รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง
The Development Fish Cracker from Surimi Supplement with Pumpkin

โดย

จริยา สุขจันทรา

นุชเนตร ตาเย๊ะ

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา ประจำปี 2560

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เรื่อง การพัฒนาข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง
ผู้ศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์จริยา สุขจันทรา
อาจารย์นุชเนตร ตาเย๊ะ
คณะ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย ราชภัฏยะลา
ปี 2560

บทคัดย่อ

ข้าวเกรียบปลาเป็นอาหารขบเคี้ยวที่นิยมรับประทาน ซึ่งปัจจุบันยังขาดความหลากหลายของรสชาติ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาข้าวเกรียบปลาสูตรใหม่ที่เป็นการปรับปรุงคุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบปลา โดยการทดแทนเนื้อปลาด้วยซูริมิ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเสริมเนื้อฟักทอง ซึ่งการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ ประกอบด้วยส่วนผสม คือ ซูริมิ แป้งมันสำปะหลัง เกลือ น้ำตาล ผงชูรส เท่ากับร้อยละ 58.0, 38.0, 12.0, 2.0, 1.5 และ 0.5 ตามลำดับ และเมื่อศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยเนื้อฟักทอง 5 ระดับ คือ 93:7, 89:11, 85:15, 81:19 และ 77:23 พบว่าอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ อัตราส่วน 85:15 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมเท่ากับ 7.40, 7.46, 7.53, 7.73, 7.60 และ 8.33 คะแนน ตามลำดับ ค่าสี L*, a* b* เท่ากับ 55.92, 4.88 และ 21.03 ตามลำดับค่า hardness เท่ากับ 796.89 g ค่า crispness เท่ากับ 14.40 ค่าการพองตัว เท่ากับ 7.30 เท่า และการดูดซึมไขมัน เท่ากับร้อยละ 35.34 เมื่อนำไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 2.00, 11.82, 35.34, 3.00 และ 47.84 ตามลำดับ ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม เท่ากับ 4.35, 4.25, 4.56, 4.65 และ 4.60 คะแนน ตามลำดับ นับเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจสามารถขยายผลไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบปลา ซูริมิ ฟักทอง

Research Title: The Development Fish Cracker from Surimi Supplement with Pumpkin
Researchers: Jariya SukJuntra
Nutchanet Tayeh
Faculty: Science, Technology and Agriculture
University: Yala Rajabhat
Year: 2017

Abstract

Fish cracker is one of the popular snakes to consume but currently, there were lack of various tasted. This study were to develop a new fish crackers recipe in order to improve good quality product by substituting the fish meat with surimi and replace some pumpkin for higher nutritional value. Fish cracker from surimi were consist of the following ingredients: surimi (58.0%), potato starch (12.0), salt (2.0), sugar (1.5%), seasoning powder (0.5%). Concerning the replacement of potato starch with pumpkin in 5 levels, 93:7, 89:1, 85:15, 81:19 and 77:23, it was found that the most accepted quantity were 89:11 which results in sensory scores of appearance, color, odor, flavor, crispness and the overall acceptability were determined 7.04, 7.46 , 7.53, 7.73, 7.60 and 8.33 respectively. The L, a*, b* value of the cracker were 55.92, 4.88 and 21.03 respectively. The hardness and crispiness of croaker were 796.89 and 14.40. This crackers is 7.3 times as much swelling as control while their fat absorption was 35.34%. The chemical composition of the cracker including moisture, protein, fat, ash and carbohydrate content were 2.00%, 11.82%, 35.34%, 3.00% and 47.82% respectively. Consumer test was conducted with 200 respondents investigate that sensory attribute of color, odor, flavor, crispiness and overall liking were 4.35, 4.25, 4.56, 4.65 and 4.60 respectively. The results shown that the product can be extended to commercial production.

Keywords: Fish cracker Surimi Pumpkin

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัย “การพัฒนาข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง” ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2560

รายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากคณาจารย์นักวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ซึ่งมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย คณะนักวิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จริยา สุขจันทรา
นุชเนตร ตาเย๊ะ

สิงหาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญภาพ	(6)
สารบัญตาราง	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ข้าวเกรียบ	3
ชนิดของข้าวเกรียบปลา	3
ส่วนผสมในการทำข้าวเกรียบปลา	4
ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบปลา	8
คุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา	10
คุณสมบัติของข้าวเกรียบปลา	11
ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตข้าวเกรียบปลา	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	16
วัสดุ อุปกรณ์	16
วิธีการดำเนินการ	17
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	20
ผลการศึกษาสูตรการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิปลาทรายแดง	20
ผลการศึกษาการใช้เนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ	25
ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง	29
ผลศึกษาการยอมรับข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองของผู้บริโภค	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	36
สรุปผล	36
ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก การตรวจสอบทางกายภาพ	40
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	41
ภาพผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	46

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 วิธีการผลิตข้าวเกรียบปลา 18
4.1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ 23
4.2 ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิก่อน – หลังทอด 23
4.3 ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 26
4.4 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 35

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของแป้งมันสำปะหลัง 4
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของฟักทอง 8
4.1 ส่วนผสมในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ 20
4.2 ลักษณะของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ 23
4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ (วิธี 9-Point-Hedonic Scale) 24
4.4 ผลการวัดค่าสีL* a* b* ของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 26
4.5 ค่าเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 27
4.6 ค่าการพองตัวของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 28
4.7 ผลการวิเคราะห์การดูดซึมไขมันของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 28
4.8 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 29
4.9 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 30
4.10 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 31
4.11 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ 33

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย วัตถุดิบหลักในการผลิตข้าวเกรียบได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ หรือผัก ผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก งาดำ งาขาว เป็นต้น ขั้นตอนการทำคือ ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบางๆ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือพลังงานอื่นๆแล้วนำไปทอดก่อนรับประทาน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม-ข้าวเกรียบ, 2530) ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานทุกเพศทุกวัย ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาข้าวเกรียบปลาในหลายรูปแบบ มีทั้งการศึกษาชนิดและปริมาณของเนื้อปลาในการผลิต ปรับปรุงสูตร และรสชาติของข้าวเกรียบปลาตามความต้องการของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาใช้เนื้อฟักทองมาเป็นส่วนผสมในการผลิตข้าวเกรียบปลา ผู้วิจัยจึงสนใจการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาด้วยเนื้อฟักทอง ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ วิตามินเอ ฟอสฟอรัส แคลเซียม วิตามินซี และที่สำคัญคือ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในเนื้อสีเหลืองของฟักทอง สามารถช่วยลดการเกิดมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ และยังช่วยต้านความชรา ป้องกันโรคผิวหนัง เป็นต้น (ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ, 2546) นอกจากนี้การใช้ซูริมิ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดที่ผ่านกระบวนการแยกก้างออกแล้วล้างด้วยน้ำเพื่อขจัดไขมันและองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่โปรตีนที่ละลายน้ำได้ออกไป จากนั้นกำจัดน้ำบางส่วนออก ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจนำไปทำผลิตภัณฑ์ทันทีหรือผสมสารเจือปนอาหารเช่น น้ำตาล ฟอสเฟต แล้วเก็บไว้ในรูปผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งเพื่อแปรรูป มาทดแทนเนื้อปลายังทำให้ข้าวเกรียบปลาที่ได้มีสีที่ดี เนื่องจากซูริมิมีสีขาว อีกทั้งมีกลิ่นคาวปลาน้อยกว่าปลาสดอีกด้วย (ธัชวุฒิ ขลุ่ยศรีตระกูล และคณะ, 2549) ดังนั้น การพัฒนาข้าวเกรียบปลาโดยใช้ซูริมิและเติมเนื้อฟักทอง จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค และเป็นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลา
2. เพื่อศึกษาการใช้เนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบปลา
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลา และศึกษาการเติมเนื้อฟักทองทดแทนในส่วนของแป้งมันสำปะหลังในการทำเกรียบปลา รวมทั้งศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบปลาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรและวิธีการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่มีรสชาติแปลกใหม่ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

2. ทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมเนื้อฟักทองเพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตเพื่อจำหน่ายต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้าวเกรียบปลา หมายถึง ข้าวเกรียบที่ผลิตโดยใช้ซูริมิปลาทรายแดงทดแทนเนื้อปลาในส่วนผสม ซึ่งลักษณะของข้าวเกรียบที่ได้จะมีลักษณะสีขาว ไม่มีกลิ่นของคาวปลา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้าง

ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศแถบเอเชีย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556) ส่วนประกอบหลักและวัตถุดิบในการผลิตข้าวเกรียบได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง เกลือ น้ำตาล น้ำ อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ หรือผัก ผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก งาดำ งาขาว เป็นต้น ขั้นตอนในการทำข้าวเกรียบ คือ ผสมส่วนผสมทั้งหมด รวมถึงเครื่องปรุงรสต่างๆ ให้เข้ากันดี แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามความต้องการ ซึ่งต้องมีความสม่ำเสมอ เพื่อให้ข้าวเกรียบมีขนาดเท่าๆ กัน จากนั้นนึ่งให้สุก หั่นให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วนำไปทำให้แห้ง โดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือพลังงานอื่นๆ อย่างเช่น เตาอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม-ข้าวเกรียบ, 2530) จึงได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งก่อนบริโภคจะต้องไปอบหรือทอดในน้ำมันร้อน ทำให้ข้าวเกรียบสามารถพองตัวได้ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะรูพรุน กรอบ และมีความหนาแน่นต่ำ (จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย, 2550)

ข้าวเกรียบปลา คือ ข้าวเกรียบที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนผสม มีส่วนประกอบหลักคือ แป้งมันสำปะหลัง เกลือ น้ำตาล น้ำ ขั้นตอนในการทำข้าวเกรียบปลาคือ บดเนื้อปลาให้ละเอียด จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันจนเข้ากันดี แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามความต้องการ จากนั้นนึ่งให้สุก แล้วนำไปตากแห้งหรือเอาไปอบ ก่อนมาบริโภคต้องนำไปทอดก่อน จึงได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาพร้อมรับประทาน การที่นำเนื้อปลาเพิ่มลงไป เป็นการเพิ่มโปรตีนและกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ เนื่องจาก ในเนื้อปลามีสารอาหารสูงอุดมสมบูรณ์ไปด้วยโปรตีนที่ร่างกายต้องการ รวมไปถึงหน่วยย่อยของโปรตีนได้แก่ กรดอะมิโนจำเป็น 8-10ชนิด นอกจากนี้ยังมีสารอาหารอื่นๆ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 (สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์, 2547) ทำให้ข้าวเกรียบปลาที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวเกรียบที่ไม่มีส่วนผสมของเนื้อปลา

