



รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้ : ห้วข้าวเกรียบ

(ปาลอ-กรือโป๊ะ)

The Development of Local Food in Southern Border
Province : Palaw Keropok

โดย

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ

ภารดี พละไชย

ภายใต้แผนงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้สู่ธุรกิจแฟรนไชส์:

ห้วข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ)

ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้ : ห้วข้าวเกรียบ

(ปาลอ-กรือโป๊ะ)

The Development of Local Food in Southern Border
Province : Palaw Keropok

โดย

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ

ภารดี พละไชย

ภายใต้แผนงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้สู่ธุรกิจแฟรนไชส์:

ห้วข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ)

ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้ : หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือเป๊ะ)

ผู้วิจัย นางวิภาดา มุนินทร์พมาศ

นางสาวภาวดี พลไชย

ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหัวข้าวเกรียบ ได้แก่ ปริมาณปลา (ร้อยละ 57 60 63 และ 66) และชนิดของแป้งที่ใช้ผลิต (แป้งมันสำปะหลัง และ แป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู) พบว่า เนื้อปลาร้อยละ 63 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบจากผู้บริโภคสูงสุด ($P < 0.05$) ส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังทำให้ได้รับคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมประกอบด้วย ปลาทุบแฉก, แป้งมันสำปะหลัง, เกลือป่น, ผงชูรส และน้ำตาลร้อยละ 63 30.5 1.8 0.9 และ 3.8 ของ น้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ การสำรวจการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 46.2 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 ± 0.89 การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสชาติใหม่ ๆ ด้วยกิจกรรม สันทนาการจากผู้บริโภคและผู้นำหัวข้าวเกรียบจำนวน 30 คน พบว่า รสชาติของหัวข้าวเกรียบที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด คือ รสกระเทียมพริกไทยดำ รสพริกหวาน และรสสาหร่าย ตามลำดับ จึงได้พัฒนารสชาติของหัวข้าวเกรียบด้วยการเติมพืชสมุนไพรดังกล่าวแทนที่เนื้อปลาในสูตร หัวข้าวเกรียบพื้นฐาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายโดยศึกษาปริมาณสาหร่ายที่ร้อยละ 4 6 8 10 และ 12 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ส่วนผสมของสาหร่ายร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 45.2 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 ± 0.81 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย คือมีค่าแรงเหวี่ยงเท่ากับ 3,216.66 กรัม ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยร้อยละ 32.30 15.98 8.48 2.57 และ 0.14 ตามลำดับ และ ปริมาณแคลเซียม 670.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำโดยศึกษาปริมาณของกระเทียม พริกไทยดำ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 3 5 7 9 และ 11 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า หัวข้าวเกรียบ

ที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำปริมาณร้อยละ 5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด การสำรวจการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 48.6 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมากที่สุด และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 ± 1.04 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ คือมีค่าแรงเคี้ยวเท่ากับ 3,059.31 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยร้อยละ 32.28 15.67 7.95 3.07 และ 0.23 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียม 580.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานโดยศึกษาปริมาณพริกหวานที่ร้อยละ 4 6 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า พริกหวานปริมาณร้อยละ 6 ทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีคะแนนความชอบสูงสุด การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 55 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ± 0.88 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน คือมีค่าแรงเคี้ยวเท่ากับ 4,182.90 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยร้อยละ 33.02 15.11 6.31 4.26 และ 0.22 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียม 1,729.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการพัฒนาแป้งหัวข้าวเกรียบ พบว่า ระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม (1 3 และ 5 วัน) ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ อย่างไรก็ตามพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 5 วันก่อนนำมาผลิตแป้งหัวข้าวเกรียบมีแนวโน้มทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติดีที่สุด โดยแป้งหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานประกอบด้วยพริกชี้ฟ้าแดงดอง พริกชี้หนูแดงดอง กระเทียมดอง น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู น้ำสะอาด และเกลือ ร้อยละ 9.90 2.45 9.26 35.72 9.26 31.79 และ 1.58 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ การศึกษาปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ 0.01 0.03 0.05 0.06 0.07 และ 0.08) ในแป้ง พบว่า การเติมปริมาณร้อยละ 0.06 ทำให้ง่ายหัวข้าวเกรียบมีความเหนียวใกล้เคียงแป้งไก่ทางการค้ามากที่สุด การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 43 ให้การยอมรับแป้งหัวข้าวเกรียบในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.76 ± 0.91

คำสำคัญ

หัวข้าวเกรียบ กระเทียม พริกไทยดำ สาหร่าย พริกหวาน แป้งหัวข้าวเกรียบ

Abstract

The development of Palaw Keropok formula using different fish contents (57, 60, 63 and 66%) and flour types (tapioca and the mixture of tapioca and sago) was studied. The result disclosed that 63% of fish obtained the highest acceptance scale. Palaw Keropok with tapioca flour resulted in higher acceptance scale compared to that of mixture of sago and tapioca flour. The most acceptable formula Palaw Keropok composed of the 63% round scad fish, 30.5% tapioca, 1.8% salt, 0.9% monosodium glutamate and 3.87% sugar. To select herb plants in order to develop new flavor Palaw Keropok product, focus group using 30 consumers was conducted. The results indicated that three most Palaw Keropok flavors were the mixture of black pepper and garlic, banana pepper and seaweed respectively. To develop a seaweed flavored Palaw Keropok, the seaweed (4, 6, 8, 10 and 12%) was replaced to fish in the formulation. It was found that Palaw Keropok with 10% seaweed had highest acceptance scale. The result from consumer test revealed that 45.2% of consumers rated “Like very much” with average score of 8.18 ± 0.81 . The shear force of the product with seaweed consisted of 32.30% moisture, 15.98% protein, 4.48% fat, 2.57% ash, 0.14% fiber, and 670.0 milligrams/kilograms calcium.

The development of the black pepper and garlic flavored Palaw Keropok products by adding the mixture of black pepper and garlic (1:4) (3, 5, 7, 9 and 11%) in the formulation was conducted. Addition 5% of black pepper and garlic mixture the highest acceptance score of overall. Consumer test results showed that 48.6% of consumers rated the product with score of like very much with average score of 8.20 ± 1.04 . The shear force of the black pepper and garlic mixture flavored Palaw Keropok products were 3,059.31 grams. The product contained 32.28% moisture, 15.67% protein, 7.95% fat, 3.07% ash, 0.23% fiber, and the 580.0 milligrams/kilograms calcium. To develop bell pepper flavored Palaw Keropok products with varies amost (4, 6, 8, and 10% of) was replaced fish in the formulation. It was found that Palaw Keropok with 6% bell pepper obtained the highest acceptance in overall score. The result from consumer test displayed 55% of consumers rated the product at level of “like very much” with average score of 7.91 ± 0.88 . The shear force of the bell pepper flavored Palaw Keropok products were 4,182.90 grams. The product contained 33.02% moisture, 15.11% protein, 6.31% fat, 4.26% ash, 0.22% fiber and the 1729.57 milligrams/kilograms calcium.

For developing Palaw Keropok dipping sauce, different chili and garlic formulations were compared. The acceptance test revealed that the formulation consisted of 9.90% chili spur pickle pepper, 2.45% pickle bird chili, 9.26% pickle garlic, 31.79% sugar, and 1.58% salt had the highest score ($p < 0.05$). In addition, the chili sauce using different pickled durations (1, 3, 5 days) of chili and garlic was investigated. The pickled durations had no effect on acceptance score ($p > 0.05$). However, chili and garlic pickled for 5 days tended to have highest odour and flavor acceptance scores. To optimized the thickness of the dipping sauce, different percentage of xantan gum (0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.07 and 0.08%) was compared. It was found that 0.06% xantan gum was as thicken as the commercial chicken dipping sauce. The result from consumer test displayed 43% of consumers rated the product at level of “like very much” with average score of 7.76 ± 0.91 .

Keywords

Palaw Keropok, garlic, black pepper, algae, bell peper, chicken dipping sauce

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความร่วมมืออย่างดีจากผู้จำหน่ายปลีกและจำหน่ายส่งหัวข้าวเกรียบในจังหวัดยะลาและปัตตานีที่กรุณาเข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่มทำให้ได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัยเป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือจากนักศึกษา นักวิทยาศาสตร์ และคณาจารย์สังกัดสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส และสนับสนุนการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

งานวิจัยนี้ได้รับการอุดหนุนทุนวิจัย จากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ

ภารดี พลไชย

เมษายน 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญภาพ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญตารางผนวก	(12)
บทที่ 1	
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย	2
ขอบเขต	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3	
วิธีการดำเนินการศึกษา	33
วัตถุดิบ	33
อุปกรณ์ในการผลิตหิวข้าวเกรียบ	34
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ	35
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี	35
วิธีการทดลอง	35
บทที่ 4	
ผลการศึกษา	57
บทที่ 5	
สรุปผลการศึกษา	111
เอกสารอ้างอิง	113
ภาคผนวก	121
ภาคผนวก ก ภาพกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group)	121
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ	129
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	131
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	138
ภาคผนวก จ แบบประเมินทางประสาทสัมผัส	140

ภาคผนวก ฉ ผลการศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์จาก กิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group)	162
ภาคผนวก ช ผลการศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่ใช้แบบทดสอบ ทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test)	164

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ซ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	166
ภาคผนวก ฌ การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดและ หลังทอด	175
ภาคผนวก ญ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำจิ้ม หัวข้าวเกรียบ	177
ภาคผนวก ฎ ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของ ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบจากศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อการส่งออกคณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	179

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างอะไมโลส (The structure of amylose)	6
2.2	โครงสร้างอะไมโลเพคติน (The structure of amylopectin)	7
2.3	โครงสร้างของเปปเปอร์รีน	16
3.1	ปลาทุแวกครีบสั้น	33
3.2	พริกหวานสีเขียว	34
3.3	ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	37
3.4	ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบรสต่าง ๆ	41
3.5	ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย	44
3.6	ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ	47
3.7	พริกหวานที่ใช้ในการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	49
3.8	ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	50
3.9	กรรมวิธีการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้ฟ้าแดง และกระเทียม	53
3.10	กรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	55
4.1	หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด	60
4.2	แป้งที่ใช้ในการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ก) แป้งมันสำปะหลัง (ข) แป้งสาคู	61
4.3	รูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน (ก) ก่อนทอด (ข) หลังทอด	63
4.4	ปริมาณสาหร่ายที่เติมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ร้อยละ 4, 6, 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบ	65

	หลังทอด	
4.5	สาหร่ายโนริ (ก) สาหร่ายโนริสด (ข) สาหร่ายโนริอบแห้งคั้นรูป	66
4.6	ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอด และหลังทอด	69
4.7	ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอด และหลังทอด	70
4.8	ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอด และหลังทอด	71
4.9	ระดับการยอมรับห้วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานของผู้บริโภคทั่วไป	75
4.10	ระดับการยอมรับห้วข้าวเกรียบรสสาหร่ายของผู้บริโภคทั่วไป	75
4.11	ห้วข้าวเกรียบที่เติมกระเทียมและพริกไทยดำระดับต่าง ๆ (ก) ห้วข้าวเกรียบ ก่อนทอด (ข) ห้วข้าวเกรียบหลังทอด	77
4.12	ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	82
4.14 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	83
4.15 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำของผู้บริโภคทั่วไป	86
4.16 ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบหลังทอดที่มีส่วนผสมของพริกหวานร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10	87
4.17 หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานปริมาณร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10 (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด	90
4.18 ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	91
4.19 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	92
4.20 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด	93
4.21 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานของผู้บริโภคทั่วไป	96
4.22 น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกแดงและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน	102
4.23 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป	108

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณอะไมโลสในแป้งชนิดต่าง ๆ และอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชัน	8
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของกระเทียมสดน้ำหนัก 100 กรัม	14
2.3	องค์ประกอบโดยเฉลี่ยของพริกไทยแห้ง	16
2.4	อัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลังต่อองค์ประกอบทางเคมีของหัวข้าวเกรียบ	22
2.5	ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าการขยายตัว การดูดซับน้ำมัน ค่าความแข็งของหัวข้าวเกรียบ	23
2.6	ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าสีของหัวข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอด	23
2.7	ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าสีของหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอด	23
3.1	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตหัวข้าวเกรียบ	36
3.2	สูตรหัวข้าวเกรียบที่มีปริมาณเนื้อปลาในระดับต่าง ๆ	38
3.3	สูตรหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง และแป้งผสมระหว่างแป้งสาคุและแป้งมันสำปะหลัง	38
3.4	สูตรหัวข้าวเกรียบรสชาติต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรมสนทนากลุ่ม	40
3.5	ปริมาณสาหร่ายที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ	42
3.6	ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ	45
3.7	ปริมาณพริกหวานที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ	48
3.8	สูตรน้ำจิ้มที่ใช้คัดเลือกเพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	52
3.9	น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	54
3.10	สูตรน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ กัน	56
4.1	การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test)	57

	ของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่มีการเติมปริมาณปลา 4 ระดับ	
4.2	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่ผลิตจาก แป้งมันสำปะหลัง และแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูและแป้งมันสำปะหลัง	61
4.3	ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group)	62
4.4	รูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	63
4.5	คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์จากกิจกรรมสนทนากลุ่ม	63
4.6	การคัดเลือกรสชาติผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสำหรับการพัฒนา	64
4.7	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบที่เติมสาหร่ายระดับต่าง ๆ	67
4.8	ผลของปริมาณสาหร่ายต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัว ด้านยาวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสำหรับ่าย	72
4.10	พฤติกรรมการบริโภคหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสำหรับ่าย	73
4.11	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	79
4.12	ผลของปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาวของหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ	80
4.13	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ	84
4.14	พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้ทดสอบทั่วไปที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ	85
4.15	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	88
4.16	ผลของปริมาณพริกหวานต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	89
4.17	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	94
4.18	พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	95
4.19	คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของหัวข้าวเกรียบพร้อมรับประทานชนิดต่าง ๆ	99
4.20	คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ได้จากกิจกรรมการสนทนากลุ่ม	100
4.21	การคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มพื้นฐานทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) สำหรับการพัฒนา	101
4.22	ผลของระยะเวลาในการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้ฟ้าเหลืองและกระเทียมต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	103
4.23	ผลของระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้ฟ้าเหลือง และกระเทียม ต่อค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสซิติค	104
4.24	ระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้ฟ้าเหลือง และกระเทียม ต่อค่าสีของน้ำจิ้ม	104

	หัวข้าวเกรียบ	
4.25	ความหนืดของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมแซนแทนกัมในระดับต่าง ๆ	105
4.26	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	106
4.27	พฤติกรรมการบริโภคน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป	107
4.28	คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	110

สารบัญตารางผนวก

ผนวกที่		หน้า
ฉ1	ผลการศึกษารูปร่างของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์	162
ฉ2	ผลการคัดเลือกรสชาติหัวข้าวเกรียบสำหรับการพัฒนา	163
ช1	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของการคัดเลือกน้ำจิ้มไก่เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ	164
ช1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ	166
ช2	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ	167
ช3	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	168
ช4	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	169
ช5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว ค่าการขยายตัวด้านยาวและค่าการขยายตัวด้านกว้างของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ	170
ช6	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว การขยายตัวด้านยาว การขยายตัวด้านกว้างในหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	170
ช7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว ค่าการขยายตัวด้านยาวและค่าการขยายตัวด้านกว้างของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	171
ช8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ	171
ช9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอดที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ	172
ช10	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	172

ซ11	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอด ที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	173
ซ12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบก่อนทอด ที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	173
ซ13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L^* a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอด ที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	174
ณ1	ผลวิเคราะห์ค่าสีของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของสาหร่าย ในระดับต่าง ๆ	175
ณ2	ผลวิเคราะห์ค่าสีของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของ กระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ	175

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ผนวกที่		หน้า
ณ3	ผลวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ	176
ญ1	ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้ม หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน	177
ญ2	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของ กรดแอสติกและค่าสีของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกและกระเทียมที่ต้อง เป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน	178
ญ3	ผลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของค่าความหนืดในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้ม หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมสารข้นหนืดในระดับต่าง ๆ	178

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเกรียบ (Cracker) จัดเป็นอาหารขบเคี้ยว (snack food) ประเภทหนึ่งที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่นในประเทศมาเลเซียเรียกว่า Keropok ประเทศอินโดนีเซียเรียกว่า Krapuk (Lachmann, 1969) ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และส่วนผสมรอง ได้แก่ กุ้ง ปลา กระเทียม พริกไทย และเกลือ นวดผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วขึ้นรูป นำไปนึ่งให้สุก แช่เย็น จากนั้นหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แล้วจึงนำไปตากแดดหรืออบแห้ง จนได้แผ่นข้าวเกรียบแห้ง ก่อนการบริโภคต้องนำไปทอดในน้ำมันร้อนสำหรับปาลอกรือโป๊ะ (Palaw Keropok) หรือที่เรียกภาษาไทยว่า หัวข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคกันมากในพื้นที่ชายแดนใต้ ผลิตจากส่วนผสมหลักคือปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคุ และสารปรุงแต่งกลิ่นรส จนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อนกลมแล้วคลึงเป็นท่อนขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 5x30 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้น ๆ มีความหนาประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร โดยไม่ต้องนำไปผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้ง เมื่อจะรับประทานจึงทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อน นาน 1-2 นาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม ส่วนผสมของหัวข้าวเกรียบประกอบด้วยปลาประมาณร้อยละ 60 แป้งสาคุประมาณร้อยละ 30 และแป้งมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 25 (Mohamed, Jamilah, Abbas, Abdul Rahman & Roselina, 2008) ซึ่งเห็นได้ว่าหัวข้าวเกรียบจะมีส่วนผสมของโปรตีน และแคลเซียมสูงมาก เนื่องจากใช้ปลาพร้อมก้างบดจนเป็นเนื้อเดียวกันสูงร้อยละ 60 ในขณะที่ข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปเติมเนื้อปลาในช่วงร้อยละ 20-25 และเป็นเนื้อปลาล้วนที่ไม่มีก้างเป็นส่วนผสม ข้าวเกรียบปลาที่มีการเติมปลาร้อยละ 35 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 7.42 (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546) ข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปไม่สามารถเติมโปรตีนจากเนื้อปลาในปริมาณสูงได้ เนื่องจากโปรตีนจากเนื้อปลาจะยับยั้งการพองตัวของข้าวเกรียบ (Yu, Mitchell, & Abdullah, 1981) และผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทั่วไปต้องการผลิตภัณฑ์ที่พองตัว มีลักษณะเป็นรูพรุน กรอบและความหนาแน่นต่ำ (Martz, 1984) ในขณะที่หัวข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะฟูกรอบน้อยกว่ามาก

จึงสามารถเติมเนื้อปลาได้สูงกว่าข้าวเกรียบปลาทั่วไปได้กว่า 2 เท่าตัว จึงนับได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่น่าส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการบริโภคกันมากกว่าข้าวเกรียบปลาปกติที่บริโภคกันทั่วประเทศในขณะนี้

ห้วข้าวเกรียบที่ผลิตและจำหน่ายในจังหวัดชายแดนใต้มีสูตรและรสชาติดั้งเดิมที่ไม่มีการศึกษาเพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น จึงควรทำการวิจัยพัฒนาเพื่อให้ได้สูตรดั้งเดิมที่ได้มาตรฐาน มีการเพิ่มรสชาติให้หลากหลายด้วยการเติมพืชผักสมุนไพรที่มีรสชาติดีและมีสรรพคุณทางสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย รวมทั้งพัฒนาน้ำจิ้มห้วข้าวเกรียบให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะสำหรับผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่หันมาใส่ใจและดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้น โดยนิยมเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์และมีสรรพคุณทางสมุนไพรด้วย

วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาห้วข้าวเกรียบสูตรดั้งเดิมให้ได้มาตรฐาน รวมทั้งศึกษาขนาดและรูปร่างของห้วข้าวเกรียบที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรสชาติใหม่ให้ได้มาตรฐาน ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 3 ชนิด
3. เพื่อพัฒนาสูตรน้ำจิ้มของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ขอบเขต

ทำการศึกษาคุณลักษณะของห้วข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภคด้านขนาด และรูปร่าง ศึกษาพัฒนาห้วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่ได้มาตรฐาน ศึกษาพัฒนาห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ รสสาหร่าย และรสพริกหวานที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และพัฒนาน้ำจิ้มห้วข้าวเกรียบให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้าวเกรียบ หมายถึง อาหารว่างชนิดหนึ่งที่เกิดจากแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบหลัก อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์หรือผัก หรือผลไม้ เช่น ปลา กุ้ง ฟักทอง เผือก งาดำ งาขาว บดผสมให้เข้ากับเครื่องปรุงรส แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ นำไปทำให้แห้งด้วยแสงแดดหรือวิธีอื่นที่เหมาะสมอาจทอดก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้

หัวข้าวเกรียบ หมายถึง อาหารว่างชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคกันมากในพื้นที่ชายแดนใต้ ผลิตจากส่วนผสมหลักคือปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาชู และสารปรุงแต่งกลิ่นรส จนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อนกลมแล้วคลึงเป็นท่อนขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 5x30 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้น ๆ มีความหนาประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร โดยไม่ต้องนำไปผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้ง เมื่อจะรับประทานจึงทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อน นาน 1-2 นาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภคด้านขนาด และรูปร่าง
2. ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตหัวข้าวเกรียบพื้นฐานที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
3. ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตหัวข้าวเกรียบรสสำหรับ รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
4. ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว (snack food) หมายถึง อาหารที่ใช้รับประทานเล่นระหว่างมื้อหลัก ลักษณะเด่นคือ น้ำหนักน้อย รับประทานง่าย นำติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ได้สะดวก (วิทัศน์ แสงอรุณ, 2546) รับประทานได้ง่าย สามารถรับประทานได้ทันที หรือไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียมมากนัก รับประทานเป็นอาหารว่างหรือในโอกาสต่าง ๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เป็นอาหารหลัก ปัจจุบันนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เพราะรูปร่าง ลักษณะ และกลิ่นรสที่ดึงดูดใจผู้บริโภค โดยอัตราการบริโภคมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากเป็นอาหารที่มีราคาต่อหน่วยต่ำ และสามารถเก็บรักษาได้นาน สามารถรับประทานร่วมกับเครื่องดื่มทั้งร้อนและเย็น และยังสามารถรับประทานได้ทุกช่วงเวลาด้วย (นุชชินทร์ เกตุนิล, 2545) ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตอาหารขบเคี้ยวมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันทางการตลาดค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีบทบาทในวิถีการดำรงชีวิตของผู้บริโภค รุ่นใหม่เป็นอย่างยิ่ง และมีวางขายตามร้านค้าทั่วไปจำนวนมาก รวมทั้งมีผลิตภัณฑ์ใหม่ออกมาสู่ตลาดเสมอ อาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ คือมีปริมาณโปรตีนต่ำ เนื่องจากมีองค์ประกอบหลักเป็นแป้งและน้ำตาล (สุธี วังเตือย, 2547) แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ ประเภทที่รับประทานได้ทันที ได้แก่ ขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ และอีกประเภทหนึ่ง คือ ประเภทที่ต้องมีการเตรียมเพิ่มเติมเล็กน้อย ได้แก่ มันฝรั่งทอด และหัวข้าวเกรียบ เป็นต้น (Blenford, 1979)

ชนิดของอาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว

การจัดแบ่งประเภทอาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยวมีหลายประเภทดังนี้

1. แบ่งตามระยะเวลาและชนิดของผลิตภัณฑ์ได้ 3 ประเภท คือ (Harper, 1981)

1.1 อาหารขบเคี้ยวยุคที่หนึ่ง (first generation snack) เป็นผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม เช่น มันฝรั่งทอด และแครกเกอร์ชนิดต่าง ๆ

1.2 อาหารขบเคี้ยวยุคที่สอง (second generation snack) เป็นอาหารประเภทสุกพองทันที ส่วนใหญ่ทำจากวัตถุดิบพวกธัญชาติ เช่น ข้าวโพดเกล็ด และข้าว เป็นต้น

1.3 อาหารขบเคี้ยวยุคที่สาม (third generation snack) เป็นอาหารขบเคี้ยวที่อัดออกมาแล้วยังไม่ได้สุกพองขยายตัวทันทีที่ออกจากเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ผลิตภัณฑ์จะอยู่ในสภาพที่สุกเป็นเจลใส แข็ง เนื่อแน่น ต้องนำไปผ่านเครื่องขึ้นรูปและนำไปทอดในน้ำมันร้อนหรือคั่ว เช่น ปาปริก้า คอนเน

และโปเต้ เป็นต้น (วิไล รังสาทอง, จิรจิต ฐนะศิริ, จิรภรณ์ ตีระมาศวนิช, บุศรา เตียรณบรรจง และ วาทีต ชนัศรุตพันธ์, 2540)

2. แบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 4 ชนิด คือ (Matz, 1984; เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, 2551)

2.1 deep fat fried product เป็นการทอดในน้ำมันใช้เวลานาน ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีทั้งแบบแผ่น แท่ง วงแหวน และรูปแบบอื่น ๆ

2.2 quick fried product ใช้เวลาในการทอดรวดเร็วใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 200 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้น 10-15 นาที ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นแผ่นบาง

2.3 extrusion cooked product ใช้ธัญชาติทั้งเมล็ดหรือใช้แป้งผสมน้ำแล้วนำเข้าเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์จนเกิดโด ทำให้สุกภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงและทำให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรูปร่างเป็นแผ่นบางสามารถปรับขนาดตามความต้องการได้

2.4 roasted product เป็นการอบ นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทถั่ว

3. แบ่งตามอุณหภูมิของอาหารขณะเสิร์ฟ เช่น อาหารประเภทร้อน ได้แก่ พิซซ่าขนาดเล็ก และปอเปี๊ยะทอด หรืออาหารประเภทเย็น ได้แก่ คุกกี้ ผลไม้อัดเป็นแท่ง และช็อกโกแลต เป็นต้น (เพ็ญขวัญ ชมปริดา และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, 2541)

4. แบ่งตามทางการตลาดได้เป็น 7 ประเภท (เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, 2551)

4.1ขนมขบเคี้ยวประเภทอบกรอบ (extruded snack) เป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดของตลาดขนมขบเคี้ยวมีส่วนประมาณร้อยละ 35 ของตลาดอาหารขบเคี้ยว เช่น คอนเน่ ปาปริก้า และโปเต้ เป็นต้น

4.2 ขนมขบเคี้ยวประเภทถั่ว (peanuts) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 13 เช่น โกโก้ มิสเตอร์กรีน และทองคำแดง เป็นต้น

4.3 ขนมขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่ง (potato chip) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 30 เช่น เลย์ ฟริงเกิลส์ เทสโต ก๊อบกอบ และมันมัน เป็นต้น

4.4 ขนมขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบกุ้ง (prawn cracker) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 9 เช่น มโนราห์ ฮานามิ และคาลบี้ เป็นต้น

4.5 ขนมขบเคี้ยวประเภทข้าวอบปรงรส (rice cracker) และข้าวโพด มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 2 เช่น โตโซะและชินมัย เป็นต้น

4.6 ขนมขบเคี้ยวประเภทปลาหมึกอบกรอบ (cuttel fish) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 2 เช่น ปลาหมึกเต่าทอง ซึ่งเป็นตราที่ครองตลาดมาเป็นเวลายาวนาน และเติบโตอย่างมั่นคงเป็นค่อยไป

