ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี หรือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทและแช่เย็น ภาชนะที่ใช้มากคือ ถุงพลาสติก สำหรับข้าวเกรียบที่ทอดแล้วควรซับน้ำมันออกให้มากที่สุด และทิ้งไว้ให้เย็น จึงนำมาบรรจุในภาชนะที่ป้องกันอากาศ แสงสว่าง และความชื้น เนื่องจากปัจจัยดังกล่าว เป็นสาเหตุที่จะทำให้ข้าวเกรียบมีกลิ่นเหม็นหืนและนอกจากนี้ ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ข้าวเกรียบสูญเสียความกรอบภาชนะที่บรรจุควรมีคุณสมบัติสามารถรักษากลิ่น และรูปทรงของข้าวเกรียบได้ และมีความต้านทานต่อไขมันสูงโดยไม่กรอบแตกเมื่อสัมผัสกับไขมันไม่สามารถซึมผ่านได้

(ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร, 2523 :8)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก. วัสดุคิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุคิบที่ใช้ในการผลิต

1. ข้าวเม่า
2. พริกไทย
3. กระเทียม
4. เกลือ
5. ผงฟู
6. น้ำมันพืช
7. น้ำ
8. แซนแทนกัม (Xanthan gum)
9. ผงปรูรสบาร์บิคิว

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. อุปกรณ์ในครัว
4. เครื่องแก้วและเครื่องตวงวัดต่างๆ
5. เครื่องปิดผนึก
6. ตู้อบแห้ง
7. ตะแกรงคั่วข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1 กรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

แผนการทดลองที่ 1 ข้าวเม่าที่ซื้อมาจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

ในการทดลองครั้งแรกได้ทำข้าวเกรียบข้าวเม่าเพื่อหาสูตรมาตรฐาน

1. นำข้าวเม่าที่ซื้อจากท้องตลาดมา 2 ชนิด คือข้าวเม่าแก่ที่มีสีน้ำตาลและข้าวเม่าอ่อนที่มีสีเขียว ลักษณะของข้าวเม่าทั้ง 2 ชนิดจะมีเมล็ดข้าวที่แบนและแห้ง นำมาป่นให้ละเอียด จากนั้นนำไปร่อนด้วยตะแกรง

2. นำแป้งข้าวเม่าที่ได้มาชั่งให้ได้ 125 กรัม

3. ผสมกลับเครื่องปรุงคือเกลือ 4 กรัม พริกไทย 1 กรัม กระเทียม 8 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน

4. เติมน้ำร้อน 50 มิลลิลิตร แล้วนวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำมาคลึงเป็นแท่งทรงกระบอก

6. นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 45 นาที แล้วนำออกมาคลึงให้เป็นแท่งทรงกระบอกที่มีลักษณะเนื้อละเอียด

7. นำไปผึ่งลมให้ผิวหมาดเป็นเวลา 15 นาที

8. นำเก็บบรรจุไว้ในถุงนำไปแช่เย็นไว้ 1 คืน

9. นำออกมาหั่นเป็นวงกลมบางๆ

10. นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

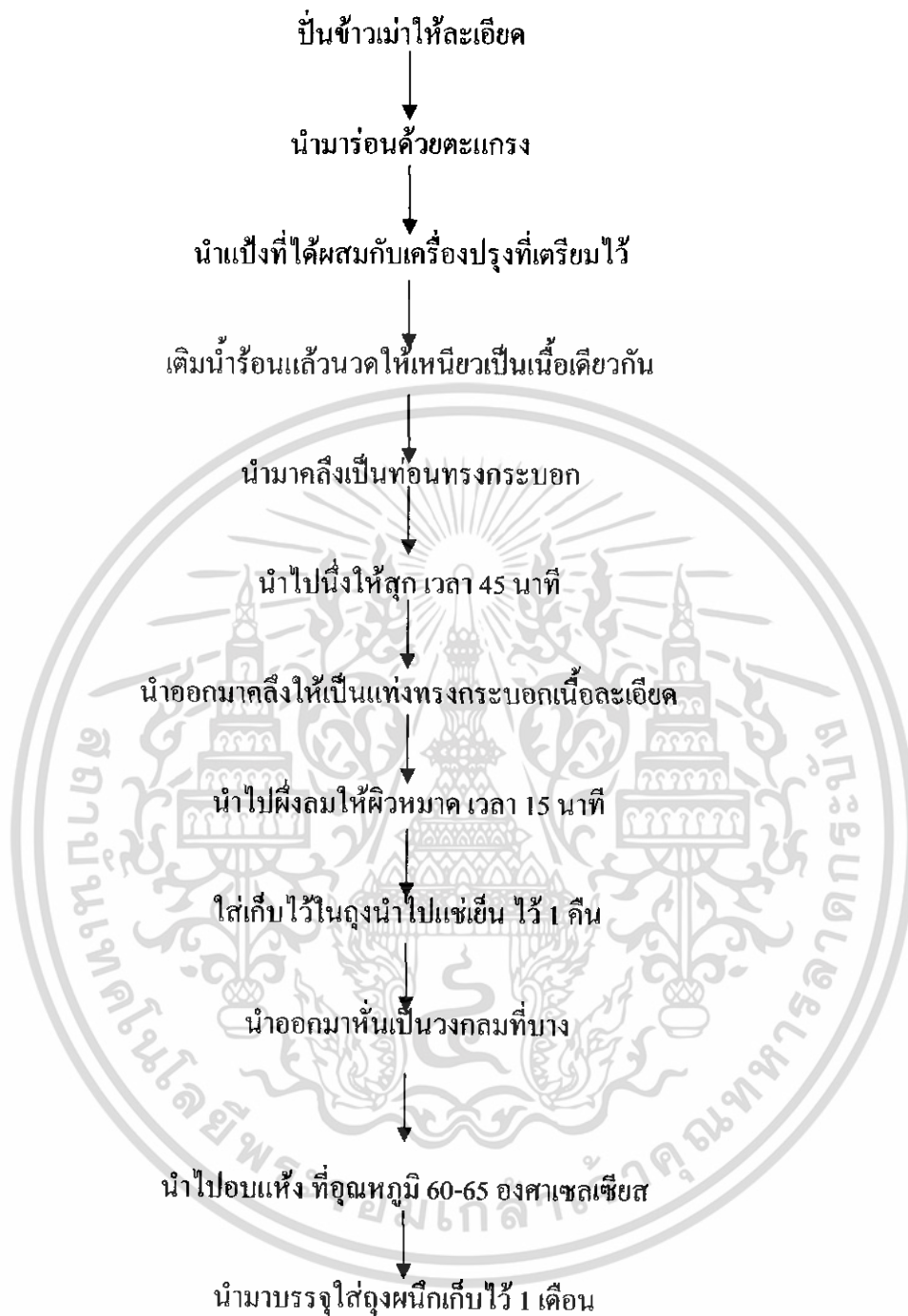
11. แห้งแล้วนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกเก็บไว้ 1 เดือน

จากการทดลองเป็นการเปรียบเทียบระหว่างข้าวเม่าแก่และข้าวเม่าอ่อน ดังสูตรในตารางที่ 9 และภาพที่ 5

ตารางที่ 9 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแก่	สูตรที่ 2 ข้าวเม่าอ่อน
ข้าวเม่า	125 กรัม	125 กรัม
เกลือ	4 กรัม	4 กรัม
พริกไทย	1 กรัม	1 กรัม
กระเทียม	8 กรัม	8 กรัม
น้ำร้อน	50 มิลลิลิตร	50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นาเบใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากข้าวเม่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 2 ข้าวเม่าที่ซื้อมาจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

เป็นการทดลองการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์แช่เย็นและผลิตภัณฑ์แช่แข็ง
 ดังสูตรในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ข้าวเม่า	125 กรัม	125 กรัม	125 กรัม	125 กรัม
เกลือ	4 กรัม	4 กรัม	4 กรัม	4 กรัม
พริกไทย	1 กรัม	1 กรัม	1 กรัม	1 กรัม
กระเทียม	8 กรัม	8 กรัม	8 กรัม	8 กรัม
น้ำตาล	3 กรัม	3 กรัม	3 กรัม	3 กรัม
น้ำร้อน	50 มิลลิลิตร	50 มิลลิลิตร	50 มิลลิลิตร	50 มิลลิลิตร