ชนิดของข้าวเกรียบปลา

ข้าวเกรียบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-ข้าวเกรียบ, 2546)

1. ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค เป็นข้าวเกรียบที่ปรุงสุกมาเรียบร้อยแล้ว สามารถรับประทานได้เลย

2. ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หรือข้าวเกรียบดิบผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก ผสมด้วยปลาและเครื่องปรุงรสต่างๆ ทำให้สุก หั่นเป็นแผ่นๆ แล้วทำให้แห้งก่อนทอด

ส่วนผสมในการทำข้าวเกรียบปลา

ส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบปลา ประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง ปลา และส่วนผสมรองลงมา คือ เครื่องปรุงรสต่างๆ เช่น เกลือ น้ำตาล ผงชูรส อาจมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ เพื่อปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไข่เป็ด ไข่ไก่ พริกไทยดำ งาดำ เพิ่มลงไป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แป้งมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลัง คือ มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ จึงนิยมนำมาผลิตเป็นขนมขบเคี้ยว โดยทำเป็นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ความกรอบและสามารถดูดซับน้ำได้ดีถึง 10 เท่าของน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อให้ความร้อนในการไล่ความชื้นจะทำให้ปริมาตรเพิ่มมากขึ้น แป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติการพองตัวดีกว่าแป้งชนิดอื่น (อรนุช สีหามาลา, 2548) เนื่องจากมีปริมาณแอมิโลส (amylose) น้อยกว่าแอมิโลเพคติน (amylopactin) (ตารางที่ 2.1) โดยแป้งที่มีแอมิโลสสูงจะได้เจลที่มีความหนืดมาก ส่งผลให้การพองตัวไม่ดี ส่วนแป้งที่มีแอมิโลเพคตินสูงจะแตกตัวง่ายและพองตัวได้มาก ดังนั้นจึงนำแป้งมันสำปะหลังมาใช้ในการผลิตข้าวเกรียบปลา

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของแป้งมันสำปะหลัง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
สตาร์ช	>95
โปรตีน	0.05
ไขมัน	0.14
เถ้า	0.16
แอมิโลส	17.7
แอมิโลเพคติน	83

ที่มา : (จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย, 2550 หน้า 37)

การเปลี่ยนแปลงของแป้งเมื่อให้ความร้อนมีผลต่อการพองตัวและลักษณะเนื้อสัมผัส โดยแป้งเมื่อละลายน้ำจะแขวนลอยในน้ำ มีลักษณะสีขาวขุ่น เมื่อให้ความร้อนเม็ดสตาร์ชเกิดการพองตัวอุ้มน้ำเข้าไป จนถึงจุดหนึ่ง ความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของแอมิโลเพคติน จนเกิดการคลายตัวลงและจะจับตัวกับโมเลกุลของน้ำในส่วนผสมหรือเกิดการอุ้มน้ำเข้าไปภายในเม็ดสตาร์ชทำให้พองตัวขึ้นเรื่อยๆ และเกิดความหนืดเรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ถ้าให้ความร้อนเพิ่มขึ้นต่อไป ทำให้เม็ดสตาร์ชถูกทำลายทำให้โมเลกุลของแอมิโลเพคตินและแอมิโลสแตกตัวออกจากเม็ดสตาร์ชแขวนลอยในส่วนผสม เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นเกิดการคืนตัว (retrogradation) ทำให้มีลักษณะเป็นเจลเกิดขึ้น (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2550) ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของทดแทนแป้งในข้าวเกรียบชนิดต่างๆ เช่น การนำแป้งข้างฟ่างมาทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบข้าวฟ่าง (ศิวาพร ศิวเวช, 2536) และการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต

ข้าวเกรียบกุ้ง โดยใช้อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อกุ้งเป็น 80:20, 70:30 และ 70:40 แต่สูตรที่ใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งมันสำปะหลังต่อกุ้ง 60:40 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด (วัฒนเชษน์ สกุลวิโรจน์ และสมนึก สิกรัตน์, 2540)

2. ปลา เป็นส่วนผสมที่ใช้ในปริมาณรองลงมาจากแป้ง ปลาที่เหมาะสมสำหรับการทำข้าวเกรียบต้องมีคุณสมบัติเหนียว นั่นคือปลาที่มีไมโอชิน (myosin) สูง ความเหนียวของเนื้อปลาจะทำให้แป้งเกาะตัวกันดีในขณะทำการปั้นก้อน หากใช้ปลาในปริมาณมากสามารถใช้น้ำเย็นในกระบวนการนวดผสม ปลาทุกชนิดสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบปลาได้ เช่น ปลาอินทรี ปลาดาบยาว ปลากราย และปลาหน้าดินอื่นๆ ที่มีราคาถูก เช่น ปลาทรายแดง ปลาทรายขาว ปลาปากคม ทั้งนี้ปริมาณเนื้อปลาที่ใช้แตกต่างกันตามสูตร (อรนุช สีหามาลา, 2548) ดังเช่น ในงานวิจัยของ Nurul et al. (2009) ได้ศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างปริมาณเนื้อปลาดอริกับปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อคุณภาพการขยายตัว การดูดซึมน้ำมัน สี และความแข็งแรงของข้าวเกรียบปลา โดยทดลองเปรียบเทียบที่อัตราส่วนเนื้อปลาดอริต่อแป้งมันสำปะหลัง 1:1, 1.5:1, 2.:1, 2.5:1 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณปลามากขึ้น การขยายตัวของข้าวเกรียบลดลง ความแข็งเพิ่มขึ้น สีคล้ำมากกว่าเดิมและอัตราส่วนปลาดอริต่อแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเกรียบคืออัตราส่วน 1:1

จากการรวบรวมงานวิจัยจะพบว่า ข้าวเกรียบส่วนใหญ่จะผลิตจากเนื้อปลา ซึ่งมีกลิ่นคาว ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการนำซูริมิมาใช้ในการผลิตข้าวเกรียบปลาแทนการใช้เนื้อปลา ซึ่งกระบวนการผลิตซูริมิประกอบด้วยวิธีการหลายขั้นตอน (ธัชวุฒิ ขลุ่ยศรีตระกูล, 2549) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การจับปลาและการปฏิบัติก่อนการแปรรูป (catching and practicing) ปลามีความสำคัญต่อการผลิตซูริมิ คุณภาพของซูริมิจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติกับปลาก่อนการแปรรูป เพราะการเกิดเจลของซูริมิขึ้นอยู่กับความสดของปลา โดยปลาที่ถูกจับมาน้อยกว่า 24 ชั้วโมง โดยทั่วไปจะให้ซูริมิที่มีคุณภาพสูงกว่าปลาที่ปล่อยไว้หลายวันหลังจากจับ อุณหภูมิที่ใช้เก็บปลาควรจะต่ำ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของน้ำทะเล หรืออุณหภูมิของอากาศ หรือห้องเย็นไม่ควรจะสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ยิ่งถ้าเก็บไว้นานมากกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากการจับ ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิใกล้ๆ 0 องศาเซลเซียส หรืออยู่ในช่วง -0 องศาเซลเซียส หรือ -0.2 ถึง 2.0 องศาเซลเซียส

2.2 การคัดขนาดและการทำความสะอาด (selecting and cleaning) การแยกชนิดของปลาและการคัดขนาดในระบบของโรงงานขนาดใหญ่ ปลาที่จับได้จะถูกส่งไปตามสายพาน (conveyor belt) และเข้าไปยังห้องเก็บ หลังจากนั้นจะทำการคัดขนาดโดยใช้เครื่องจักร แบบอัตโนมัติ ซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง (roller) หรือ caterpillar-type apparatus หลังจากนั้นจะผ่านการล้างน้ำโดยใช้เครื่องจักร potary-type แบบลูกกลิ้งที่มีแปรงโดยรอบ

2.3 การแล่ปลา (filleting) ขั้นตอนนี้มีผลต่อคุณภาพของเนื้อปลาบด และผลผลิตที่ได้ เพราะเป็นการแยกเอาเนื้อออกจากกระดูกหรือก้าง ในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จะใช้เครื่องจักร

เพื่อแล่ปลา (filleting machines) ซึ่งจะทำงานอัตโนมัติ การตัดหัวปลาออกในระหว่างการแล่มีความสำคัญและถ้าตัดหัวปลาออกมากเกินไป จะทำให้ผลผลิตลดลงไปด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีเครื่องจักรที่แยกเอาเนื้อปลาออกจากก้าง โดยปลาต้องผ่านการตัดหัวและเอาเครื่องในออกก่อน การแยกจะใช้ลูกกลิ้ง และบีบสายผ่าน bolt-drum type โดยปลาจะผ่านไปในระหว่างสายพานและเข้าไปใน drum โดยสามารถปรับขนาดของร่องและความแน่นของลูกกลิ้งได้ เครื่องจะทำการแยกเอาหนังและก้างออกจากเนื้อปลา และทำการผสมเนื้อปลา ข้อควรระวังในขั้นตอนนี้คือต้องหมั่นทำความสะอาดพื้นผิวของ drum ในระหว่างการผลิต จากนั้นผ่านการล้างน้ำก่อนเข้าเครื่องบีบเอาน้ำออก

2.4 การล้างน้ำ (leaching) การล้างน้ำของเนื้อปลาบด ในช่วงแรกยังไม่ต้องมีการเติมเกลือมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกเอาสารประกอบต่างๆ ออกจากเนื้อปลาบดได้แก่ วัสดุที่ละลายได้ในน้ำ ไขมัน และเลือด เพื่อปรับปรุงในเรื่องสีและรสชาติที่ดี และเป็นการเพิ่มคุณสมบัติที่ดีในกรเกิดเจลของซูริมิ

2.5 การทำให้บริสุทธิ์ (refining) จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้ก็คือ แยกเอาเนื้อสีขาวออกจากเนื้อดำและพวกเยื่อผังผืด หนัง เกล็ด และอื่นๆ ที่ปนเข้ามา โดยแยกผ่านตะแกรง (strainer) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ซูริมิที่มีคุณภาพที่ดี ขนาดรูตะแกรงไม่ควรใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร

2.6 การแยกเอาน้ำออก (final dewatering) การแยกเอาน้ำออกจะใช้เครื่องจักรแบบต่อเนื่อง โดยส่งไปตามแรงอัดของสกรู (screw press) สกรูนี้สามารถปรับความเร็วได้ ขั้นตอนนี้ปริมาณน้ำจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 80 – 84 ถ้าสามารถทำให้ความชื้นต่ำถึงร้อยละ 82 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่สุด