4.7 ขนมขบเคี้ยวประเภทปลาเส้น (fish snack) มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 9 เช่น ปลาสวรรค์ทาโร่ และปลาพิชโช่ เป็นต้น

หัวข้าวเกรียบ

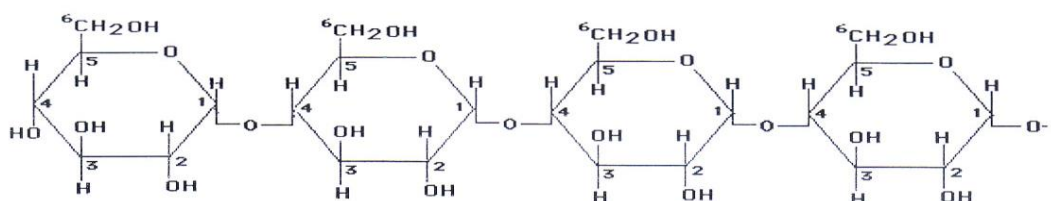
หัวข้าวเกรียบจัดเป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทหนึ่งที่ยิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งในจังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย หัวข้าวเกรียบหรือปาลอหรือโป๊ะ (palaw keropok) เป็นคำนามในภาษายาวี หรือภาษามลายูท้องถิ่นไทย ในประเทศมาเลเซียเรียกว่า keropok lekor ประเทศอินโดนีเซีย เรียกว่า krapuk วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมหลัก คือ ปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับส่วนผสมรองอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาชูและสารปรุงแต่งกลิ่นรสจนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อนกลม แล้วคลึงเป็นท่อนขนาดกว้าง×ยาว ประมาณ 5×30 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้นมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยไม่ต้องนำไปผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้ง เมื่อจะรับประทานจึงทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อนในอุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม (Nurul, Boni, & Noryati, 2009, 159-165)

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

1. แป้ง เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยมีสูตรเคมีทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ เป็นโพลิเมอร์ของกลูโคสซึ่งประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glucosidic linkage) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 และ 4 ภายในเม็ดแป้งประกอบด้วยโพลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิดคืออะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกติน (amylopectin) แป้งเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อการพองตัวของหัวข้าวเกรียบเป็นอย่างมาก ปกติมักใช้แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูงในการผลิตหัวข้าวเกรียบ ซึ่งแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาชูมีปริมาณอะไมโลสต่ำประมาณร้อยละ 20 (Mohamed, Jamilah, Abbas, Abdul Rahman & Roslina, 2008, 639-646) แต่มีอะไมโลเพกตินสูงโดยแป้งแต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินที่ต่างกัน ทำให้แป้งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันด้วย (นิธิยา รัตนพานนท์, 2553)

อะไมโลส (amylose) เป็นโพลิเมอร์สายตรงที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 250–2,000 หน่วยมาเชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่ง α -1,4 Glucosidic linkage จึงเป็นหน่วยซ้ำ ๆ กัน (repeating unit) ของน้ำตาลมอลโทสด้วย จัดว่าโมเลกุลของอะไมโลสเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสสายยาวที่มีขนาดใหญ่มาก มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10^6 ดาลตัน อะไมโลสในสตาร์ชบางชนิดอาจมีพันธะ α -1,6 Glucosidic linkage บ้างเล็กน้อยประมาณร้อยละ 0.3-0.5 ของพันธะทั้งหมด อะไมโลสสามารถดูดความชื้นและกระจายตัวในน้ำได้ดี เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายแป้งจนเม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ โมเลกุลอะไมโลสจะกระจายออกมาจากเม็ดแป้ง ทำให้มี

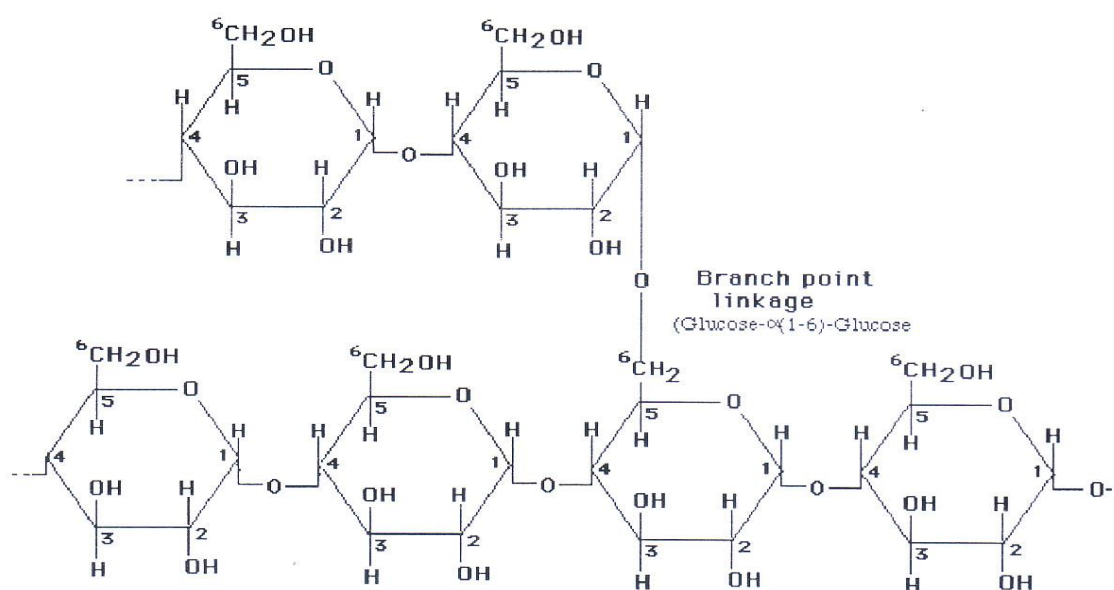
ความหนืดลดลง เมื่อเย็นตัวลงเกิดการคั่นตัวมากโมเลกุลจะรวมตัวกัน ถ้าสารละลายแ่งมีความเข้มข้นน้อย การรวมตัวกันของอะไมโลสจะทำให้เกิดการตกตะกอน แต่ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นของแ่งมาก การรวมตัวกันของอะไมโลสจะทำให้เกิดเจล อะไมโลสสามารถรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับไอโอดีนซึ่งจะให้สีน้ำเงิน ซึ่งใช้เป็นลักษณะเฉพาะแ่งที่มีองค์ประกอบอะไมโลสอยู่ (Whistler & Bemiller, 1999) โครงสร้างอะไมโลส ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างอะไมโลส (The structure of amylose)

ที่มา (พัคตร์ประไพ ประจำเมือง และวิเชียร ลีลาวัชรมาศ, 2546, หน้า 29)

อะไมโลเพคติน (amylpectin) เป็นโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเม็ดสตาร์ชประมาณร้อยละ 70-100 มีโครงสร้างของโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีสายแขนงแยกออกมา ซึ่งแต่ละแขนงจะมีน้ำตาลกลูโคสประมาณ 20-35 หน่วย ดังนั้นในโมเลกุลของอะไมโลเพคตินจึงมีทั้งพันธะ α -1,4 Glucosidic linkage และ α -1,6 Glucosidic linkage โดยกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 Glucosidic linkage และส่วนที่เป็นสายแขนงประกอบด้วยกลูโคสจำนวน 10-60 หน่วยที่เชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นสายตรงด้วยพันธะ α -1,6 Glucosidic linkage ปกติอะไมโลเพคตินมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าอะไมโลสมาก มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ $10^6 - 5 \times 10^8$ ดาลตัน และทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนในสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีแดงเมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายแ่งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง แ่งเปียกที่ได้จะใส มีความหนืดสูง (นิธิยา รัตนพานนท์, 2553) โครงสร้างอะไมโลเพคติน ดังภาพที่ 2.2 ปริมาณอะไมโลสในแ่งชนิดต่าง ๆ และอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชัน ดังตาราง 2.1



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างอะไมโลเพคติน (The structure of amylopectin)
 ที่มา (พักตร์ประไพ ประจำเมือง และวิเชียร ลีลาวัชรมาศ, 2546, หน้า 29)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณอะไมโลสในแป้งชนิดต่าง ๆ และอุณหภูมิที่เกิดเจลาคีโนเซชัน

แหล่งของสตาร์ช	อะไมโลส (ร้อยละ)	อุณหภูมิที่เกิดเจลาคีโนเซชัน (องศาเซลเซียส)
ข้าวสาลี	26	53-65
ข้าวไรย์	-	57-70
ข้าวบาร์เลย์	22	56-62
ข้าวโพด	22	62-70
amylomaize	51-65	67-87
Waxy corn	1	63-72

ข้าวโอต	27	56-62
ข้าวเจ้า	18	61-78
Waxy rice	1	55-65
ซอร์กัม	25	69-75
Waxy sorghum	1	68-74
มันฝรั่ง	23	58-66
ถั่ว (beans)	24	64-67
ถั่ว (peas)	35	57-70
แป้งมันสำปะหลัง	16	52-64

ที่มา (นิธิยา รัตนাপนนท์, 2553, หน้า 160)

โดยแป้งที่นิยมใช้ในหัวข้าวเกรียบ คือแป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาคู ดังรายละเอียดดังนี้

1.1 แป้งมันสำปะหลัง ผลิตจากมันสำปะหลัง (cassava) จัดเป็นพืชในตระกูล Euphobiaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculena* Crantz. แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลังคือ มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ โดยมีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.05 ไขมันร้อยละ 0.14 และเถ้าร้อยละ 0.16 มีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างต่ำคือร้อยละ 17.7 และมีปริมาณอะไมโลเพคตินร้อยละ 83 โดยน้ำหนักแห้ง (Taewee, Mutita & Janphen, 2008; จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550) แป้งมันสำปะหลังมักถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ เนื่องจากมีผลต่อการพองตัวดีกว่าแป้งชนิดอื่น อาจมีการผสมแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้าหรือแป้งอื่น ๆ ลงไป แป้งเหล่านี้นอกจากจะมีผลต่อการพองตัวแล้วยังมีผลต่อความสม่ำเสมอของผิว และการบีบอม้วนตัว ทั้งนี้มีผลจากปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคติน โครงสร้างขนาดและรูปร่างของแป้ง (นาฏยา แหละหมัด และนุริยาน สาละ, 2551) ปกติเม็ดสตาร์ชจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออยู่ในน้ำอุ่นเม็ดสตาร์ชจะพองตัวและสามารถหดตัวได้เมื่อนำไปอบไอน้ำออกหรือทำให้แห้ง แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเรื่อย ๆ เม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้นจนกระทั่งแตกได้เป็นสารละลายชั้นหนืด เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลาติไนเซชัน (gelatinization) คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำมีความสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อน พลังงานความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้ง ทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ เม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวขึ้น ซึ่งกำลังการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะมีการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะไมโลสต่ำ โดยทั่วไปแป้งเกิดการพองตัวเมื่อได้รับความร้อน เม็ดแป้งร้อนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพของแป้งเปียกที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นมาก และเมื่อแป้งเปียกเย็นลงจะเกิดเป็นเจลขึ้น แป้งมันสำปะหลังเมื่อได้รับความร้อนจะมีค่ากำลังการพองตัวสูงจึงให้ความหนืดสูง ดังนั้น แป้งเปียกของมันสำปะหลังจะไม่

คงตัว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นข้อจำกัดในการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์บางชนิด จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปรแป้งเพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังเย็นตัวลง (กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2543)

1.2 แป้งสาคุ (sago flour) จัดเป็นพืชท้องถิ่นชนิดหนึ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สาคุที่ไม่มีหนาม (*Metroxylon sago* Rottb.) และสาคุที่มีหนาม (*Metroxylon rumphii* Mart.) โดยส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่มีหนามและพบมากในบริเวณภาคใต้ตอนล่างได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตหรือใช้ประโยชน์แป้งสาคุในระดับอุตสาหกรรม แป้งสาคุได้จากส่วนของลำต้นซึ่งเมื่ออายุแก่เต็มที่ตั้งแต่ 8 ปีขึ้นไป ลำต้นสาคุจะมีปริมาณแป้งสูงสุดอยู่ในส่วนกลางของลำต้น แป้งจะถูกเก็บไว้ในคลอโรพลาสต์ในเซลล์ของส่วนแกนกลางลำต้นสาคุ (pith) โดยด้านนอกจะเป็นเปลือกและเส้นใยซึ่งมีความหนาประมาณ 0.2-2.5 เซนติเมตร ลำต้นที่มีอายุเหมาะสมสำหรับใช้สกัดแป้งจะมีส่วนเนื้อร้อยละ 75 และส่วนเปลือกร้อยละ 25 ซึ่งส่วนเนื้อจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 50 หากพิจารณาส่วนของลำต้นสาคุที่ปอกเปลือกแล้ว จะสามารถผลิตแป้งได้คิดเป็นร้อยละ 34-40 ของน้ำหนักแห้ง (ไพรัตน์ โสภโณตร, 2530) เม็ดแป้งสาคุประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 0.1 ไขมันร้อยละ 0.1 เถ้าร้อยละ 0.2 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.02 มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 27 และมีปริมาณอะไมโลเพกตินร้อยละ 73 โดยน้ำหนักแห้ง (Rekha et al. 2008) คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้ง เช่น การพองตัว การละลาย การเกิดเจลในเซชัน การเกิดรีโทรเกรเดชัน และความหนืด คุณสมบัติเหล่านี้มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของแป้ง เนื่องจากมีความแตกต่างกันด้านต่าง ๆ ดังนี้ ขนาดของแป้ง สัดส่วนของปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกติน ขนาดความยาวของส่วนโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพกติน ปกติอุณหภูมิของเจลในเซชันของแป้งจะอยู่ในช่วง 40-80 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งซึ่งสังเกตได้โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบพิเศษที่สามารถให้ความร้อนแก่น้ำบนแผ่นแก้ว ซึ่งวางบนแท่นและสามารถมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ภายใต้แสงโพลาไรซ์ (polarised light) โดยแป้งสาคุมีอุณหภูมิเจลในเซชันที่ 75-76 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ขนาด คือ 0-15 ไมโครเมตร และน้อยกว่า 8 ไมโครเมตร (Rekha et al. 2008)

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ของแป้งสาคุในการผลิตข้าวเกรียบปลา พบว่า ปริมาณการใช้แป้งสาคุที่เหมาะสม คือ ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 20 (น้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง) ผลการยอมรับด้านสี รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้แป้งสาคุในอัตราส่วนร้อยละ 40 60 80 และ 100 (น้ำหนักต่อน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง) และมีการเพิ่มเนื้อปลาในปริมาณ 40 กรัม โดยมีระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งข้าวเกรียบคือ 60 นาที ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบปลาจากแป้งสาคุโดยใช้ปริมาณแป้งสาคุในอัตราส่วนร้อยละ 20 และเนื้อปลาในอัตราส่วน 40 กรัม จะพบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้า ร้อยละ 2.93 4.19 และ 2.90 ตามลำดับ การเก็บรักษาด้วยถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน

ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ผลผลิตก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยังยอมรับได้ ต้นทุนในการผลิตข้าวเกรียบปลา เท่ากับ 59.20 บาทต่อกิโลกรัม (สุพรรณพันธ์ โลหะลักษณาเดช และนพรัตน์ มะเห, 2546)

2. ปลา มักใช้ในรูปแบบพลาสติก ปลาที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติเมื่อนวดแล้วเหนียวดี คือ ต้องมีปริมาณไมโอซินสูง เนื่องจากความเหนียวของเนื้อปลาจะทำให้แบ่งเกาะตัวกันดีในขณะทำการปั้นเป็นก้อน (อรนุช สีหามาลา, 2545) ซึ่งไมโอซินมีโมเลกุลโซ่สายยาวที่สามารถอุ้มน้ำและทำให้เกิดร่างแห (network) เล็ก ๆ จำนวนมาก ร่างแหนี้จะช่วยทำให้เกิดความเหนียวในเนื้อปลา ปลาแต่ละชนิดมีความยืดหยุ่นต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอซิน ปลาที่มีปริมาณไมโอซินสูง จะมีความยืดหยุ่นกว่าปลาที่มีไมโอซินต่ำ และปลาที่มีเนื้อสีเข้มจะมีปริมาณไมโอซินต่ำกว่าปลาที่มีเนื้อสีขาว (Okada & Mikita, 1965) โดยส่วนใหญ่ปลาที่ใช้สำหรับทำห้วข้าวเกรียบ ได้แก่ ปลาดังต่อไปนี้ ปลาทูแขก (*Decapterus macrosoma*), ปลาซาร์ดีน (*Clupea leiogaster*), ปลาทะเล (*Johnius soldado*), ปลาตาโต (*Brachydeuterus auritus*), ปลากระพง (*Lutjanus spp.*), ปลาเยลโลฟิคค์คอนเจอร์ (*Ophiocephalus micropeltis*) และปลาแพเตอร์แบค (*Natopterus chilata*) (Nurul, Boni & Noryaty, 2009, 159-165) ซึ่งปลาจัดเป็นวัตถุดิบที่มีสารอาหารที่ดีมาก อุดมสมบูรณ์ไปด้วยโปรตีนที่ร่างกายต้องการ รวมไปถึงหน่วยโปรตีนได้แก่ กรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน นอกจากนี้ยังมีสารอาหารอื่น ๆ อีกมากมายทั้ง แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ปลาทั้งตัวจะมีปริมาณเนื้อปลาที่ใช้บริโภคได้ประมาณร้อยละ 40 ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ชนิด อายุ และฤดูกาล เป็นต้น ความสดของปลา มีผลต่อความยืดหยุ่นของเนื้อปลา เมื่อความสดลดลงเกิดการสูญเสียสภาพทางธรรมชาติของเนื้อปลา ทำให้ความสามารถในการละลายโปรตีนลดลง ส่งผลให้ความยืดหยุ่นลดลงด้วย ความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อปลาจะมีผลต่อความเหนียว ที่ pH 6.5-7.0 เนื้อปลาจะเหนียวดีที่สุดเพราะไมโอซินละลายน้ำได้มากที่สุด ถ้าเนื้อปลาเป็นด่างมากเกินไปโปรตีนละลายในน้ำเกลือได้น้อยลงและถ้าเป็นกรดโดยเฉพาะถ้าใกล้เคียงกับจุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ของโปรตีน จะทำให้โปรตีนขยายตัวและดูดซึมน้ำได้น้อยลง ปลาเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงเช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ ปริมาณโปรตีนในปลาจะใกล้เคียงกับโปรตีนในเนื้อสัตว์ที่ปราศจากมัน แต่มีข้อแตกต่างคือ เนื้อปลาจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อยกว่าและไม่มีส่วนที่เป็นเอ็นหรือพังผืด ดังนั้นปลาที่ผ่านการหุงต้มจึงถูกย่อยได้ง่าย (ชาธิณี กิริติโชติ, 2540) สามารถแบ่งโปรตีนในเนื้อปลาได้ดังนี้

1) โทรโปไมโอซิน (tropomyosin) แอคติน (actin) ไมโอซิน (myosin) และแอคโตไมโอซิน (actomyosin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อและสามารถสกัดโปรตีนนี้ได้ด้วยสารละลายเกลือได้ถึงร้อยละ 65

2) สโตรมา (stroma) เป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มีอยู่ในกล้ามเนื้อลาย (teleset muscle) ประมาณร้อยละ 3 และในกล้ามเนื้อยืดหยุ่น (elas mobranch muscle) ประมาณร้อยละ 10

2.1 ปลาทุแวก เป็นปลาผิวน้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย พบแพร่กระจายทั่วไปตามชายฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย มีพฤติกรรมชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงในระดับกลางน้ำ เป็นปลาที่กินพวกลูกปลา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก และแพลงก์ตอน เป็นอาหารขนาดความยาวตลอดตัวสูงสุด 35 เซนติเมตร ปลาทุแวกจัดอยู่ในวงศ์ปลาซีกัน (family carangidae) และอยู่ในสกุล *Decapterus* มีชื่อสามัญว่า round scad ปลาทุแวกที่พบทางฝั่งทะเลอันดามันของไทยมี 3 ชนิด คือปลาทุแวกครีบบาว (*Decapterus maruadsi*) ปลาทุแวกครีบทูสั้น (*Decapterus macrosoma*) และปลาทุแวกใหญ่ (*Decapterus russelli*) ชนิดที่พบมากที่สุดคือ ปลาทุแวกครีบบาว ซึ่งปริมาณการจับสูงสุดร้อยละ 73.78 ของปริมาณปลาทุแวกทั้งหมด (สนธิยา บุญสุข, ฐมาวดี ใจเย็น, มนตรี สุมณฑา และธินี นนทพันธ์, 2551) ปลาทุแวกครีบบาว มีลักษณะลำตัวกว้างกว่าปลาทุแวกครีบทูสั้น และแบนข้างมากกว่า ความยาวของลำตัวประมาณ 3.7-4.0 เท่าของความกว้างของลำตัว ตาค่อนข้างโตมีเยื่อไขมันปกคลุม ปลาทุแวกกรไกรบนยื่นถึงแนวขอบหน้าของตา มีฟันละเอียดบนขากรรไกร เพดานปาก และกระดูกเพดานกลางปาก ส่วนครีบทูสั้น อันแรกมีก้านแข็ง 8 อัน ครีบทูสั้นที่สองมีก้านครีบทูสั้น 32-33 ก้าน ถัดจากครีบทูสั้น และครีบทูยาวจะมีครีบทูสั้น 1 อัน ครีบทูยาวอันแรกมีก้านครีบทูสั้น 2 อัน ส่วนครีบทูยาวที่สองมีก้านครีบทูสั้น 1 อัน มีก้านครีบทูสั้น 28-29 อัน เส้นข้างตัวโค้งมากทางตอนหน้า ส่วนตอนท้ายบริเวณโค้งหางมีเกล็ดสันหนามประมาณ 31-39 อัน เริ่มจากครีบทูสั้นอันที่ 11-14 สีปลาทุแวกชนิดนี้มีสีเขียวออกน้ำเงินบริเวณด้านหลัง ด้านท้องเป็นสีเงินริมขอบครีบทูสั้นมีสีขาว ส่วนครีบทูอื่นมีสีขาวใส หรืออมเหลืองและมีจุดสีดำบริเวณขอบผาคอบเหงือกตอนบน (เพราลัย นุชหมอน, 2532)

3. วัตถุประสงค์ ได้แก่ น้ำตาล เกลือ และผงชูรส น้ำตาลมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งทำให้เม็ดแป้งพองตัวช้าลง ถ้าใส่น้ำตาลมากเกินไปจะทำให้แป้งเปียกไม่พองตัว หัวข้าวเกรียบที่ไม่พองตัวเมื่อนำไปทอดที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้น้ำตาลไหม้ได้ ส่งผลให้ข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลเข้ม อย่างไรก็ตาม ข้าวเกรียบส่วนใหญ่ไม่มีการเติมน้ำตาล ส่วนเกลือเป็นสารที่เพิ่มรสชาติให้กับข้าวเกรียบ เมื่อใส่เกลือนลงในแป้งจะทำให้ความหนืดของแป้งเปียกและเจลดลดลง (Whister & Paschall, 1967) ข้าวเกรียบที่ใส่กุ้งสดหรือปลาสด เกลือจะทำให้โมโนอินทรีย์ละลายออกมาทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวมากขึ้น ปริมาณเกลือที่ใช้ในข้าวเกรียบอยู่ระหว่างร้อยละ 0.74 - 1.70 ของน้ำหนักแป้งรวมเนื้อปลา (อรนุช สีหามาลา, 2545)

3.1 เกลือ เกลือบริสุทธิ์มีลักษณะสีขาว มีสูตรทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นผลึก รูปร่างไม่คงที่ จัดเป็นสื่อนำไฟฟ้า มีคุณสมบัติดูดความชื้นโดยมีคุณสมบัติมากขึ้นถ้าเกลือนั้นไม่บริสุทธิ์ นอกจากโซเดียมคลอไรด์แล้วยังมีโปตัสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียมในปริมาณอีกเล็กน้อย หลังจากกินเกลือเข้าไปแล้วโซเดียมจะถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายทำให้เกิดแรงดันออสโมติกมีผลต่อปริมาณน้ำในนอกเซลล์ทำให้ระดับน้ำในร่างกายเป็นปกติ (อรพิน ชัยประสพ, 2548) เกลือเป็นสารที่เพิ่มรสชาติของหัวข้าวเกรียบเมื่อใส่ลงไปในแป้งทำให้ความหนืดของแป้งเปียกและเจลด

ลดลง การเติมเกลือร้อยละ 0.5-5.5 ช่วยเพิ่มการพองตัว นอกจากนี้เกลียวยังมีผลต่อโปรตีนด้วย ทำให้ไมโอซินละลายออกมาทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวมากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เหนียวด้วย (สุรางค์ ลาเกลี้ยง, 2534)

3.2 ผงชูรส ผงชูรสเป็นเกลือของกรดกลูตามิกซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่ง พบในอาหารตามธรรมชาติ เช่น พืชทะเล ถั่วเหลือง และหัวบีท จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารประเภทวัตถุปรุงแต่งรสอาหารที่มีการใช้ในอาหารกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก มีชื่อเคมีว่า โมโนโซเดียมแอล-กลูตาเมท (monosodium-L-glutamate) ผงชูรสมีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีประโยชน์ในการเป็นสารเพิ่มรสชาติอาหาร (flavor enhancer) ทำให้อาหารมีรสชาติโดยรวมดีขึ้น เนื่องจากเมื่อผงชูรสละลายน้ำจะแตกตัวได้โซเดียมและกลูตาเมตอิสระที่มีสมบัติในการเพิ่มรสชาติอาหาร โดยช่วยเพิ่มรสชาติของรสชาติพื้นฐาน 4 รสที่รู้จักกันดีคือ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว และรสขม ให้เด่นชัดมากขึ้นในการศึกษาทางเภสัชวิทยาเกี่ยวกับรสชาติพบว่าผงชูรสสามารถกระตุ้น glutamate receptor แล้วทำให้เกิดรสชาติเฉพาะตัวที่เรียกว่า รสอูมามิ (umami) ซึ่งเป็นรสที่ 5 ที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้และเป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากรสชาติพื้นฐานทั้ง 4 (Food Testing : Monosodium Glutamate (MSG), 2010) นอกจากนี้ผงชูรสจะกระตุ้นประสาทในปากและลำคอ จึงทำให้รู้สึกอาหารอร่อยขึ้นและเกิดความรู้สึกซ่าเล็กน้อยและทำให้รสต่าง ๆ สามารถค้างอยู่ในปากและลำคอได้เป็นเวลานาน ช่วยเสริมรสชาติของอาหารได้ดีโดยเฉพาะในอาหารคาว เช่น ช่วยให้ไก่มีรสชาติดีขึ้น ช่วยให้รสของผักเหมือนผักสด ช่วยเน้นรสหวานของเนื้อเค็ม นอกจากนี้ยังทำให้ความรู้สึกทางด้านรสชาติของอาหารบางอย่างลดน้อยลง เช่น ความฉุนของหัวหอม กลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ดิบ กลิ่นของผักดิบ กลิ่นเปลือกและกลิ่นดินในเผือก องค์การอนามัยโลกได้แนะนำการใช้ผงชูรสอย่างปลอดภัยโดยกำหนดให้รับประทานผงชูรสได้ไม่เกินวันละ 120 มิลลิกรัม ต่อ น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และไม่ควรใช้กับเด็กทารกที่อายุต่ำกว่า 12 สัปดาห์ (ปวีณา เพ็ญจันทร์, 2549)