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแช่เย็น

สูตรที่ 2 ข้าวเม่าอ่อนแช่เย็น

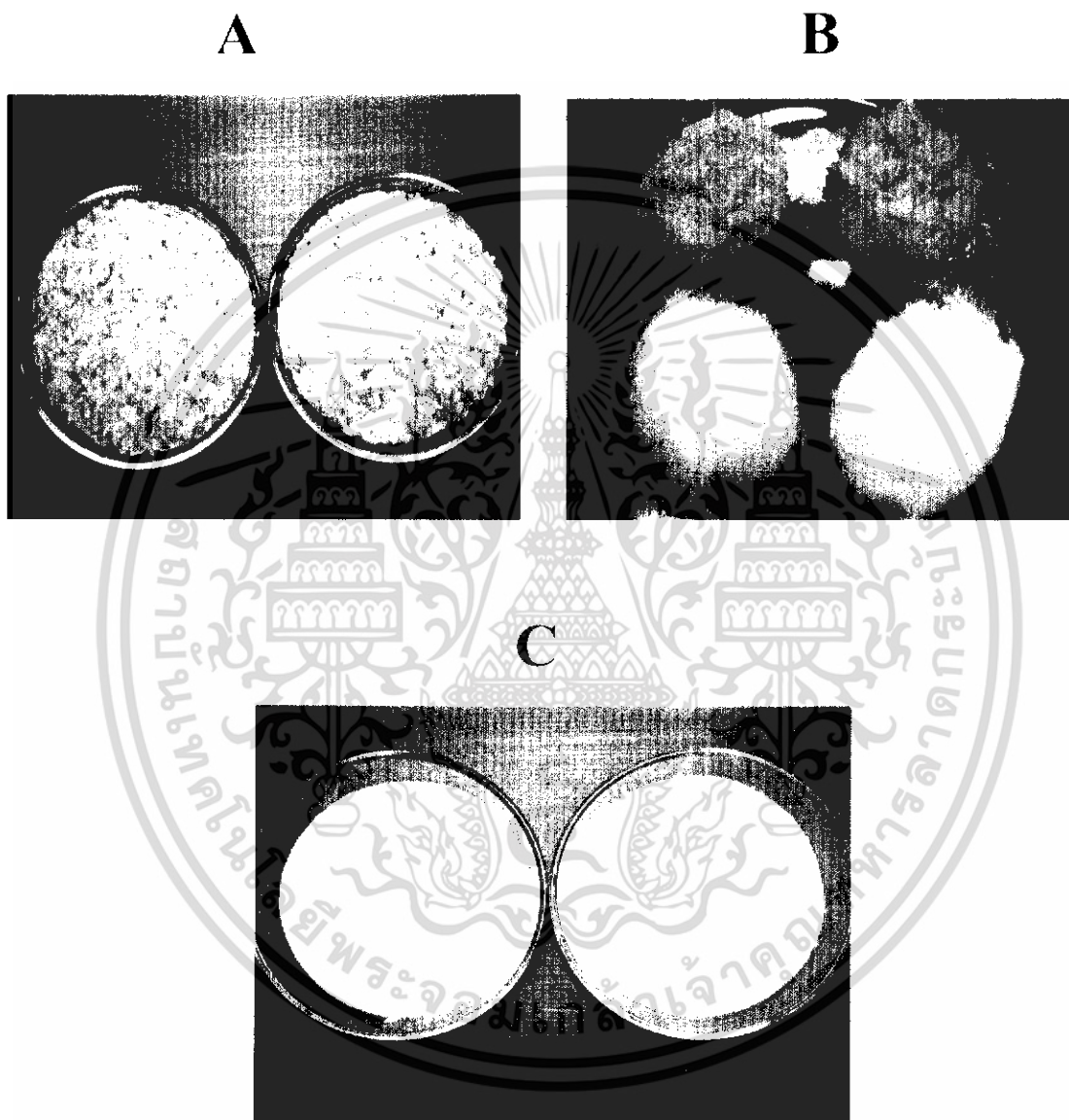
สูตรที่ 3 ข้าวเม่าอ่อนแช่แข็ง

สูตรที่ 4 ข้าวเม่าแช่แข็ง

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากข้าวเม่าในแผนการทดลองที่ 2 เป็นไปตามภาพที่ 5
 ในแผนการทดลองที่ 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการผสมเครื่องปรุงจะเพิ่มน้ำตาลจำนวน 3
 กรัมลงไป และขั้นตอนการแช่เย็น 1 คืน จะนำเอาขั้นตอนการแช่แข็ง 1 คืน มาเปรียบเทียบกัน และ
 นำผลิตภัณฑ์ไปทอดเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

ดูภาพชั้นตอนการแปรรูปอาหารขบเคี้ยวเป็นขนมขี้เกี๋ยบ

1. การเตรียมวัตถุดิบเพื่อทำขี้เกี๋ยบ

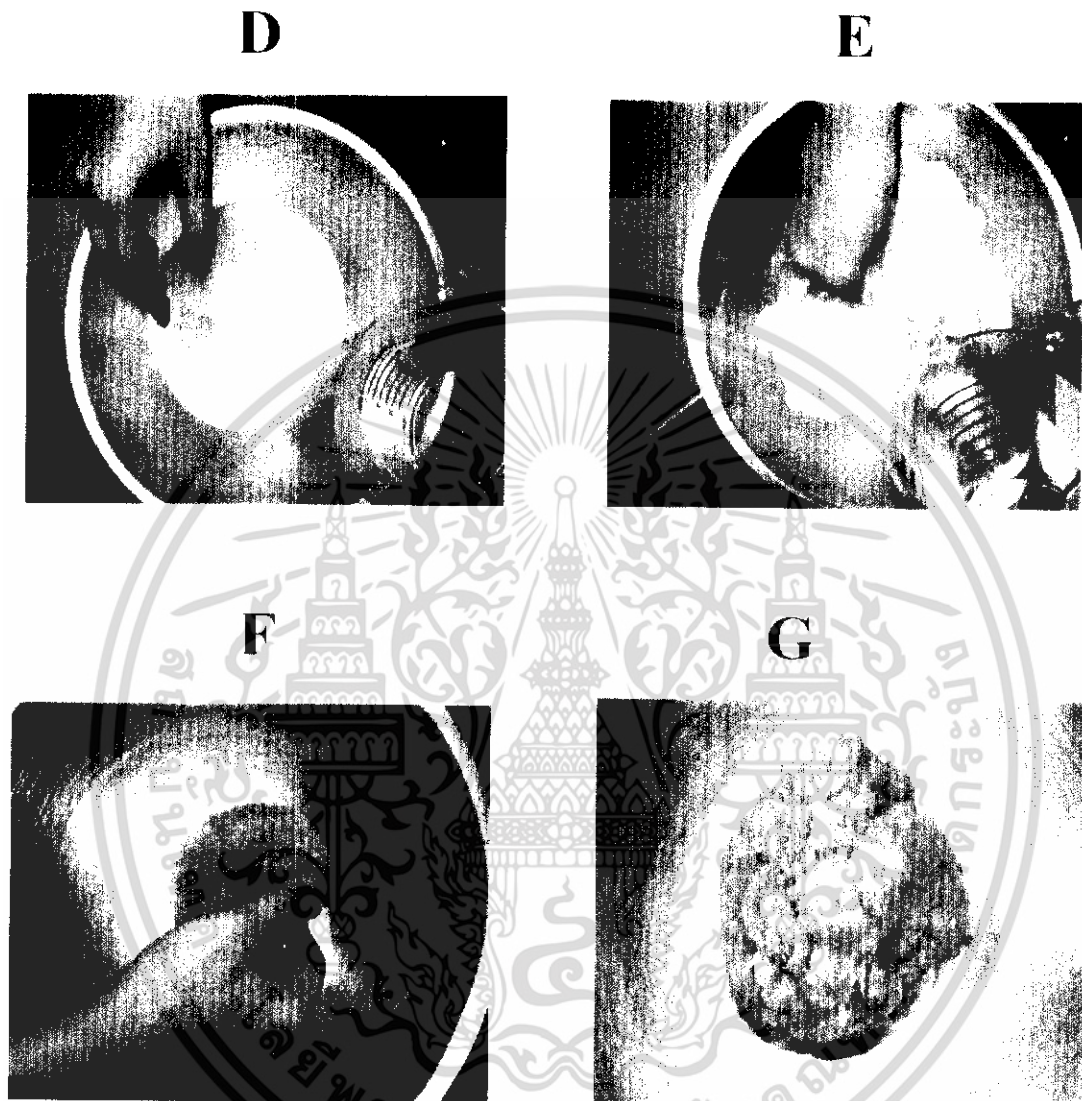


หมายเหตุ

- A คือ ข้าวที่หมกทิ้งจนเกือบแห้ง (มีครกผสมด้วยของทำขนม)
- B คือ เครื่องปรุง ได้แก่ พริกไทย ผงเกลือ มีไขมัน และน้ำมันถั่วเหลือง
- C คือ ข้าวที่นำไปทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการผสมและกรวดแป้งข้าวเหนียว



หมายเหตุ

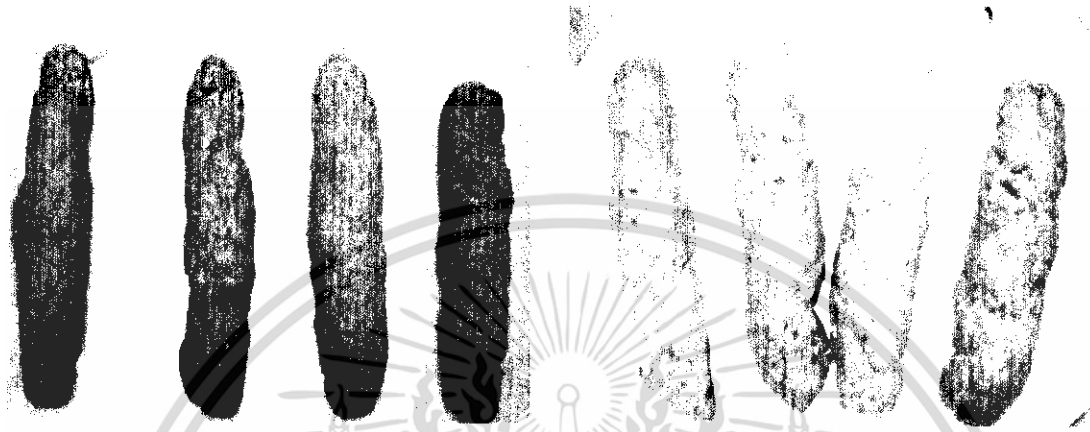
- D คือ เกลือหรือผงลงโทษที่แยกเดี่ยว
- E คือ เกลือหรือผงที่ผสมแป้งข้าวเหนียว
- F คือ สกอตช์ที่แยกเดี่ยวที่เข้ากัน
- G คือ ไขมันแป้งที่แยกเดี่ยวที่สร้างแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การขึ้นรูปของไข่ขาวที่แป้นพิมพ์เครื่องพิมพ์