2.7 การบดรวมกันกับสาร (cryoprotectants) การผลิตจะมีการบดผสมกับ cryoprotectiveagents ได้แก่ น้ำตาล ซอร์บิททอล และฟอสเฟส ในอัตราส่วนที่ทำให้โปรตีนมีความเสถียรที่ดี และเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่แข็ง โดยทั่วไปใช้น้ำตาลร้อยละ 4 ซอร์บิลทอลร้อยละ 4-5 และฟอสเฟสร้อยละ 0.2 - 0.3 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการเก็บผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยในเรื่องการเก็บของการแช่แข็ง

2.8 การบรรจุและการแช่แข็ง (filling packaging and freezing) หลังจากผ่านการบดซูริมิจะถูกบรรจุในถุง polyethylene สีฟ้า และการบรรจุลงใน freezing pens อีกที่หนึ่ง โดยทั่วไปหนึ่ง block บรรจุ 10 กิโลกรัม การแช่แข็งจะใช้ระบบ freezer อุณหภูมิของการเก็บอยู่ที่ -25 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านี้

เนื่องจาก ซูริมิ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีโปรตีนจากการเอาเนื้อปลาสดที่ผ่านกระบวนการตัดหัว ควักไส้ มาผ่านกรรมวิธีแยกเนื้อ ซึ่งจะได้เนื้อปลาบด มีสีขาว ไม่มีกลิ่นคาวปลา สามารถป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไมโอไฟบริลาร์ ในระหว่างการเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็ง ซึ่งจะช่วยทำให้ข้าวเกรียบที่ได้มีสีสว่างขึ้นเมื่อเทียบกับการที่ใช้ปลาสด

3. น้ำ ปริมาณน้ำมีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้งมาก ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเม็ดแป้งจะแตกตัวได้มากทำให้ได้เจลที่เหนียว ในทางตรงกันข้าม ถ้าใช้น้ำน้อยเกินไป แป้งจะมีการพองตัวน้อย เกิดเจลน้อย เมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว

4. เกลือ เป็นสารที่เพิ่มรสชาติของข้าวเกรียบปลา เมื่อใส่ลงไปในแป้งจะทำให้ความหนืดของแป้งเปียกและเจลลดลง การเติมเกลือร้อยละ 0.5-5.5 ช่วยเพิ่มการพองตัว นอกจากนี้เกลือยังมีผลต่อโปรตีนด้วย ทำให้ไมโอซินละลายออกมา ทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวมากขึ้น และเมื่อได้รับความร้อนก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เหนียวด้วย แต่อย่างไรก็ตามการดูดซึมของน้ำมันจะลดลง (ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย, 2533)

5. เครื่องเทศและเครื่องปรุงรส เป็นส่วนผสมของพืชที่มีกลิ่นหอม (aromatic plant) ซึ่งรวมถึงเมล็ด ดอก ใบ เปลือก และราก ตามปกติเปลือก ผลเล็กๆ ราก หรือแม้แต่ตุ่มดอกก็จัดเป็นเครื่องเทศได้ถ้าใช้เป็นตัวให้กลิ่นรส ในช่วงเวลาที่ผ่านมาการใช้ประโยชน์จากเครื่องเทศค่อยๆ เพิ่มมากขึ้น เครื่องเทศมีผลต่อกลิ่นและความเผ็ดร้อนของอาหาร เครื่องเทศเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตอาหารสำเร็จรูป อาหารกึ่งสำเร็จรูป ซอส หรือ ของหวานหลายชนิดต้องใช้เครื่องเทศเป็นส่วนผสมด้วย ส่วนข้าวเกรียบปลาเครื่องเทศที่นิยมใช้ ได้แก่ กระเทียม พริกไทย เพื่อช่วยในการดับกลิ่นคาว และเพิ่มรสชาติได้ด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- กระเทียม มีสารอัลลิอิน (alliin) ซึ่งสามารถเปลียนเป็นสารอัลลิซิน (allicin) เมื่อบดหรือขยี้ ทำให้เกิดกลิ่นอย่างรุนแรง แต่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปริมาณการใช้แต่ละสูตรจะแต่ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและความชอบ ส่วนมากข้าวเกรียบปลาจะใช้กระเทียมร้อยละ 0.5 – 10.0

- พริกไทย มีคุณสมบัติช่วยดับกลิ่นคาวและช่วยปรุงแต่งรสชาติอาหารต่างๆ พริกไทยประกอบด้วย น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1-3 ของเม็ดพริกไทย เนื่องจากพริกไทยมีรสเผ็ดร้อนและมีน้ำมันหอมระเหย การเติมพริกไทยในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาช่วยดับกลิ่นความของเนื้อปลาและทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น และยังช่วยในถนอมอาหารทำให้อาหารเก็บได้นาน ปริมาณพริกไทยที่ใช้เป็นส่วนใหญ่อยู่ระหว่างร้อยละ 0.6-2.0 ของน้ำหนักแป้งรวมกับปลา

- ผงชูรส หรือเรียกทางเคมี โมโนโซเดียมกลูตาเมต เรียกสั้นว่า MSG เป็นผลิตภัณฑ์เคมีสำหรับการปรุงรสอาหารที่มีใช้มากในครัวเรือนเพื่อช่วยให้อาหารมีรสชาติกลมกล่อมน่ารับประทานขึ้น (ชารีณี กีรติโชติ, 2540)

6. ส่วนผสมอื่นๆ การผลิตข้าวเกรียบในปัจจุบันมีการเสริม เผือก ฟักทอง งาดำ งาขาว เป็นต้น เพื่อพัฒนารสชาติของข้าวเกรียบให้มีความหลากหลายมากขึ้น และเพิ่มคุณค่าทางทางโภชนาการอาหาร

7. ฟักทอง ชื่อวิทยาศาสตร์ *cucurbita mosehata decne* ชื่อสามัญ pumpkin ฟักทอง จัดเป็นผักในตระกูลแตงที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศทางแถบทวีปอเมริกาจาก ประวัติความเป็นมาสืบได้ว่าฟักทองมีการปลูกมาตั้งแต่ 10,000-30,000 ปี จัดพืชผักที่มีการใช้ประโยชน์มายาวนาน

ที่สุดชนิดหนึ่ง สำหรับการปลูกฟักทองในประเทศไทยได้มีการการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะประเทศไทยแต่จะให้ผลผลิตในบางฤดูเท่านั้น โดยเฉพาะเขตที่มีอากาศเย็นดินจะที่มีการระบายน้ำ และมีอาหารพืชสมบูรณ์ จะทำให้ผลดียิ่งขึ้น ซึ่งแต่ละส่วนของฟักทอง มีสรรพคุณและคุณค่าทางอาหาร (ตารางที่ 2.2) มากมาย โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในเนื้อสีเหลืองของฟักทอง สามารถช่วยลดการเกิดมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหัวใจได้ สารเบต้าแคโรทีน ช่วยต้านความชรา ป้องกันโรคผิวหนัง บรรเทาอาการปวดเมื่อยของข้อเข่า และบั่นเอวได้เป็นอย่างดี (ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ, 2546)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของฟักทอง

สารอาหาร/หน่วย	เนื้อฟักทอง
พลังงาน (แคลอรี่)	124
โปรตีน (กรัม)	2.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	24.6
ไขมัน (กรัม)	1.5
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	7
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	17
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.9
วิตามิน เอ (หน่วยสากล)	3,100
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.10
วิตามิน บี3 (มิลลิกรัม)	0.04
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	1.0
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	84

ที่มา : (ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ, 2546 หน้า 8)

ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบปลา

ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบปลามี 7 ขั้นตอนดังนี้ (อุมาพร สุนุรัตน์, 2540 ; สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์, 2547)

1. การผสม (mixing) เป็นขั้นตอนที่ทำให้แป้งมันสำปะหลังและส่วนผสมอื่นๆผสมเข้าด้วยกันการผสมที่ดีก้อนแป้งดิบที่ได้จะต้องมีเนื้อสัมผัสที่เนียนเรียบเป็นเนื้อเดียวกันและสามรถรีดเป็นแป้งแผ่นขยายหรือปั้นเป็นก้อนได้ดี การผสมสามารถใช้เครื่องผสมได้หลายชนิด เช่น เครื่องนวดแบบอ่าง (bolw mixer) และเครื่องผสมแบบที่มีใบมีดตัด (mechanical blabemixer)

2. การปั้น (molding) หลังจากผสมและนวดส่วนผสมเข้ากัน ให้แบ่งแป้งออกเป็นก้อนๆ แต่ละก้อนให้มีน้ำหนักเท่าๆ กัน ปั้นเป็นแท่งกลมยาว มีเส้นศูนย์กลางประมาณ 3 /4 นิ้ว

3. การนึ่ง (steaming) การนึ่งก้อนแป้งจะต้องใช้เวลาพอจะทำให้แป้งสุกทั้งก้อน มิฉะนั้นเวลาทอดข้าวเกรียบจะไม่พองตัวดี มีลักษณะเนื้อแข็งกระด้างและไม่กรอบ ซึ่งระยะเวลาในการนึ่งนั้นจะขึ้นกับส่วนผสมของข้าวเกรียบ ขนาด และรูปร่างของแป้งดิบ ซึ่งโดยปกติทั่วไปจะใช้เวลาในการนึ่งประมาณ 60-90 นาที ระยะเวลาในการนึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับความหนาและส่วนผสมของแป้งแล้วยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ด้วย คือ ถ้าใช้น้ำมากแป้งจะสุกเร็วขึ้น แต่ก้อนแป้งอาจไม่สามารถรักษารูปทรงไว้ได้ ถ้าใช้น้ำน้อยเกินไปแป้งสุกช้าหรือไม่สุกเลยถึงแม้จะใช้เวลาในการนึ่งนาน ในระหว่างการนึ่งควรระมัดระวังไม่ให้น้ำหยดลงบนแป้งมิฉะนั้นแป้งจะเละก็ได้

4. การแช่เย็นและการทำให้เย็น (chillingandcooling) การทำให้เย็นในน้ำเย็นเพื่อให้แยกก้อนแป้งออกจากกระบอกโลหะได้ง่าย และแช่ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อให้แป้งสุกแข็งตัว เมื่อหั่นก้อนแป้งสุกจะทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดีไม่ควรทิ้งให้ข้าวเกรียบแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง เพราะจำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย

5. การหั่น (slicing) หลังจากนึ่งจนก้อนแป้งสุกแล้วทิ้งไว้ให้เย็นถ้าก้อนแป้งมีลักษณะไม่ติดมือสามารถหั่นได้ทันที แต่ถ้าก้อนแป้งสุกมีลักษณะเหนียวติดมือต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อน ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง โดยทั่วไปนิยมนำเข้าตู้เย็นเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง การหั่นข้าวเกรียบปลาอาจทำได้ทั้งหั่นด้วยมือหรือเครื่องหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการหั่น คือ ความหนาของแผ่น ถ้าแผ่นมีความหนามากการพองตัวจะมีน้อย แต่ความหนาน้อยลงการพองตัวจะมีมาก