3.3 น้ำตาล น้ำตาลมีผลให้การพองตัวของเม็ดแป้งช้าลง ทำให้การสุกของแป้งเป็นไปอย่างเชื่องช้า ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซ์จะสามารถจับตัวกับน้ำได้ดีกว่าแป้งจึงสามารถดึงน้ำไปรวมได้ดีกว่า ถ้าใส่น้ำตาลมากเกินไป มีผลให้ส่วนผสมของแป้งผสมไม่พองตัว ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่พองตัว เมื่อนำไปทอด นอกจากนี้น้ำตาลยังสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนให้สารประกอบสีน้ำตาลที่อุณหภูมิสูง น้ำตาลอาจไหม้ให้สารประกอบสีน้ำตาล ดังนั้นการใส่น้ำตาลในส่วนผสมของข้าวเกรียบจะทำให้ข้าวเกรียบมีสีน้ำตาล (สุพาณี จตุรฤชาภรณ์, 2543)

4. สาหร่ายสีแดง (red algae) เป็นสาหร่ายกลุ่มใหญ่มีประมาณ 500-600 สกุล จำนวน 5,000-6,000 ชนิด มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่ม คือมีโครงสร้างสมบัติทางเคมีและการสืบพันธุ์ที่พิเศษกว่าสาหร่ายกลุ่มอื่น มีความแตกต่างจากพืชชั้นสูงมาก มีลักษณะทางชีวเคมีที่ชัดเจนอย่างหนึ่งที่คล้ายกับไซยาโนแบคทีเรีย คือมีสารประกอบพวกไฟโคบิลินที่รวมอยู่ในไฟโคบิลิโซม การที่ปรากฏให้เห็นเป็นสีแดงเพราะมีไฟโคอิริทริน ถึงอย่างไรก็ตามอาจจะปรากฏเป็นสีม่วง น้ำตาลหรือดำ เนื่องจากมี

ไฟโคไซยานินปะปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังมีสารสีเสริมพวกแคโรทีนอยด์ด้วย ส่วนสารสีหลักคือ คลอโรฟิลล์เอและดี ซึ่งมีไฟโคบิลินปกคลุมไว้ และไฟโคบิลินจะดูดกลืนแสงสีเขียวและสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้ดี ซึ่งแสงสีดังกล่าวสามารถผ่านน้ำลึกได้ โดยสารสีที่ปรากฏอยู่ในสาหร่ายสีแดงแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน มีปริมาณสารสีไม่เท่ากัน จึงทำให้สาหร่ายสีแดงอยู่ในระดับความลึกของน้ำที่แตกต่างกันได้ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2549) สาหร่ายสีแดงที่นิยมรับประทานกันมากอยู่ในสกุล *porphyra* คนจีนเรียกว่า จี๋ฉ่าย หรือ ญี่ปุ่นเรียก โนริ (nori) ส่วนคนไทยเรียกสาหร่ายสาใบ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Porphyra* sp. มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบางเป็นเมือกกลื่น บริเวณขอบมีรอยจีบยับ ส่วนโคนมีลักษณะคล้ายรากขนาดเล็ก ใช้สำหรับยัดเกาะกับหินหรือ ฟันฉิวอาศัย โนริจัดเป็นสาหร่ายทะเลที่มีราคาสูง สามารถนำมาปรุงอาหาร ได้หลายชนิด โดยคุณค่าทางอาหารประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 35-40 กรดอะมิโนมีอยู่ 19 ชนิด โดยจะมีกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) คือ ไอโซลิวซีน (isoleucine) ลิวซีน (leucine) ไลซีน (lycine) เมทไธโอนีน (methionine) เฟนิลอลานีน ทรีโอนีน (threonine) ทริптоเฟน (tryptophane) และแวลีน (valine) อยู่อย่างครบถ้วน สำหรับวิตามินที่มีในโนริได้แก่ วิตามินเอ (vitamin A) บี1 (vitamin B1) บี2 (vitamin B2) บี6 (vitamin B6) บี12 (vitamin B12) ซี (vitamin C) ไนอาซิน (niacin) และกรดโฟลิก (folic acid) สาหร่ายโนริระยะที่เป็นแผ่นแบนบาง (Thallus) นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารในนามของจี๋ฉ่ายที่ใส่ในแกงจืด ซึ่งเป็นสาหร่ายอัดแผ่นของญี่ปุ่น หลังการเก็บเกี่ยวสาหร่ายโนริจะถูกทำให้แห้ง (dehydration) เพื่อลดความชื้น และอัดเป็นแผ่นก่อน ออกจำหน่ายในท้องตลาด เนื่องจากสาหร่ายโนริมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) จึงมีการเติมสารป้องกันการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (antioxygenic factor) เพื่อให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เหม็นหืน (rancidity) นอกจากนี้โนริบางชนิด เช่น *Porphyra linearis* ยังมีกลิ่นหอมชวนรับประทานเป็นพิเศษ เนื่องจากมีสารไอโซฟลอริดไซด์ (isofloridoside) กรดอินโนซินิก (inosinic acid) และกรดอะมิโนที่สร้างกลิ่นและรส (flavor-inducing amino acid) หลายชนิด คือ ทอรีน (taurine) แอสปาราจีน (asparagine) กรดกลูตามิก (glutamic acid) และอลานีน (alanine) เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นนอกจากจะใช้บริโภคโดยตรงแล้วยังใช้เป็นตัวปรุงแต่งกลิ่นและรสในอาหาร ชนิดอื่นอีกด้วย (อาภารัตน์ มหาจันทร์, 2554)

5. กระเทียม (garlic) กระเทียม เป็นพืชเศรษฐกิจที่ทุกครัวเรือนไทยใช้สำหรับปรุงอาหาร เพื่อเพิ่มรสชาติมาช้านานโดยใช้ประกอบอาหารเพื่อลดกลิ่นคาวและเพิ่มรสชาติให้ชวนรับประทาน นอกจากนี้ยังเป็นพืชสมุนไพรด้วย กระเทียมมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. อยู่ในตระกูล Alliaceae ชื่อภาษาอังกฤษ คือ garlic ชื่อพื้นเมืองอื่น ๆ เช่น หอมขาว หอมเทียม (ภาคเหนือ) เทียม หัวเทียม (ภาคใต้) กระเทียมเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นใต้ดินชนิดหัว หัวมีลักษณะเป็นกลีบหลาย ๆ กลีบประมาณ 4-15 กลีบ เกาะกันแน่นแต่ละกลีบมีเยื่อบาง ๆ สีขาว ใบเดี่ยวมีลักษณะยาว แบน สีเขียวเข้มคล้ายใบหญ้า ดอกมีสีขาวออกเป็นซี่เล็ก ๆ เป็นกระจุกแบบซี่ร่ม ก้านช่อดอกยาวทุกส่วนของ

ลำต้น มีกลิ่นฉุน กระเทียมมีรากไม่ยาวนัก ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ของกระเทียมคือหัวทั้งสดและแห้ง หรือใบสด

สารออกฤทธิ์สำคัญในกระเทียม

กระเทียมสดจะมีน้ำมันกระเทียมประมาณร้อยละ 0.1-0.36 ของน้ำหนัก ซึ่งมีสารประกอบหลักที่สำคัญหลายชนิดคือ อัลลิอิน (alliin) อัลลิซิน (allicin) อัลลิลโพรพิล ไดซัลไฟด์ (allylpropyl disulphide) ไดอัลลิล ไตรซัลไฟด์ (diallyl trisulphide) อะโจอิน (ajoene) ไวนิลไดไทอิน (vinylidithiin) ไธอัลลิล ไดซัลไฟด์ (thiallyl disulphide) และสารประกอบที่พบได้ส่วนน้อยได้แก่ ไดเมทิล ซัลไฟด์ (dimethyl sulphide) ไดเมทิล ไดซัลไฟด์ (dimethyl disulphide) ไดเมทิล ไตรซัลไฟด์ (dimethyl trisulphide) ไดอัลลิล ซัลไฟด์ (diallyl sulphide) เมทิลอัลลิล ไตรซัลไฟด์ (methylallyl trisulphide) ไดอัลลิลโพลีซัลไฟด์ (diallyl polysulphide) เมทเธนไธโอ (อูไร แสนครุนท้าว, 2545) และมีน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด คือ อัลลิเนส เพอร์ออกซิเดส (allinase peroxidase) และไมโรซิเนส (myrosinase) กระเทียมมีสารที่ทำให้กลิ่นหอมและฉุนที่สำคัญคือ เอนไซม์อัลลิเนส (allinase) เมื่อนำกระเทียมมาบดหรือสับจะเป็นการกระตุ้นให้เอนไซม์อัลลิเนสทำงาน โดยทำการเปลี่ยนสารอินทรีย์กำมะถันให้เป็นน้ำมันหอมระเหยอัลลิซิน (allicin) ไพรุเวท และ แอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสามารถจับกับอนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radical) ได้ (ใจทิพย์ วานิชชังและผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2546; จันเพ็ญ บางสำรวจ, 2553; สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547) แต่สารอัลลิอิน (alliin) จะถูกทำลายด้วยความร้อนและต่าง แต่จะไม่ถูกทำลายโดยกรดเจือจางทำให้กระเทียมต้องมีกลิ่นกระเทียมอยู่ ซึ่งสารต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในน้ำมันกระเทียมดังกล่าวนี้เองทำให้กระเทียมมีคุณสมบัติเป็นยาสมุนไพรสามารถใช้รักษาโรคต่าง ๆ ได้ดี (สุรศักดิ์ เทียบรัตน์, 2540) องค์ประกอบทางเคมีของกระเทียมสดน้ำหนัก 100 กรัม ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกระเทียมสดน้ำหนัก 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
พลังงาน (แคลอรี)	140
ไขมัน (กรัม)	0.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	29.1
โปรตีน (กรัม)	5.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	5
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	140
เหล็ก (มิลลิกรัม)	5.4
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.17

วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.02
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	4
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	11
ใยอาหาร (มิลลิกรัม)	4.7

ที่มา (นिरนาม, 2540, หน้า 422)

ประโยชน์ของกระเทียม

กระเทียมมีการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากเป็นเครื่องปรุงสำคัญในอาหารหลากหลายชนิด มีคุณค่าทางอาหารแล้วยังมีสรรพคุณทางยาที่เป็นที่รู้จักในทางการแพทย์แผนไทยเป็นอย่างดีโดยมีประวัติคู่กับมนุษยชาติมานานหลายพันปี บางคนอาจไม่ชอบอาหารที่มีกระเทียมเป็นเครื่องปรุง แต่ส่วนมากนิยมนำกระเทียมมาใช้เป็นยาเนื่องจากสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยจึงมีการใช้อย่างกว้างขวาง ประโยชน์ทางด้านยาสมุนไพรของกระเทียมได้ถูกสืบทอดไปเมื่อมีการใช้ยาแผนปัจจุบันแพร่หลาย แต่ต่อมากกระเทียมกลับมาได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางอีกครั้ง เมื่ออัตราการป่วยและตายจากโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้ศึกษาสรรพคุณทางยาและองค์ประกอบทางเคมีของกระเทียมอย่างจริงจัง ซึ่งผลปรากฏว่ามีหลักฐานต่าง ๆ มากมายที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าการรับประทานกระเทียมหรือน้ำมันจากกระเทียมเป็นประจำช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ทั้งนี้เนื่องจากกระเทียมมีสารอัลลิซิน (alliin) หรืออัลลิซิน (allicin) ซึ่งสารนี้มีอำนาจการทำลายจุลินทรีย์ (microorganism) ได้สูงมากและมีฤทธิ์ในการลดปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ นอกจากนี้ผลของการค้นคว้างานพบสารที่สำคัญอีก 2 ชนิดคือ เซเลเนียมและวิตามินบี 1 ชนิดพิเศษหรืออัลลิโทอามีนในกระเทียม (นिरนาม, 2540) นอกจากนี้กระเทียมยังมีประโยชน์อื่น ๆ ดังนี้ (พันทิพา สุวรรณรัตน์, 2550; ฉวีวรรณ สีสม, 2546)

1. ลดการอุดตันของหลอดเลือดจากการจับตัวของเกล็ดเลือด
2. ลดความดันโลหิตสูง และควบคุมความดันโลหิตสูงให้เป็นปกติ
3. ลดน้ำตาลในเลือด ช่วยขับลมในลำไส้ ลดการท้องอืด ทารักษากลากเกลื้อนได้ดี เป็นสารชะลอชรา โดยการลดปฏิกิริยาของออกซิเจนกับเซลล์ร่างกาย
4. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ทำให้โอกาสลุกลามของมะเร็งน้อยลง และสามารถต้านเชื้อ *Aspergillus flavus* ซึ่งเป็นเชื้อราบนเมล็ดถั่ว ถั่วบด ซึ่งเป็นต้นเหตุการเกิดมะเร็งตับ สถาบันวิจัยมะเร็งของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าคนที่ไม่ชอบกินกระเทียมมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งในกระเพาะอาหารมากกว่าผู้ที่ชอบกินกระเทียมถึง 1,000 เท่า
5. ลดการอักเสบของเซลล์ร่างกาย ลดการอักเสบของกล้ามเนื้อหัวใจ ข้ออักเสบ และเกาต์

6. รักษาปอด ขับเสมหะ รักษาแผลเรื้อรัง แก้อุจจาระเป็นมูกเลือด รักษาแผลสด แก้โรคผิวหนังเป็นผื่นคัน แก้ปัสสาวะขัดเนื่องจากกล้ามเนื้อกระเพาะปัสสาวะไม่มีกำลังบีบ แก้ริดสีดวงทวารหนัก รักษาโรคซึก และรักษาโรคประสาท

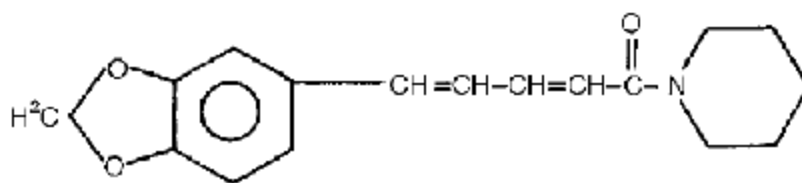
7. รักษาฟันเป็นร่ามะนาด แก้โรคในปาก แก่เลือดออกตามไรฟัน แก่หวัดคัดจมูก

8. บำรุงเส้นผมให้ดก ทำให้ผมเงางาม บำรุงสุขภาพ และแก้ฟกช้ำ

6. พริกไทย (pepper) พริกไทย เป็นเครื่องเทศที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวโดยให้ทั้งสี กลิ่นรส และความเผ็ด ซึ่งเป็นที่นิยมในการใช้ปรุงอาหารและบริโภคกันทั่วโลก มีการใช้พริกไทยแต่งกลิ่นอาหารในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น แต่งกลิ่นเครื่องดื่ม เหล้า ลูกกวาด และอาหารประเภทเนื้อ และใช้เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้ยาวนานขึ้น พริกไทยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *piper nigrum* และมีชื่อสามัญคือ pepper จัดอยู่ในวงศ์ piperaceae (จักรภพ ธรรมเดชา, 2546) ลักษณะวงศ์โดยทั่วไปคือ ไม้เถาเนื้อแข็ง ไม้ล้มลุกลำต้นตั้งตรงหรือทอดนอนปลายบนพื้นดิน หรือไม้พุ่ม มีกลิ่นหอม และมีรากพิเศษ เมื่อตัดลำต้นตามขวางมีลักษณะของท่อลำเลียงเรียงเป็นวงหรือกระจายคล้ายพีชใบเลี้ยงเดี่ยว ใบเดี่ยวเรียงสลับตรงข้ามหรือเป็นวงรอบของใบเรียบ เส้นใบรูปฝ่ามือหรือแบบขนนก เส้นใบบริเวณฐานใบขน (เฉลิมพล สุวรรณภักดี, 2548) ช่อดอกเป็นรวงยาว เกิดบริเวณข้อของกิ่งที่ชอกใบ โดยช่อดอกจะห้อยลงตรงข้ามกับใบ ช่อดอกมีสีเขียวอ่อน ส่วนดอกมีสีขาวขนาดเล็ก มีกลีบดอก 4 กลีบ สำหรับผลของพริกไทยมีลักษณะค่อนข้างกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3-0.4 เซนติเมตร จัดเรียงตัวแน่นอยู่บนแกนของก้าน ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน โดยสีของผลจะเข้มขึ้นตามอายุ ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 8-9 เดือน ผลแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือส้มขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ และมีความแข็งมากขึ้นตามลำดับ เมื่อผลแก่เปลือกจะหลุดได้ง่าย เนื้อภายในมีสีขาวเทา มีกลิ่นหอมและรสเผ็ดร้อน (จิตติเมณฑน์ วงศ์ษา, 2549)

สารประกอบที่สำคัญในพริกไทย

พริกไทยยังเป็นเครื่องเทศที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวโดยให้ทั้งสี กลิ่น รส และความเผ็ด ซึ่งเป็นที่นิยมในการใช้ปรุงอาหารและบริโภคกันทั่วโลก มีการใช้พริกไทยแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด คุณภาพพริกไทยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ชนิด คือ สารเปปเปอร์รีน (peperine) ซึ่งให้ความเผ็ดฉุนและน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) ซึ่งให้กลิ่นรส สารสกัดจากพริกไทยดำซึ่งประกอบด้วย สารให้กลิ่น (aroma) และสารให้ความเผ็ดฉุน (pungency) เปปเปอร์รีนมีลักษณะเป็นผลึกสีเหลืองซึ่งมีอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดความเผ็ดฉุน (pungency) มีสูตรทางเคมีคือ $C_{17}H_{19}NO_3$ มีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน เปปเปอร์รีนเรนิคแอซิก (peperinic acid) มีอยู่ 4 ไอโซเมอร์ ได้แก่ 2trans 4trans (piperine), 2 cis 4trans (isopeperine), 2trans 4cis (isochavicine) และ 2cis 4cis (chavicine) ส่วนเปปเปอร์รีนมีความไวต่อแสงมาก การฉายรังสีสารละลายเปปเปอร์รีนกับสารละลายแอลกอฮอล์จะเกิดไอโซเปปเปอร์รีน (isopeperine) และไอโซคาวาซีน (isochavicine) (จรรยา ไชยเจริญ, 2550) ดังภาพที่ 2.3



The structure of piperine

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของเปปเปอร์รีน

ที่มา (Ravindran & Kallupurakal, 2001)

ส่วนน้ำมันหอมระเหยมีอยู่ในพริกไทยดำประมาณร้อยละ 1-3 สารที่ให้กลิ่นในพริกไทยมีมากกว่า 80 ชนิด และได้ศึกษาความแตกต่างของสารให้กลิ่นพริกไทย 4 สายพันธุ์จากประเทศอินเดียพบว่า สารประกอบน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยได้แก่ alpha pinene, beta thujene, camphene, beta pinene, sabinene, gamma-3-carene, myrcene, alpha phellandrene, alpha terpinene, limonene, beta-phellandrene, 1,8-cineole, gamma terpinene, trans-sabinene hydrate, citronellal, linalool, terpinene-4-ol, alpha-terpineol, phellandral, pcymene, terpinolene, copaene, cis-alpha-bergamotene, caryophyllene, humulene, trans-beta-franescene (จรรยา ไซยเจริญ, 2550) องค์ประกอบโดยเฉลี่ยของพริกไทยแห้ง ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบโดยเฉลี่ยของพริกไทยแห้ง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
moisture	8.7 – 14.0
total nitrogen	1.5 – 2.6
motile ether extract	0.3 – 4.2
oil volatile ether extract	3.9 – 11.5
alcohol extract	4.4 – 12.0
starch	28.0 – 49.0
crude fiber	8.7 – 18.0
piperine	1.7 – 7.4
total ash	3.6 – 5.4
acid soluble ash	0.03 – 0.55

ที่มา (Ravindran & Kallupurackal, 2001, pp. 13)

ประโยชน์ของพริกไทย

พริกไทยเป็นเครื่องเทศที่มีแพร่หลายทั่วไปและเป็นที่นิยมใช้ทั่วกัน พริกไทยที่ใช้ในทางการค้ามีทั้งพริกไทยสดและแห้ง พริกไทยถูกนำมาใช้ประโยชน์ในแง่อาหารและยา การใช้พริกไทยส่วนใหญ่มุ่งเน้นหนักในด้านช่วยปรุงแต่งรสชาติอาหารต่าง ๆ เป็นสำคัญ โดยเฉพาะอาหารกระป๋องประเภทเนื้อสัตว์ ซุป และไส้กรอก แต่การที่พริกไทยมีรสเผ็ดร้อนอยู่ด้วย จึงมีผู้นำไปใช้ประโยชน์ในทางยาเช่นกัน เช่น ใช้ขับลม แก้เสลด เสมหะ หอบไอ เป็นยาบำรุงธาตุ ขับลมในลำไส้ ใช้ถุพินแก้รำมะนาด และเป็นส่วนผสมของยาอายุวัฒนะ ช่วยกระตุ้นการไหลของน้ำดี น้ำลายและเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร ช่วยกระตุ้นให้กล้ามเนื้อในกระเพาะและลำไส้เคลื่อนไหวอย่างสม่ำเสมอ ทำให้อาหารถูกย่อยง่ายขึ้น นอกจากนี้พริกไทยสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเชื้อราได้ดี (จักรภพ ธรรมเดชา, 2546) สารสกัดจากใบของพริกไทยยังสามารถต้านอนุมูลอิสระชะลอความแก่ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ช่วยแก้อาการปวดฟันเมื่อทำความสะอาดในช่องปาก แก้อาการเป็นพิษ รักษาโรคอุจจาระร่วง รักษาโรคผิวหนัง แก้แผลพุพอง ทำความสะอาดบาดแผล สามารถยับยั้งเนื้องอก รักษาอาการอักเสบของท่อน้ำปัสสาวะ แก้อาการปวดตามข้อ รักษาโรคตับอักเสบ ช่วยรักษาอาการไข้ดีซ่าน บวม น้ำ ปวดหัว ลดการเกิดมะเร็งในลำไส้ ส่วนน้ำมันหอมระเหยช่วยต้านไข้หวัดใหญ่ และรักษาเบาหวาน (เฉลิมพล สุวรรณภักดี, 2548)

7. พริกหวาน พริกหวานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* L. สายพันธุ์ของพริกหวานที่ปลูกมากในประเทศไทยมีอยู่ 3 สายพันธุ์คือ พันธุ์สีเขียว สีเหลืองและสีแดง พริกหวานเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ใช้บริโภคทั่วโลก นิยมใช้ในการประกอบอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติและสีให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น ผลพริกหวานมีลักษณะเป็นสีเหลี่ยมกึ่งกลมเหลี่ยม ขนาดใหญ่ เนื้อหนา มีหลายสีทั้งเขียว แดง เหลือง ส้ม และน้ำตาล สารที่ทำให้เกิดรสชาติและความเผ็ดของพริกคือ สารแคปไซซิน (capsaicin) ซึ่งมีมากบริเวณไส้ ผงกั้นระหว่างเซลล์ และเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า รกของพริกหวาน ซึ่งเป็นสารทำให้เกิดความเผ็ดแต่มีในปริมาณที่ต่ำมาก (ชนาภรณ์ ศรีศิริพันธุ์, 2551) สารแคปไซซินจัดเป็น acrid, volatile alkaloid ที่สามารถช่วยเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ ช่วยกระตุ้นการทำงานของต่อมน้ำลาย เมื่อร่างกายได้รับสารแคปไซซินร่างกายจะมีการสร้าง endorphins ที่ช่วยในการคลายเครียด นอกจากนี้เมื่อมีการรับประทานพริกจะได้รับสาร neurotransmitters ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำให้ร่างกายรู้สึกปวดแสบ และปวดร้อน (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2546) สารที่ทำให้เกิดรสชาติในพริกหวานได้แก่ กลูโคส, ฟรุคโตส, กรดมาลิก, กรดซิตริก, วิตามินซี, (E)-2-hexen-1-ol, p-menth-1-en-9-al, (E)- β -ocimene, (Z)-2-penten-1-ol และ (E)-geranylacetone (Eggink, Maliepaard, Tikunov, Haanstra, Bovy & Visser, 2012)

ประโยชน์ของพริกหวาน

พริกหวานจัดเป็นแหล่งพลังงาน และสารอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เหล็ก แคลเซียม วิตามินเอ ซี และอี โดยเฉพาะวิตามินซีพบมากกว่าพืชผักชนิดอื่น ๆ การที่มีวิตามินซีสูงจึงเป็นแหล่งของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งเป็นสารช่วยขยายเส้นเลือดในลำไส้ใหญ่และกระเพาะ

อาหารเพื่อให้ดูดซึมอาหารดีขึ้น และช่วยร่างกายขับถ่ายของเสียและนำธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย ช่วยบรรเทาอาการไข้หวัด ช่วยลดปริมาณสารคอเลสเตอรอล ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยบรรเทาอาการเจ็บปวด และช่วยเสริมสร้างสุขภาพและอารมณ์ รวมทั้งยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วย (ขวัญชนก ลีลาวณิชไชย, 2550) โดยพริกหวาน 100 กรัม ให้พลังงาน 22 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย โปรตีน 0.8 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.0 กรัม แคลเซียม 9 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 2.5 มิลลิกรัม ไทอะมิน 0.10 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.05 มิลลิกรัม วิตามินซี 65 มิลลิกรัม นอกจากนี้พริกหวานมีเบต้าแคโรทีนสูง มีวิตามินซี เหล็ก และโพแทสเซียม ซึ่งพริกหวานสีเหลืองจะมีวิตามินมากกว่าพริกหวานสีส้มถึง 4 เท่า (นิตดา หงษ์วิวัฒน์, 2548)

8. น้ำมันสำหรับทอด น้ำมันเป็นตัวนำความร้อน ทำให้หัวข้าวเกรียบเกิดการพองตัว ช่วยหล่อลื่นไม่ให้หัวข้าวเกรียบติดภาชนะที่ใช้ทอด ทำให้เกิดสี และเพิ่มรสชาติให้น้ำมันจะสัมผัสกับหัวข้าวเกรียบตลอดเวลาที่ทอด ฉะนั้นคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพของหัวข้าวเกรียบมาก น้ำมันที่เหมาะสมสำหรับทอดจะต้องบริสุทธิ์ ไม่สลายตัวได้ง่าย (พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง, 2530) ควรทอดอาหารที่ละน้อยถึงแม้ต้องทอดอาหารปริมาณมาก รักษาระดับน้ำมันที่ใช้ทอดให้คงที่ เลิกใช้น้ำมันทอดก่อนที่จะเกิดควัน และเกิดฟอง กรองน้ำมันและล้างกระทะทุกวัน เมื่อเลิกใช้น้ำมันควรลดอุณหภูมิ และปิดฝาไม่ให้้ำมันได้รับแสงสว่างหรือแสงอุลตราไวโอเลต เลือกกระทะสำหรับทอดที่ผลิตจากวัสดุเหมาะสม เพราะหากเป็นกระทะที่ผลิตจากเหล็กและทองแดง จะเร่งการเกิดออกซิเดชันได้ ถึงแม้การทอดเป็นการลดความชื้นและเพิ่มน้ำมันในหัวข้าวเกรียบแต่ก็ไม่ควรให้น้ำมันเหลืออยู่ในหัวข้าวเกรียบมากนัก เพราะนอกจากผู้ผลิตจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากแล้วยังทำให้หัวข้าวเกรียบ มีผิวเยิ้มเหนียวเหนอะหนะไม่น่ารับประทาน (มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด, 2535) การทอดโดยใช้น้ำมันมากจะทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งการนำโดยน้ำมันและการพาเข้าไปภายในชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารทั้งชิ้นจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน ทำให้มีสีสม่ำเสมอ การทอดวิธีนี้ใช้ได้กับอาหารทุกชนิด แต่ถ้าชิ้นอาหารมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอจะต้องใช้น้ำมันในการทอดเพิ่มมากขึ้น (นิธิยา รัตนพานนท์, 2544) น้ำมันที่ใช้ในการทอดอาหารจะเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่ น้ำที่ระเหยไปเป็นไอและกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด คุณภาพของน้ำมันจะมีผลต่อการดูดซับน้ำมันในการผลิตอาหาร (สุมาลี กาบแก้ว, วิภา เกตุเกี้ยว และวัชรระ บัณฑิต, 2548) น้ำมันนอกจากจะมีบทบาทสำคัญทางด้านคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีส่วนสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอดคือลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอดนั้นจะอาศัยน้ำมันเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน ขณะที่ทำการทอดที่อุณหภูมิสูงน้ำมันจะสลายตัวเป็นสารที่ให้กลิ่นรสและถูกดูดซับไว้จึงช่วยส่งเสริมกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์และการสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการทอด ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้งกรอบและใช้เป็นตัวกลางสำหรับการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่างการทอด น้ำมันจะถูกดูดซับไว้แล้วกลายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