H

I



หมายเหตุ

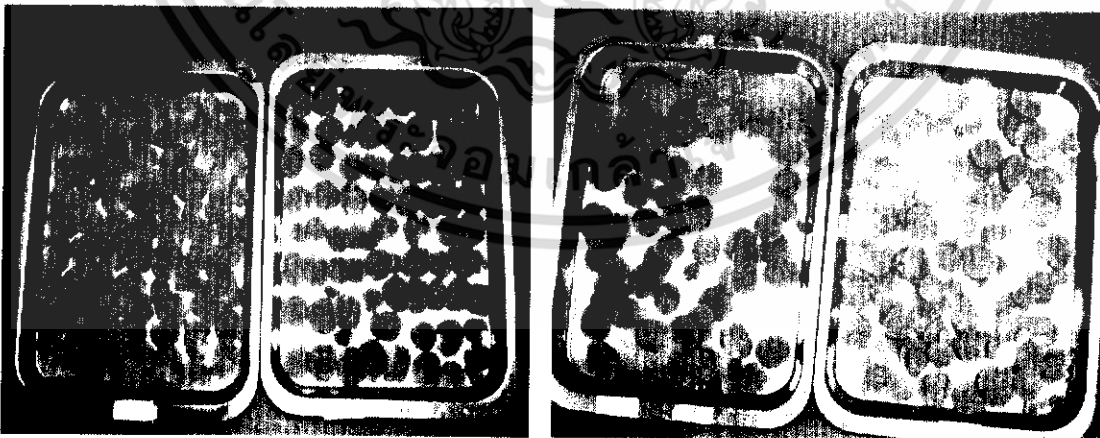
H คือ ก้อนแข็ง

I คือ ก้อนนิ่ม

4. ผลการขึ้นรูปไข่ขาวเครื่องพิมพ์ที่แป้นพิมพ์

J

K



หมายเหตุ

J คือ ผลการขึ้นรูปที่อ่อนแอ

K คือ ผลการขึ้นรูปที่แข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลลัพธ์ที่ได้บันทึกของจุดพืดนำมาทดลองบนทางประสาทสัมผัส

L



M



หมายเหตุ

L คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำขี้หมักทดลอง

M คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำขี้หมักทดลอง

ภาพที่ 6 เป็นผลการปรูฟเข้าด้วยกันของเชื้อราหรือยีสที่แยกได้จากโรงหมักขี้หมักและขี้หมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 3 ข้าวเม่าที่ซื้อจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

การทดลองที่ 3 นี้เป็นการปรับปรุงต่อเนื่องจากแผนการทดลองที่ 2 โดยการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงหลากหลายมากขึ้น โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำข้าวเม่าที่ป่นละเอียด 70 กรัม มาผสมกับถั่วลิสงเตาที่ป่นละเอียด 30 กรัม
2. ผสมคลุกเคล้ากันแล้วนำมาผสมกับเครื่องปรุงที่เตรียมไว้คือ เกลือ 4 กรัม พริกไทย 1 กรัม น้ำตาล 3 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากัน
3. เติมน้ำร้อน 75 มิลลิลิตร
4. นวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน
5. นำมาคลึงให้เป็นแท่งทรงกระบอก
6. นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 45 นาที
7. ออกมาคลึงแล้วนำไปผึ่งให้ผิวหมาดใช้เวลา 15 นาที
8. นำเก็บบรรจุไว้ในถุงเพื่อนำไปแช่แข็งไว้ 1 คืน
9. หลังจากแช่แข็งแล้วจึงนำออกมาหั่นเป็นรูปทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงกระบอก
10. นำไปอบแห้งที่ อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง
11. เก็บบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกให้สนิทเก็บไว้ 1 เดือน
12. นำมาทอด ทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีสูตรดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแก่	สูตรที่ 2 ข้าวเม่าอ่อน
ข้าวเม่า	70 กรัม	70 กรัม
ถั่วลิสงเตา	30 กรัม	30 กรัม
เกลือ	3 กรัม	3 กรัม
พริกไทย	2 กรัม	2 กรัม
น้ำตาล	4 กรัม	4 กรัม
กระเทียม	8 กรัม	8 กรัม
น้ำร้อน	75 มิลลิลิตร	75 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรจะเห็นว่าเพิ่มถั่วลิสงเตาเพราะต้องการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและให้เนื้อสัมผัสที่ละเอียดขึ้นกว่าการทดลองที่ 1 และ 2 ในการทดลองนี้ได้มีการปรับปรุงรูปทรงขึ้นอีก 2 รูปทรง คือ ทรงแท่ง และทรงสี่เหลี่ยม คั่งขั้นตอนการทดลองในภาพที่ 7

ข้าวเม่าป่นละเอียด 70 กรัม ผสมกับ ถั่วลิสงเตาป่นละเอียด 30 กรัม

นำมาผสมเครื่องปรุงที่เตรียมไว้

เติมน้ำร้อนนวดให้เหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน

คลึงให้เป็นแท่งทรงกระบอก

นำไปนึ่งให้สุก เวลา 45 นาที

นำเอาออกมาคลึงให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นทรงกระบอก

นำไปผึ่งลมให้พอร่ม (15 นาที)

เก็บเพื่อใส่ถุง แล้วนำไปแช่แข็งไว้ 1 คืน

นำมาหั่นให้เป็นรูปทรงกลม, ทรงสี่เหลี่ยม และทรงกระบอก

นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-75 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง

บรรจุถุงเก็บไว้ 1 เดือน

นำไปทอด เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

ภาพที่ 7 ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่าผสมถั่วลิสงเตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 4 ข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 ที่ซื้อมาจากเกษตรกรโดยตรง

เนื่องจากในแผนการทดลองที่ 3 พบว่า ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่มขึ้นรูปทรงไม่ได้และมีความลำบากในการหั่นเป็นชิ้นจึงได้มีการวางแผนการทดลองใหม่โดยใช้พันธุ์ข้าว กข 6 ที่ซื้อมาจากเกษตรกรโดยตรงจำนวน 5 กิโลกรัม นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำข้าวเม่าที่อบแห้งมาหาความชื้นต่อ ความชื้นที่ได้อยู่ที่ 6-7 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำมาทำผลิตภัณฑ์และได้มีการทดลองสูตรขึ้นมาใหม่ 4 สูตร ดังในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สูตรการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
แป้งข้าวเม่า กข 6	225 กรัม	225 กรัม	225 กรัม	225 กรัม
พริกไทย	2 กรัม	2 กรัม	2 กรัม	2 กรัม
กระเทียม	16 กรัม	16 กรัม	16 กรัม	16 กรัม
เกลือ	6 กรัม	6 กรัม	6 กรัม	6 กรัม
น้ำตาล	8 กรัม	-	8 กรัม	-
ผงฟู	-	-	¼ ช้อนชา	¼ ช้อนชา
น้ำร้อน	125 มิลลิลิตร	125 มิลลิลิตร	125 มิลลิลิตร	125 มิลลิลิตร

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ใส่น้ำตาลและไม่ใส่ผงฟู

สูตรที่ 2 ไม่ใส่น้ำตาลและไม่ใส่ผงฟู

สูตรที่ 3 ใส่น้ำตาลและใส่ผงฟู

สูตรที่ 4 ไม่ใส่น้ำตาลและไม่ใส่ผงฟู

ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่าเป็นไปตามภาพที่ 5 ของแผนการทดลองที่ 1 โดยขั้นตอนการผสมเครื่องปรุงจะเป็นไปตามตารางที่ 12 และเปลี่ยนขั้นตอนการแช่เย็น 1 คืน เป็นการแช่แข็ง 1 คืนแทน ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายแล้วนำไปบรรจุลงถุงพลาสติกปิดผนึกให้สนิทเก็บไว้ 1 สัปดาห์ แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวนคน 10 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 5 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กช 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรงแบบโดนัท

นำข้าวเม่ามาคั่วให้พองตัวก่อนแล้ว จึงทำให้ขึ้นรูปโดยใช้สารเชื่อมประสาน คือ แซนแทนกัม (Xanthan gum) เปรียบเทียบกับ คาราจีแนน (Carageenan) ดังนี้

1. ทดลองการขึ้นรูปข้าวเม่ารูปทรงโดนัทด้วยสารแซนแทนกัม

1. นำแซนแทนกัม จำนวน 10 กรัม มาผสมกับน้ำ จำนวน 200 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน แล้วนำมาต้มให้มีลักษณะเหนียวใสใช้เวลา 10 นาที