6. การทำให้แห้ง (drying) การกำจัดน้ำออกไปจะช่วยทำให้ข้าวเกรียบปลาเมื่อนำไปทอดมีการพองตัวดีและมีผิวเรียบการทำให้แห้งสามารถทำได้โดยการตากแดดหรือการอบที่อุณหภูมิ 45-75 องศาเซลเซียสจนกระทั่งมีความชื้นเหลือร้อยละ 6-12 ความชื้นที่เหมาะสมควรเป็นร้อยละ 8 แต่สำหรับข้าวเกรียบที่มีขายทั่วไปมีความชื้นร้อยละ 11-15

7. การทอด (frying) เป็นขั้นตอนทำให้น้ำในส่วนผสมขยายตัวอย่างกะทันหัน ทำให้โครงสร้างของข้าวเกรียบ ซึ่งเป็นแป้งขยายตัวเกิดเป็นโพรงอากาศ ลักษณะเช่นนี้ทำให้รู้สึกกรอบเมื่อเคี้ยว การทอดข้าวเกรียบเป็นการทอดแบบน้ำมันท่วมใช้อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส และการควบคุมน้ำมันมีความสำคัญมากต่อข้าวเกรียบสำเร็จรูป เพราะถ้าอุณหภูมิในการทอดต่ำเกินไปจะทำให้การพองตัวของข้าวเกรียบปลาลดลง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ผิวนอกโดยที่เนื้อข้างในอาจจะยังไม่สุกซึ่งทำให้การพองของข้าวเกรียบปลาลดลง และมีลักษณะไหม้ อัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นกับ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำมันกับอาหาร ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวและอัตราการแทรกซึมของความร้อนที่เข้าไปในชิ้นอาหาร

การทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงจะทอดอาหารได้ปริมาณมากและใช้ระยะเวลาทอดน้อยลง แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันที่ใช้เสื่อมคุณภาพเร็ว เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ มีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อยครั้งและเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนั้นน้ำมันยังสลายตัวได้เป็น อะครีลีน (acrelein) ที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดกลุ่มควันสีน้ำเงินขึ้นบริเวณเหนือผิวหน้า

น้ำมันขณะทอด และทำให้เกิดมลภาวะของอากาศได้ อุณหภูมิที่ใช้ทอดยังผันแปรตามชนิดของอาหาร ด้วย อาหารที่ต้องการให้ผิวภายนอกกรอบแบบภายในมีความชื้นสูงต้องใช้อุณหภูมิสูง ผิวนอกที่กรอบจะช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นภายในออกมา และควบคุมการถ่ายเทความร้อนเข้าไปในชิ้นอาหาร หากต้องการทอดให้อาหารแห้งทั่วทั้งชิ้นจะต้องให้อุณหภูมิต่ำลง เพื่อให้ไอน้ำภายในระเหยออกมาก่อนที่ผิวนอกจะมีลักษณะแข็งเป็นเปลือกหุ้มไว้อาหารทอดควรจะแห้งก่อนที่ผิวนอกจากเปลี่ยนสีมากเกินไปหรือมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติเกิดขึ้น โดยการทอดอาหารสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

7.1 การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย วิธีนี้นิยมใช้กับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก เช่นเบคอน ไข่ และแฮมเบอร์เกอร์ ความร้อนจะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำจากผิวของกระทะที่ร้อนไปยังน้ำน้ำมัน ความหนาของชั้นน้ำมันจะไม่สม่ำเสมอกันและผันแปรตามความไม่สม่ำเสมอของผิวนอกชิ้นอาหารนอกจากนี้ยังมีฟองของไอน้ำเกิดขึ้นขณะทอดด้วย ซึ่งจะดันผิวนอกของชิ้นอาหารที่ทอดก็จะเกิดสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอกัน

7.2 การทอดโดยใช้น้ำมันมาก การทอดอาหารโดยใช้น้ำมันมาก จะทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งการนำโดยน้ำมันและการพาเข้าไปภายในชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารทั้งชิ้นนจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน ทำให้มีสีสม่ำเสมอกัน การทอดวิธีนี้ใช้ได้กับอาหารทุกชนิด แต่ถ้าชิ้นอาหารมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอกัน จะต้องใช้น้ำมันในการทอดเพิ่มมากขึ้น

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา

คุณภาพที่สำคัญของข้าวเกรียบคือการพองตัว และความกรอบของผลิตภัณฑ์ ลักษณะต่างๆ นี้จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมและวิธีการผลิต ซึ่งความกรอบจะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพของข้าวเกรียบและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ชนิดของแป้งที่ใช้มีอิทธิพลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ สัดส่วนของ แอมิโลสและแอมิโลเพคตินในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แป้งที่มีปริมาณแอมิโลสเพคตินสูงจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัวมีลักษณะโปร่งเบา และแตกหักง่าย ส่วนแป้งที่มีปริมาณแอมิโลสสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแข็งขึ้นและมีข้อจำกัดในการพองตัว ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะพองตัวได้ดีต้องมีแอมิโลสร้อยละ 5-20 ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ความกรอบเป็นผลจากการระเหยเป็นไอของน้ำทำให้เกิดแรงดันไอขึ้นภายในเม็ดแป้งดันให้เม็ดแป้งสุกเกิดการขยายตัวในระหว่างการทอด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเกิดเป็นโพรงอากาศหรือพรุน ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเกิดความกรอบขึ้น การสูญเสียคุณภาพความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจะทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย, 2550)

คุณสมบัติของข้าวเกรียบปลา (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน-ข้าวเกรียบ, 2554)

1. คุณสมบัติของข้าวเกรียบปลา

1.1 มีปริมาณความชื้นต่ำ จึงดูดความชื้นได้รวดเร็วทำให้อาหารไม่กรอบ เหนียว

1.2 มีปริไขมันสูง เนื่องจากทอดในน้ำมัน ถึงแม้น้ำมันมีส่วนช่วยเพิ่มรสชาติในการรับประทาน แต่ก็ก่อปัญหาในด้านการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดการหืนได้ง่าย

1.3 มีความกรอบและเปราะบางแตกได้ง่าย ทำให้เสียรูป แตกหักได้ง่ายเมื่อถูกกดทับ

1.4 มีรสชาติเฉพาะ

1.5 มีกลิ่นหอมของข้าวเกรียบ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นแปลกปลอม

2. คุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบ (ข้าวเกรียบดิบ)

คุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบดิบ มีดังนี้

2.1 ลักษณะทั่วไป ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกัน อาจแตกหักได้เล็กน้อย

2.2 ความชื้น ข้าวเกรียบดิบ ต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

2.3 สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ สม่ำเสมอ

2.4 กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.5 วัตถุเจือปนอาหาร

2.5.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

2.5.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

2.6 จุลินทรีย์

2.6.1 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.6.2 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.6.3 เอชเชอริเชีย โคโล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 100 ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม

2.6.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3. คุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบ (ข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)

คุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบพร้อมบริโภค มีดังนี้

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องกรอบ มีการพองตัวดีและสม่ำเสมออาจแตกหักได้เล็กน้อย

3.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส (เฉพาะชนิดข้าวเกรียบพร้อมบริโภค) ต้องกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง

3.3 สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม

3.4 กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวเกรียบ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.5 สิ่งแปลมปลอมต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช้ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 4.0 โดยน้ำหนัก

3.7 ค่าเพอร์ออกไซด์ (เฉพาะข้าวเกรียบพร้อมบริโภค)ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

3.8 วัตถุเจือปนอาหาร

3.8.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

3.8.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.9 จุลินทรีย์

3.9.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^{6} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.2 ซาโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.9.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.5 คลอสตริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1×10^{3} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.6 เอชเชอริเชีย โคโล โดยวิธีเอ็มเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.7 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตข้าวเกรียบปลา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตข้าวเกรียบปลา ประกอบด้วยหลายปัจจัยด้วยกัน (ลักษณา ไชยมงคล และคณะ, 2545) ดังนี้

1. ปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสม ปริมาณน้ำที่เติมในส่วนผสมข้าวเกรียบจะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับการเติมลงในอาหารอื่น แต่ปริมาณน้ำเพียงเล็กน้อยที่เติมลงในส่วนผสมจะมีผลอย่างมากต่อกลิ่นรสลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ใช้มีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้ง ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเม็ดแป้งจะแตกตัวมากให้เจลที่เหนียวการพองตัวลดลง หากใช้น้ำน้อยเกินแป้งจะพองตัวน้อย ไม่เกิดเจลมากนัก ได้ก้อนแป้งที่กรอบร่วนและเมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัวเช่นกัน

2. ชนิดของแป้ง การผสมแป้งลงในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ช่วยให้ข้าวเกรียบเกิดการพองตัวและข้าวเกรียบกรอบเมื่อนำไปทอด แป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันส่งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ในด้านเนื้อสัมผัส ความหนืด การพอง และความคงตัว องค์ประกอบของแป้งที่มีผลต่อการพองของข้าวเกรียบ คือปริมาณแอมิโลสและแอมิโลสเพคติน หากมีแอมิโลเพคตินสูงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวดีมีความหนาแน่นต่ำหรือมีน้ำหนักเบา แต่ข้าวเกรียบจะเปราะง่าย ส่วนแอมิโลสจะช่วยการแตกหักของผลิตภัณฑ์ แป้งที่มีปริมาณ แอมิโลเพคติน ร้อยละ 50 หรือมากกว่า และปริมาณแอมิโลส ร้อยละ 5-20

จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ แป้งแต่ละชนิดจะมีผลต่อคุณลักษณะของแป้งสุกในด้านเนื้อสัมผัส ด้านความกรอบ ความเหนียวและการพองตัวที่แตกต่างกัน

3. อุณหภูมิ และระยะเวลาการนึ่ง ข้าวเกรียบมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ในการผลิตข้าวเกรียบเกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้ง ซึ่งจะต้องเกิดอย่างสมบูรณ์เพื่อคุณภาพของข้าวเกรียบที่ดี จากการทดลองของ เพลินใจ ดังคณะกุล (2546) พบว่า การนึ่งก้อนโดที่ผลิตมาจากแป้ง มันสำปะหลังด้วยไอน้ำเดือนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-40 นาที ก็เพียงพอสำหรับการทำให้เม็ดแป้งสุก