การเลือกชนิดของน้ำมัน การขนส่ง การเก็บ การจัดการ และการใช้น้ำมันที่ทอดจึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากการใช้น้ำมันที่ไม่ถูกวิธีล้วนมีผลต่อการลดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อย่างมาก เช่น ก่อให้เกิดการเหม็นหืนและเกิดกลิ่นรสแปลกปลอม (รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ, 2540) น้ำมันพืชเป็นแหล่งไขมันบริโภคที่สำคัญที่สุดเนื่องจากมีปริมาณการใช้สูงสุด วัตถุดิบที่นำมาผลิตจะมีปริมาณไขมันและมีคุณสมบัติที่ต่างกันเนื่องจากมีระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน น้ำมันพืชที่นำมาผลิตได้แก่ น้ำมันปาล์ม (Palm oil) นอกจากนี้การทอดแบบน้ำมันท่วมทำให้กระบวนการที่เกิดขึ้นทั้งการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลส่งผลให้อาหารมีลักษณะสี รสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป (ศรายุทธ์ สมประสงค์, 2551)

8.1 น้ำมันปาล์ม (Palm oil) เป็นน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื่องจากไม่มีกลิ่นที่อุณหภูมิห้อง มีการคงทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูง น้ำมันปาล์มมีสีที่ดีเมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่น ๆ มีคุณสมบัติในการทอดที่ดีคือ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 30-40 มีกรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และวิตามินอี (tocopherol) 380-890 ppm ซึ่งเป็นสารกันหืนธรรมชาติที่มีน้ำมันปาล์ม (Hui, 1996) ในน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำนวนน้อยโอกาสเกิดกลิ่นเหม็นหืนช้ากว่าน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว ที่มีพันธะคู่จำนวนมาก ในขณะที่น้ำมันหมูไม่เหมาะต่อการใช้ทอดเพราะมีคอเลสเตอรอลสูง (เบ็ญจรัก วายภาพ, ชลธิชา เอี่ยมชื่น, วราพร ลักษณะลม้าย, ศศิวิมล สุจริต และ วรรัตน์ ใจเจริญธรรมกุล, 2551)

กรรมวิธีการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้

1. การผสมและการนวด

การนวดผสมเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่ง เพื่อให้แป้งผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีเนื้อสัมผัสเนียนซึ่งมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นรูปทรงสม่ำเสมอพองตัวดี (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546)

2. การปั้นและการนึ่ง

หลังจากการผสมและการนวดจนได้ที่แล้ว จะแบ่งแบ่งเป็นก้อน ๆ แต่ละก้อนมีน้ำหนักเท่า ๆ กัน ปั้นเป็นก้อนกลมแล้วคลึงเป็นท่อนขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 5 x 30 เซนติเมตร (Mohamed, Jamilah, Abbas, Abdul Rahman & Roslina, 2008, 639-646) วางลงบนรังถึงโดยมีใบตองหรือผ้าดิบชุบน้ำพอมืด ๆ รองรับไว้เพื่อป้องกันการติด ต่อจากนั้นจึงนำไปทำให้สุกที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Nurul, Boni & Noryati, 2009)

3. การหั่น

หลังจากที่นึ่งก้อนแป้งสุกแล้วจะต้องทิ้งก้อนแป้งให้เย็น ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะไม่ติดมืออาจหั่นได้เลย การหั่นหัวข้าวเกรียบอาจทำได้ทั้งหั่นด้วยมือหรือใช้เครื่องหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการหั่นคือ ความหนาของแผ่น ถ้าแผ่นมีความหนามากการทอดตัวจะมีน้อย แต่ความหนาน้อยลง การทอดตัวจะมีมาก (สุदारตน์ พริกบุญจันทร์, 2547) ซึ่งผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบจะทำการหั่นเป็นชิ้นมีความหนาประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร โดยไม่ต้องนำไปผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้ง

4. การทอด

การทอดเป็นกระบวนการที่ทำให้ข้าวเกรียบทอดด้วยใช้น้ำมันเป็นสื่อความร้อน ซึ่งเมื่อแผ่นข้าวเกรียบได้รับความร้อนจากน้ำมันในระหว่างการทอด จะทำให้น้ำที่แทรกอยู่ในก้อนโดระเหยกลายเป็นไอน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความดันไอน้ำขึ้นภายในต้นให้เนื้อของข้าวเกรียบขยายตัวได้เกิดลักษณะเป็นโพรง หรือรูพรุน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ และความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์จะถูกดูดซับน้ำมันเข้าไปแทนน้ำที่ระเหยออก และแทรกอยู่ในช่องว่างหรือโพรงอากาศภายในผลิตภัณฑ์ทำให้มีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น (จันทร์เพ็ญ ไชยน้อย, 2550) ซึ่งใช้อุณหภูมิในการทอด 180-200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที (Nurul, Boni & Noryati, 2009)

การทอดสามารถแบ่งได้เป็น 4 ช่วงดังนี้ (ศรายุทธ์ สมประสงค์, 2551)

- 1) การให้ความร้อนในช่วงแรก เป็นช่วงที่ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของอาหารเพิ่มขึ้นจนมีอุณหภูมิเท่ากับจุดเดือดของน้ำ การถ่ายเทความร้อนเป็นการพาแบบธรรมชาติที่ยังไม่มีการระเหยของน้ำ
- 2) ช่วงการเดือดของน้ำที่ผิวอาหาร จะเป็นช่วงที่ผิวของอาหารระเหยกลายเป็นไอน้ำ ผิวหน้าเริ่มแห้งเกิดเป็นเปลือกแข็ง การถ่ายเทความร้อนเป็นการพาแบบบังคับ
- 3) ช่วงอัตราการระเหยลดลง จะเป็นช่วงที่อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของอาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากการสูญเสียไอน้ำจากภายในชั้นอาหาร อัตราการระเหยน้ำจะเริ่มช้าลง อาหารจะเริ่มสุกและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ เช่น เกิดการเจลาติไนซ์ของแป้ง
- 4) จุดยุติของการเกิดฟอง จะเกิดขึ้นเมื่ออาหารถูกทอดเป็นเวลานาน น้ำระเหยได้ช้าลงทำให้ปริมาณฟองของไอน้ำที่ออกจากผิวอาหารลดลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาวิณี กิรติโชติ (2540) ได้ทดลองผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้ปลา 3 ชนิด คือ ปลาทรายแดง ปลาข้างเหลือง และปลาสุจิน และใช้อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลา 3 อัตราส่วน คือ 1:1, 1:2 และ 2:3 ผสมให้เข้ากันทันที นำก้อนโดที่ได้นึ่งเป็นเวลา 90 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดและทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวเกรียบปลาจากปลาข้างเหลือง ซึ่งใช้อัตราส่วนปลาต่อแป้ง 1:2 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด จากนั้นการเปรียบเทียบการยอมรับข้าวเกรียบปลา 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบปลา

สูตรเดิม ข้าวเกรียบปลาสูตรพัฒนา และข้าวเกรียบปลาที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ผลการทดสอบ พบว่า ข้าวเกรียบปลาสูตรพัฒนาได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงสุด

เพลินใจ ตั้งคณะกุล (2546) รายงานว่า ข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวจะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด นั่นคือ การพองตัวดีที่สุด ลักษณะความกรอบเบา แต่จะกรอบไม่นาน การผสมแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งสาลีหรือทดแทนแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 30 จะทำให้ก้อนแป้งหลังนึ่งคงรูปทรงกระบอก เมื่อนำไปทอดจะมีรูพรุนขนาดเล็ก เนื้อแน่น การพองตัวจะลดลง แต่ยังคงความกรอบอยู่ได้นาน

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์ (2547) ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาโดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อปลา 3 ระดับ (80:20, 70:30, และ 60:40) และศึกษาอัตราส่วนของน้ำตําลึงกับน้ำที่ใช้ทำข้าวเกรียบ 5 ระดับ (0:80, 50:30, 60:20, 70:10 และ 80:0) พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อปลาที่ 60:40 และอัตราส่วนของน้ำตําลึงกับน้ำที่ใช้ทำข้าวเกรียบที่ 60:20 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด และเมื่อนำข้าวเกรียบปลามาวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ร้อยละ 1.52, 10.85, 4.31 และ 3.04 ตามลำดับ

สุพรรณพันธ์ โลหะลักษณะเดช และนพรัตน์ มะเห (2547) ได้ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาकुและเนื้อปลาทูน่า พบว่า ปริมาณแป้งสาคุร้อยละ 10 และเนื้อปลาร้อยละ 5 เหมาะสมในการผลิตเนื่องจากผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด เพราะลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ความกรอบดี กลิ่นรสของเนื้อปลาชัดเจน เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกและกล่องกระดาษเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่น้อยกว่า 30 cfu/g. ปริมาณเชื้อราน้อยกว่า 10 cfu/g. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในทุกปัจจัยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ด้านองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาคุและเนื้อปลาก่อนการเก็บรักษามีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน และโปรตีน ร้อยละ 3.31, 1.50, 7.52 และ 7.57 ตามลำดับ ส่วนหลังการเก็บรักษา มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 3.30, 4.50, 6.82 และ 7.05 ตามลำดับ

จันทร์เพ็ญ ไชยนุ้ย (2550) ศึกษาทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งผสม ระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับแป้งสาคุต่อคุณภาพข้าวเกรียบปลา พบว่า ภายหลังจากนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 25-120 นาที และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณแป้งสาคุและระยะเวลาการนึ่งมีผลต่อระดับการเกิดเจลลิตินในเซชัน ความสามารถในการดูดซับน้ำและการละลายน้ำของข้าวเกรียบแป้งผสมที่ยังไม่ผ่านการทอด ($p < 0.05$) โดยเมื่อปริมาณแป้งสาคุเพิ่มขึ้นมีผลให้ระดับการเกิดเจลลิตินในเซชัน ความสามารถในการดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง ในขณะที่ระยะเวลานึ่งนานขึ้นมีผลให้ระดับการเกิดเจลลิตินในเซชัน ความสามารถในการ

ดูดซับน้ำและการละลายน้ำของข้าวเกรียบแป้งผสมที่ยังไม่ผ่านการทอดมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งระดับการเกิดเจลลิตไนเซชันของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดที่ระยะเวลานึ่งนาน 60 นาที มีความแตกต่างกับข้าวเกรียบที่ระยะเวลานึ่งนาน 45 นาที ($p < 0.05$) แต่เมื่อระยะเวลานึ่งนานกว่า 75 นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

นาฏยา แหละหมัด และนุริยาน สาและ (2551) ได้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อมีปลาหอย 3 ระดับ คือ 90:10, 85:15 และ 80:20 ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาหอย และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งกับเนื้อมีปลาหอย คือ 85:15 ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมสูงสุด โดยทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) และการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเกลือและน้ำตาลที่ 3:2, 2:3 และ 2.5:2.5 โดยควบคุมอัตราส่วนของเครื่องเทศที่ใช้ผสมคงที่ที่ร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก แล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของเกลือต่อน้ำตาลคือ 2:3 โดยได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงสุด และเมื่อนำข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป (ก่อนทอด) มาวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับร้อยละ 10.84 ± 0.16 , 10.59 ± 0.48 , 0.54 ± 0.24 , 74.68 และ 3.35 ± 0.05 ตามลำดับ

ศรายุทธ์ สมประสงค์ (2551) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการดูดซับน้ำมัน เนื้อสัมผัสและสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด สีของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 160, 170, 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิการทอดสูงขึ้น การดูดซับน้ำมันของข้าวเกรียบกุ้งทอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ความแข็งของข้าวเกรียบกุ้งทอดลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสี L^* ของข้าวเกรียบกุ้งทอดลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสี a^* ของข้าวเกรียบกุ้งทอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และค่า b^* ของข้าวเกรียบกุ้งทอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการทอด และพบว่า การใช้อุณหภูมิทอดที่สูงขึ้นทำให้สีของน้ำมันปาล์มเข้มขึ้นด้วย โดยการทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถลดผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำมันปาล์มจากการใช้อุณหภูมิสูงในการทอด และไม่ทำให้ข้าวเกรียบกุ้งทอดมีลักษณะไม่น่ารับประทาน

Bakar (1983) ได้ทำการศึกษากิจกรรมวิธีการผลิตหัวข้าวเกรียบ ด้วยการทำให้ก้อนแป้งสุก 2 วิธี คือ การต้มและการนึ่ง รวมทั้งได้ทำการศึกษาลักษณะการใช้และไม่ใช้วัตถุเจือปน (วัตถุเจือปนที่ใช้ ได้แก่ BHT ร้อยละ 0.01, BHA ร้อยละ 0.01, tocopherol 0.01, sodium pyrophosphate ร้อยละ 0.02, sobic acid ร้อยละ 0.03, EDTA ร้อยละ 0.005 และ propylene glycol ร้อยละ 0.05) จากการศึกษาพบว่า วิธีการนี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากกว่าการต้ม นอกจากนี้การเติมและไม่เติมวัตถุ

เจือปนในหัวข้าวเกรียบทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด รวมทั้งค่า Thiobarbituric acid value (TBA) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) แต่ค่า pH มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

Yu (1991) ศึกษาผลการยอมรับของข้าวเกรียบปลาที่ผลิตจากแป้งต่างชนิดกัน คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคุ และแป้งข้าวสาลี พบว่าอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบที่ผลิตจาก แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุจะมีค่าสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของโปรตีนมีผลต่อคุณสมบัติการ ขยายตัวของข้าวเกรียบ อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุจะสูง กว่าร้อยละ 77 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีความกรอบที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและผลการ ประเมินทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าข้าวเกรียบที่ผลิตด้วยแป้งมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบ ทางด้านสี ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งสาคุ

Nurul, Boni, & Noryati (2009) ได้ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อมีปลาต่อแป้งมันสำปะหลังในการ ผลิตหัวข้าวเกรียบ ที่ 1:1, 1.5:1, 2:1, และ 2.5:1 พบว่า เมื่ออัตราส่วนของเนื้อมีปลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ หัวข้าวเกรียบมีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 2.4 ซึ่งในทางกลับกันเมื่อเพิ่ม อัตราส่วนของเนื้อมีปลาทำให้หัวข้าวเกรียบมีค่าการขยายตัวและการดูดซับน้ำมันลดลง แต่ค่าความแข็ง ของหัวข้าวเกรียบเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2.5 นอกจากนี้อัตราส่วนของเนื้อมีปลาที่เพิ่มขึ้นยังทำให้ หัวข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอดและที่ทอดแล้วมีค่า L^* หรือค่าความสว่างลดลงดังตารางที่ 2.6 และตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.4 อัตราส่วนของเนื้อมีปลาต่อแป้งมันสำปะหลังต่อองค์ประกอบทางเคมีของหัวข้าวเกรียบ

หัวข้าวเกรียบ (ปลา: แป้งมันสำปะหลัง)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
A (1.0:1.0)	9.86 ^a ± 0.16	10.12 ^a ± 0.42	0.99 ^d ± 0.12	5.91 ^b ± 0.06	73.43 ^a ± 0.81
B (1.5:1.0)	8.70 ^b ± 0.31	14.29 ^b ± 0.82	1.67 ^c ± 0.23	6.47 ^a ± 0.04	60.50 ^b ± 1.22
C (2.0:1.0)	8.54 ^b ± 0.32	18.23 ^c ± 1.02	2.48 ^b ± 0.26	5.75 ^c ± 0.10	66.66 ^c ± 1.96
D (2.5:1.0)	8.50 ^b ± 0.44	23.81 ^d ± 0.93	2.70 ^a ± 0.20	6.52 ^a ± 0.07	59.74 ^d ± 1.46

ที่มา (Nurul, Boni, & Noryati, 2009, pp.162)

ตารางที่ 2.5 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าการขยายตัว การดูดซับน้ำมัน ค่าความแข็งของหัวข้าวเกรียบ

หัวข้าวเกรียบ (ปลา: แป้งมันสำปะหลัง)	ค่าการขยายตัว (%)	ค่าการดูดซับน้ำมัน (%)	ค่าความแข็ง (N/cm ²)
A (1.0:1.0)	107.69 ^a ±3.44	39.79 ^a ±1.08	1,312.34 ^a ±98.45
B (1.5:1.0)	71.09 ^b ±6.45	11.15 ^b ±0.65	1,493.43 ^{ab} ±204.31
C (2.0:1.0)	56.28 ^c ±8.18	9.39 ^c ±0.56	1,639.55 ^{bc} ±185.86
D (2.5:1.0)	37.18 ^d ±7.36	7.89 ^d ±0.60	2,366.49 ^c ±249.72

ที่มา (Nurul, Boni, & Noryati, 2009, pp.162)

ตารางที่ 2.6 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าสีของหัวข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอด

หัวข้าวเกรียบ (ปลา: แป้งมันสำปะหลัง)	L*	a*	b*
A (1.0:1.0)	80.53 ^b ±0.23	-0.17 ^a ±0.03	13.66 ^c ±0.08
B (1.5:1.0)	82.29 ^a ±0.42	-0.69 ^b ±0.10	10.71 ^d ±0.32
C (2.0:1.0)	82.35 ^a ±0.26	-0.90 ^c ±0.09	14.55 ^b ±1.01
D (2.5:1.0)	77.14 ^c ±0.76	-0.55 ^b ±0.22	17.16 ^a ±0.77

ที่มา (Nurul, Boni, & Noryati, 2009, pp.163)

ตารางที่ 2.7 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาต่อแป้งมันสำปะหลัง ต่อค่าสีของหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอด

หัวข้าวเกรียบ (ปลา: แป้งมันสำปะหลัง)	L*	a*	b*
A (1.0:1.0)	75.04 ^a ±0.63	-0.64 ^c ±0.11	10.56 ^a ±0.43
B (1.5:1.0)	76.01 ^a ±0.61	1.09 ^a ±0.35	15.53 ^a ±0.73
C (2.0:1.0)	69.08 ^b ±1.13	1.70 ^b ±0.83	18.02 ^b ±2.37
D (2.5:1.0)	68.16 ^b ±1.81	1.53 ^b ±0.32 ^b	18.95 ^b ±0.75

ที่มา (Nurul, Boni, & Noryati, 2009, pp.163)

Omar, Mohd Adzahan, Mohd Ghazali, Karim, Abdul Halim, Ab Karim (2011) ได้ทำการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคจำนวน 212 คน ซึ่งประกอบด้วยเพศหญิงร้อยละ 61.8 และเพศชายร้อยละ 38.2 ผลการสำรวจ พบว่า เหตุผลหลักในการบริโภคหัวข้าวเกรียบคือ รสชาติดี มีความสะดวกในการซื้อ รับประทานเป็นอาหารว่าง คุ่มค่าต่อราคา และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เท่ากับร้อยละ 70.28, 9.43, 9.43, 8.49 และ 2.36 ตามลำดับ ซึ่งการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจมากร้อยละ 36.3 พึงพอใจเล็กน้อยร้อยละ 26.9 พึงพอใจมากที่สุดร้อยละ 22.2 เฉย ๆ ร้อยละ 8.0 ไม่พึงพอใจเล็กน้อยร้อยละ 4.7 ไม่พึงพอใจมากและไม่พึงพอใจมากที่สุดร้อยละ 0.9 ส่วนรสชาติหัวข้าวเกรียบใหม่ ๆ ที่ผู้บริโภคต้องการ คือ รสพริกไทยดำ รสแกงเผ็ด รสตั๋มยา รสอื่น ๆ และรสลักซ่าเท่ากับร้อยละ 50.00, 18.87, 14.62, 13.21 และ 3.00 ตามลำดับ

น้ำจิ้ม

น้ำจิ้ม หมายถึง น้ำผสมเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของพริก กระเทียม น้ำตาล เกลือ และน้ำส้มสายชู เข้าด้วยกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีรสเปรี้ยว เค็ม หวาน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับฝีมือของคนปรุงด้วย ในการปรุงน้ำจิ้มแต่ละประเภทรสจะต้องคำนึงถึงอาหารแต่ละชนิด ไม่ว่าจะเป็นอาหารทะเล ทอด นึ่ง ย่างและหม้อไฟ เป็นต้น (เยาวภา ขวัญคุณ, 2551)

น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำพริกชี้ฟ้าแดงสดหรือดอง กระเทียมสดหรือกระเทียมดองมาผ่านการบด แล้วเติมน้ำสะอาด น้ำตาลและส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น เกลือ กรดแอซิติก และสารกันหืน จากนั้นนำไปเคี่ยวจนมีความข้นตามต้องการ มีส่วนผสมและคุณลักษณะเหมือนน้ำจิ้มไก่โดยทั่วไป

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

1. **พริก** พริกที่ใช้สำหรับผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบควรเป็นพริกสีแดงจัดทั้งผล อาจเป็นพริกชี้หนูหรือ พริกชี้ฟ้าก็ได้ แต่ที่นิยมใช้กันมากคือ พริกชี้ฟ้า เพราะปริมาณเนื้อพริกต่อผลมากกว่าพริกชี้หนู ส่วนพริกชี้หนูนำมาใช้เพื่อแต่งรสเผ็ดให้กับน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ สารสีที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน คือ แคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ซึ่งประกอบด้วยสารต่าง ๆ คือ แคปไซซิน (capsaicin) ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin)

โฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin) โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) แคปไซซิน มีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{27}NO_3$ ชื่อทางการค้าคือ 8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide สารนี้พบมากที่ผนังชั้นใน (inner wall) ของผล ฝรั่ง ผนังกั้นระหว่างเซลล์ และรกของพริก แคปไซซินที่พบในรอกจะมีปริมาณร้อยละ 4.72-32 ต่อหน่วยน้ำหนักของรอก สารแคปไซซินบริสุทธิ์จะมีลักษณะเป็นผลึกไม่มีสี น้ำหนักโมเลกุล 305.4 g mol⁻¹ จุดเดือด 210-220 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในน้ำเย็นแต่ละลายได้ดีในเอทานอล อีเทอร์ และอะซิโตน สารให้ความเผ็ดในพริกจะกระจายตัวในส่วนต่าง ๆ ของพริก ในปริมาณที่ต่างกันโดยจะพบมากในส่วนของเนื้อเยื่อชั้นในที่ติดกับไส้ (dissepiment) มีปริมาณแคปไซซินสูงถึงร้อยละ 89 ของปริมาณทั้งหมดในผลพริก แต่ในเมล็ดพบเพียงร้อยละ 10.8 เท่านั้น ปริมาณแคปไซซินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์พริก ความแก่อ่อน สถานที่ และฤดูกาลเพาะปลูก

สารให้สีในพริกจัดอยู่ในกลุ่มรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ ผลพริกมีสารให้สีที่สำคัญคือ แคปแซนทีน (capsanthin) ซึ่งเป็นสารคีโตแคโรทีนอยด์ (ketocarotenoid ; $C_{40}H_{58}NO_3$) และยังพบสารอื่นที่มีสูตรใกล้เคียงกันได้แก่ แคปโซรูบิน (capsorubin) เซียแซนทีน (zeaxanthin) ลูเทอิน (lutein) นีโอแซนทีน (neoxanthin) ไวโอลาแซนทีน (violaxanthin) และบีตาแคโรทีน (β -carotene) สารประกอบแคปแซนทีนบริสุทธิ์จะเป็นผลึกรูปเข็มสีแดงเข้ม ละลายได้ในแอลกอฮอล์ มีจุดหลอมเหลว 175-176 องศาเซลเซียส ในพริกที่ยังไม่สุกจะไม่พบรงควัตถุพวกคีโตแคโรทีนอยด์ แต่จะพบรงควัตถุที่ให้สีเขียวและเหลืองส้ม ได้แก่ ลูเทอิน บีตาแคโรทีน ไวโอลาแซนทีน แคปโซรูบิน และคริปโตแซนทีน การกระจายตัวของรงควัตถุในผลพริกแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ โดยพบในส่วนเนื้อสูงกว่าเมล็ด (จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์, 2545)

1.1 พริกชี้ฟ้า พริกชี้ฟ้าเป็นพืชตระกูล Solanaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum annuum* Linn. มีชื่อสามัญได้แก่ cayenne pepper, chili spur pepper, long fed pepper, spur pepper เป็นไม้ล้มลุกสูง 0.5-1.5 เมตร ใบเดี่ยวออกตรงกันข้ามหรือออกสลับ รูปใบหอกกว้าง 1-4 เซนติเมตร ยาว 2-8 เซนติเมตร ดอกสีขาวออกเดี่ยวตามซอกใบและปลายกิ่ง โคนกลีบดอกเชื่อมกันปลายแยกเป็น 5 แฉก ดอกห้อยลง เมื่อบานเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร เกสรตัวผู้ 5 อัน ผลรูปทรงกระบอกยาว ปลายเรียวแหลม โค้งงอ ยาว 6-9 เซนติเมตร ผิวเป็นมันสีเขียว เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีแดง มีเมล็ดแบนสีนวลจำนวนมาก (จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์, 2545) โดยพริกชี้ฟ้าแดง 100 กรัม ให้พลังงาน 53 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 84.0 กรัม โปรตีน 3.00 กรัม ไขมัน 1.10 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.00 กรัม แคลเซียม 14.00 กรัม ฟอสฟอรัส 75.00 กรัม เหล็ก 1.10 กรัม ไทอะมิน 0.16 มิลลิกรัม ไนอะซิน 0.0 มิลลิกรัม วิตามินซี 90 มิลลิกรัม วิตามินบี 10.11 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 00.01 มิลลิกรัม และเบต้าแคโรทีน 31.09 RE (กระทรวงสาธารณสุข, 2530)

1.2 พริกขี้หนู พริกขี้หนูมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum frutescence* Linn. มีชื่อสามัญว่า bird chili เป็นพืชที่มีการเจริญของกิ่งเป็นแบบ dichotomous คือกิ่งจะเจริญจากลำต้นเพียง 1 กิ่งแล้วแตกเป็น 2 กิ่ง และเพิ่มเป็น 4 เป็น 8 ไปเรื่อย ๆ จึงมักจะพบว่าต้นพริกที่สมบูรณ์จะมีกิ่งแตกขึ้นมา