2. นำข้าวเม่าที่คั่วพองแล้วมาผสมคลุกเคล้ากับแซนแทนกัม

3. นำไปใส่ในพิมพ์โดนัท โดยอัดให้ข้าวเม่าติดกัน

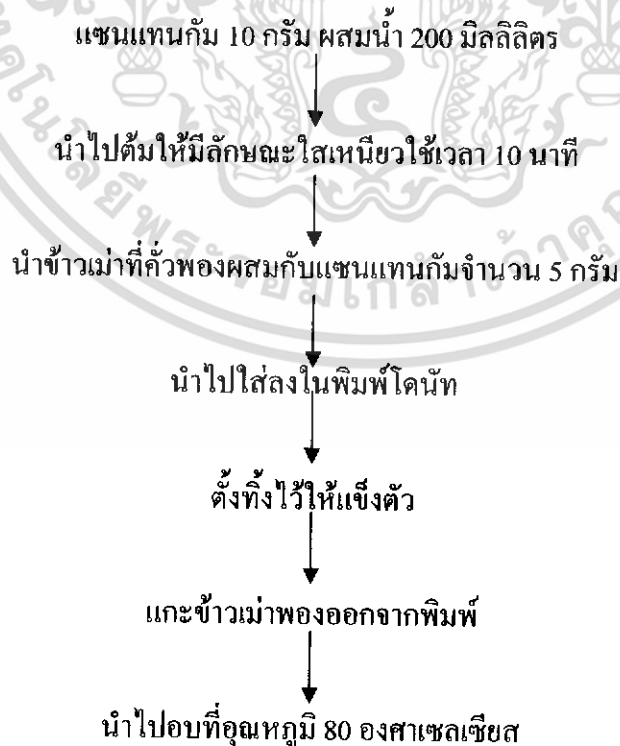
4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว

5. นำมาแกะออกจากพิมพ์

6. อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (กลับด้าน ด้านละ 15 นาที) จะได้ข้าวเม่าคั่วพองแบบรูปทรงโดนัท

2. ทดลองการขึ้นรูปข้าวเม่ารูปทรงโดนัทด้วยสารคาราจีแนน

ในการทดลองนี้จะมีขั้นตอนการทำเหมือนกับการใช้สาร แซนแทนกัม ทุกขั้นตอนยกเว้น ใช้ คาราจีแนน 5 กรัม ผสมกับน้ำ 100 มิลลิลิตรแล้วจะนำไปต้มให้มีลักษณะใสเหนียวโดยใช้เวลา 5 นาที ดังภาพที่ 8 และ 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาน 30 นาที(กลับด้าน ด้านละ 15 นาที)

↓
จะได้ข้าวเม่าคั่วพองรูปทรงโดนัท

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทำข้าวเม่าคั่วพองรูปทรงโดนัทโดยใช้ แขนแทนกัมเป็นตัวเชื่อม



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทำข้าวเม่าคั่วพองรูปทรงโดนัทโดยใช้ คาราจีแนน เป็นตัวเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองที่ 6 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรงแบบโดนัท

จากการทดลองครั้งที่ 5 ได้มีการขึ้นรูปโดยใช้แซนแทนกัม พบว่า แซนแทนกัมขึ้นรูปได้ดี จึงมีการวางแผนการทดลองโดยใช้อัตราส่วนของแซนแทนกัมที่แตกต่างกันดังนี้ 5 กรัม และ 7 กรัม และ 9 กรัม เพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปของแซนแทนกัมแต่ละอัตราส่วนดังสูตรในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 อัตราส่วนของแซนแทนกัมที่ใช้ในการขึ้นรูปข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรงแบบโดนัท

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
ข้าวเม่าคั่วพอง	13	13	13
แซนแทนกัม	5	7	9

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม ผสมกับ แซนแทนกัม 5 กรัม

สูตรที่ 2 ข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม ผสมกับ แซนแทนกัม 7 กรัม

สูตรที่ 3 ข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม ผสมกับ แซนแทนกัม 9 กรัม

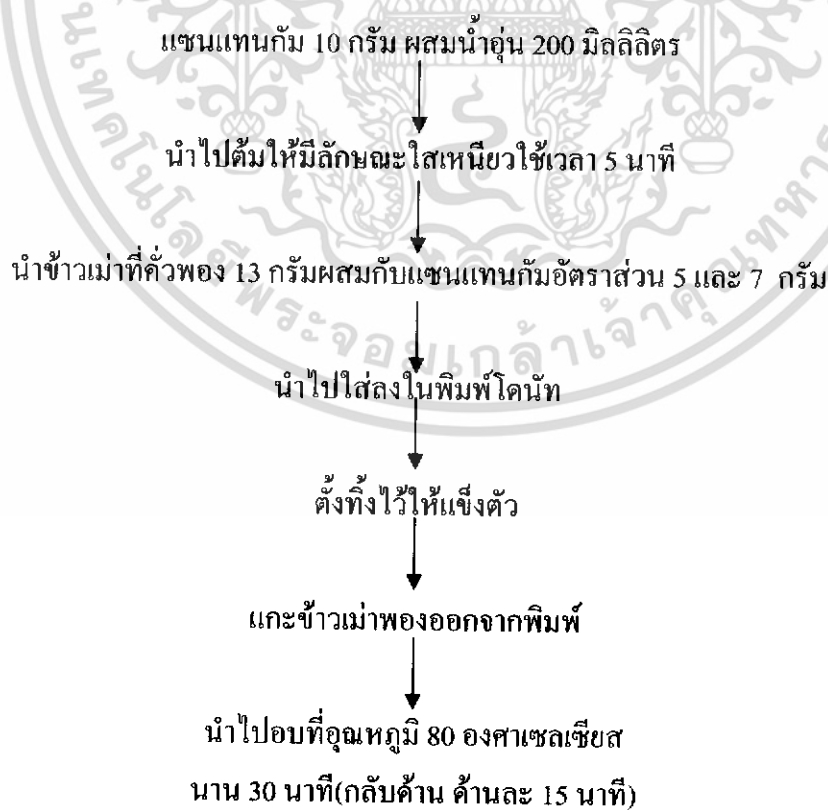
ขั้นตอนการแปรรูปข้าวเม่าเป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรงแบบโดนัทเป็นไปตามภาพที่ 8 ของแผนการทดลองที่ 6 โดยขั้นตอนการละลายแซนแทนกัมก่อนนำไปต้มจะเปลี่ยนขั้นตอนการผสมด้วยน้ำเย็นเป็นการผสมด้วยน้ำอุ่น ต้มเป็นเวลา 5 นาที และนำข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม ผสมกับ แซนแทนกัม 5 และ 7 และ 9 กรัม แทน

แผนการทดลองที่ 7 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวปรุงรสรูปทรงโดนัท

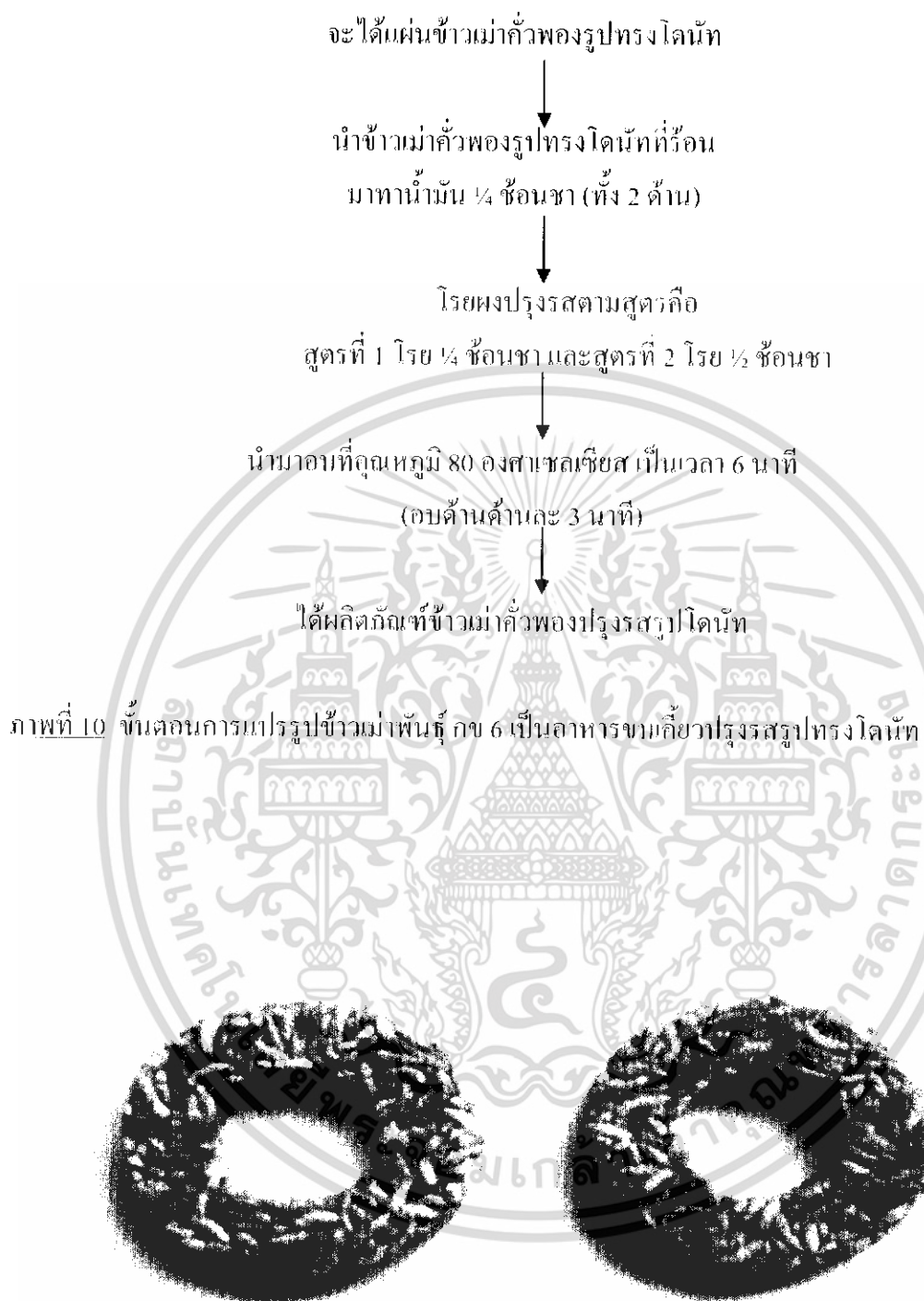
จากแผนการทดลองที่ 6 พบว่าการใช้แซนแทนกัม 9 กรัม จะมีลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่นุ่มไม่กรอบ จึงเป็นผลให้การทดลองครั้งนี้ใช้แซนแทนกัมในอัตราส่วน 5 กรัม และ 7 กรัม มาขึ้นรูปแล้วนำมาโรยด้วยผงปรุงรส 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 เกลือผสมผงชูรส (80 : 20) และ สูตรที่ 2 ผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส (80 : 20) ดังขั้นตอนต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำแซนแทนกัม จำนวน 10 กรัม ผสมกับน้ำอุ่น จำนวน 200 มิลลิลิตร ให้เข้ากันแล้ว นำมาต้มให้มีลักษณะเหนียวใสใช้เวลา 5 นาที
 2. นำข้าวเม่าที่คั่วพอง 13 กรัมแล้วมาผสมคลุกเคล้ากับแซนแทนกัมอัตราส่วน 5 และ 7 กรัม
 3. นำไปใส่ในพิมพ์โคนัทโดยอัดให้ข้าวเม่าติดกัน
 4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว
 5. นำมาแกะออกจากพิมพ์
 6. อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (กลับด้าน ด้านละ 15 นาที) จะได้ข้าวเม่าคั่วพองรูปทรงแบบโคนัท
 7. นำข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโคนัทที่ร้อนมาทาน้ำมัน ¼ ช้อนชา ทั้ง 2 ด้าน
 8. นำมาโรยผงปรุงรส คือ สูตรที่ 1 กลือผสมผงชูรส จะโรย ¼ ช้อนชา ส่วนสูตรที่ 2 ผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส จะโรย ½ ช้อนชา
 9. นำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที (กลับด้านด้านละ 3 นาที)
 10. ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโคนัท
- สรุปแผนการทดลองดังภาพที่ 10 และข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงแบบโคนัท ดังในภาพที่ 11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงแบบโดนัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การตรวจสอบความชื้นในข้าวเม่าก่อนทำเป็นผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าปรุงรส

1. การทดลองหาความชื้นของข้าวเม่าและผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่าโดยใช้ตัวอย่างต่อไปนี้

1. ข้าวเม่าแห้ง
2. ข้าวเม่าคั่วพองด้วยมือ
3. ข้าวเม่าคั่วพองโดยเครื่องคั่วของโรงงาน
4. ข้าวเกรียบสูตรที่ 1 2 3 และ 4 จากแผนการทดลองที่ 4
5. ข้าวเม่าคั่วพองไฟอ่อน โดยใช้เครื่องคั่วของโรงงาน
6. ข้าวเม่าคั่วพองไฟแรง โดยใช้เครื่องคั่วของโรงงาน

3.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าปรุงรสที่ผลิตได้จากข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 ที่ได้จากเกษตรกร โดยตรง แล้วทำเป็นรูปทรงโดนัทวิธีการผลิตทำตามแบบแผนการทดลองที่ 7 นำมาโรยผงปรุงแต่งรสชาติ คือ รสบาร์บีคิวผสมเกลือ ผสมผงชูรส และ รสเกลือผสมผงชูรส จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

3.2 สถานที่ทำปัญหาพิเศษ

1. ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร
2. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และสาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2548 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2548

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า ได้ผลิตภัณฑ์ออกมา 2 ชนิด คือ ข้าวเกรียบข้าวเม่า และ ข้าวเม่าคั่วพองรูปทรงโดนัท จากนั้นได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าทางด้าน กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และ การยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 ข้าวเม่าที่ซื้อมาจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

ในการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่าในการทำข้าวเกรียบข้าวเม่าเพื่อหาสูตรมาตรฐาน และเปรียบเทียบระหว่างข้าวเม่าแก่และข้าวเม่าอ่อนที่ซื้อมาจากท้องตลาด (ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า) ปรากฏว่า ในระหว่างขั้นตอนการผลิตนั้นข้าวเม่าแก่ที่ใช้ทำข้าวเกรียบจะมีลักษณะที่เหนียว แต่ขั้นตอนการหั่นจะคงรูปได้ดีกว่าข้าวเม่าอ่อน เพราะข้าวเม่าอ่อนที่ใช้ทำข้าวเกรียบจะเหนียว เหนอะหนะติดมือ ติดมือ หั่นลำบากกว่าการหั่นข้าวเม่าแก่ และไม่คงรูป ส่วนทางด้านสี และกลิ่น ข้าวเม่าอ่อนจะมีสี กลิ่นที่ดีกว่าข้าวเม่าแก่ เพราะกลิ่นของข้าวเม่าอ่อนจะให้กลิ่นที่หอมกว่า และสีของข้าวเม่าอ่อนจะให้สีที่สวยงามกว่า คือสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ ทำให้ดูน่ารับประทานกว่าสีของข้าวเม่าแก่ ในส่วนของเนื้อสัมผัสของข้าวเม่าทั้ง 2 ชนิด ข้าวเม่าอ่อนจะมีเนื้อสัมผัสที่ละเอียดและนุ่มกว่าข้าวเม่าแก่ หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการแล้วจึงนำมาเก็บบรรจุสุญญากาศไว้เป็นเวลา 1 เดือน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์มีราเกิดขึ้นทั้ง 2 สูตร อาจเป็นเพราะ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีความชื้นหลงเหลืออยู่ยังไม่แห้งสนิทซึ่งเกิดจากขั้นตอนการหั่นผลิตภัณฑ์ซึ่งหั่นหนาอยู่และอาจเกิดจากการบรรจุด้วย ดังแสดงในตารางที่ 14 การเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่าอ่อนกับข้าวเม่าแก่

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวเม่านอกกับข้าวเม่าแก่

สูตร	การปั้น	การนึ่ง	การหั่น
สูตรที่ 1	จะเหนียว ตัดมือเล็กน้อย ขึ้นรูปได้ดี	หลังการนึ่งจะมีลักษณะ คงรูปได้ดี ไม่เละมาก	จะหั่นง่าย ตัดมีด ตัด มือเล็กน้อยไม่เหนียว เหนอะหนะ
สูตรที่ 2	จะเหนียวเหนอะหนะ ตัดมือ ขึ้นรูปยาก	หลังการนึ่งจะมีลักษณะ ที่เละ ไม่คงรูปเดิม	จะหั่นยากตัดมีดและ มือ เหนียวเหนอะ หนะไม่คงรูป

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแก่

สูตรที่ 2 ข้าวเม่าอ่อน

ผลการทดลองที่ 2 ข้าวเม่าที่ซื้อมาจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

ในการทดลองครั้งที่ 2 นี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งกับผลิตภัณฑ์ที่แช่เย็น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งจะคงรูปและหั่นได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์แช่เย็นและยังมีการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์จากการทดลองครั้งที่ 1 คือ จะใส่น้ำตาลเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติที่ดีขึ้นกว่าเดิม และยังพบว่าในการทดลองครั้งนี้ได้นำผลิตภัณฑ์มาทอดเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคคือสูตรที่ 3 คือ ข้าวเม่าอ่อนแช่แข็ง เพราะจะมีการพองตัวในขณะทอดได้เร็วและดีกว่าสูตรอื่นๆ และยังสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแช่แข็งในขณะทอดจะมีการพองตัวได้เร็วและดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่แช่เย็น หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการแล้วจึงนำมาเก็บบรรจุพูนิกใส่ถุงไว้เป็นเวลา 1 เดือน ผลปรากฏว่าผลิตภัณฑ์มีราเกิดขึ้นทั้ง 4 สูตร และจากการเปรียบเทียบจากการทดลองครั้งแรกกับครั้งที่ 2 พบว่าการทดลองครั้งที่ 2 จะมีราเกิดขึ้นเยอะกว่าการทดลองครั้งแรก ดังแสดงในตารางที่ 15 เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์แช่แข็งกับผลิตภัณฑ์แช่เย็นในขั้นตอนการทอด

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แช่แข็งกับผลิตภัณฑ์แช่เย็นในขั้นตอนการทอด