4. ความชื้น ความชื้นที่มีอยู่ในอาหารมีหลายมีหลายแบบ เช่น น้ำอิสระ (free water) น้ำที่เกาะกับสารอื่น (bond water) แต่สำหรับความชื้นที่อยู่ในอาหารที่ต้องการพองฟู (imbibed water) ซึ่งเป็นความชื้นที่อยู่ในวัตถุเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนคล้ายกับสภาพ hydrate แต่มีลักษณะพิเศษเมื่อได้รับพลังงาน น้ำจะกลายเป็นไอดันให้อาหารพองตัว ข้าวเกรียบที่มีน้ำมากเกินไปเมื่อนำไปทอดจะเกินรูพรุนอยู่ ให้แผ่นข้าวเกรียบมีลักษณะข้าวเกรียบขรุขระผิวไม่เรียบ ส่วนปริมาณความชื้นที่มากกว่าร้อยละ 10 หลังทอด ข้าวเกรียบจะขยายตัวต่ำ เนื้อสัมผัสน้อย ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมคือน้อยกว่าร้อยละ 10 ทำให้ผลิตภัณฑ์ขยายตัวดี กรอบ ความหนาแน่นต่ำ เนื้อสัมผัสมีรูพรุน

5. การทอด เป็นการทำให้ข้าวเกรียบพองโดยใช้น้ำมันเป็นสื่อความร้อน เมื่อแผ่นข้าวเกรียบได้รับความร้อน น้ำที่อยู่ภายในระเหยเป็นไออย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายในเนื้อข้าวเกรียบเกิดการขยายตัวเป็นโพรงหรือรูพรุน ได้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบ ความชื้นจะลดลง และข้าวเกรียบดูดซับน้ำมันที่ทอดเข้าไปแทนที่น้ำระเหยออกมา และน้ำมันจะแทรกอยู่ในช่องว่างหรือโพรงอากาศภายในข้าวเกรียบ ทำให้แผ่นข้าวเกรียบมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดวงใจ ทิระบาล และ นงนุช รักสกุลไทย (2533) ศึกษาการทำข้าวเกรียบปลานิล พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลานิล คือ 65:35 ระยะเวลาในการนึ่งที่เหมาะสม คือ 60 นาที ได้ข้าวเกรียบปลานิลที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดและสภาวะในการอบแห้งที่เหมาะสมที่สุด คือ อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 180 นาที

ลักษณา ไชยมงคล (2545) ได้ศึกษาการผลิตข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม โดยทำการศึกษาระดับที่เหมาะสมของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งแคลเซียมในการผลิตข้าวเกรียบ โดยใช้ก้างปลาผงในปริมาณร้อยละ 17.5, 20.0 และ 22.5 กุ้งฝอยผงและปลากะตักผงเสริมในระดับ ร้อยละ 15.0, 17.5 และ 20.0 โดยน้ำหนักของแป้ง พบว่า เมื่อเสริมแคลเซียมในปริมาณที่สูงขึ้นการพองตัวของข้าวเกรียบจะลดลง แต่ไม่มีผลต่อต่อความกรอบ และจากผลการคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากก้างปลาผง กุ้งฝอย และปลากระตัก ที่ระดับ 17.5 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

Nurul, H., et al. (2009) ได้ศึกษาผลกระทบของอัตราส่วนที่แตกต่างกันของปลาดอริต่อแป้งมันสำปะหลังในคุณภาพการขยายตัว การดูดซึมน้ำมัน สี และความแข็งของข้าวเกรียบปลา โดยใช้วัตถุดิบปลาดอริต่อแป้งมันสำปะหลัง 4 ระดับ 1:1, 1.5:1, 2.0:1 และ 2.5:1 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณปลาการขยายตัวของข้าวเกรียบจะลดลง การดูดซับน้ำมันเพิ่มมากขึ้น และความแข็งของข้าวเกรียบมากขึ้นด้วย อัตราส่วนประหลาดอริต่อแป้งมันสะหลังที่เหมาะสมต่อคุณภาพข้าวเรียบปลาในอัตราส่วน 1:1

นัจญ์มีย์ สะอะ และคณะ (2558) ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยมีเกณฑ์กำหนดคะแนนการยอมรับแต่ละด้านต้องไม่ต่ำกว่า 6.50 และต้องการทดแทนกากถั่วเหลืองในปริมาณมากที่สุด เมื่อนำข้าวเกรียบที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองทั้ง 5 ระดับ ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ข้าวเกรียบมีค่าความแข็งลดลง ความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a*) ลดลง และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ พบว่าสูตรที่เหมาะสม คือสูตรที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองร้อยละ 20 ซึ่งสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งมันสำปะหลัง เนื้อปลาทู กากถั่วเหลือง ไข่ไก่ น้ำตาล เกลือ และผงชูรส ร้อยละ 42.59, 34.08, 8.52, 6.47, 5.79, 2.39 และ 0.16 พบว่า มีค่า a_w เท่ากับ 0.96 และค่าความแข็งมีค่าเท่ากับ 12.22 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร และเถ้า ร้อยละ 45.70, 15.21, 14.28, 0.59 และ 2.50 ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทางด้านประสาทสัมผัส โดยมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เท่ากับ 7.47 และให้คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนความชอบเฉลี่ย ดังนี้ 7.75, 7.77, 7.59 และ 8.02 ตามลำดับ

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์ (2545) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับเนื้อปลาดุกต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ โดยใช้อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลาดุก 80:20, 70:30 และ 60:40 และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำตำลึงบดต่อน้ำที่ใช้ในการทำข้าวเกรียบ 5 ระดับ 0:80, 50:30, 60:20, 70:10 และ 80:0 และนำข้าวเกรียบทั้ง 3 ระดับ ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scales พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับเนื้อปลาดุกที่ 60:40 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 7.22, 7.05, 7.82, 7.91, 7.78 และ 7.82 ตามลำดับ โดยเมื่อปริมาณเนื้อปลาดุกเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนด้านประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณเนื้อปลาดุกที่น้อยกว่าทำให้คะแนนค่าสีลดลง ลักษณะเนื้อสัมผัสกระด้าง แข็ง ใช้เวลาในการทอดนานกว่า อัตราส่วนที่มีเนื้อปลามากกว่า พบว่าอัตราส่วน 60:40 ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด จากนั้นศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำตำลึงบดต่อน้ำ ในการทำข้าวเกรียบ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 60:20 ส่งผลทำให้ ข้าวเกรียบมีความกรอบที่ดี สีเป็นที่ดึงดูดใจของผู้ชิม มีกลิ่นหอมของตำลึง เมื่อนำข้าวเกรียบปลาดุกมาวิเคราะห์ทาง

เคมี พบว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เท่ากับ 1.52, 10.85, 4.31, และ 3.04 ตามลำดับ และค่าการพองตัว 1.48 เท่า

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

วัสดุ อุปกรณ์

1. วัตถุดิบในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

- ซูริมิปลาทรายแดง จาก บริษัท ชัยเจริญมารีน 2002 จำกัด
- เนื้อฟักทอง
- แป้งมันสำปะหลัง ตรา แมวแดง
- น้ำตาลทรายขาว ตรา ลิน
- ผงชูรส ตรา อายิโนโมะโต๊ะ
- น้ำมันปาล์ม ตรา มรกต
- เกลือ

2. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

- อุปกรณ์งานครัวได้แก่ หม้อสแตนเลส, กระทะ, ตะแกรง, มีด, เขียง, ชามผสม, ถาดเตาแก๊ส และรังถึง เป็นต้น
- เครื่องนวดผสม ตรา Spar food machinery รุ่น tc 201
- เตาอบ ตรา OFM รุ่น 1997
- Thermocouple ตรา Testo รุ่น 920

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เมล็ดงาที่ใช้วัดความพองตัว
- ชุดอุปกรณ์สำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส เช่น จาน ถาด แก้วน้ำ
- เครื่องวัดค่าสี ตรา color aqualab รุ่น s 360090

4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- โถดูดความชื้น (Desiccatort)
- เตาเผา ตรา BINDDER รุ่น 785332
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ตรา Ecocell รุ่น B031643
- ตู้อบไฟฟ้า ตรา Carbolite รุ่น S 302 RR
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา MettlerToleo รุ่น AB 204 S
- เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน ตรา BUCHI รุ่น 426
- เครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน ตรา VELP SCENTICA รุ่น SER 148

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาสูตรการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลา

ทำการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยดัดแปลงสูตรจากการลงพื้นที่สังเกตการณ์ ณ บ้านดาโต๊ะ ตำบลแหลมโพธิ์ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ซึ่งมีส่วนผสมและวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.1

ส่วนผสม

- แป้งมันสำปะหลัง	1000	กรัม
- ปลา	600	กรัม
- เกลือ	32	กรัม
- น้ำตาล	23	กรัม
- ผงชูรส	3	กรัม
- ไข่เป็ด	26	กรัม

วิธีการผลิตข้าวเกรียบปลา

ปลาทูแขก

↓

ตัดหัวควักไส้

↓

ล้างทำความสะอาด

↓

นำไปบดปลา

↓

ผสมส่วนผสมต่างๆ ด้วยเครื่องผสม

↓

ปั้นเป็นแท่งกลมยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

↓

ใส่ในหม้อต้มประมาณ 30 นาที หรือจนสุกดี

↓

ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 6-8 ชั่วโมง

↓

หั่นเป็นชิ้นบางประมาณ 3 มิลลิเมตร

↓

นำไปตากแดด 2 วัน

↓

นำไปทอดที่อุณหภูมิประมาณ 170 - 180 องศาเซลเซียส นาน 5 วินาที

↓

ข้าวเกรียบปลาทอด

ภาพที่ 3.1 วิธีการผลิตข้าวเกรียบปลา

ที่มา : (ดัดแปลงมาจากปีเสาะ สาแม, 2559)

ทดลองผลิตข้าวเกรียบด้วยซูริมิปลาทรายแดงทดแทนเนื้อปลาจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ดี เป็นที่ยอมรับ โดยพิจารณาจากคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน ตามวิธี 9-Point Hedonic Scale และกำหนดเกณฑ์ของคะแนนการยอมรับจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

2. ศึกษาการใช้เนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ

ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อฟักทองในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ 5 ระดับคือ 93:7, 89:11, 85:15, 81:19 และ 77:23 โดยน้ำหนัก ทำการผลิตข้าวเกรียบตามกระบวนการผลิตที่ได้จากข้อ 1 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสี โดยเครื่อง Color aqualab รุ่น s 360090
- เนื้อสัมผัส (TPA : Texture profile analysis)
- อัตราการพองตัว: โดยใช้วิธีของ ขวัญจิตต์ อนุกูลวัฒนา (2557) ดังนี้

สูตรคำนวณ : อัตราส่วนการพองตัว = $\frac{\text{ปริมาตรของข้าวเกรียบหลังทอด}}{\text{ปริมาตรของข้าวเกรียบก่อนทอด}}$

2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น วิธี A.O.A.C (2012)
- การดูดซึมไขมัน วิธี A.O.A.C (2012)

2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิม ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9–Point Hedonic Scale กับใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน

วางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) สำหรับการทดสอบทางกายภาพและเคมี และวางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อก (RCBD) สำหรับการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ตามแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดสอบแบบ (duncan's multiple range test, DMRT)

3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

นำข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

- ปริมาณความชื้น วิธี A.O.A.C (2012)
- ปริมาณโปรตีน วิธี A.O.A.C (2012)
- ปริมาณไขมัน วิธี A.O.A.C (2012)
- ปริมาณเถ้า วิธี A.O.A.C (2012)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต วิธี A.O.A.C (2012)

4. ศึกษาการยอมรับข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

นำข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองสูตรที่ได้คะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 2 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทำการยอมรับในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 5-Point Hedonic Scale กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากซูริมิเสริมฟักทอง วิเคราะห์ข้อมูลร้อยละของคะแนนประเมินของผู้บริโภค

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสูตรการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิปลาทรายแดง

ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิโดยดัดแปลงสูตร และวิธีการผลิตจากการลงพื้นที่สังเกตการณ์ ณ. บ้าน ดาโต๊ะ ตำบลแหลมโพธิ์ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ทำการทดลองผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ดีเป็นที่ยอมรับ ซึ่งพิจารณาการยอมรับของผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน ด้วยการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม โดยวิธี 9-Point-Hedonic Scale พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิที่มีลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมินมากกว่าร้อยละ 80 มีส่วนผสมและวิธีการผลิตดัง ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนผสมในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ

ส่วนผสม	น้ำหนัก (ร้อยละ)
ซูริมิ	58
แป้งมันสำปะหลัง	38
เกลือ	2
น้ำตาล	1.5
ผงชูรส	0.5

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมส่วนผสมหลัก ได้แก่ ซูริมิ แป้งมันสำปะหลังและส่วนผสมต่างๆ

2. ผสมซูริมิและเกลือให้เข้ากันด้วยเครื่องนวดผสมนานประมาณ 4-5 นาที

3. เติมส่วนผสมอื่น ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และ ผงชูรส แล้วนวดให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นานประมาณ 10 นาที

4. ชั่งน้ำหนักส่วนผสมที่ได้จากข้อ 3 เป็นก้อนๆ ละ 200 กรัม

5. คลึงก้อนแป้งเป็นแท่งกลมยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร

6. นำไปนึ่งที่อุณหภูมิในน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาประมาณ 45 นาที หรือจนสุก

7. นำก้อนข้าวเกรียบขึ้น จากนั้นวางให้วางให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน

8. นำก้อนข้าวเกรียบที่ผ่านการแช่เย็นมาหั่นเป็นแผ่น ความหนาของแผ่นข้าวเกรียบประมาณ 3 มิลลิเมตร

9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

10. นำข้าวเกรียบดิบมาทอดในน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 170-180 องศาเซลเซียส นาน 5 วินาที

ภาพที่ 4.1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิที่ผลิตได้จากกระบวนการข้างต้น มีคุณลักษณะ แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณลักษณะของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ

คุณลักษณะ	ลักษณปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
ก่อนทอด	เป็นแผ่นบาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร มีผิวเรียบเนียน	แผ่นข้าวเกรียบมีสีขาวขุ่น	มีกลิ่นคาวจากซูริมิเล็กน้อย	-	แผ่นข้าวเกรียบแข็ง สามารถหักออกจากกันได้
หลังทอด	มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 เซนติเมตร ผิวของข้าวเกรียบมีลักษณะรูพรุนทั่วทั้งแผ่น	แผ่นข้าวเกรียบมีสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของเนื้อปลา และไม่มีกลิ่นหืน	มีรสชาติ เค็ม หวาน กลมกล่อม	แผ่นข้าวเกรียบกรอบร่วนทั่วทั้งแผ่น

ภาพที่ 4.2 ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ ก่อน – หลังทอด

คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะของข้าวเกรียบซูริมิจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ความชอบรวม เท่ากับร้อยละ 93.33 รองลงมา คือ คะแนนด้านความกรอบ เท่ากับ ร้อยละ 91.77 ด้านรสชาติ เท่ากับร้อยละ 90.33 ด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับร้อยละ 89.55 ด้านสี เท่ากับร้อยละ 85.11 และคะแนนด้านกลิ่นเท่ากับร้อยละ 83.66 (ตาราง ที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ (วิธี 9-Point-Hedonic Scale)

ผู้ทดสอบ	**ลักษณะ**					**ความชอบ**
	ปรากฏ	**สี**	**กลิ่น**	**รส**	**กรอบ**	**รวม**
1	8	8	8	8	8	9
2	9	8	7	8	8	8
3	7	8	8	9	9	9
4	7	8	8	8	8	8
5	8	8	7	8	8	9
6	9	8	8	9	9	9
7	8	8	8	9	8	9
8	8	8	8	8	9	8
9	8	7	6	6	8	7
10	8	7	7	8	8	8
11	9	8	8	8	8	8
12	8	8	8	9	9	9
13	7	8	8	8	8	8
14	9	6	7	8	8	9
15	8	7	7	8	8	8
ผลรวม	121	115	113	122	124	126
ค่าเฉลี่ย	8.06	7.66	7.53	8.13	8.26	8.40
ร้อยละ	**89.55**	**85.11**	**83.66**	**90.33**	**91.77**	**93.33**

2. ผลการศึกษาการใช้เนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิ

ผลการศึกษาอัตราการนำเนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง 5 ระดับ คือ 93:7, 89:11, 85:15, 81:19 และ 77:23 โดยผลิตตามวิธีที่ได้จากข้อ 1 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาตรวจสอบคุณภาพ ปรากฏผลตามลำดับดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

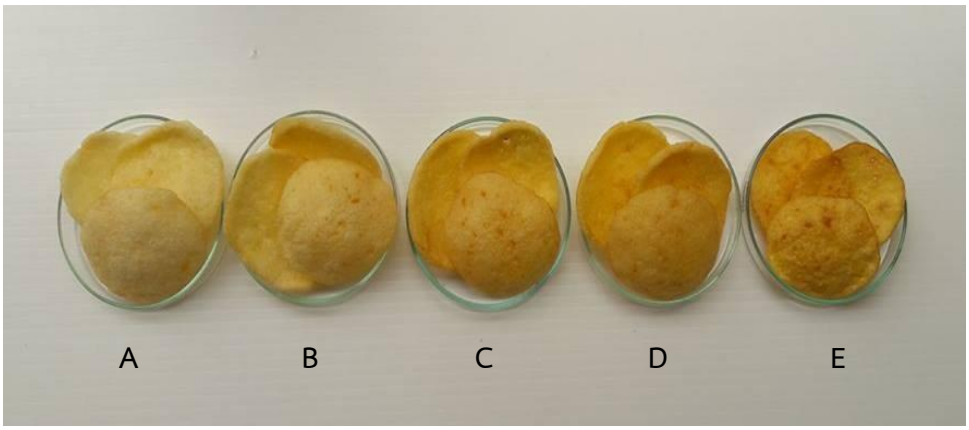
- ค่าสี

ผลการตรวจสอบคุณภาพ โดยการวัด ค่าสี L*, a* และ b* ของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่ผลิตโดยการทดแทนเนื้อฟักทองในส่วนผสมที่เป็นแป้งมันสำปะหลัง 5 ระดับ คือ 93:7 89:11 85:15 81:19 และ 77:23 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 เมื่อมีการเติมเนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง เนื่องจากเนื้อ ซูริมิมีค่าความสว่างมากกว่าเนื้อฟักทอง เมื่อเติมเนื้อฟักทองปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ข้าวเกรียบมีสี เข้มขึ้น ในขณะที่เมื่อเติมเนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ค่า a* เพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อฟักทองเมื่อโดนความร้อนจากการทอดข้าวเกรียบที่อุณหภูมิ 170-180 องศาเซลเซียส ทำให้เนื้อฟักทองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์โดยมีความร้อนช่วยเร่งปฏิกิริยา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2556) จึงทำให้ข้าวเกรียบที่มีลักษณะเป็นสีแดงอมน้ำตาลเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง พบว่า เมื่อเติมเนื้อฟักทองทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ค่า b* เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อฟักทองมีสีเหลืองจากสารแคโรทีนอยด์ตามธรรมชาติ ดังนั้น การเติมเนื้อฟักทองในปริมาณมากขึ้นจึงส่งผลทำให้ได้ข้าวเกรียบมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.3) สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยภรณ์ สุริยะ และคณะ (2554) ซึ่งทำการศึกษาการใช้ถั่วแปจ่อทดแทนแป้งมันสำปะหลังในข้าวเกรียบ พบว่า เมื่อใช้ถั่วแปจ่อทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น ทำให้ค่า L* ลดลงหรือสีคล้ำลง และค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น เนื่องจากถั่วแปจ่อมีสีเหลืองอ่อนในขณะที่แป้งมันสำปะหลังมีสีขาว อีกทั้งถั่วแปจ่อยังมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง เมื่อนำข้าวเกรียบมาทอดที่ความร้อนสูง โปรตีนเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล จึงทำให้ข้าวเกรียบที่เติมถั่วแปจ่อมีสีคล้ำกว่าข้าวเกรียบที่ไม่เติมถั่วแปจ่อ

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดค่าสี L* a* b* ของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

แป้งมันสำปะหลัง: ฟักทอง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
93:7	59.35 ^{c} ±0.36	2.16 ^{d} ±0.65	19.58 ^{c} ±0.14
89:11	58.14 ^{b} ±0.34	2.69 ^{d} ±0.50	21.03 ^{b} ±0.47
85:15	55.92 ^{b} ±1.65	4.88 ^{c} ±0.75	21.03 ^{b} ±0.46
81:19	54.72 ^{a} ±0.78	6.50 ^{b} ±0.22	21.22 ^{b} ±0.60
77:23	51.52 ^{a} ±0.73	8.98 ^{a} ±0.52	22.68 ^{a} ±0.82

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 4.3 ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

A หมายถึง อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : เนื้อฟักทอง เท่ากับ 93 : 7

B หมายถึง อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : เนื้อฟักทอง เท่ากับ 89 : 11

C หมายถึง อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : เนื้อฟักทอง เท่ากับ 85 : 15

D หมายถึง อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : เนื้อฟักทอง เท่ากับ 81 : 19

E หมายถึง อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : เนื้อฟักทอง เท่ากับ 77 : 23