จากต้นที่ระดับดินหลายกึ่ง จนคล้ายกับว่ามีหลายต้นอยู่รวมที่เดียว ใบเป็นแบบใบเดี่ยว มีลักษณะแบนเรียบ มีขนบ้างเล็กน้อย มีรูปร่างตั้งแต่รูปไข่ไปจนกระทั่งเรียวย ใบมีขนาดต่าง ๆ กัน ส่วนดอกมีลักษณะเป็นพู่ 5 พู่ มีกลีบดอกสีขาวอยู่ 5 กลีบ ผลเป็นประเภท berry ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะ เมล็ดพริกมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าเมล็ดมะเขือเทศ แต่มีรูปร่างคล้ายกัน คือ มีลักษณะรูปกลมแบน มีสีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล (อำพิกา นพเกียรติ, 2547) โดยพริกชี้หนูในเนื้อผลส่วนที่กินได้ 100 กรัม ให้พลังงาน 68 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย โปรตีน 4.1 กรัม ไขมัน 1.0 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.4 กรัม แคลเซียม 76 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 82 มิลลิกรัม เหล็ก 1.6 มิลลิกรัม วิตามินซี 32 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.28 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.15 มิลลิกรัม วิตามินเอ 8,778 หน่วยสากล (จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์, 2545)

2. กระเทียม กระเทียมจัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอันดับสองรองจากพริก หากใช้กระเทียมขนาดเล็กที่ปลูกตามภาคกลางจะให้กลิ่นรสที่ฉุนและแรงดีกว่ากระเทียมหัวใหญ่ที่ปลูกในภาคเหนือ แต่มีข้อจำกัด คือใช้เวลานานและลำบากในการปอกเปลือก ต้องใช้ปริมาณมากกว่ากระเทียมหัวใหญ่ (กฤษณา จินภักดี, 2546) จึงนิยมใช้กระเทียมหัวใหญ่ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเหนียวมากกว่า

3. น้ำส้มสายชู คุณภาพของน้ำส้มสายชูให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 204 (พ.ศ. 2543) น้ำส้มสายชูแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) คือน้ำส้มสายชูเทียม น้ำส้มสายชูกลั่น และน้ำส้มสายชูหมัก จัดเป็นน้ำส้มสายชูที่นำมาใช้ในการประกอบอาหารได้ โดยน้ำส้มสายชูหมักจะมีคุณภาพดีที่สุดในแง่รสชาติและราคาแพงมาก โรงงานทำซอสพริกหรือน้ำจิ้มจะไม่ใช้น้ำส้มชนิดนี้ ส่วนน้ำส้มสายชูกลั่นมีคุณภาพรองลงมาและใช้ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเหนียวแต่มีคุณภาพดีกว่าน้ำส้มสายชูเทียม (กฤษณา จินภักดี, 2546) น้ำส้มสายชูทำหน้าที่ปรับค่า pH ของผลิตภัณฑ์ซอสและน้ำจิ้มให้อยู่ช่วง 3.10-3.60 (USFDA, 2003) และนำมาใช้เป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่งในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มและซอสเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดรสเปรี้ยว ซึ่งความเปรี้ยวนั้นเกิดจากกรดแอซิติก (acetic acid) ที่มีอยู่ในน้ำส้ม นอกจากนี้ยังพบว่ากรดยังมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันเสีย โดยกรดจะทำให้อาหารมีค่า pH ลดลงทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่ทนกรดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้กรดยังสามารถผ่านเข้าไปในผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้เกิดการผิดปกติของการส่งผ่านสารเข้าออกผ่านผนังเซลล์ เซลล์จุลินทรีย์จึงมีความเป็นกรดมากขึ้น ทำให้ภายในเซลล์มีไอออนที่มีประจุบวกมากขึ้นเป็นผลให้เซลล์จุลินทรีย์เกิดอันตราย (สุเมธ ตันตระเจียร, 2536, ศิวพร ศิวเวช, 2535)

4. น้ำตาล น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึกละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซูโครส (sucrose) ชนิดของน้ำตาลทรายที่ขายตามท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ น้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำจิ้มทำหน้าที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์โดยที่น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม จะให้พลังงาน 4 แคลอรี (ศิวพร ศิวเวช, 2535) โดยน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเหนียวควรพอกสีแล้ว โรงงานผลิตน้ำจิ้มไก่และซอสพริกนิยมละลายเกลือและน้ำตาลใน

น้ำส้มสายชูและกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกสิ่งสกปรก แล้วจึงนำน้ำส้มสายชูไปผสมกับพริกที่บดละเอียดแล้ว (กฤษณา จินกักดี, 2546)

5. เกลือ เกลือที่นิยมใช้ได้แก่ เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีหน้าที่เพิ่มกลิ่นรสอาหารและเพิ่มรสชาติให้ดีขึ้น (นิธิยา รัตนพานนท์, 2545) เกลือที่บริโภคโดยทั่วไปมีแหล่งที่มาจากเกลือ 2 ประเภท คือ เกลือทะเลมีแหล่งผลิตแถบจังหวัดที่อยู่ติดชายทะเลและเกลือสินเธาว์เป็นหินเกลือที่อยู่ในชั้นดิน สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดว่า เกลือบริโภคตาม มอก.91-2517 แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2544)

1. เกลือบริสุทธิ์ หมายถึง ผลึกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่สะอาดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2. เกลือโต๊ะ หมายถึง เกลือบริโภคที่ผลึกไม่จับกันเป็นก้อน

3. เกลืออัดเม็ด หมายถึง เกลือบริโภคที่อัดเม็ดแล้ว

4. เกลือปรุงอาหาร หมายถึง เกลือบริโภคที่ใช้ในการประกอบอาหารโดยทั่วไป

ผลิตภัณฑ์อาหารหากใช้เกลือในปริมาณมากเกลือสามารถทำหน้าที่เป็นตัวกันบูดได้ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525)

6. สารที่ให้ความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มและซอส ไฮโดรคอลลอยด์หรือไฮโดรฟิลิกคอลลอยด์ หมายถึง สารประกอบประเภทพอลิแซ็กคาไรด์กัม (polysaccharide gums) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูง โมเลกุลอาจประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์ชนิดเดียวกันทั้งหมด เป็นโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น เดกซ์แทรน (dextran) และฟอสโฟแมนแนน (phosphomannan) หรือประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์หลายชนิดเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น กัมอะราบิก (gum arabic) กัมแกตติ (gum ghatti) และกัมคารายา (gum karaya) เป็นต้น คำว่ากัม (gums) เป็นภาษาอียิปต์ หมายถึง สารที่มีลักษณะเหนียว (sticky substance) ดังนั้นเมื่อพอลิแซ็กคาไรด์กัมละลายหรือกระจายตัวอยู่ในน้ำจะทำให้สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงหรือมีลักษณะเป็นเจล ในอุตสาหกรรมอาหารจึงได้นำเอาพอลิแซ็กคาไรด์กัมไปใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) สารเพิ่มความหนืด (thickener) อิมัลซิไฟเออร์, suspending agent, gelling agent, film forming agent, encapsulating agent และหน้าที่อื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์อาหาร หน้าที่ดังกล่าวจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพดีขึ้น เช่น มีลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดีและมีอายุการวางขายได้นาน (นิธิยา รัตนพานนท์, 2551)

ไฮโดรคอลลอยด์สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามแหล่งที่มา ดังนี้

6.1 ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้มาจากธรรมชาติ (natural hydrocolloids) ซึ่งได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้แก่ เมล็ด ยาง เช่น โลคัสบินกัม (locust bean gum) กัมอะราบิก (gum arabic) ราก ลำต้น เช่น แป้ง หรือได้จากสาหร่ายทะเล เช่น คาร์ราจีแนน (carrageenan) หรือได้จากสัตว์ เช่น ไคติน (chitin) หรือจากกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แซนแทนกัม (xanthan gum)

6.2 ไฮโดรคอลลอยด์ที่ดัดแปรจากสารที่ได้จากธรรมชาติ (modified natural hydrocolloids) ได้แก่ อนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่น carboxymethyl cellulose (CMC)

6.3 ไฮโดรคอลลอยด์สังเคราะห์ (synthetic hydrocolloids) เช่น โพลีเอทิลีนออกไซด์ โพลีเมอร์ (polyethylene oxide polymers)

ส่วนใหญ่ไฮโดรคอลลอยด์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารเป็นไฮโดรคอลลอยด์จากธรรมชาติและดัดแปรจากธรรมชาติ ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันเมื่อนำมาใช้สามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด (thickener) สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) และหน้าที่อื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์อาหาร (กสิภูมิ ทวนคง, 2549)

แซนแทนกัม เป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่โครงสร้างมีกิ่ง (heteropolysaccharid) ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียสกุล *Xanthomonas* spp. ชื่อ *Xanthomonas campestris* ในอุตสาหกรรมเรียกว่า NRRL B-1459 สร้างขึ้นบริเวณผนังเซลล์โดยมีลักษณะเป็นแคปซูลห่อหุ้มเซลล์ไว้หุ้ม ๆ ทำให้หลุดลอกออกง่ายเมื่อเขย่าแรง ๆ โมเลกุลของแซนแทนกัมประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 ชนิด คือ ดี-กลูโคส (D-glucose), ดี-แมนโนส (D-mannos) และดี-กลูคูโรนิก แอซิด (D-glucuronic acid) โดยมีหมู่ไพริวิล (pyruvyl group) และหมู่อะซิทิล (acetyl group) เกาะอยู่ด้วยกัน ในอัตราส่วนที่ต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย โดยทั่วไปแล้วสารแซนแทนกัมมีความคงตัว แม้สภาพที่อุณหภูมิเปลี่ยนไป จึงใช้เป็นสารผสมเพิ่มความหนืด ช่วยให้เกิดลักษณะเป็นเจล (gelling) หรือเป็นสารรักษาความคงตัวในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เป็นส่วนผสมของสลัด ไอศกรีม และซอส เป็นต้น (บุษราคัม อุดมศักดิ์, ญัฐริมา โฆษิตเจริญกุล และสุนิรัตน์ สิมะเตือ, 2547) แซนแทนกัมสามารถละลายได้ทั้งในน้ำเย็น และในน้ำร้อน โดยการกวนอย่างรวดเร็วเพื่อให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่จับตัวกันเป็นก้อน (lumps) (Katzbauer, 1998) แซนแทนกัมเมื่อละลายแล้วจะแสดงพฤติกรรมการไหลเป็นสารละลาย นอน-นิวตันเนียน (non-newtonian) แบบ pseudoplastic คือ ความหนืดลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อให้แรงกับสารละลาย และสารละลายจะกลับมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อหยุดให้แรง ซึ่งพฤติกรรมการไหลแบบนี้เป็นผลมาจากการที่โมเลกุลของแซนแทนกัมจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจนและการเกี่ยวพันกันของพอลิเมอร์ (entanglement) ทำให้โมเลกุลเหนียวขึ้นเป็นผลให้ความหนืดสูงขึ้นที่ shear rate ต่ำ ซึ่งการจับตัวกันนี้จะถูกทำลายโดยแรงเฉือน (shear) (Sworn, 2000) แซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการเป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ที่ดีสำหรับสารแขวนลอย (suspension) และอิมัลชัน (emulsion) และมีความคงตัวต่ออุณหภูมิในการแปรรูปที่ดีกว่าพอลิแซ็กคาไรด์หรือพอลิเมอร์อื่น เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นแบบเกลียว (helix structure) ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสลายตัวของพอลิเมอร์ (depolymerization) นอกจากนี้แซนแทนกัมยังให้ปริมาณแคลอรีที่ต่ำเพียง 0.6 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Katzbauer, 1998) จึงอาจนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันต่ำหรืออาหารลดไขมันได้

Ketzbauer (1998) รายงานว่า แชนแทนกัมจัดเป็นสารให้ความคงตัวที่มีประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นสารให้ความคงตัว และสารให้ความข้นหนืดในซอส, น้ำสลัด และน้ำซอสเกรวี่ เป็นต้น ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ พบว่า แชนแทนกัมจะช่วยปรับปรุงให้เม็ดแป้งเกิดการจับตัวกัน (cohesion) ทำให้รักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์และเพิ่มอายุการเก็บรักษา

Gibinski และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาถึงชนิดและความเข้มข้นของสารให้ความข้นหนืดในซอสมะเขือเทศ โดยใช้สารให้ความข้นหนืดดังนี้คือ (1) แป้งข้าวโอ๊ตร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.1, (2) แป้งข้าวโอ๊ตร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.2, (3) แป้งมันฝรั่งร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.1 และ (4) แป้งมันฝรั่งร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.2 นำซอสที่เติมสารให้ความข้นหนืดทั้งสี่ชนิดไปวัดค่าการยึดติด (adhesiveness) และค่าความเหนียว (stringiness) พบว่า ซอสมะเขือเทศที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.1 เป็นสารให้ความคงตัวจะมีค่าการยึดติดและค่าความเหนียวเท่ากับ 0.81Ns และ 26.28s ตามลำดับ, ซอสมะเขือเทศที่เติมแป้งข้าวโอ๊ตร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.2 เป็นสารให้ความคงตัวจะมีค่าการยึดติดและค่าความเหนียวเท่ากับ 1.25Ns และ 28.24s ตามลำดับ สำหรับซอสมะเขือเทศที่เติมแป้งมันฝรั่งร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.1 เป็นสารให้ความคงตัวจะมีค่าการยึดติดและค่าความเหนียวเท่ากับ 0.21Ns และ 17.98s ตามลำดับ และซอสมะเขือเทศที่เติมแป้งมันฝรั่งร้อยละ 3.0 ผสมกับแชนแทนกัมร้อยละ 0.2 เป็นสารให้ความคงตัว จะมีค่าการยึดติดและค่าความเหนียว เท่ากับ 0.23Ns และ 17.42s ตามลำดับ พบว่าซอสที่เติมแป้งมันฝรั่งและแป้งข้าวโอ๊ตที่ผสมกับแชนแทนกัมในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจะมีผลให้ซอสมะเขือเทศที่ค่าการยึดติดและค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย

กรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

กรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การล้างและทำความสะอาด การทำความสะอาดเป็นกระบวนการแยกสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบพวกพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม เพื่อให้วัตถุดิบอยู่ในภาวะที่เหมาะสมสำหรับนำไปสู่กระบวนการแปรรูปน้ำจิ้มในขั้นต่อไป วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการทำความสะอาด คือ เพื่อกำจัดหรือลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น สารพิษต่าง ๆ ยาฆ่าแมลง และการทำความสะอาดยังช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียคุณภาพของวัตถุดิบที่รอการแปรรูปต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับเครื่องมือแปรรูปจากผลของพวกเศษหิน และโลหะต่าง ๆ ที่ปะปนมาในวัตถุดิบ (สิรินาถ ตันตเกษม, 2548)

2. การลวกโดยใช้ไอน้ำ การลวกโดยใช้ไอน้ำ หมายถึง กรรมวิธีการนำวัตถุดิบพวกพริกและกระเทียมมาผ่านไอน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาและการแผ่รังสีจากไอน้ำไปยังวัตถุดิบ วัตถุประสงค์หลักของการลวก คือ เพื่อทำลายเอนไซม์ในวัตถุดิบ ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารชนิดนั้น ๆ เอนไซม์สำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพด้านการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการของผักและผลไม้ ได้แก่ เอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lipoxygenase) พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) พอลิกลัลกตูโรเนส (polygalacturonase) และคลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) และมีเอนไซม์ 2 ชนิดที่พบในผักและผลไม้ทั่วไปที่ทนต่อความร้อน คือ เอนไซม์แคแทเลส และเพอร์ออกซิเดสจึงใช้เอนไซม์เหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพของการลวก ส่วนวัตถุประสงค์รองของการลวกคือทำให้วัตถุดิบนั้นนิ่ม บรรจุลงภาชนะบรรจุได้ง่าย และยังเป็น การลดปริมาณจุลินทรีย์ลงระดับหนึ่ง (นิธิยา รัตนานนท์, 2544) การลวกนั้นในทางปฏิบัติจะเป็นการใช้ไอน้ำจากน้ำเดือดจัดผ่านลงในวัตถุดิบด้วยระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 2-5 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่จะทำการลวก การลวกอาจทำให้สารอาหารบางอย่างสูญเสียไปบ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้และชนิดของอาหารเองด้วย (วิภาดา มุรินทร์พนาศ, 2554)

3. การดองในน้ำส้มสายชู การดองพริกและกระเทียมในน้ำส้มสายชูมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาพริกและกระเทียมให้นานขึ้น ก่อนนำมาแปรรูปเป็นน้ำจิ้มหรือซอสพริก อีกทั้งทำให้เนื้อพริกเปื่อยยุ่ย ทำให้เมือกของพริกถูกขจัดออกไป ลดกลิ่นเหม็นเขียวของพริกสด รวมทั้งทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดี กล่าวคือ การดองพริกและกระเทียมมักจะดองด้วยน้ำส้มสายชูกลั่นผสมกับน้ำและต้องกดทับพริกและกระเทียมให้จมอยู่ในน้ำตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย

4. การลดขนาด กระบวนการลดขนาด (size reduction) คือ กระบวนการที่ทำให้วัตถุดิบพวกพริกและกระเทียมที่ขนาดใหญ่แตกย่อยจนมีขนาดเล็กกลงและอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อกระบวนการแปรรูปน้ำจิ้ม โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบ (อภิรักษ์ วัลภา, 2537) โดยพริกและกระเทียมต้องถูกนำมาบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดเล็กก่อนนำไปผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ

5. การผสม การผสมหรือการปั่นผสมเป็นปฏิบัติการเฉพาะหน่วยที่ทำให้ส่วนผสมตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยการกระจายส่วนผสมหนึ่งในส่วนผสมอื่น ๆ กรรมวิธีนี้เป็นที่นิยมมากในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิดเพื่อผสมส่วนผสมอาหารและให้สมบัติการทำงานหรือคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ต้องการและทำให้การกระจายความร้อนเกิดได้ดียิ่ง (วิไล รังสาดทอง, 2552) การผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีการนำส่วนผสมพวกน้ำตาล น้ำส้มสายชู เกลือ พริกและกระเทียมมาผสมให้เข้ากัน

6. การพาสเจอร์ไรซ์ การพาสเจอร์ไรซ์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนักที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุผลิตภัณฑ์อาหารให้เก็บได้นานหลายวันหรือให้นานหลายเดือน เช่น นม น้ำผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา

และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสคุณค่าทางอาหารน้อยที่สุด การพาสเจอร์ไรซ์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ทั้งหมดในอาหาร ดังนั้น อาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วต้องเข้าสู่กระบวนการต่อไปหรือต้องเก็บรักษาในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่น การเก็บนมพาสเจอร์ไรซ์ หรือน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลของการยืดอายุการเก็บรักษากำหนดได้โดย pH ของอาหาร วัตถุประสงค์หลักของการพาสเจอร์ไรซ์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ($\text{pH} > 4.5$) คือการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอร์ไรซ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง ($\text{pH} < 4.5$) ได้แก่ น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบซึ่งมีค่า pH เพียง 3.03 คือ การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ก็เพียงพอในการป้องกันการเจริญของตัวเซลล์และสปอร์ของเชื้อ *Clostridium botulinum* (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2547) ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ชนิดที่ทนต่อความร้อนมีหลายอย่างด้วยกัน ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการแปรรูปคือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหาร เพราะว่าค่าความเป็นกรด-ด่างนี้ จะเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ (รัชนิ เสนคราม และวีรวรรณ ศรีแย้ม, 2549)

7. การบรรจุและการปิดผนึก การบรรจุและการปิดผนึก (hot pack หรือ hot fill) เป็นการบรรจุอาหารขณะที่ยังคงร้อนอยู่ในภาชนะบรรจุที่สะอาด อาหารต้องได้รับความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นต้องปลอดภัยต่อผู้บริโภคและบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันการปนเปื้อนหลังผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว การบรรจุแบบนี้นิยมใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น การแปรรูปน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง (pH ต่ำกว่า 4.5) จะต้องนำน้ำผลไม้มาให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 77-100 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 นาที แล้วบรรจุขณะร้อนควรมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 77 องศาเซลเซียส ปิดฝาให้เรียบร้อยพักไว้ 1-3 นาที กลับภาชนะบรรจุก่อนนำไปทำเย็น ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสำคัญ (Fellows, 1997)

8. การทำให้เย็น เมื่อสิ้นสุดการให้ความร้อนจะทำให้อาหารมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารได้รับความร้อนมากเกินไปและป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทนความร้อน ที่เหลือรอดจากการฆ่าเชื้อ (จุฬารณ เลิศบรรจง, 2549) อีกทั้งช่วยป้องกันการสูญเสียคุณภาพของอาหารไม่ให้ถูกทำลายมากเกินไป ในทางปฏิบัติมักใช้น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส แต่ก็มีข้อควรระวังคือน้ำที่ใช้ในกระบวนการทำให้เย็น ต้องเป็นน้ำที่สะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ของจุลินทรีย์ในน้ำสู่อาหารได้ (อัครเดช ไหม่นา, 2551)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปปะเสน และ สายวรุฬห์ ชัยวานิชศิริ (2546) ได้ทำการศึกษาหาเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่และซอสพริกแบบ ศรีราชาของไทยเพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรองค์ประกอบของน้ำจิ้มไก่และซอสพริก โดยทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 400 คน พบว่า ซอสพริกศรีราชาและซอสพริกมีความแตกต่างกันในด้านรสชาติ และกลิ่นรส และผู้บริโภคชอบความเผ็ดระดับปานกลาง รสหวานเล็กน้อยถึงปานกลาง รสเปรี้ยวปานกลาง อาจมีหรือไม่มีกลิ่นกระเทียมก็ได้ ผลิตภัณฑ์ควรมีสีแดงอมส้ม และมีลักษณะค่อนข้างข้น จากการพัฒนาสูตรต้นแบบของซอสพริกแบบศรีราชา พบว่า สูตรต้นแบบประกอบด้วย พริกชี้ฟ้าแดงดองร้อยละ 19.6 พริกชี้หนูแดงดองร้อยละ 8.4 กระเทียมดองร้อยละ 7.3 น้ำส้มสายชูหมักร้อยละ 9.3 น้ำตาลทรายร้อยละ 28.6 น้ำร้อยละ 25.8 และแป้งคัสแตร์ร้อยละ 1.0 สำหรับน้ำจิ้มไก่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบความเผ็ดปานกลาง ความหวานปานกลาง ผลิตภัณฑ์ควรมีสีแดงอมส้ม มีเนื้อพริกกระจายอยู่สม่ำเสมอ และมีลักษณะค่อนข้างข้น ซึ่งจากการพัฒนาสูตรต้นแบบของน้ำจิ้มไก่พบว่าสูตรต้นแบบประกอบด้วย พริกชี้ฟ้าแดงดองร้อยละ 12.5 พริกชี้หนูดองร้อยละ 3.1 กระเทียมดองร้อยละ 11.7 น้ำส้มสายชูหมักร้อยละ 11.7 น้ำตาลทรายร้อยละ 45.1และน้ำร้อยละ 13.9 โดยมีชิ้นพริกขนาดประมาณ 6-7 มิลลิเมตร กระจายสม่ำเสมอในผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาสรุปได้ว่า เอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดคือต้องมีครบรส ได้แก่ รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม และความเผ็ด รวมทั้งมีกลิ่นรสของกระเทียมและมีความข้นหนืดพอเพียงที่จะติดบนชิ้นอาหาร น้ำจิ้มไก่จะมีรสหวานนำ มีชิ้นพริกและมีกระเทียมกระจายอยู่ในน้ำจิ้มใส

ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง (2550) ได้ทำการศึกษาการใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่ โดยใช้ปริมาณผงเมือกร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของผงเมือกจากเมล็ดแมงลักมากขึ้น มีผลทำให้ความหนืดของน้ำจิ้มไก่เพิ่มมากขึ้น เมื่อนำน้ำจิ้มไก่ที่ใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักทุกสิ่งทดลองมาทดลองทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำจิ้มไก่ที่ใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดของความชอบโดยรวมและไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในด้านความหนืดของน้ำจิ้มไก่สูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้ผงเมือกแมงลักร้อยละ 0.3 เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าปริมาณโปรตีนไขมัน เกลือ เสน่ใยความชื้นและคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 9.60, 0.10, 3.60, 8.40, 52.44 และ 25.86 ตามลำดับและมีค่าพลังงานเท่ากับ 142.74 Kcal /100 g เมื่อตรวจสอบปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่า ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยไม่พบยีสต์ รา และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

สุภาภรณ์ พรหมจันทร์ และคณะ (2550) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสขึ้นจากสับปะรดโดยใช้สับปะรดเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตซอสขึ้น จากการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพซอสขึ้นที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาดแบ่งออกตามชนิดของวัตถุดิบได้ 3 ประเภท คือ ซอสพริก ซอสมะเขือเทศและอื่น ๆ จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์ซอสขึ้นจากสับปะรดเป็นเครื่องปรุงรสชนิดเผ็ดที่ช่วยเพิ่มรสชาติอาหารใช้รับประทานกับ

อาหารประเภทต่าง ๆ ในการพัฒนาสูตรซอสชั้นจากสับปะรดใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design โดยศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณสับปะรด พริกชี้ฟ้าแดง และน้ำตาลทราย พบว่า สูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม คือ สับปะรดร้อยละ 55.8 พริกชี้ฟ้าแดงร้อยละ 13.95 และน้ำตาลทรายร้อยละ 22.25 โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสระยะเวลา 15 นาที ผลิตภัณฑ์ซอสชั้นจากสับปะรดที่พัฒนาได้มีค่าความข้นหนืด 5,500 cps. ผลิตภัณฑ์มีสีส้ม-เหลือง และจากศึกษาการเปลี่ยนแปลงขณะเก็บรักษา พบว่า เมื่อเก็บอุณหภูมิและเวลาสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างลดลง ค่าสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนจากสีส้ม-เหลืองเป็นสีส้ม-สีแดงและมีความเข้มมากขึ้น ความหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ส่วนคุณภาพทางเคมีมีค่าคงที่ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และราที่มีปริมาณที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทซอสพริกกำหนดไว้ จากการทดสอบผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย พบว่าผู้บริโภคมีความชอบรวมในผลิตภัณฑ์ระดับปานกลาง มีความยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 90

ดวงใจ จรรย์ธรรม และจักรกฤษณ์ จังโส (2544) ทำการศึกษาการผลิตซอสพริกทองโดยการใช้อัตราส่วนพริกทองที่ระดับร้อยละ 20, 25, 30 และ 35 พบว่า อัตราส่วนเนื้อพริกทองที่เหมาะสมคือที่ร้อยละ 30 เนื่องจากได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และจากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสมคืออุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเวลา 5 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที แล้วพบว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้นหนืดดีกว่าและได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยซอสพริกทองที่ผลิตได้มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ร้อยละโดยน้ำหนักเป็น 65.28, 0.41, 1.12, 29.24 และ 3.95 ตามลำดับ มีความกรดต่างเท่ากับ 4.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้เป็น 31 องศาบริกซ์ ความหนืดเท่ากับ 798.60 เซนติพอยซ์ ส่วนคุณภาพด้านจุลินทรีย์ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและ Flat sour spoilage