สูตร	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทอด		
	การทอดตัว	อมน้ำมัน	เนื้อสัมผัส
สูตรที่ 1	เล็กน้อย	ปานกลาง	มีความกรอบ ผิวเรียบ
สูตรที่ 2	ปานกลาง	ปานกลาง	มีความกรอบ ผิวเรียบไม่สม่ำเสมอ
สูตรที่ 3	เร็วมาก	ปานกลาง	มีความกรอบมาก ผิวเรียบไม่สม่ำเสมอ
สูตรที่ 4	เร็ว	ปานกลาง	มีความกรอบ ผิวเรียบ

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 ข้าวเม่าแก่แช่เย็น

สูตรที่ 2 ข้าวเม่าอ่อนแช่เย็น

สูตรที่ 3 ข้าวเม่าอ่อนแช่แข็ง

สูตรที่ 4 ข้าวเม่าแก่แช่แข็ง

ผลการทดลองที่ 3 ข้าวเม่าซื้อมาจากท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ของข้าวเม่า)

ในการทดลองครั้งที่ 3 นี้มีการปรับปรุงสูตร โดยการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเติมถั่วลิสงเตาเข้าไปและเพิ่มรูปทรงแก่ผลิตภัณฑ์ผลปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะที่ดีขึ้น คือเนื้อแป้งจะมีความละเอียดและนุ่ม ไม่ติดมือแต่ขั้นตอนการหั่นจะหั่นยากกว่าการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่คงรูปตามที่ต้องการ ลักษณะต่างๆของการเติมถั่วลิสงเตาและเพิ่มรูปทรงดังนี้

1. การหั่นให้เ็นรูปทรงต่างๆ รูปทรงกระบอกจะหั่นได้ง่ายกว่ารูปทรงอื่น รูปทรงสี่เหลี่ยมจะหั่นได้ยากที่สุด รูปทรงวงกลมจะหั่นได้ง่ายและเหมาะสำหรับการทำข้าวเกรียบที่สุด การเติมถั่วลิสงเตาทำให้หั่นเป็นรูปยากขึ้น

2. การอบ ทรงกระบอกจะอบให้แห้งยากที่สุดจึงมีความชื้นหลงเหลืออยู่มากกว่าทรงอื่น ทรงสี่เหลี่ยมอบให้แห้งยากและมีความชื้นมากกว่าทรงกลม ทรงกลมจะอบให้แห้งง่ายและความชื้นหลงเหลืออยู่น้อยที่สุด

3. ความหนา ทรงกระบอกจะมีความหนามากที่สุด ทรงสี่เหลี่ยมจะมีความหนาปานกลาง ทรงกลมจะมีลักษณะที่บางที่สุด

4. การทอด ทรงกระบอกจะทอดแล้วอมน้ำมันที่สุด การทอดตัวเล็กน้อย และตรงกลางของผลิตภัณฑ์ไม่สุกยังเป็นเนื้อแป้งอยู่ ทรงสี่เหลี่ยมจะอมน้ำมันปานกลาง การทอดตัวปานกลาง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรงกลางของผลิตภัณฑ์ไม่สุกเหมือนกัน ทรงกลมมนน้ำมันน้อยที่สุด การพองตัวดีที่สุด ผลิตภัณฑ์
สุกทั่วถึงกันหมด การเพิ่มถั่วลิสงเตาทำให้การพองตัวลดลงเมื่อเทียบกับการทดลองที่ 1 และ 2

5. สี การเติมถั่วลิสงเตาจะช่วยเพิ่มสีของข้าวม่าให้มีสีเขียว ทำให้มองดูแล้วน่ารับประทาน
ยิ่งขึ้น

6. รสชาติ การเติมถั่วลิสงเตาทำให้มีรสชาติดีขึ้น คือ มีความหวานและมันเพิ่มขึ้น รสชาติจะ
ดีกว่าการทดลองที่ 1 และ 2

7. กลิ่น การเติมถั่วลิสงเตาจะทำให้มีกลิ่นหอมของถั่วลิสงเตาผสมกับกลิ่นของข้าวม่า

8. เนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์ที่ผสมถั่วลิสงเตาจะมีผิวที่ละเอียดกว่าการทดลองที่ผ่านมา

ผลการทดลองที่ 4 ข้าวม่าพันธุ์ กข 6 ที่ซื้อจากเกษตรกรโดยตรง

ในการทดลองครั้งที่ 4 ได้นำเอาข้าวม่าพันธุ์ กข 6 ที่ซื้อจากเกษตรกรโดยตรงมาทำ
ผลิตภัณฑ์ โดยปรับปรุงสูตรจากข้าวม่าที่ซื้อตามท้องตลาด มีทั้งหมด 4 สูตร คือ

สูตรที่ 1 จะใส่น้ำตาลและ ไม้ใส่ผงฟู จะมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบ มีเนื้อ
สัมผัสที่ดีและละเอียด มีกลิ่นหอมของข้าวม่าเล็กน้อย มีรสชาติที่ปานกลาง การทอดจะมีการพอง
ตัวได้ดีมากและมีความสม่ำเสมอ

สูตรที่ 2 ไม่ใส่น้ำตาลและ ไม้ใส่ผงฟู ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบ มีเนื้อสัมผัสที่ดี
มากและมีความละเอียดผิวเรียบ มีกลิ่นหอมของข้าวม่าปานกลาง และมีรสชาติดี การทอดจะมีการ
พองตัวของผลิตภัณฑ์ที่ดีมากและสม่ำเสมอ

สูตรที่ 3 ใส่น้ำตาลและ ไม้ใส่ผงฟู ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะที่มีความกรอบ มีเนื้อสัมผัสที่ดีมาก
มีผิวละเอียดและเรียบ มีกลิ่นหอมของข้าวม่ามาก และมีรสชาติที่ดีที่สุด การทอดจะพองตัวได้เร็ว
มากและผิวมีความสม่ำเสมอดี

สูตรที่ 4 ไม่ใส่น้ำตาลและ ไม้ใส่ผงฟู ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะที่มีความกรอบ และเนื้อสัมผัสดี
ปานกลาง มีผิวที่ขรุขระเล็กน้อยไม่เรียบ มีกลิ่นหอมของข้าวม่ามากที่สุด รสชาติของผลิตภัณฑ์ดี
เล็กน้อย การทอดจะพองตัวเร็วและสม่ำเสมอ

จากสูตรทั้ง 4 สูตรนี้ เปรียบเทียบความแตกต่างได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าที่ได้จากสูตรต่างๆกัน

สูตร	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
1	กลิ่นข้าวเม่าเล็กน้อย	ดีปานกลาง	ดี
2	กลิ่นข้าวเม่าปานกลาง	ดี	ดีมาก
3	กลิ่นข้าวเม่ามาก	ดีที่สุด	ดีมาก
4	กลิ่นข้าวเม่ามากที่สุด	ดีเล็กน้อย	ปานกลาง

เมื่อได้มีการทดลองทำผลิตภัณฑ์แล้วจึงได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส กับจำนวนผู้ชิม 10 คนผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าที่ปรุงรสในแผนการทดลองที่ 3 กับ แผนการทดลองที่ 4 โดยทดสอบกับผู้ชิมจำนวน 10 คน

รหัส	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส
A	6.3	6.3	6.3
B	6	5.8	5.5
C	5.6	6	6.9
D	6.2	6.3	7
E	6.3	6.4	7
F	6.8	6.2	6.5

หมายเหตุ

A คือ สูตรข้าวเม่าสีเขียวและ ถั่วลิ้นเตา (ทรงกลม)

B คือ สูตรข้าวเม่าสีน้ำตาลและ ถั่วลิ้นเตา (ทรงกลม)

C คือ สูตรข้าวเม่าสีน้ำตาลและ ไม้สัฟฟลู

D คือ สูตรข้าวเม่าไม้สัฟฟลูและ ไม้สัฟฟลู

E คือ สูตรข้าวเม่าไม้สัฟฟลูและ น้ำตาล

F คือ สูตรข้าวเม่าไม้สัฟฟลูและ ไม้สัฟฟลู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับมากที่สุดคือ รหัส E มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7 (ชอบปานกลาง) คือ สูตรข้าวเม่าใส่ผงฟู และใส่น้ำตาล

ผลการทดลองที่ 5 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กช 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรงแบบ โคนัท

การทดลองครั้งที่ 5 นี้ เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปของการใช้สารเชื่อมข้าวเม่าใส่เป็นแผ่นได้ 2 ชนิดคือ แชนแทนกัม กับ คาราจีแนนซึ่งพบว่า ในขั้นตอนการนำสารไปคั้นนั้น แชนแทนกัม จะมีลักษณะที่เหนียวใสกว่า คาราจีแนนและในขั้นตอนการขึ้นรูปในพิมพ์โคนัทนั้น ผลที่ได้คือ แชนแทนกัม จะขึ้นรูปได้ดีกว่าคาราจีแนน ต่อจากนั้นเมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วพบว่า ข้าวเม่าที่ขึ้นรูปด้วย คาราจีแนนยังมีความนุ่มเหนียวและมีความกรอบน้อยกว่า ข้าวเม่าที่ขึ้นรูปด้วยแชนแทนกัม

ผลการทดลองที่ 6 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กช 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวที่ขึ้นรูปทรง โคนัท

ในการทดลองครั้งที่ 6 นี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบการขึ้นรูปของแชนแทนกัมในอัตราส่วน 5 และ 7 และ 9 กรัม พบว่า