- ค่าเนื้อสัมผัส

ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง พบว่า ข้าวเกรียบที่ผลิตโดยการทดแทนเนื้อฟักทองในส่วนผสมที่เป็นแป้งมันสำปะหลัง 5 ระดับ คือ 93:7 89:11 85:15 81:19 และ 77:23 มีค่า hardness และ crispness แตกต่างอย่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 โดยอัตราส่วนที่ทดแทนเนื้อฟักทองในส่วนผสมที่เป็นแป้งมันสำปะหลัง เท่ากับ 93:7 มีค่า hardness สูงสุด ในขณะที่อัตราส่วนเท่ากับ 89:11 มีค่า crispness สูงสุด เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบเป็นผลจากการขยายตัวของโครงสร้างแผ่นข้าวเกรียบ การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบในปริมาณสูงกว่าส่งผลให้มีปริมาณแอมิโลสสูง และทำให้แผ่นข้าวเกรียบที่มีโครงสร้างแข็ง (จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย, 2550) อนึ่งคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคคือความกรอบแข็ง ซึ่งต้องมีทั้งความแข็ง และความกรอบที่พอเหมาะจึงจะทำให้ผู้บริโภคยอมรับ

ตารางที่ 4.5 ค่าเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

แป้งมันสำปะหลัง : ฟักทอง	Hardness (g)	Crispness
93:7	$1,232.87^{a} \pm 112.83$	$14.13^{b} \pm 4.07$
89:11	$1,048.20^{b} \pm 120.14$	$22.33^{a} \pm 4.69$
85:15	$796.89^{d} \pm 161.33$	$14.40^{b} \pm 3.11$
81:19	$932.92^{c} \pm 181.92$	$12.13^{b} \pm 2.29$
77:23	$916.21^{c} \pm 149.08$	$7.00^{c} \pm 2.00$

- ค่าการพองตัว

ผลการตรวจสอบค่าการพองตัวของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่อัตราการทดแทนเนื้อฟักทองด้วยแป้งมันสำปะหลัง 5 ระดับ คือ 93:7 89:11 85:15 81:19 และ 76:24 พบว่าค่าการพองตัวมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณการพองตัวมีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมเนื้อฟักทองในปริมาณเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.6) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อฟักทองมีปริมาณความชื้นสูง เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ส่งผลต่อการดูดน้ำของเม็ดสตาร์ชและการเกิดเจลของแป้งในข้าวเกรียบทำให้มีลักษณะปรากฏไม่ดี เมื่อนำไปทอดทำให้ข้าวเกรียบเกิดการพองตัวและการขยายตัวลดลง (สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยภรณ์ สุริยะ และคณะ (2554) พบว่าการใช้ถั่วแปจ่อทดแทนแป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ 0-80) เพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่าพองตัวลดลง เนื่องจากถั่วแปจ่อมีองค์ประกอบของโปรตีน โดยโปรตีนจะขัดขวางการดูดน้ำของเม็ดสตาร์ช (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2550) ส่งผลให้ข้าวเกรียบ เมื่อนำไปทอดมีลักษณะการพองตัวไม่ดี (ปิยภรณ์ สุริยะ และคณะ 2554)

ตารางที่ 4.6 ค่าการพองตัวของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

แป้งมันสำปะหลัง : ฟักทอง	การพองตัว (เท่า)
93:7	9.27 ± 0.41^{a}
89:11	7.55 ± 0.50^{b}
85:15	7.30 ± 0.53^{b}
81:19	5.17 ± 0.53^{c}
77:23	3.31 ± 0.38^{d}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์การดูดซึมไขมันของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่ทดแทนเนื้อฟักทองในส่วนของแป้งมันสำปะหลัง 5 ระดับ คือ 93:7 89:11 85:15 81:19 และ 76:24 พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มเนื้อฟักทองมากขึ้นทำให้อัตราการดูดซึมไขมันลงลด (ตารางที่ 4.7) ทั้งนี้การดูดซึมไขมันของข้าวเกรียบเกิดจากการที่ไขมันเข้าไปแทนที่ความชื้นที่ถูกกำจัดออกจากผลิตภัณฑ์ จากการให้ความร้อนสูงในขณะทอดทำให้ไขมันเข้าไปแทนที่ความชื้นอย่างรวดเร็ว (สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์, 2547) ทำให้เกิดการพองตัว ดังนั้นเมื่อข้าวเกรียบมีการพองตัวสูง จึงทำให้มีปริมาณการดูดซึมไขมันสูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัจญ์มีย์ สะอะ และคณะ (2558) ที่ได้ศึกษาการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในการผลิตข้าวเกรียบปลาเสริมกากถั่วเหลืองปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 พบว่าเมื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณไขมันลดลงตามปริมาณการทดแทนด้วยกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์การดูดซึมไขมันของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

แป้งมันสำปะหลัง:เนื้อฟักทอง	การดูดซึมไขมัน (ร้อยละ)
93:7	$38.61^{a}\pm0.072$
89:11	$37.33^{b}\pm0.004$
85:15	$35.34^{c}\pm0.013$
81:19	$35.18^{d}\pm0.003$
77:23	$34.44^{e}\pm0.007$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน ด้วยวิธี 9-Point-Hedonic Scale พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

แป้ง: ฟักทอง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
93:7	7.06^{ab} ±0.96	6.66^{b} ±1.17	7.00^{ab} ±1.00	6.93^{bc} ±0.79	7.20^{ab} ±1.20	7.00^{b} ±1.30
89:11	7.13^{ab} ±0.83	6.73^{b} ±0.96	7.26^{ab} ±1.03	7.20^{b} ±0.94	7.33^{ab} ±1.23	7.46^{ab} ±1.06
85:15	7.40^{a} ±1.24	7.46^{a} ±0.99	7.53^{a} ±0.63	7.73^{a} ±0.88	7.60^{a} ±0.63	8.33^{a} ±0.81
81:19	6.60^{bc} ±0.82	6.20^{bc} ±0.67	6.66^{b} ±0.97	7.26^{ab} ±0.88	7.26^{ab} ±0.96	6.66^{b} ±1.04
77:23	5.93^{c} ±0.59	5.66^{c} ±0.61	6.53^{b} ±0.99	6.26^{c} ±1.09	6.66^{b} ±0.97	5.60^{c} ±1.24

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง พบว่าข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองที่ใช้อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อฟักทอง เท่ากับ 85:15 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม สูงสุดเท่ากับ 7.40, 7.46, 7.53, 7.73, 7.60 และ 8.33 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากอัตราส่วนดังกล่าว ทำให้ได้ข้าวเกรียบมีลักษณะปรากฏที่ดี เมื่อนำมาทอดแล้วจะมีลักษณะการพองตัวดี มีรูพรุนสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ไม่แข็งกระด้าง มีสีเหลืองนวลของฟักทอง มีกลิ่นของฟักทองค่อนข้างชัด และมีความกรอบพอดี และการที่ใส่เนื้อฟักทองในปริมาณมากเกินไปจะขัดขวางการพองตัวของข้าวเกรียบ เนื่องจากเนื้อฟักทองมีปริมาณความชื้นสูง จึงต้องเติมเนื้อฟักทองในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากนี้การเติมเนื้อฟักทองในปริมาณสูงทำให้เมื่อนำไปทอดเกิดการไหม้ของแผ่นข้าวเกรียบได้เร็ว จากปริมาณน้ำตาลในเนื้อฟักทอง นอกจากนี้เมื่อนำข้าวเกรียบไปทอดทำให้เกิดปฏิกิริยา browning reaction ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์โดยมีความร้อนช่วยเร่งปฏิกิริยา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2556) จึงส่งผลทำให้คะแนนด้านสีลดลง และทำให้มีกลิ่นไหม้กลบกลิ่นหอมของข้าวเกรียบ รวมทั้งส่งผลต่อรสชาติ และความกรอบของข้าวเกรียบที่เปลี่ยนไปจากเดิม

3. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

นำข้าวเกรียบที่ได้คะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดจากข้อที่ 2 คือ ข้าวเกรียบที่เติมเนื้อฟักทองต่อแป้งมันสำปะหลัง เท่ากับ 85:15 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 2.00, 11.82, 35.34, 3.00 และ 47.84 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	**ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง**	**หัวข้าวเกรียบ***	**ข้าวเกรียบปลากระตัก****
ความชื้น	2.00	17.42	1.70
โปรตีน	11.82	17.09	8.90
ไขมัน	35.34	8.91	40.6
เถ้า	3.00	4.42	4.00
คาร์โบไฮเดรต	47.84	52.16	44.00

ที่มา : * (จริยา สุขจันทรา, 2559)

** (ลักษณา ไชยมงคล, 2545, หน้า 23)

จากตารางที่ 4.9 ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองมีความชื้นร้อยละ 2.00 ใกล้เคียงกับข้าวเกรียบปลากระตัก ซึ่งมีความชื้น ร้อยละ 1.7 แต่มีค่าน้อยกว่าหัวข้าวเกรียบ ซึ่งมีความชื้นสูงกว่า เนื่องจากหัวข้าวเกรียบเป็นที่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการอบแห้ง จึงทำให้มีความชื้นสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไปเทียบกับความชื้นในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งกำหนดให้ข้าวเกรียบพร้อมรับประทานต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 4.00 พบว่า ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว ปริมาณโปรตีนในข้าวเกรียบปลาทั้ง 3 ชนิด มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลจากปริมาณเนื้อปลาที่ใช้เป็นส่วนผสม ปริมาณไขมันในข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองมีค่าใกล้เคียงกับข้าวเกรียบปลากระตัก แต่มีค่าสูงกว่าหัวข้าวเกรียบ เนื่องจากข้าวหัวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทำแห้งก่อนทอด เมื่อนำไปทอดมีการพองตัวน้อย จึงทำให้มีการอมน้ำมันน้อยกว่าส่วนปริมาณเถ้า พบว่า มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับหัวข้าวเกรียบและข้าวเกรียบปลาปลากระตัก ทั้งนี้เนื่องข้าวเกรียบทั้งสองชนิดใช้ปลาทั้งตัว ซึ่งมีส่วนของกระดูกปลาเป็นส่วนผสมในการผลิตจึงส่งผลให้มีค่าเถ้าสูงกว่าข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

4. ผลศึกษาการยอมรับข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทองของผู้บริโภค