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

วัตถุดิบ

1. ปลาทูแวกครีบสัน ซึ่งมีลักษณะสด คือ ตาใส เหงือกสีแดงสด เนื้อแน่นและยืดหยุ่น ผิวหนังเป็นมัน ท้องไม่แตก และไม่มึกลื่นเหม็น ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ปลาทูแวกครีบสัน

2. แป้งมันสำปะหลัง ตราแมวแดง ดาวเทียมลูกโลก บริษัทเกรียงไกรค้าแป้ง (ผู้แทนจำหน่าย) ประเทศไทย
3. แป้งสาकु จาก ต.ปานัน อ.ยะรัง จ.ปัตตานี
4. พริกไทยดำ ตราไรท์พิช บริษัท ไทย ซีเรียลส์ เวิลด์ จำกัด ประเทศไทย
5. เกลือป่น ตรา มงกุฎเพชร บริษัท เฮงสุนหลี ประเทศไทย
6. น้ำมันปาล์มตรา 303 บริษัท Link Holders Packaging Industries Sdn. Bhd. ประเทศมาเลเซีย
7. น้ำตาล ตรา ลิน บริษัทไทยรุ่งเรือง ประเทศไทย
8. ผงชูรส ตรา आयिन्नेमोटे (ประเทศไทย) จำกัด ประเทศไทย
8. น้ำส้มสายชูกลั่น ตรา คิวพี บริษัทก๊วเป้ (ประเทศไทย) จำกัด ประเทศไทย
9. กระเทียมแห้ง จากตลาดเสรี อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
10. สาหร่ายโนริแห้ง จากตลาดเสรี อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
11. พริกชี้ฟ้าแดงสด จากตลาดเสรี อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
12. พริกชี้หนูแดงสด จากตลาดเสรี อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

13. พริกหวานสีเขียวสด ดังภาพที่ 3.2 จากตลาดเสรี อำเภอเมือง จังหวัดยะลา



ภาพที่ 3.2 พริกหวานสีเขียว

ที่มา (สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพและผิวสวย 7 ชนิด, 2011, หน้า 1)

14. แชนแทนกัม มีชื่อทางการค้าว่า Ziboxan F80 จากบริษัท Deosen Biochemical Ltd. China ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ Viscosity 1% solution in 1% KCL = 1,460 cps, pH 1% solution = 6.85, Moisture = 7.00%, Ash = 6.13%, Particle size 100% through 60 mesh (250 micron)

อุปกรณ์ในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

1. เครื่องบดเนื้อ ตรา Champ amci. Product รุ่น tc12-c บริษัท เอ เอ็ม ซี ไอ อิมพอร์ต แอนด์ เอ็กส์พอร์ต จำกัด ประเทศไทย
2. เครื่องนวดผสม ตรา Spar food machinery รุ่น ts 201 บริษัท SPAR FOOD MACHINERY MFG. CO., LTD. ประเทศจีน
3. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S บริษัท Sartorius ประเทศไทย เยอรมัน

4. เครื่องปั่นผสม ตรา Panasonic รุ่น MX-795N บริษัท พานาโซนิค เอเชีย เซลล์ จำกัด ประเทศไทย

5. หม้อต้ม

6. ชามผสม

7. ถาดสแตนเลส

8. มีดสแตนเลส

9. เต้าแก๊ส

10. กระทะ, ตะหลิว

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เมล็ดงาดำที่ใช้วัดค่าการพองตัว
- ไม้บรรทัดที่ใช้วัดค่าการขยายตัว
- ชุดอุปกรณ์สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น จาน ถาด ถ้วย และแก้วน้ำ
- เครื่องวัดค่าสีด้วยเครื่อง color flex
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส texture analyzer รุ่น TA-XT 2i (surrey, england)
- เครื่องวัดความหนืด (viscometer) ตรา Brookfield รุ่น DV - I+ บริษัท เอส.วี.เมดิโก จำกัด ประเทศไทย
- เครื่องวัด a_w ตรา Aqualab รุ่น S36090 บริษัท Decagon Devices, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S บริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
- เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน ตรา BUCHI รุ่น 426 บริษัท FOSS Analytical AB ประเทศสวีเดน
- เต้าเผา ตรา BINDER รุ่น 78532 บริษัท MMM Medcenter Einrichtungen GmbH ประเทศเยอรมัน

- ตู้อบลมร้อน ตรา WTE BINDER บริษัท MMM Medcenter Einrichtungen GmbH ประเทศเยอรมัน
- เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ตรา VELP SCIENTICA รุ่น SER 148 บริษัท Gerhardt ประเทศอิตาลี
- เครื่องวัดความเป็นกรด ต่าง (pH meter) ตรา SCHOTT รุ่น CG 840 บริษัท HACH company ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องวัดของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer) รุ่น TAMCO ช่วง 0-90 องศาบริกซ์ ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการทดลอง

1. กระบวนการผลิตและสูตรพื้นฐานของหัวข้าวเกรียบ

ได้ดัดแปลงกระบวนการผลิตและสูตรพื้นฐานของหัวข้าวเกรียบจากการลงพื้นที่เพื่อสังเกตการผลิตจากนายดาโอะ เจาะแว ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ประกอบการผลิตหัวข้าวเกรียบ ณ บ้านเลขที่ 44/3 หมู่ 4 ตำบล แหลมโพธิ์ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี 94150 โดยมีสูตรพื้นฐานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตหัวข้าวเกรียบ

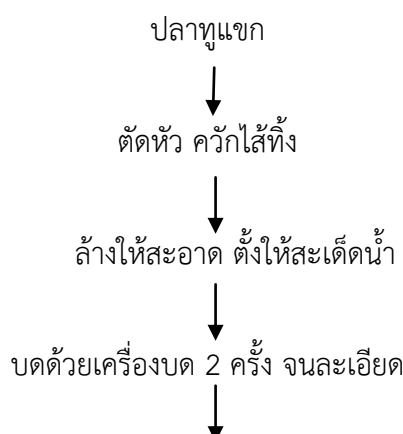
ส่วนผสมสูตรพื้นฐาน	น้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ร้อยละ)
ปลาทุแขก	60
แป้งมันสำปะหลัง	8
แป้งสาคู	25.5
เกลือป่น	1.8
น้ำตาล	3.8
ผงชูรส	0.9

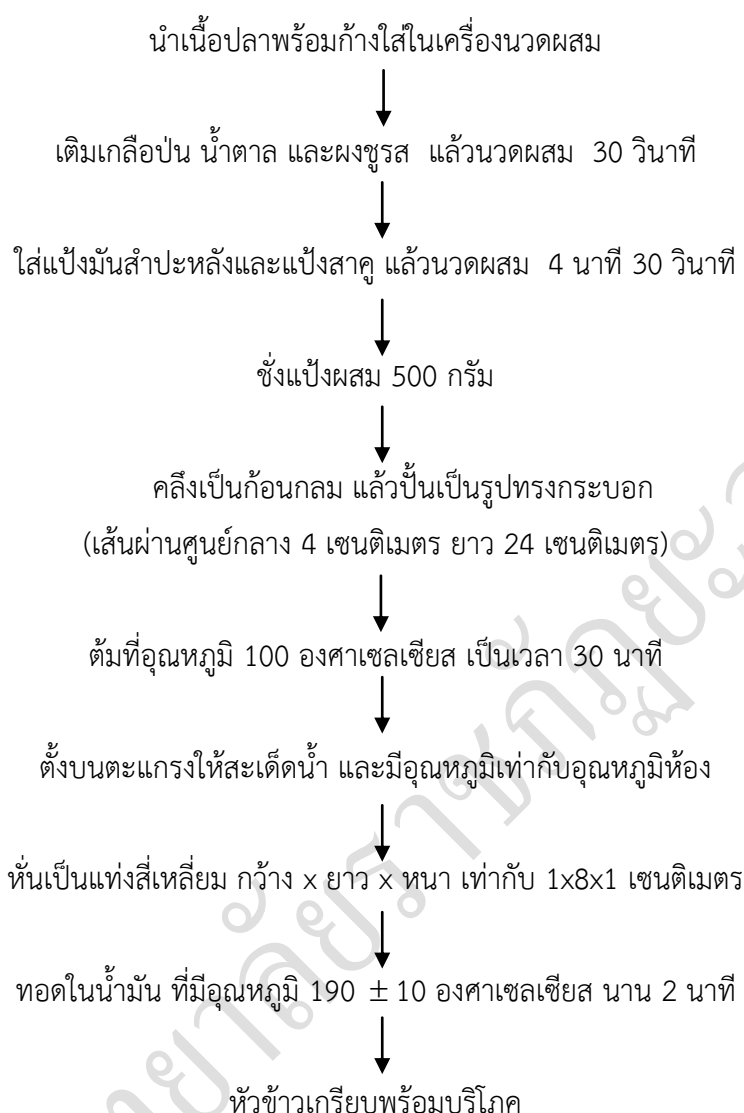
1.1 ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบ

การผลิตหัวข้าวเกรียบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำปลาทุแขกมาตัดหัว ควักไส้ทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด ตั้ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

- นำมาบดด้วยเครื่องบด 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการบดหยาบ ใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรู เท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการบดละเอียดโดยใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรู เท่ากับ 0.3 เซนติเมตร ให้ละเอียด
- จากนั้นนำเนื้อปลาพร้อมก้างที่บดละเอียดแล้วใส่ในเครื่องนวดผสมที่ใช้ใบพัดแบบตะขอแล้วเติมส่วนผสมของเกลือป่น น้ำตาล และผงชูรสทำการนวดผสมเป็นเวลา 30 วินาที ใช้ความเร็วระดับ 1
- เติมส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुทั้งหมด ทำการนวดผสมเป็นเวลา 4 นาที 30 วินาที ที่ความเร็วระดับ 1
- นำแป้งผสมที่ได้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 500 กรัม คลึงเป็นก้อนกลม แล้วปั้นเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร
- นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที
- วางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- นำมาหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1x8x1 เซนติเมตร
- นำไปทอดในน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที โดยใช้อัตราส่วนของน้ำหนักหัวข้าวเกรียบต่อน้ำมันที่ทอด เท่ากับ 200 กรัม (20 ช้อน) ต่อ 500 กรัม จนได้หัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภคนั่นขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.3





ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตหั่นข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

2. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหั่นข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

2.1 ศึกษาปริมาณปลาที่เหมาะสมในการผลิตหั่นข้าวเกรียบ

ทำการศึกษาปริมาณปลาที่เหมาะสมในการผลิตหั่นข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน 4 ระดับ คือ ที่ร้อยละ 57, 60, 63 และ 66 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้สูตรดังตารางที่ 3.2 นำหั่นข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานพร้อมบริโอคทั้ง 4 สูตร มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) โดย 1 หมายถึง ลำดับความชอบอันดับ 1 และ 4 หมายถึงลำดับความชอบระดับ 4 ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน คัดเลือกสูตรที่มีลำดับความชอบดีที่สุดไปใช้ในข้อต่อไป

ตารางที่ 3.2 สูตรหั่นข้าวเกรียบที่มีปริมาณเนื้อปลาในระดับต่าง ๆ

ส่วนผสม	หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน (ร้อยละ)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปลา	57	60	63	66
แป้งมันสำปะหลัง	9	8	7	6
แป้งสาकु	27.5	25.5	23.5	21.5
เกลือป่น	1.8	1.8	1.8	1.8
ผงชูรส	0.9	0.9	0.9	0.9
น้ำตาล	3.8	3.8	3.8	3.8

2.2 ศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

ทำการศึกษานิตของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานโดยใช้แป้ง 2 ชนิด คือ

- แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 30.5
- แป้งผสม ระหว่างแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 7 และแป้งสาคุร้อยละ 23.5

นำหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานพร้อมบริโภคนที่ผลิตจากแป้งทั้ง 2 ชนิด ดังตารางที่ 3.3 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี LSD คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป

ตารางที่ 3.3 สูตรหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง และแป้งผสมระหว่างแป้งสาคุและแป้งมันสำปะหลัง

ส่วนผสม	หัวข้าวเกรียบจาก แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)	หัวข้าวเกรียบจากแป้งผสม ระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุ (ร้อยละ)
แป้งมันสำปะหลัง	30.5	7
แป้งสาคุ	-	23.5
ปลา	63	63
เกลือป่น	1.8	1.8
ผงชูรส	0.9	0.9
น้ำตาล	3.8	3.8

3. ศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

ทำการศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค โดยใช้กิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) จากกลุ่มบุคคลจำนวน 30 คน ที่ประกอบด้วยผู้บริโภคจำนวน 20 คน ผู้จำหน่ายปลีกและจำหน่ายส่งหัวข้าวเกรียบจำนวน 10 คน โดยดำเนินการเพื่อศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหัวข้าวเกรียบโดยทั่วไป

ศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหัวข้าวเกรียบโดยทั่วไป จากผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่มรายบุคคล และจากการอภิปรายกลุ่ม

3.2 ศึกษารูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่พึงประสงค์

ศึกษารูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่พึงประสงค์ 3 ลักษณะดังนี้

- สามเหลี่ยมฐานโค้ง (โดยนำรูปวงกลมแบบที่ 2 มาหั่นเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน)
- วงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร
- สี่เหลี่ยมยาว (กว้าง x ยาว x หนา) เท่ากับ $1.0 \times 8 \times 1.0$ เซนติเมตร

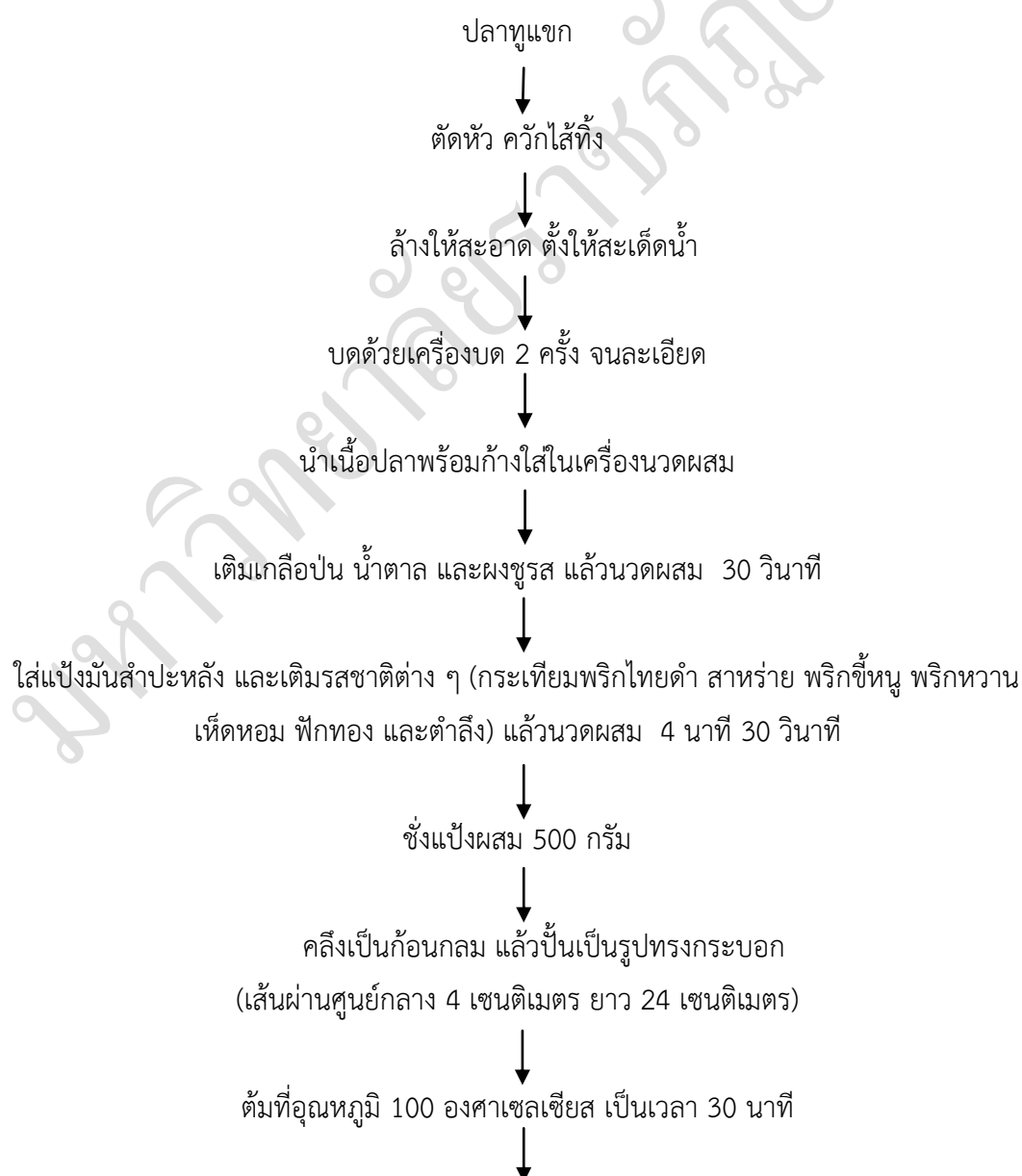
โดยนำรูปร่างของหัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภครทั้ง 3 ลักษณะมาให้ผู้ร่วมกิจกรรมเรียงลำดับความชอบ (ranking) โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 3 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

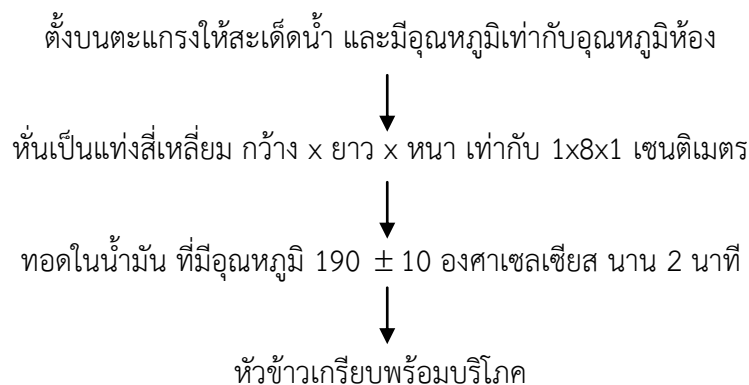
3.3 การคัดเลือกรสชาติของหัวข้าวเกรียบที่เหมาะสมในการพัฒนา

ทำการสำรวจรสชาติของหัวข้าวเกรียบสำหรับใช้ในการพัฒนาด้วยการใช้แบบสอบถามจากผู้บริโภคหัวข้าวเกรียบ จำนวน 600 คน ณ ร้านจำหน่ายหัวข้าวเกรียบในเขตเทศบาลนครยะลา ได้รับรสชาติของหัวข้าวเกรียบ 10 รสชาติ นำมาผลิตในห้องปฏิบัติการแล้วทำการคัดเลือกหัวข้าวเกรียบที่มีรสชาติเหมาะสมให้เหลือ 7 รสชาติ จากนั้นทำการคัดเลือกรสชาติหัวข้าวเกรียบอีกครั้งโดยใช้กิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) จากกลุ่มบุคคลจำนวน 30 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (ranking test) จำนวน 7 รสชาติ คือ รสกระเทียมพริกไทยดำ สำหรับพริกขี้หนู พริกหวาน เห็ดหอม ฟักทอง และตำลึง โดยมีสูตรการผลิตดังตารางที่ 3.4 และกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 3.4 คัดเลือกรสชาติที่ผู้บริโภคไม่ชอบออก 2 รสชาติ แล้วนำ 5 รสชาติ มาเรียงลำดับความชอบ โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 5 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตารางที่ 3.4 สูตรหัวข้าวเกรียบรสชาติต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรมสนทนากลุ่ม

	รสชาติหัวข้าวเกรียบ (ร้อยละ)						
	กระเทียม	สาหร่าย	พริกชี้หนู	พริกหวาน	เห็ดหอม	ฟักทอง	ตำลึง
ส่วนผสม							
ปลา	57.49	57.2	61.76	58.15	56.8	57.1	58
แป้ง	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
เกลือ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
ผงชูรส	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
น้ำตาล	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
กระเทียม	4.51						
พริกไทยดำ	1						
สาหร่าย		5.8					
พริกชี้หนู			1.24				
พริกหวาน				4.85			
เห็ดหอม					6.2		
ฟักทอง						5.9	
ตำลึง							5





ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสต่าง ๆ

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบรสสำหรับ

4.1 ศึกษาปริมาณสาหร่ายที่มีความเหมาะสมในการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสสำหรับ

ศึกษาปริมาณสาหร่ายโดยทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ 5 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 4, 6, 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกแล้วจากข้อ 2.2 แล้วนำหั่วข้าวเกรียบทั้ง 5 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 3.5 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป ทำการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ โดยวัดค่าการพองตัวใช้หลักการแทนที่เมล็ดงา วัดค่าการขยายตัวด้านกว้าง การขยายตัวด้านยาว (Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010) และค่าสีด้วยเครื่อง color flex ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสสำหรับสรุปได้ดังภาพที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปริมาณสาหร่ายที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบ

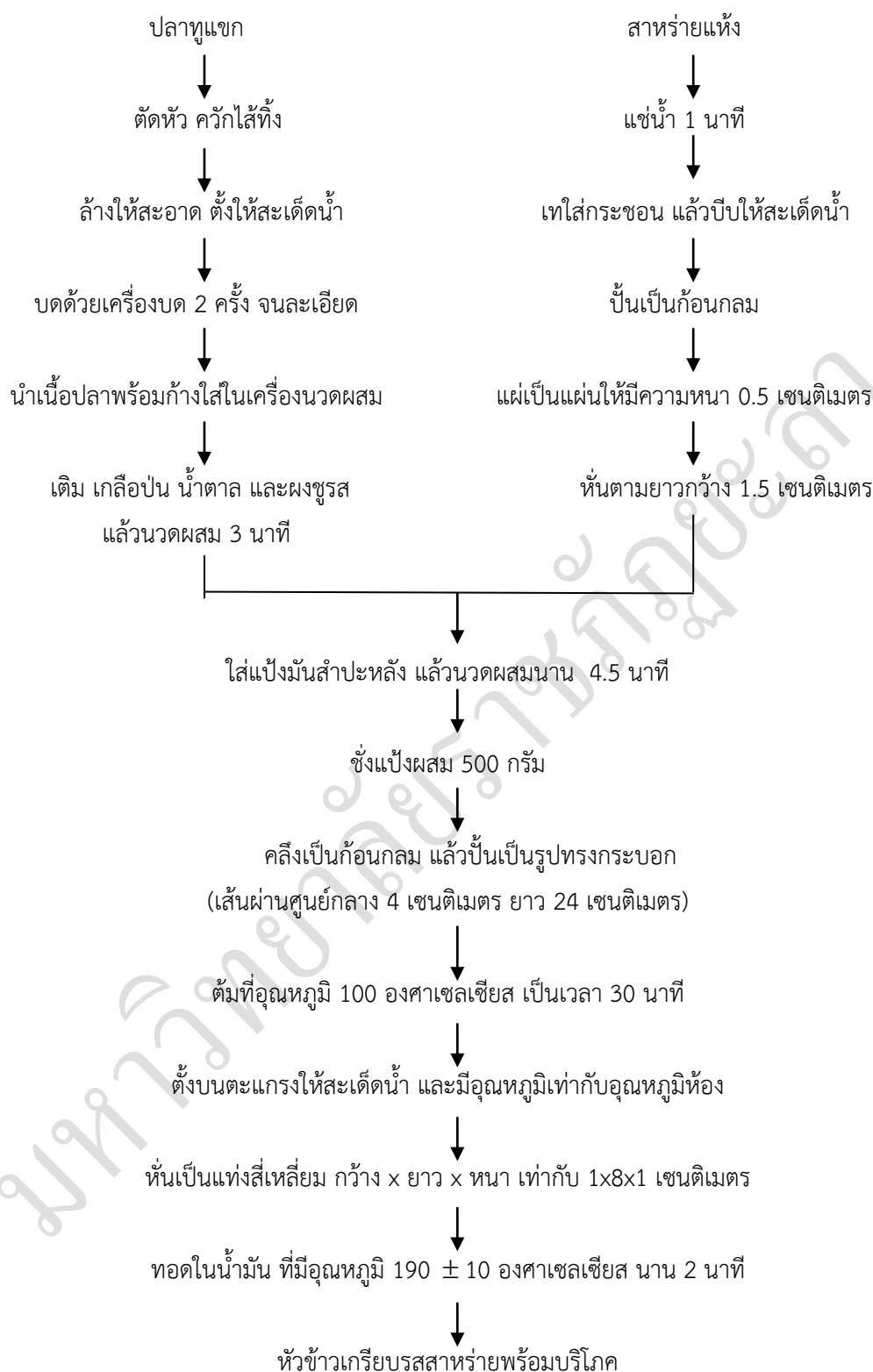
ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)

ปลาทุแวก	59.00	57.00	55.00	53.00	51.00
แป้งมันสำปะหลัง	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50
เกลือป่น	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
ผงชูรส	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
น้ำตาล	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
สาหร่าย	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00

4.2 ขั้นตอนการผลิตของหัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย

การผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำปลาทุแวกมาตัดหัว ควักไส้ทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำ
- นำมาบดด้วยเครื่องบด 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการบดหยาบ ใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการบดละเอียด โดยใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรู เท่ากับ 0.3 เซนติเมตร ให้ละเอียด
- จากนั้นนำเนื้อปลาพร้อมกากที่บดละเอียดแล้วใส่เครื่องนวดผสมโดยใช้ใบพัดแบบตะขอกจากนั้นเติมส่วนผสมของเกลือ น้ำตาล และผงชูรสทำการนวดผสมเป็นเวลา 30 วินาที ใช้ความเร็วระดับ 1
- เติมส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังและสาหร่ายที่หั่นตามยาวกว้าง 1.5 เซนติเมตร แล้วทำการนวดผสมเป็นเวลา 4 นาที 30 วินาที ที่ความเร็วระดับ 1
- นำแป้งผสมที่ได้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 500 กรัม คลึงเป็นก้อนกลม แล้วปั้นเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร
- นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- วางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- นำมาหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1x8x1 เซนติเมตร
- นำไปทอดในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที 30 วินาที โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักหัวข้าวเกรียบต่อน้ำมันที่ทอด เท่ากับ 200 กรัม (20 ชิ้น) ต่อ 500 กรัม จนได้หัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภค



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสสาหร่าย

4.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

ทดสอบการยอมรับห้วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและห้วข้าวเกรียบรสสาหร่ายของผู้บริโภคทั่วไป โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 210 คน สอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสใช้วิธี 9 point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = ชอบปานกลาง 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินผลโดยการหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

5.1 การศึกษาปริมาณกระเทียมพริกไทยดำที่มีความเหมาะสมในการผลิตห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

ทำการผลิตห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ โดยศึกษาปริมาณของกระเทียมพริกไทยดำทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 5, 7, 9 และ 11 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้อัตราส่วนของกระเทียมต่อพริกไทยดำ เท่ากับ 4 : 1 (เติมกระเทียม พริกไทยดำ ในขั้นตอนการเติม เกลือ น้ำตาล และผงชูรส) ได้ชุดการทดลองทั้งสิ้น 5 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 3.6 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ ในข้อต่อไป ทำการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพ โดยวัดค่าการพองตัวใช้หลักการแทนที่เมล็ดงา วัดค่าการขยายตัวด้านกว้าง การขยายตัวด้านยาว (Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010) และค่าสีด้วยเครื่อง color flex ขั้นตอนการผลิตห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำสรุปได้ดังภาพที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบ

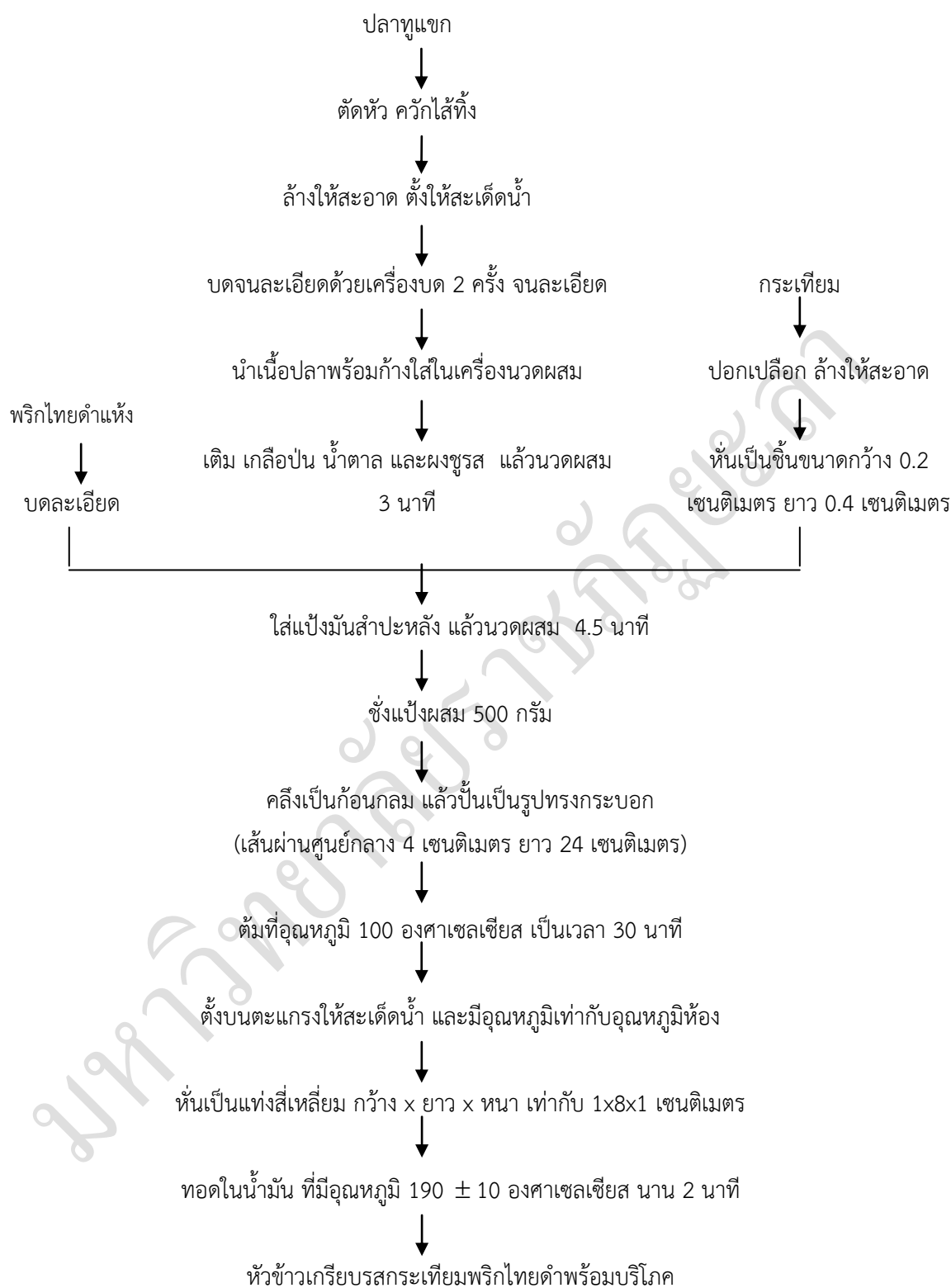
ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ)	สูตรที่ 5 (ร้อยละ)
ปลาทูแชน	60.00	58.00	56.00	54.00	52.00
แป้งมันสำปะหลัง	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50
เกลือป่น	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
ผงชูรส	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
น้ำตาล	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80

พริกไทยดำ	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20
กระเทียม	2.40	4.00	5.60	7.20	8.80

5.2 ขั้นตอนการผลิตของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

การผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำปลาทุแถมมาตัดหัว ควักไส้ทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำ
- นำมาบดด้วยเครื่องบด 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการบดหยาบ ใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการบดละเอียด โดยใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรู เท่ากับ 0.3 เซนติเมตร ให้ละเอียด
- จากนั้นนำเนื้อปลาพร้อมกากที่บดละเอียดแล้วใส่เครื่องนวดผสมโดยใช้ใบพัดแบบตะขอกจากนั้นเติมส่วนผสมของเกลือ น้ำตาล และผงชูรสทำการนวดผสมเป็นเวลา 30 วินาที ใช้ความเร็วระดับ 1
- เติมส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง พริกไทยดำบดละเอียด และกระเทียมที่หั่นเป็นชิ้นขนาดกว้าง 0.2 เซนติเมตร ยาว 0.4 เซนติเมตร แล้วทำการนวดผสมเป็นเวลา 4 นาที 30 วินาที ที่ความเร็วระดับ 1
- นำแป้งผสมที่ได้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 500 กรัม คลึงเป็นก้อนกลม แล้วปั้นเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร
- นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- วางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- นำมาหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1x8x1 เซนติเมตร
- นำไปทอดในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที 30 วินาที โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักหัวข้าวเกรียบต่อน้ำมันที่ทอด เท่ากับ 200 กรัม (20 ชิ้น) ต่อ 500 กรัม จนได้หัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภคร



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

5.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 210 คน ทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 4.3

6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

6.1 ศึกษาปริมาณพริกหวานที่มีความเหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

ศึกษาปริมาณพริกหวานโดยทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แล้วนำหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 ชุดการทดลอง ดังตาราง 3.7 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ทำการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพ โดยวัดค่าการพองตัวใช้หลักการแทนที่เมล็ดงา วัดค่าการขยายตัวด้านกว้าง การขยายตัวด้านยาว (Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010) และค่าสีด้วยเครื่อง color flex คัดเลือกชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ในข้อต่อไป ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ปริมาณพริกหวานที่มีความเหมาะสมในการเสริมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ)
ปลาทูแฉก	59	57	55	53
แป้งมันสำปะหลัง	30.5	30.5	30.5	30.5
เกลือป่น	1.8	1.8	1.8	1.8
น้ำตาล	3.8	3.8	3.8	3.8
ผงชูรส	0.9	0.9	0.9	0.9
พริกหวาน	4.00	6.00	8.00	10.00

6.2 ขั้นตอนการผลิตของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

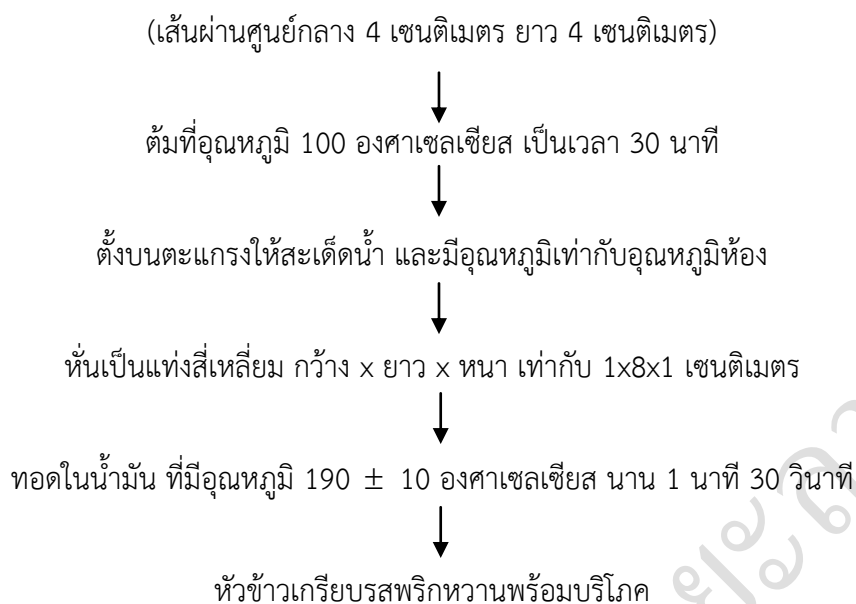
การผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำปลาทุแถมมาตัดหัว ควักไส้ทิ้ง แล้วล้างให้สะอาด ตั้งให้สะเด็ดน้ำ
- นำมาบดด้วยเครื่องบด 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการบดหยาบ ใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการบดละเอียด โดยใช้หน้าแปลนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรู เท่ากับ 0.3 เซนติเมตร ให้ละเอียด
- จากนั้นนำเนื้อปลาพร้อมกากที่บดละเอียดแล้วใส่เครื่องนวดผสมโดยใช้ใบพัดแบบตะขอยกจากนั้นเติมส่วนผสมของเกลือ น้ำตาล และผงชูรสทำการนวดผสมเป็นเวลา 30 วินาที ใช้ความเร็วระดับ 1
- เติมส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังและพริกหวานที่หั่นเป็นชิ้นขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 0.4 x 0.7 เซนติเมตร (ดังภาพที่ 3.7) แล้วทำการนวดผสมเป็นเวลา 4 นาที 30 วินาที ที่ความเร็วระดับ 1
- นำแป้งผสมที่ได้มาชั่งน้ำหนักให้ได้ 500 กรัม คลึงเป็นก้อนกลม แล้วปั้นเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 24 เซนติเมตร
- นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- วางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- นำมาหั่นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1x8x1 เซนติเมตร
- นำไปทอดในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที 30 วินาที โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักหัวข้าวเกรียบต่อน้ำมันที่ทอด เท่ากับ 200 กรัม (20 ช้อน) ต่อ 500 กรัม จนได้หัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภค



ภาพที่ 3.7 พริกหวานที่ใช้ในการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน





ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบรสพริกหวาน

6.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบรสพริกหวานของผู้บริโภคทั่วไป โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 200 คน ทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 4.3

7. ศึกษาคุณลักษณะของหั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน รสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานสูตรพัฒนา

นำผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน รสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 2.2, 4.1, 5.1 และ 6.1 มาทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง และค่าความเปราะ ด้วยเครื่อง Texture analyser ด้วยหัววัดไบมิด warner-blaztler ความเร็วของไบมิดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า (A.O.A.C 1999) ไขมัน เยื่อใย (A.O.A.C 2000) และแคลเซียม (โดยวิธี ICP-OES) ซึ่งส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

8. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

8.1 ศึกษาคุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

ทำการศึกษาคุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค โดยใช้กิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) จากกลุ่มบุคคลจำนวน 30 คน ที่ประกอบด้วยผู้บริโภคจำนวน 20 คน ผู้จำหน่ายปลีกและจำหน่ายส่งหัวข้าวเกรียบจำนวน 10 คน โดยดำเนินการเพื่อศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

8.1.1 ศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบโดยทั่วไป

ศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบโดยทั่วไป จากผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่มรายบุคคล และจากการอภิปรายกลุ่ม ด้วยการใช้แบบสอบถาม

8.1.2 ทำการคัดเลือกน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทางการค้าเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา

ทำการคัดเลือกน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทางการค้ามา 5 ตัวอย่าง (ทราบส่วนผสมแต่ไม่ทราบปริมาณส่วนผสม) ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่มรายบุคคลทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ แล้วคัดเลือกน้ำจิ้มสูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบต่อไป

8.2 ทำการคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทั้งหมด 5 สูตร ดังตารางที่ 3.8 ด้วยการทำทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) (ปราณี อานปรื่อง, 2551) โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน แล้วทำการคัดเลือกสูตรที่มีลำดับความชอบดีที่สุดไปใช้ในการศึกษาในข้อต่อไป

ตารางที่ 3.8 สูตรน้ำจิ้มที่ใช้คัดเลือกเพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

น้ำจิ้ม	ส่วนผสมในการผลิตน้ำจิ้ม (ร้อยละ)									
สูตรที่	พริก ชี้ฟ้า แดงสด	พริก ชี้ฟ้า แดงสด	พริกชี้ฟ้า แดงดอง	พริก ชี้ฟ้า ดอง	กระเทียม ดอง	กระเทียม แห้ง	น้ำตาล ทราย	น้ำส้มสาย ชูกลั่น เข้มข้น ร้อยละ 5	น้ำ	เกลือ
1	9.90	2.45	-	-	9.26	-	35.72	9.26	31.79	1.58
2	-	-	20	-	20	-	40	15	-	5
3	-	-	15	-	10	-	42	16	14.5	2.5
4	-	-		47	9	3.4	20	10	10	0.6

5	-	-	9.90	2.45	9.26	-	35.72	9.26	31.79	1.58
---	---	---	------	------	------	---	-------	------	-------	------

หมายเหตุ สูตรที่ 1 น้ำจิ้มไก่ที่ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเอียร

พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

สูตรที่ 2 น้ำจิ้มไก่ ตราแม่ประนอม

สูตรที่ 3 น้ำจิ้มไก่จากปิยนุสรณ์ น้อยดวงและเนตรนภา วิเลปะนะ (2550)

สูตรที่ 4 สูตรน้ำจิ้มจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สูตรที่ 5 น้ำจิ้มไก่ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเอียร

พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

8.2.1 ขั้นตอนการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม

การดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำพริกชี้ฟ้าแดง และพริกชี้หนูแดง มาเด็ดก้านทิ้งให้หมด ส่วนกระเทียมนำไปปอกเปลือกจากนั้นนำวัตถุดิบทั้งหมดมาล้างน้ำให้สะอาด

2. นำพริกและกระเทียมไปนึ่งที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที

3. ผึ่งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

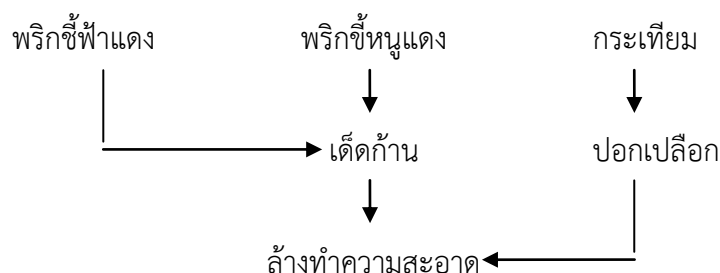
4. แยกพริกแต่ละชนิดและกระเทียมใส่ขวดโหลอย่างละ 1,000 กรัม

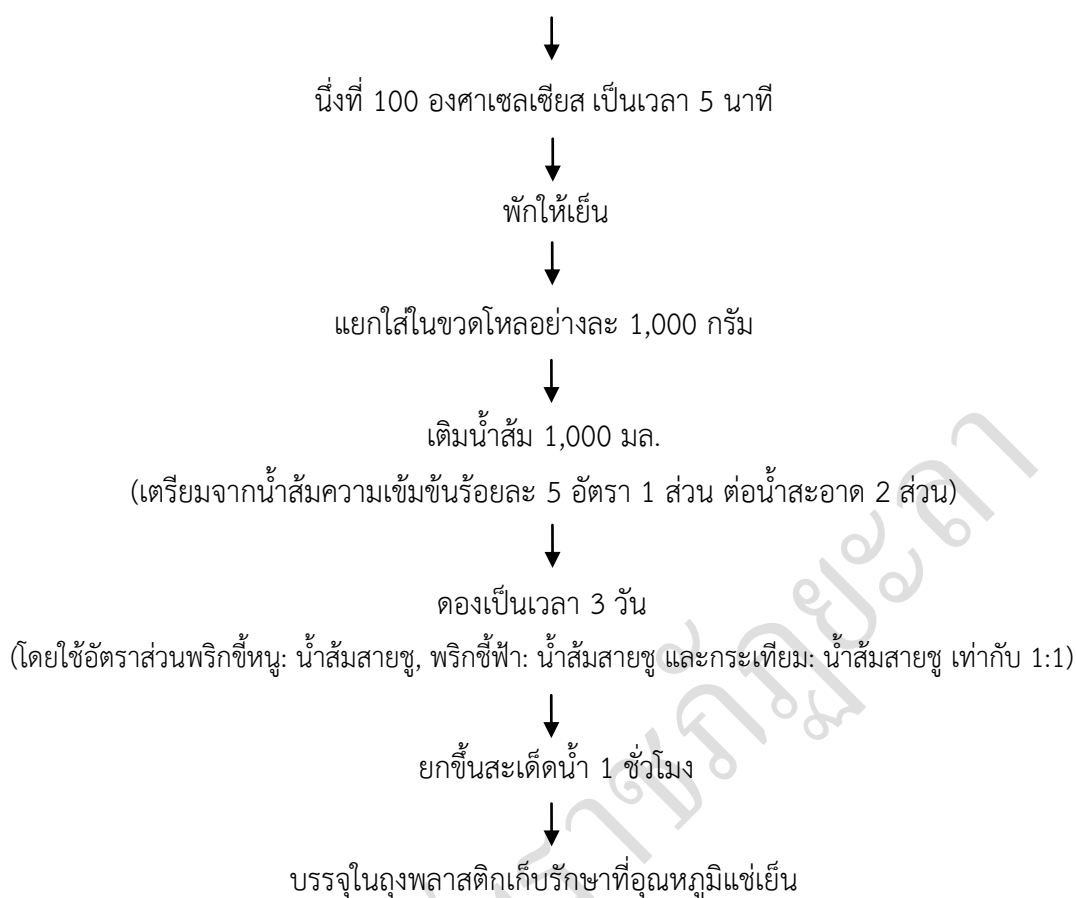
5. เติมน้ำส้มสายชูเจือจางปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร (เตรียมจากน้ำส้มสายชูกลั่นความเข้มข้นร้อยละ 5 ต่อน้ำสะอาดอัตราส่วน 1:2)

6. ดองเป็นเวลา 3 โดยใช้อัตราส่วนพริกชี้หนู : น้ำส้มสายชู; พริกชี้ฟ้า : น้ำส้มสายชู และกระเทียม : น้ำส้มสายชู เท่ากับ 1:1 นำน้ำใส่ถุงมัดให้แน่นนำไปกดทับพริกและกระเทียมเพื่อให้จมอยู่ในน้ำดองตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย

7. เทใส่กระชอน ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

8. บรรจุในถุงพลาสติกมัดให้แน่น และเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น ขั้นตอนการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.9





ภาพที่ 3.9 กรรมวิธีการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม

8.3 ศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดงและกระเทียมที่ 3 ระดับ คือ 1, 3, 5 วัน แล้วนำมาผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบโดยใช้สูตรน้ำจิ้มไก่ที่ดัดแปลงจากงานวิจัยของ กัลยา เลาสงคราม รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเจียร พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546) ดังตารางที่ 3.9 กรรมวิธีการดองพริกดังภาพที่ 3.9 ทดลองทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน ทดสอบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสซิดิก ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter และค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่อง color flex

ตารางที่ 3.9 น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

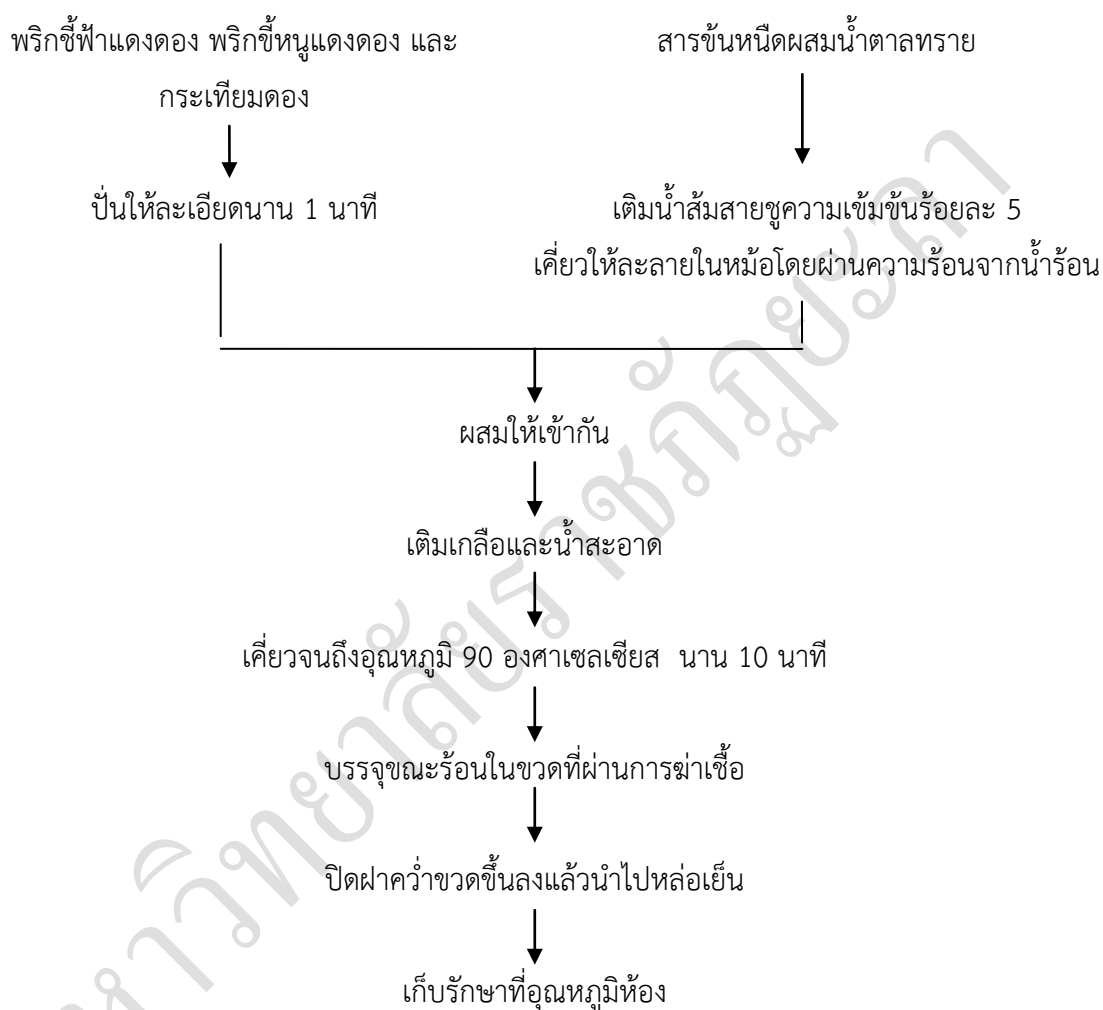
ส่วนผสม	ร้อยละ
พริกชี้ฟ้าแดงดอง	9.90
พริกชี้ฟ้าแดงดอง	2.45
กระเทียมดอง	9.26
น้ำตาล	35.72
น้ำส้มสายชูกลั่นเข้มข้นร้อยละ 5	9.26
น้ำสะอาด (3 ส่วน)	31.79
เกลือ	1.58

8.3.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

การผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำพริกชี้ฟ้าแดงดอง พริกชี้ฟ้าแดงดองและกระเทียมดอง เติมน้ำสะอาด 2 ส่วน ปั่นรวมกันให้ละเอียดนาน 1 นาที
2. นำสารข้นหนืดที่ผสมกับน้ำตาลทรายจนเข้ากันและน้ำส้มสายชูความเข้มข้นร้อยละ 5 ใส่ในหม้อสเตนเลสเคี่ยวให้ละลายโดยผ่านความร้อนจากน้ำร้อน
3. นำส่วนผสมในข้อ 1 เติมน้ำส้มให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำสะอาด 1 ส่วนและเกลือ
4. เคี่ยวจนส่วนผสมมีอุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
5. บรรจุขณะร้อนในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำร้อนเป็นเวลา 5 นาที ให้อุณหภูมิขณะบรรจุไม่ต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส
6. ปิดฝา คว่ำขวดลง 3 รอบ แล้วนำไปหล่อเย็นจนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง
7. เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง กรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสามารถสรุปได้

ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 กรรมวิธีการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

8.4 ศึกษาปริมาณสารชั้นหนืดที่เหมาะสมในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ศึกษาปริมาณสารชั้นหนืด คือ แขนแทนกัมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ ทดแทนปริมาณน้ำสะอาดที่ 6 ระดับ คือร้อยละ 0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.07 และ 0.08 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด สูตรดังตารางที่ 3.10 วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง viscometer ตรา Brookfield แล้วทำการเปรียบเทียบความหนืดกับน้ำจิ้มไก่ทางการค้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์, 2550) วิเคราะห์ความแปรปรวน

(ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT คัดเลือกปริมาณของ แชนแทนกัมที่ทำให้น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีความหนืดใกล้เคียงกับค่าความหนืดของน้ำจิ้มไก่ทางการค้ามากที่สุดเป็นสูตรพัฒนาและนำไปใช้ในข้อต่อไป

ตารางที่ 3.10 สูตรน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมแชนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ กัน

ส่วนผสม (ร้อยละ)	สูตรที่					
	1	2	3	4	5	6
พริกชี้ฟ้าแดงดอง	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
พริกชี้ฟ้าเหลือง	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
น้ำตาล	35.72	35.72	35.72	35.72	35.72	35.72
น้ำส้มสายชูกลั่น	9.26	9.26	9.26	9.26	9.26	9.26
กระเทียมดอง	9.26	9.26	9.26	9.26	9.26	9.26
น้ำสะอาด (3 ส่วน)	31.78	31.76	31.74	31.73	31.72	31.71
แชนแทนกัม	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08
เกลือ	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58

8.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไปโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 200 คน สอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 point Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = ชอบปานกลาง 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินผลโดยการหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

8.6 ศึกษาคุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพัฒนา

นำผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพัฒนาจากข้อ 8.4 มาทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืดวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง viscometer ตรา Brookfield และ ค่าสี L^* a^* b^* ด้วยเครื่อง color flex ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแอสติค ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง hand refractometer และค่า a_w ด้วยเครื่องวัด a_w ตรา aqualab

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

1.1 ปริมาณปลาที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

การศึกษาปริมาณปลาที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 57, 60, 63 และ 66 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แล้วนำหัวข้าวเกรียบพร้อมบริโภคน้ำที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน พบว่า สูตรหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมเนื้อปลาปริมาณร้อยละ 60, 63 และ 66 มีลำดับความชอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ดังตารางที่ 4.1 แต่ได้ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่เติมเนื้อปลาปริมาณร้อยละ 63 ไปใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากผู้บริโภคนิยมให้ลำดับความชอบเป็นอันดับที่ 1 ซึ่งการเติมเนื้อปลาเพิ่มมากขึ้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติดีขึ้น หรือมีการยอมรับจากผู้บริโภคสูงขึ้น นอกจากนี้ปริมาณเนื้อปลาที่เติมในสูตรการผลิตยังมีผลต่อความยากง่ายในการผลิตด้วย โดยหากมีการเติมเนื้อปลาในแบ่งผสมสำหรับการผลิตหัวข้าวเกรียบที่มากขึ้น จะทำให้ได้ก้อนแบ่งผสมนิ่มมากขึ้น แต่หากเติมเนื้อปลามากจนเกินไป จะทำให้แบ่งผสมเหลวและปั้นเป็นก้อนยากมากขึ้น โดยแบ่งผสมที่มีการเติมเนื้อปลาร้อยละ 66 จะเริ่มมีลักษณะแฉะ และเหนียวติดมือ ในขณะที่การเติมเนื้อปลาช่วงร้อยละ 57-63 เมื่อทำการนวดผสมจะได้ก้อนแบ่งที่จับตัวเป็นก้อนกลม มีเนื้อสัมผัสเนียนและสะดวกต่อการปั้นเป็นก้อน