1. การขึ้นรูปโดยใช้แชนแทนกัม 5 กรัมผสมกับข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นรูปได้ดีปานกลาง มีความกรอบมากที่สุด
2. การขึ้นรูปโดยใช้แชนแทนกัม 7 กรัมผสมกับข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นรูปได้ดีมาก มีความกรอบดีมาก
3. การขึ้นรูปโดยใช้แชนแทนกัม 9 กรัมผสมกับข้าวเม่าคั่วพอง 13 กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นรูปได้ดีมากที่สุด มีความกรอบดีปานกลาง

จากการขึ้นรูปด้วยแชนแทนกัม 9 กรัม พบว่าขึ้นรูปดีมากแต่มีความนุ่มอยู่มาก ไม่กรอบอาจเป็นเพราะว่าใส่แชนแทนกัมมากเกินไป ทำให้การอบต้องเพิ่มเวลาขึ้นอีก

ผลการทดลองที่ 7 การแปรรูปข้าวเม่าพันธุ์ กข 6 เป็นอาหารขบเคี้ยวปรุงรสรูปทรงโดนัท

เมื่อนำเอาข้าวเม่าคั่วพองมาขึ้นรูปทรงโดนัทโดยใช้แซนแทนกัม 5 และ 7 กรัมมาโรยด้วยผงปรุงรส 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 เกลือผสมผงชูรส (80 กรัม : 20 กรัม) และ สูตรที่ 2 ผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส (70 กรัม : 30 กรัม) จะได้อาหารขบเคี้ยวปรุงรสรูปทรงโดนัท 4 สูตรดังนี้

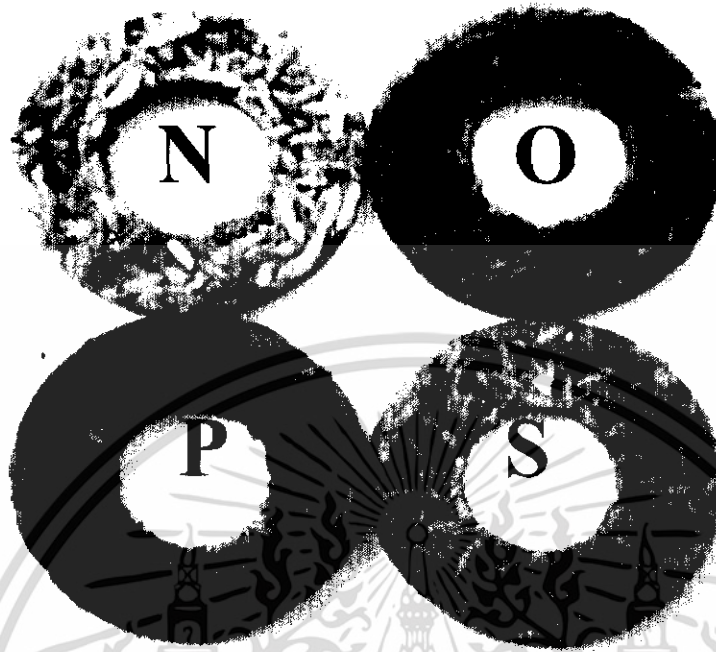
สูตรที่ 1 ใช้แซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยเกลือผสมผงชูรส จะมีลักษณะของผงปรุงรสสีขาวรสชาติจะเค็มมากและหวานเล็กน้อย จะได้กลิ่นของข้าวเม่ามากกว่าผงปรุงรส เนื้อสัมผัสจะมีความกรอบมาก จะได้น้ำหนักของข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท 1 ชิ้น มีน้ำหนัก 14 กรัม

สูตรที่ 2 ใช้แซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส จะมีลักษณะของผงปรุงรสสีส้มปานกลาง รสชาติจะมีรสหวานและเค็มเล็กน้อยกลมกล่อม กลิ่นจะมีกลิ่นหอมของบาร์บีคิวให้น้ำรับประทานกว่าสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสจะมีความกรอบมาก จะได้น้ำหนักของข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท 1 ชิ้น มีน้ำหนัก 14 กรัม

สูตรที่ 3 ใช้แซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยเกลือผสมผงชูรส จะมีลักษณะของผงปรุงรสสีขาวรสชาติจะเค็มมากและหวานเล็กน้อย จะได้กลิ่นของข้าวเม่ามากกว่าผงปรุงรส เนื้อสัมผัสจะมีความกรอบปานกลาง จะได้น้ำหนักของข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท 1 ชิ้น มีน้ำหนัก 16 กรัม

สูตรที่ 4 ใช้แซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส จะมีลักษณะของผงปรุงรสสีส้มเข้ม รสชาติจะมีรสหวานและเค็มเล็กน้อยกลมกล่อม กลิ่นจะมีกลิ่นหอมของบาร์บีคิวให้น้ำรับประทานกว่าสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสจะมีความกรอบปานกลาง จะได้น้ำหนักของข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท 1 ชิ้น มีน้ำหนัก 16 กรัม

เมื่อได้มีการทดลองทำผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสชาติเกลือผสมผงชูรส และ บาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรสสำเร็จรูป ดังแสดงในภาพที่ 12 แล้วจึงได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมจำนวน 10 คนผลที่ได้ดังตารางที่ 18



หมายเหตุ

N คือ สูตรข้าวเม่าข้าวพองขึ้นรูปโดนต์ด้วยเซนแทนกัน 5 กรัม โรยด้วยเกล็ดผสมผงชูรส

O คือ สูตรข้าวเม่าข้าวพองขึ้นรูปโดนต์ด้วยเซนแทนกัน 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกล็ดผสมผงชูรส

P คือ สูตรข้าวเม่าข้าวพองขึ้นรูปโดนต์ด้วยเซนแทนกัน 7 กรัม โรยด้วยเกล็ดผสมผงชูรส

S คือ สูตรข้าวเม่าข้าวพองขึ้นรูปโดนต์ด้วยเซนแทนกัน 7 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกล็ดผสมผงชูรส

ภาพที่ 12 ข้าวเม่าข้าวพองปรุงรสชาติเกล็ดผสมผงชูรสและรสบาร์บีคิวผสมเกล็ดผสมผงชูรสสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าปรุงรสรูปทรงโดนัทในแผนการทดลองที่ 7 โดยผู้ชิมจำนวน 10 คน ดังนี้

รหัส	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส
311	7.7	6.8	5.3	4.2
312	7.8	6.8	6.2	3.8
313	7.4	6.2	4.7	3.7
314	7.6	6.8	6.2	3.8

หมายเหตุ

311 คือ สูตรข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม ไรย์ด้วยเกลือผสมผงชูรส

312 คือ สูตรข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม ไรย์ด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส

313 คือ สูตรข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโดนัทด้วยแซนแทนกัม 7 กรัม ไรย์ด้วยเกลือผสมผงชูรส

314 คือ สูตรข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโดนัทด้วยแซนแทนกัม 7 กรัม ไรย์ด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ 312 ได้รับคะแนนเฉลี่ย คือ 5 (ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน) ซึ่งเป็น ข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปทรงโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม ไรย์ด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเม่า

1. เพื่อหาความชื้นของข้าวเม่าและผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่าดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ตารางแสดงความชื้นของข้าวเม่าและผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่า

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ค่าเฉลี่ยความชื้นของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (%)
ข้าวเม่า	7.0880
ข้าวเม่าพองที่คั่วโดยใช้มือ	2.6320
ข้าวเม่าพองที่คั่วโดยใช้เครื่องของโรงงาน	3.2520
สูตรที่ 1	10.5735
สูตรที่ 2	10.0178
สูตรที่ 3	10.5420
สูตรที่ 4	11.6625
ข้าวเม่าพองที่คั่วด้วยไฟอ่อน	6.4287
ข้าวเม่าพองที่คั่วด้วยไฟแรง	6.0080

หมายเหตุ

สูตรที่ 1 คือ สูตรข้าวเม่าใส่น้ำตาลและไม่ใส่ผงฟู

สูตรที่ 2 คือ สูตรข้าวเม่าไม่ใส่น้ำตาลและไม่ใส่ผงฟู

สูตรที่ 3 คือ สูตรข้าวเม่าใส่ผงฟูและ น้ำตาล

สูตรที่ 4 คือ สูตรข้าวเม่าใส่ผงฟูและ ไม่ใส่น้ำตาล

จากการทดลองหาความชื้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเม่า คือ สูตรที่ 1 2 3 และ 4 มีความชื้นมากที่สุด อาจทำให้เกิดเชื้อราได้ จะต้องอบให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้ลดลงน้อยกว่านี้ ส่วนข้าวเม่าที่คั่วพองโดยใช้มือมีความชื้นน้อยที่สุด

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าโดยทำการทดลองศึกษาสูตรที่เหมาะสมและทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่าทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากข้าวเม่า

1.1 กระบวนการแปรรูปข้าวเกรียบข้าวเม่า

1.1.1 การทำข้าวเกรียบข้าวเม่าที่เหมาะสมที่สุด คือ ในกระบวนการแปรรูปที่มีขั้นตอนการทำข้าวเกรียบแล้วนำข้าวเกรียบที่ปั้นเป็นรูปนำไปแช่แข็งก่อนการหั่นและในขั้นตอนการหั่นที่เหมาะสมที่สุด คือ การหั่นเป็นรูปร่างแผ่นวงกลม

1.1.2 ข้าวเม่าอ่อนจะเหมาะสมในการแปรรูปข้าวเกรียบมากกว่าข้าวเม่าแก่ เพราะมีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่า