4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง โดยทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิงร้อยละ 71 และเพศชาย ร้อยละ 29 อายุระหว่าง 21-30 ปี มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 44.5 ประกอบอาชีพนักเรียน/นักศึกษามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 48 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในช่วง ปริญญาตรี มากที่สุดเท่ากับร้อยละ 33.5 ส่วนใหญ่รายได้ต่ำกว่า 3,000 บาท เท่ากับร้อยละ 30 และมีภูมิลำเนาในจังหวัดยะลา มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 77.5 แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ
เพศ		
- ชาย	58	29.0
- หญิง	142	71.0
อายุ		
- ต่ำกว่า 21 ปี	32	16.0
- 21-30 ปี	89	44.5
- 31-40 ปี	40	20.0
- 41-50 ปี	25	12.5
- 51-60 ปี	10	5.0
- 60 ปีขึ้นไป	4	2.0
อาชีพ		
- นักเรียน/นักศึกษา	73	36.5
- พนักงานราชการ/พนักงานบริษัท	33	16.5
- ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	18	9.0
- ลูกจ้าง	46	23.0
- เกษตรกร	25	12.5
- อื่นๆ เช่น แม่บ้าน, อสม, ธุรกิจส่วนตัว	5	2.5
ระดับการศึกษา		
- ประถมศึกษา	23	11.5
- มัธยมศึกษา/เทียบเท่า	58	29.0
- อนุปริญญา/ปวส.	35	17.5
- ปริญญาตรี	67	33.5

	- สูงกว่าปริญญาตรี	17	8.5

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง (ต่อ)

	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน	- น้อยกว่า 3,000 บาท	60	30.0
	- 3,001-8,000 บาท	55	27.5
	- 8,001-1,3000 บาท	34	17.0
	- 13,001-18,000 บาท	11	5.5
	- 180,001-23,000 บาท	13	6.5
	- มากกว่า 23,000 บาท	27	13.5
ภูมิลำเนา			
	- ปัตตานี	26	13.0
	- ยะลา	155	77.5
	- นราธิวาส	6	3.0
	- สงขลา	6	3.0
	- อื่นๆ ได้แก่ นครศรีธรรมราช พัทลุง	7	3.5

4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคข้าวเกรียบปลาของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 คน (ตารางที่ 4.11) พบว่าส่วนใหญ่รู้จักผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา โดยมีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาน้อยกว่า 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 47.5 รูปแบบการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ผู้บริโภคนิยม คือ การซื้อแบบทอดพร้อมรับประทาน มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 48.5 และเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาดิบมาทอดเอง เท่ากับร้อยละ 37 สถานที่ที่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลามากที่สุดคือ ตลาดสด เท่ากับร้อยละ 45.5 โดยเหตุผลสำคัญในการซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาคือ รสชาติอร่อย มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 47.5 คุณลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อการรับประทานข้าวเกรียบปลาคือ รสชาติ มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 47.5 รองลงมา หาซื้อได้ง่าย เท่ากับร้อยละ 32 และคุณลักษณะของข้าวเกรียบที่ส่งผลต่อการรับประทานมากที่สุด คือ รสชาติ เท่ากับร้อยละ 69 รองลงมา คือ ความกรอบของข้าวเกรียบ เท่ากับร้อยละ 22.5 และผู้บริโภคส่วนใหญ่ระบุว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หากมี

จำหน่ายในท้องตลาด มากถึงร้อยละ 78 ดังนั้นหากมีผลิตข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง จึงมีความเป็นไปได้ทางการตลาดสูง

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์

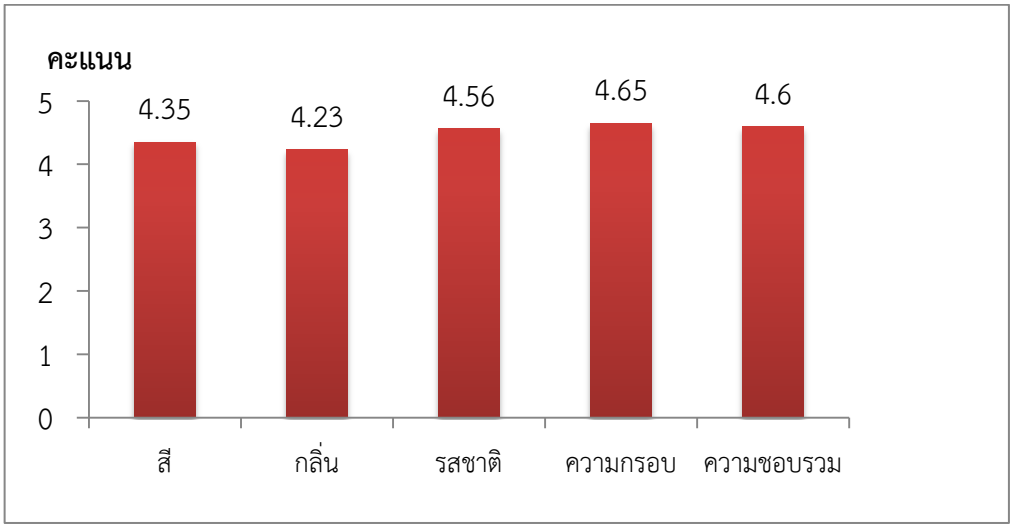
ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค	จำนวน (N)	ร้อยละ
การเคยรับประทานข้าวเกรียบปลา		
- เคย	197	98.5
- ไม่เคย	3	1.5
ความถี่ในการรับประทานข้าวเกรียบปลาต่อสัปดาห์		
- น้อยกว่า 2 ครั้ง	95	47.5
- 2-4 ครั้ง	77	38.5
- 5-6 ครั้ง	11	5.5
- มากกว่า 6 ครั้ง	17	8.5
รูปแบบการซื้อข้าวเกรียบปลา		
- ซื้อแบบดิบนำมาทอดเอง	74	37.0
- ซื้อแบบทอดพร้อมรับประทาน	97	48.5
- ซื่อแบบปรุงรสพร้อมรับประทาน	26	13.0
- อื่นๆ	3	1.5
สถานที่ในการซื้อข้าวเกรียบปลา		
- ตลาดสด	91	45.5
- สถานศึกษา	7	3.5
- ร้านอาหาร	40	20.0
- แผงลอย	23	11.5
- ร้านจำหน่ายของฝาก	39	19.5
เหตุผลสำคัญในการซื้อข้าวเกรียบปลา		
- มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	19	9.5
- หาซื้อได้ง่าย	64	32.0
- ราคาถูก	22	11.0
- รสชาติอร่อย	95	47.5

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค	จำนวน (N)	ร้อยละ
คุณลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อท่านสำหรับการรับประทานข้าวเกรียบปลา		
- รสชาติ	138	69.0
- กลิ่น	12	6.0
- สี	2	1.0
- ความกรอบ	45	22.5
- ลักษณะปรากฏ	3	1.5
หากมีการจำหน่ายข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง		
- ซื้อ	156	78.0
- ไม่แน่ใจ	39	19.5
- ไม่ซื้อ	-	-
- อื่นๆ	5	2.5

4.3 ข้อมูลความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง จำนวน 200 คน โดยใช้วิธี 5-point Hedonic scale (กำหนดให้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก 2 หมายถึง ไม่ชอบ 3 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 หมายถึง ชอบ และ 5 หมายถึง ชอบมาก) พบว่า ผู้บริโภคมีคะแนนการยอมรับเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ความชอบรวมเฉลี่ย 4.60 คะแนน ด้านสีเฉลี่ย 4.35 คะแนน ด้านกลิ่นเฉลี่ย 4.23 คะแนน ด้านรสชาติเฉลี่ย 4.56 คะแนน และด้านความกรอบเฉลี่ย 4.65 คะแนน แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.4 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากซูริมิเสริมฟักทอง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรลดการอมน้ำมันของข้าวเกรียบ
2. ผลิตภัณฑ์ควรกรอบได้มากกว่านี้
3. ควรเพิ่มความเข้มข้นของรสชาติ

เอกสารอ้างอิง

จริยา สุขจันทรา. (2559). **การพัฒนาท้องถิ่นจากแป้งสาคู:หัวข้าวเกรียบแซ่แข็ง.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 21 (2), 17-30.

จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย. (2550). **ผลของคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งผสม (แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู)ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชารีณี กีรติโชติ. (2540). **การผลิตข้าวเกรียบปลาจากปลามูลค่าต่ำ**. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย. (2533). ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของข้าเกรียบปลา. **วารสารอาหาร, 20** (1), 11-17.

ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. (2546). **พืชผักผลไม้ไทยมีคุณค่าเป็นทั้งอาหารและยาตอน"ฟักทอง".** [On-line]. Available:http://www.natres.psu.ac.th/radio/radio article. [2559, ตุลาคม 30]

ธงชัย สุวรรณสิชณน์ (2545). **งานวิจัยเรื่องการวัดค่าผลิตภัณฑ์อาหารโดยวิธีทางตรงในเทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธัชวุฒิ ขลุ่ยศรีตะกูล ไพศาล พูลทองดีวัฒนา และอำนาจ จูสิน. (2549). **งานวิจัยเรื่องปัจจัยที่เหมาะสมต่อคุณภาพของซูริมิจากปลานิล.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

นัจญ์มีย์ สะอะ รอมลี เจะดอเลาะ และอัชมาน อาแด. (2558). การผลิตและสมบัติของข้าวเกรียบปลาเสริมกากถั่วเหลือง. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต, 3** (3), 351-359.

ปิยภรณ์ สุริยะ ณิชมน ธรรมรักษ์ สุปราณ์ แก้วเทียน ริมฤทัย โภคารัตน์ และกาผกา อรรคนิตย์. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบถั่วแปจ่อ. *ใน***การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 2 วันที่ 1-2 กันยายน พ.ศ. 2554** (หน้า 276-283). เชียงใหม่: สถาบันการบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2556). **Maillard reaction.** [On-line]. Available: http://WWW.foodnetworksolution.com/wiki/word/0397/maillard-reactionปฏิกิริยาเมลลาร์ด. [2559, ตุลาคม 21]

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชุน. (2554). **ข้าวเกรียบ (มผช.107/2554)**. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม. [On-line]. Available:http://WWW.srayaiomwittaya.ac.th/nectec/siamculture. [2559, ตุลาคม 21]

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2554). **ข้าวเกรียบ (มอก. 701-2530).** กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม. [On-line]. Available: http://WWW.libauto.tsu.ac.th/ULIB/dublin.php. [2559, ตุลาคม 21]

ลักษณา ไชยมงคล. (2545). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม.** ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

วัฒนเชษน์ สกุลโรจน์ และสมนึก สิกรัตน์. (2540). **ผลของการอบแห้งต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของข้าวเกรียบกุ้ง.** โครงงานนักศึกษา. สงขลา: คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. (2547). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา**. พิษณุโลก: สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

สลักจิต สืบพงษ์ศิริ และศิวาพร ศิวเชช. (2536). ข้าวเกรียบข้าวฟ่าง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 26** (4-6), 80-87.

อุมาพร สุนุรัตน์. (2540). **งานวิจัยเรื่องข้าวเกรียบใบหม่อนและข้าวเกรียบกากสับปะรด**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรนุช สีหามาลา. (2548). **การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). **งานวิจัยเรื่องข้าว.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Nurul, H., Boni, I. &Noryati, I., (2009). The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. **International Food Research Journal, 16,** (2)159-165.