1.1.3 ข้าวเม่าพันธุ์ กข6 ที่ซื้อจากเกษตรกรโดยตรงจะเหมาะสมในการทำข้าวเกรียบข้าวเม่ามากกว่าข้าวเม่าที่ซื้อตามท้องตลาด(ไม่ทราบสายพันธุ์ข้าวเม่า)

1.2 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวเม่า

2.1.1 สูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดคือ สูตร E เป็นสูตรข้าวเม่าใส่ผงฟู ผสมน้ำตาล ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่น 6.3 คะแนน ทางด้านรสชาติ 6.4 คะแนน และทางด้านเนื้อสัมผัส 7 คะแนน

2. ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท

2.1 กระบวนการแปรรูปข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท

2.1.1 การขึ้นรูปด้วยแขนแทนกัมจะขึ้นรูปได้ดีกว่าการจีแนน

2.1.2 อัตราส่วนของแขนแทนกัมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปทรงโดนัทคือ 5 กรัม

และ 7 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ขั้นตอนการผสมแซนแทนกัมกับน้ำอุ่นก่อนนำไปต้มจะละลายได้ดีกว่าการผสมแซนแทนกัมด้วยน้ำเย็น

2.1.4 ขั้นตอนการอบแซนแทนกัม 5 กรัม จะใช้เวลาในการอบน้อยกว่าแซนแทนกัม 7 กรัม

2.2 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าคั่วพองปรุงรสรูปทรงโดนัท

2.2.1 ทางด้านสี สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ 312 ซึ่งเป็นข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส เพราะมีสีส้มปานกลาง ทำให้น่ารับประทาน ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ย 7.8 คะแนน

2.2.2 ทางด้านกลิ่น สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ 311 ซึ่งเป็นข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยเกลือผสมผงชูรส และ สูตรที่ 314 ซึ่งเป็นข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทด้วยแซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 6.8 คะแนน

2.2.3 ทางด้านรสชาติ สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ 312 ซึ่งเป็นข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทด้วยแซนแทนกัม 5 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรส และ สูตรที่ 314 ซึ่งเป็นข้าวเม่าคั่วพองขึ้นรูปโดนัทด้วยแซนแทนกัม 7 กรัม โรยด้วยผงบาร์บีคิวผสมเกลือผสมผงชูรสซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 6.2 คะแนน

2.2.4 ทางด้านเนื้อสัมผัส ทั้ง 4 สูตรยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความแข็ง ไม่กรอบ อาจเป็นเพราะขั้นตอนในการอบนานเกินไปทำให้น้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปมาก และเนื่องจากการทำผลิตภัณฑ์ไปแช่เย็นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์แข็ง และอีกกรณีคือ การทำผลิตภัณฑ์แล้ว ไม่ได้ให้ทดสอบชิมทันที

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการปั้นข้าวเม่าและ โขลกกระเทียมควรทำให้ละเอียด เพราะว่าจะทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบที่ได้มีลักษณะที่ดี
2. ในขั้นตอนการนวดผสมแป้งกับเครื่องปรุงควรใช้น้ำร้อนในการนวดผสม เพราะจะทำให้เนื้อแป้งสุก เวลานำไปนึ่งจะใช้เวลาในการนึ่งน้อย
3. ในขั้นตอนการหั่นควรหั่นในขณะที่ข้าวเกรียบแข็ง เพราะจะทำให้หั่นได้ง่าย
4. ในการนึ่งควรควบคุมเวลาและ อุณหภูมิให้ถูกต้องสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เวลาเปิดฝาล้างถึงให้รีบหยายฝาลอกกิมจะนั้นจะทำให้หน้าหยดลงในข้าวเกรียบที่กำลังนี้ซึ่งจะส่งผลให้ข้าวเกรียบและได้
6. ในขั้นตอนการอบควรทาน้ำมันบางๆ ที่ภาชนะก่อนนำข้าวเกรียบวาง เพราะข้าวเกรียบจะได้ไม่ติดภาชนะรองอบ
7. ในขั้นตอนการอบควรมีการกลับด้านข้าวเกรียบอยู่เสมอ
8. ในขั้นตอนการทอดควรใช้ไฟปานกลางและเมื่อทอดเสร็จแล้วต้องซับน้ำมันทันที
9. ไม่ควรบรรจุข้าวเกรียบขณะที่ยังร้อน เพราะจะทำให้ข้าวเกรียบไม่กรอบ
10. ขั้นตอนการคว่ำพองข้าวเม้าจะต้องใช้ไฟปานกลางและ จะต้องเขย่าให้สม่ำเสมอ
11. ขั้นตอนการขึ้นรูปข้าวเม้าคว่ำพอง ควรอัดให้แน่นพอดี ไม่ควรอัดให้ไม่แน่นหรือแน่นจนเกินไป
12. ในการอบข้าวเม้าคว่ำพองปรุงรสรูปทรง โคนัท ควรกลับด้านอยู่เสมอ
13. ในขั้นตอนการ ปรุงรส ควรจะทาน้ำมันบางๆ ที่ข้าวเม้าคว่ำพองก่อนแล้วจึงโรย เพราะจะทำให้ผงปรุงรสติดข้าวเม้าคว่ำพอง
14. บรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท
15. ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม้าควรต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.2543. “ข้าวเม่า”. มข. วิจัย ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กันยายน . แหล่งที่มา : http://www.ora.kku.ac.th/Journal3_43/-183k
- คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชา. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหารหน่วยที่ 8-15 . นนทบุรี: โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมาธิราช.359 น.
- งามจิตร์ จารุพันธ์. 2529. คู่มือประกอบอาหารนานาชาติ. พุทธอุปถัมภ์การพิมพ์ .กรุงเทพฯ. 419 น.
- จรรยา สุบรรณ. 2528. ตำรับถนอมอาหารเล่ม 1. แพรววิทยา. กรุงเทพฯ. 309 น.
- ชวนชม จันทระเปราะ. 2517. การถนอมอาหารภายในบ้าน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว. 215 น.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.
- _____. 2526. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.
- นฤม บัญหลง. 2537. การพัฒนามันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ : ข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ: การวิจัยภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 น.
- _____. 2531 . การพัฒนามันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ : ข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ: การวิจัยภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 น.
- นิรมล สุรัสวดี. 2527. ข้าวเกรียบ.รายงานอาหารจากธัญพืชและพืชหัว. ภาควิชาคหกรรม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์.2514. ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอมอาหาร: โรงพิมพ์ครุสภาพระนคร. 384น.
- ผ่องพรรณ แสงสิงห์แก้ว. 2513 .การทดสอบและปรับปรุงการทำข้าวเกรียบปลาหมึกและปลาราคา
อุก. กรุงเทพฯ: รายงานผลการทดลอง. แผนอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 250 น.
- ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหาร. 2523 . Snack Food เอกสารประกอบการจัดนิทรรศการ.คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถัดดา ทันฉวงค้. 2545. การใช้ข้าวกล้องเพื่อทดแทนกระบวนการผลิตข้าวเกรียบ. กรุงเทพฯ:
 ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
 คุณฑทหารลาดกระบัง. 38 น.
- ศิริลักษณ์ สิ้นชวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม2. นนทบุรี: วราวุฒิกการพิมพ์. 274 น.
- เสริมพร สาตรพันธ์. 2528. อาหาร-ขนม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พรานนาการพิมพ์. 177 น.
- อภิชญา ชูบัณฑิตกุล. 2542. ข้าวเกรียบหอมแดง. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณฑทหารลาดกระบัง. 47 น.
- Fox B.A. and A.G. camaron. 1970. Food Science: Achemecal Approach. Hodder and Stoughton,
 London. 380 p.
- Whistier, R.I. and E.F. Paschall. 1967. Starch: Chemiatry and Technology. Vol.2. Academic Press.
 New york. 733 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเม่า

วันที่/...../..... เพศ..... อายุ.....

คำชี้แจง ให้ผู้ทดสอบการชิม ชิมผลิตภัณฑ์แล้วให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างโดยใช้ระดับคะแนนที่เหมาะสมตามความรู้สึของผู้ทดลองชิม ดังนี้

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1 คือ ไม่ชอบมาก | 6 คือ ชอบเล็กน้อย |
| 2 คือ ไม่ชอบมาก | 7 คือ ชอบปานกลาง |
| 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง | 8 คือ ชอบมาก |
| 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 คือ ชอบมากที่สุด |
| 5 คือ ชอบและไม่ชอบกำลังกัน | |

ตัวอย่าง	คะแนน			
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาความชื้น

ขั้นตอนการหาความชื้นมีดังต่อไปนี้

1. นำถ้วยอลูมิเนียม(Moisture can)ไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนัก ถ้วยอลูมิเนียมเปล่า และน้ำหนักข้าวเม่าที่ปั่นบดละเอียดและทราบจำนวนที่แน่นอนคือ 5 กรัม
3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
4. นำออกมาใส่โถดูดความชื้น(Desicator) 10 นาที
5. นำมาชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
6. บันทึกผลครั้งที่ 1
7. นำกลับไปอบอีก 1 ชั่วโมง
8. นำออกมาใส่โถดูดความชื้น (Desicator) 10 นาที
9. นำมาชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
10. อบจนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่แล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเม่า

สูตรหาความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น(\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$