ตารางที่ 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่มีการเติมปลา 4 ระดับ

ผู้ทดสอบ	ลำดับความชอบ			
	A	B	C	D
1	3	2	4	1
2	3	2	1	4
3	4	3	2	1
4	4	2	3	1
5	4	3	1	2
6	4	2	1	3
7	3	4	2	1
8	4	1	2	3
9	4	3	1	2

10	4	3	1	2
11	4	2	1	2
12	4	1	2	3
13	2	1	3	4
14	3	2	4	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ตารางที่ 4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของ
หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่มีการเติมปลา 4 ระดับ (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	ลำดับความชอบ			
	A	B	C	D
15	4	2	1	3
16	3	1	4	2
17	2	3	1	4
18	3	2	1	4
19	4	1	2	3
20	4	2	1	3
21	3	4	2	1
22	3	4	2	1
23	4	1	3	2
24	3	2	4	1
25	2	1	3	4
26	4	2	1	3
27	2	4	1	3
28	3	4	2	1
29	2	1	4	3
30	3	2	1	4
คะแนนลำดับความชอบ	99	67	61	72
คะแนนลำดับความชอบเฉลี่ย *	3.3 ^a	2.23 ^b	2.03 ^b	2.4 ^b

A = ปลา 57 % B = ปลา 60 % C = ปลา 63 % D = ปลา 66 %

หมายเหตุ 1 หมายถึง ลำดับความชอบอันดับ 1 และ 4 หมายถึงลำดับความชอบอันดับ 4

* คะแนนลำดับความชอบรวมที่มีอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
($p \geq 0.05$)

วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ

การคำนวณค่า LSD_{rank} ตามแบบ Fisher and Yates (1942)

$$\text{ใช้สูตร } LSD_{rank} = 1.96[bt(t+1)/6]^{1/2}$$

t = จำนวนตัวอย่าง

b = จำนวนผู้ทดสอบ

$$\begin{aligned} LSD_{rank} &= 1.96[(30)(4)(4+1)/6]^{1/2} \\ &= 1.96 [120]^{1/2} \end{aligned}$$

$$= 1.96 [10.95]$$

$$= 21.46 \text{ (ต่ำกว่า Critical value ของ Basker's test)}$$

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของค่า rank sum ของแต่ละคู่เปรียบเทียบกับ LSD_{rank}

A-B = 99-67 = 32	>	21.46	แตกต่าง
A-C = 99-61 = 38	>	21.46	แตกต่าง
A-D = 99-72 = 27	>	21.46	แตกต่าง
B-C = 67-61 = 6	<	21.46	ไม่แตกต่าง
B-D = 67-72 = 5	<	21.46	ไม่แตกต่าง
C-D = 61-72 = 11	<	21.46	ไม่แตกต่าง

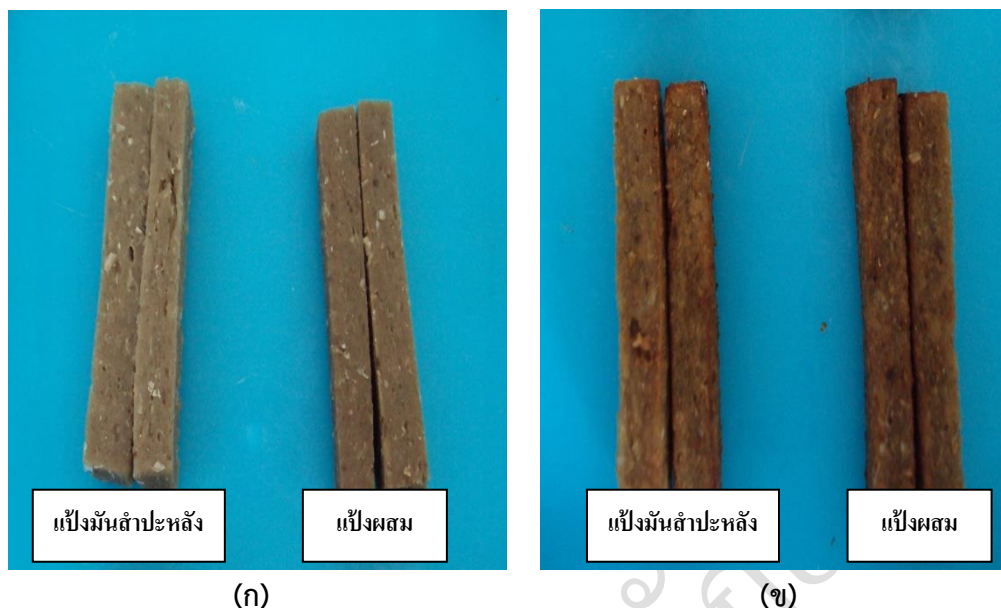
1.2 ชนิดของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

โดยใช้แป้งในการผลิตหัวข้าวเกรียบ 2 ชนิด คือ

- แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 30.5
- แป้งผสม ระหว่างแป้งสาคูร้อยละ 23.5 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 7

นำหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งทั้ง 2 ชนิด ดังสูตรในตาราง 3.3 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี LSD ได้ผลดังตารางที่ 4.2 และตารางผนวก ข1 พบว่า ชนิดของแป้งมีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่คะแนนความชอบทางด้านกลิ่น และรสชาติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ด้านสี พบว่า หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบด้านสีสูงกว่าหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูและแป้งมันสำปะหลัง ($P < 0.05$) โดยพบว่าหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังมีสีน้ำตาลอ่อนที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งผสมมีสีน้ำตาลดำ ดังภาพที่ 4.1 ทั้งนี้เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีสีขาวบริสุทธิ์ซึ่งเป็นแป้งที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์โดยการพอกน้ำแป้งด้วยกำมะถันและมีสิ่งปนเปื้อนต่ำ ส่วนแป้งผสมที่มีแป้งสาคูเป็นส่วนประกอบหลักมีสีน้ำตาล ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งแป้งสาคูผลิตจากภูมิปัญญาชาวบ้าน ณ ตำบลป้านัน อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี เป็นแป้งที่ไม่ผ่านกรรมวิธีการสกัดให้บริสุทธิ์ จึงมีรงควัตถุตามธรรมชาติ รวมทั้งมีสิ่งปนเปื้อนสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง โดยในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตหรือใช้ประโยชน์แป้งสาคูในระดับอุตสาหกรรม (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550)



ภาพที่ 4.1 หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากน้ำมันสำปะหลังและแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาคู (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด

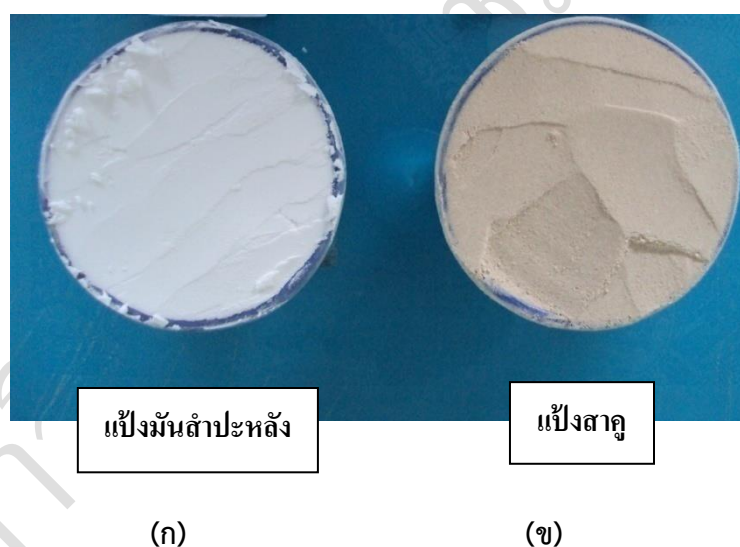
ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากน้ำมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูและแป้งมันสำปะหลัง ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากน้ำมันสำปะหลังได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสกรอบและพองตัวดีกว่าหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูและแป้งมันสำปะหลัง องค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการพองตัวของหัวข้าวเกรียบคือ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพคติน (amylopectin) แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 17 และอะไมโลเพคตินร้อยละ 83 ส่วนแป้งสาคูมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 27 และปริมาณอะไมโลเพคตินร้อยละ 73 โดยแป้งที่มีอะไมโลสสูงจะทำให้ได้เจลที่มีลักษณะเหนียวมาก การพองตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบไม่ดี และมีเนื้อสัมผัสแข็ง ส่วนแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง จะทำให้ได้เจลที่มีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่นสูง ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีการพองตัวดี กรอบ เปราะง่าย แต่กรอบไม่นาน (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550, ชาริณี กิรติโชติ, 2540; นาฏยา แหะหมัด และนุริยาน สาและ, 2551; เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546; และ Taewee, Mutita, & Janphen, 2008)

ด้านความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากน้ำมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่ดี มีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้น จึงเลือกผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากน้ำมันสำปะหลังเพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.2 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง และแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูและแป้งมันสำปะหลัง

ชนิดของแป้ง ที่ใช้ผลิตหัวข้าวเกรียบ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
แป้งมันสำปะหลัง	$7.43^a \pm 1.04$	$6.93^a \pm 1.05$	$7.87^a \pm 0.78$	$7.93^a \pm 0.83$	$8.30^a \pm 0.75$
แป้งผสม (แป้งสาคูกับแป้งมันสำปะหลัง)	$5.33^b \pm 0.84$	$6.87^a \pm 1.33$	$7.63^a \pm 1.07$	$6.63^b \pm 1.00$	$6.83^b \pm 0.91$

หมายเหตุ ^{a-b} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)



ภาพที่ 4.2 แป้งที่ใช้ในการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ก) แป้งมันสำปะหลัง (ข) แป้งสาคู

2. คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค

ทำการศึกษาลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค โดยการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) จากกลุ่มบุคคลจำนวน 30 คน ที่ประกอบด้วยผู้บริโภคจำนวน 20 คน ผู้จำหน่ายปลีกและจำหน่ายส่งหัวข้าวเกรียบจำนวน 10 คน โดยดำเนินการเพื่อศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม เป็นกลุ่มผู้บริโภครายย่อย ผู้จำหน่ายปลีก และผู้จำหน่ายส่ง จำนวน 30 คน (แบบเจาะจง) ประกอบด้วยเพศชาย ร้อยละ 26.67 และเพศหญิง ร้อยละ 73.33 มีอายุระหว่าง 20-30 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 83.34 ส่วนใหญ่จะมีอาชีพนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 76.67 รองลงมาคือ ค้าขายคิดเป็นร้อยละ 23.33 มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 76.67 มีระดับการศึกษาสูงสุด คือ ปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 76.67 โดยผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มเป็นผู้บริโภค คิดเป็นร้อยละ 70 เป็นผู้ค้าปลีกคิดเป็นร้อยละ 23.33 และเป็นผู้ค้าส่งคิดเป็นร้อยละ 6.67

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group)

ข้อมูล	ความถี่ (คน)	ร้อยละ (%)
เพศ		
ชาย	8	26.67
หญิง	22	73.33
อายุ		
20-30 ปี	25	83.34
31-40 ปี	4	13.33
41-50 ปี	1	3.33
อาชีพ		
นักศึกษา	23	76.67
ค้าขาย	7	23.33
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
1-5,000 บาท	23	76.67
5,001-10,000 บาท	3	10
10,001-15,000 บาท	4	13.33
ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด		
ปริญญาตรี	23	76.67
อนุปริญญา	4	13.33
มัธยมศึกษา	3	10
ความเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ		

ผู้บริโภคร	21	70
ผู้ค้าปลีก	7	23.33
ผู้ค้าส่ง	2	6.67

2.2 รูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่พึงประสงค์

นำหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่มีรูปร่าง 3 ลักษณะดังนี้ (ดังภาพที่ 4.3)

- สามเหลี่ยมฐานโค้ง (โดยนำรูปวงกลมแบบที่ 2 มาหั่นเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กัน)
- วงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร
- สี่เหลี่ยมยาว (กว้าง x ยาว x หนา) เท่ากับ $1.0 \times 8 \times 1.0$ เซนติเมตร

มาให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมการสนทนากลุ่ม (focus group) จากกลุ่มบุคคลจำนวน 30 คน ที่ประกอบด้วยผู้บริโภครจำนวน 20 คน ผู้จำหน่ายปลีกและจำหน่ายส่งหัวข้าวเกรียบจำนวน 10 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (ranking) โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 3 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ จากการศึกษาได้ผลดังตารางที่ 4.4 พบว่า ลักษณะรูปร่างของหัวข้าวเกรียบที่ผู้บริโภครชอบมากที่สุด คือ สี่เหลี่ยมยาว วงกลม และสามเหลี่ยมฐานโค้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 รูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

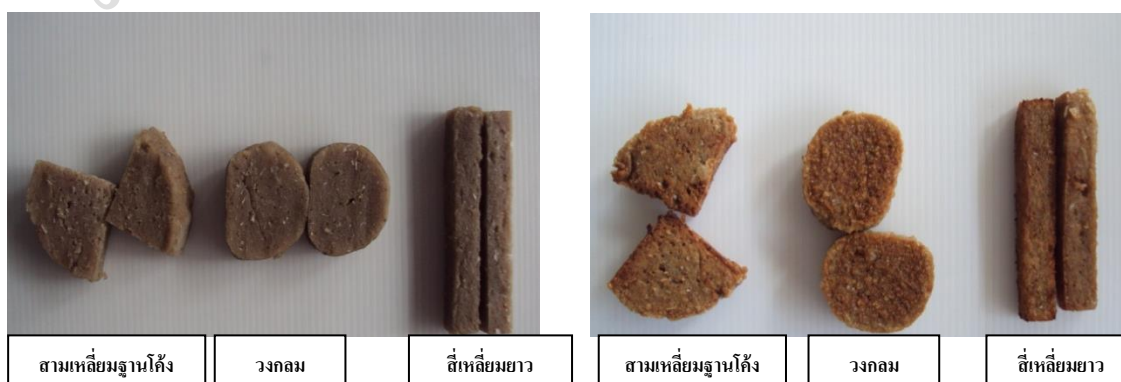
	คะแนน rank sum *		
	สามเหลี่ยมฐานโค้ง	วงกลม	สี่เหลี่ยมยาว
คะแนนลำดับความชอบรวม	78	62	40

หมายเหตุ 1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบปานกลาง

3 = ชอบน้อยที่สุด

* คะแนนรวมจากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.3 รูปร่างของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน (ก) ก่อนทอด (ข) หลังทอด

2.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหัวข้าวเกรียบ

จากการศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหัวข้าวเกรียบโดยการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) ด้วยแบบสอบถามเพื่อทราบคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภครายบุคคลและจากกิจกรรมอภิปรายกลุ่ม ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์จากกิจกรรมสนทนากลุ่ม

คุณภาพ	คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์
สี	น้ำตาลอ่อนขึ้นถึงน้ำตาลเหลือง
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น คาวจัด, กลิ่นเปรี้ยว ควรมีกลิ่นหอมของเนื้อมีปลา
รสชาติ	เค็มนำ มีรสหวานจากเนื้อมีปลาเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	กรอบนอกนุ่มใน, กรอบนาน
ลักษณะปรากฏ	มีก้างปลาชิ้นเล็ก ๆ กระจายทั่วหัวข้าวเกรียบ พู พอง ไม่ยุบตัวเมื่อเย็น

2.4 ผลของการคัดเลือกรสชาติหัวข้าวเกรียบ

จากการสำรวจรสชาติหัวข้าวเกรียบ ณ ร้านจำหน่ายหัวข้าวเกรียบปลีก ในเขตเทศบาลนครยะลา จำนวน 600 คน พบว่า รสชาติของหัวข้าวเกรียบที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด 10 อันดับ ซึ่งมีลำดับความชอบจากมากไปน้อย ได้แก่ กระเทียมพริกไทยดำ สาหร่าย พริกขี้หนู พริกหวาน หอม พักทอง ตำลึง พริกหยวก งาดำ และผักหวาน ตามลำดับ จากนั้นคัดเลือก 7 รสชาติให้ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มทดสอบชิม คือ รสกระเทียมพริกไทยดำ สาหร่าย พริกขี้หนู พริกหวาน หอม พักทอง และตำลึง แล้วทำการคัดเลือกออก 2 รสชาติ คือ พักทอง และ หอม ให้เหลือ 5 รสชาติ แล้วนำ 5 รสชาติที่เหลือ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (ranking test) โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 5 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4.6 พบว่า รสชาติหัวข้าวเกรียบที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด คือ รสกระเทียมพริกไทยดำ พริกหวาน สาหร่าย พริกขี้หนู และตำลึง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 การคัดเลือกรสชาติผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสำหรับการพัฒนา

คะแนน rank sum*

	ตำลึง	พริกขี้หนู	สาหร่าย	พริกหวาน	กระเทียมพริกไทยดำ
คะแนนลำดับความชอบรวม	109	106	89	76	70

หมายเหตุ 1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบน้อย

5 = ชอบน้อยที่สุด

* คะแนนรวมจากผู้ทดสอบ 30 คน

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรสสาหร่าย

3.1 ศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายในการผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบ

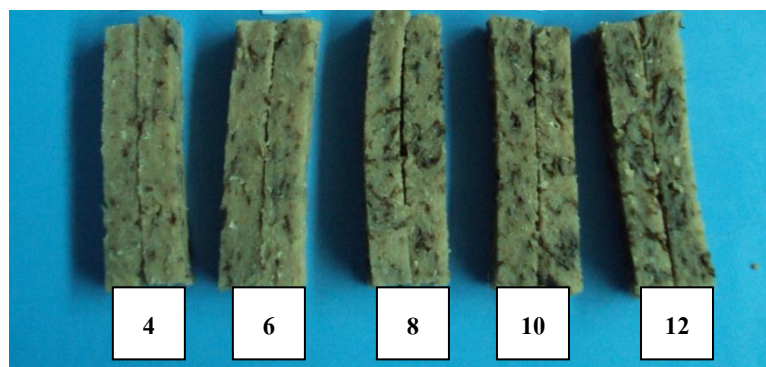
ทำการศึกษาผลของปริมาณสาหร่ายในผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

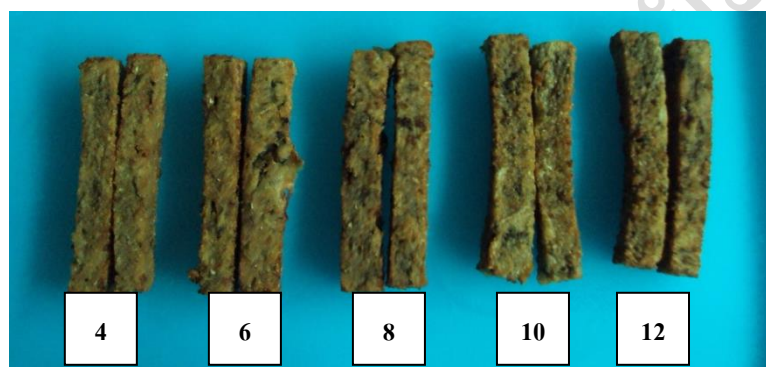
การศึกษาปริมาณสาหร่ายในผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่ร้อยละ 4, 6, 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด นำห้วข้าวเกรียบทั้ง 5 ชุดการทดลองมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT พบว่า ปริมาณสาหร่ายมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่นและรสชาติ ($P \geq 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

ด้านสี พบว่า การเติมสาหร่ายในห้วข้าวเกรียบปริมาณเพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยมีผลทำให้ห้วข้าวเกรียบมีสีดำนวลมากขึ้น ดังภาพที่ 4.4 ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายโนริ (*Phrophyra tenera*) เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีรงควัตถุหลัก คือ คลอโรฟิลล์เอ (chlorophylls a) คลอโรฟิลล์ดี (chlorophylls d) และรงควัตถุอื่น ๆ คือ เบต้าแคโรทีน (β -carotenes) แซนโทฟิล (xanthophylls) ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และไฟโคอีริทรีน (phycoerythrin) (กฤษณา ชูติมา, 2535; วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2549) เมื่อนำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง ทำให้สาหร่ายมีการเปลี่ยนสีเป็นสีดำอันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (วิภาดา มุรินทร์พมาศ, 2554) ก่อนจะนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบต้องนำมาผ่านการคั่วโดยนำมาแช่น้ำ 1 นาที ได้เป็นสาหร่ายคั่วที่มีลักษณะสีม่วงดำ ดังภาพที่ 4.5 ซึ่งมีผลทำให้

ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีสีเข้มขึ้น การเติมสาหร่ายในปริมาณร้อยละ 10 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีสีน้ำตาลดำเหมาะสมจึงทำให้มีคะแนนด้านสีสูงสุด

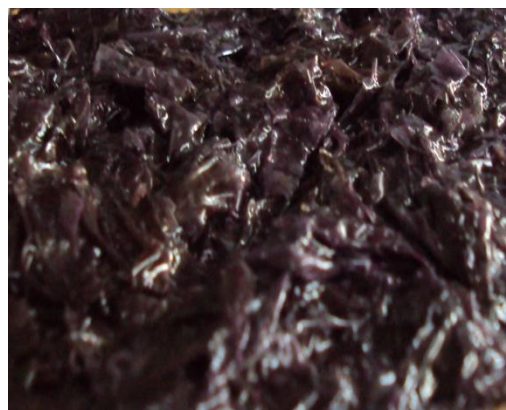


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.4 ปริมาณสาหร่ายที่เติมในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ร้อยละ 4, 6, 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.5 สาหร่ายโนริ (ก) สาหร่ายโนริสด (ข) สาหร่ายโนริอบแห้งคั้นรูป

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า เมื่อเติมสาหร่ายแห้งที่ผ่านการคั้นรูปที่มีลักษณะเส้นใยยาวในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเส้นใยของสาหร่ายกระจายตัวอย่างหนาแน่นทั่วผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบเพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 4.4 การเติมสาหร่ายในระดับสูง (ร้อยละ 10 และ 12) มีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าที่ระดับต่ำ (ร้อยละ 4-8) ($P < 0.05$) โดยการเติมสาหร่ายในปริมาณร้อยละ 10 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณสาหร่ายกระจายตัวหนาแน่นเหมาะสม จึงทำให้มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุด

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า เมื่อมีการเติมสาหร่ายในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปริมาณสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มสูงขึ้น ($P < 0.05$) เนื่องจากหัวข้าวเกรียบมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ลื่น และมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโนริเป็นสาหร่ายสีแดงซึ่งโดยทั่วไปเป็นสาหร่ายวุ้น โดยสารสำคัญที่อยู่ในสาหร่ายสีแดงคือ วุ้น (agar) และคาราจีแนน (carrageenan) นอกจากนี้พอลิแซ็กคาไรด์ในเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ของสาหร่ายสีแดงเป็นสารประกอบพวกเซลลูโลส (cellulose) กาแล็กแทน (galactans) ไชเลน (xylans) และแมนแนน (mannans) (กฤษณา ชูติมา, 2537 ; Monteserrat & Isabel, 2002) โดยผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่เติมสาหร่ายที่ปริมาณร้อยละ 10 มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มและยืดหยุ่นเหมาะสมจึงมีคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด

ด้านความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายปริมาณร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด เนื่องจากมีคะแนนความชอบทางด้านสี ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสสูงสุดซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลดำ มีเส้นใยสาหร่ายกระจายตัวหนาแน่นเหมาะสมรวมทั้งมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ลื่น และยืดหยุ่นที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายปริมาณร้อยละ 10 เพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.7 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบที่เติมสาหร่ายระดับต่าง ๆ

ปริมาณ สาหร่าย (ร้อยละ)	การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 point hedonic scale					
	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
4	6.90 ^a ±1.06	6.20 ^a ±1.37	7.03 ^a ±1.25	7.26 ^a ±1.36	7.03 ^a ±1.22	7.36 ^a ±1.38
6	7.20 ^a ±1.06	6.86 ^{abc} ±1.20	6.93 ^a ±1.26	7.43 ^a ±1.52	7.36 ^{abc} ±0.96	7.40 ^a ±1.61
8	7.06 ^a ±1.08	6.5 ^{ab} ±1.80	6.86 ^a ±1.57	7.46 ^a ±1.04	7.23 ^{ab} ±1.01	7.36 ^a ±1.47
10	7.40 ^a ±0.84	7.33 ^c ±1.40	7.06 ^a ±1.48	7.53 ^a ±1.43	7.90 ^c ±1.18	8.03 ^b ±0.81
12	7.06 ^a ±0.92	7.16 ^{bc} ±1.86	7.43 ^a ±0.94	7.23 ^a ±1.57	7.70 ^{bc} ±1.29	7.96 ^{ab} ±1.75

หมายเหตุ^{a-b-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวดังเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

3.1.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

ทำการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายที่ระดับต่าง ๆ ด้วยการวัดการพองตัวโดยใช้หลักการแทนที่เมล็ดงา การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว (Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010) ได้ผลดังตารางที่ 4.8 และค่าสีได้ผลดังตารางผนวกที่ ข8 และ ข9

1) ค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว

การเติมสาหร่ายในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ระดับ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12 ต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว พบว่า ปริมาณสาหร่ายไม่มีผลต่อการพองตัว และการขยายตัวด้านยาวทางสถิติ (P≥0.05) แต่มีผลต่อการขยายตัวด้านกว้าง โดยหัวข้าวเกรียบมีค่าการพองตัวระหว่าง 1.21–1.36 เท่า ค่าการขยายตัวด้านกว้างระหว่าง 1.06 - 1.15 เท่า และค่าการขยายตัวด้านยาวระหว่าง 0.95–1.00 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายทั้ง 6 สูตรมีการใช้เนื้อปลาและสาหร่ายรวมกันถึงร้อยละ 63 ซึ่งมีปริมาณสูงมากและทั้งปลาและสาหร่ายเป็นองค์ประกอบที่ขัดขวางการพองตัวและขยายตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546; Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010 ; Yu, Mitchell & Abdullah, 1981) โดยผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปลาทั่วไปมีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และมีการเติมเนื้อปลาและส่วนผสมอื่นเป็นส่วนผสมรอง ซึ่งปกติมีการเติมเนื้อปลาร้อยละ 20-25 เพราะหากเติมโปรตีนจากเนื้อปลามากกว่าร้อยละ 30 จะส่งผลต่อการยับยั้งการพองตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปได้ (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546) ในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายทุกสูตรมีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมรองเพียงร้อยละ 30.5 ซึ่งแป้งมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบหลักทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีลักษณะการพองตัวและขยายตัวดี โดยองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการพองตัวของหัวข้าวเกรียบ คือ ปริมาณอะไมโลส และอะไมโลเพคติน และการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับสัดส่วน

ของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน หากในเม็ดแป้งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวดี แป้งที่มีอะไมโลสสูงการเกิดเจลจะมีความหนืดมากส่งผลให้การพองตัวของข้าวเกรียบไม่ดี และจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสแข็งและมีข้อจำกัดในการพองตัว ส่วนแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงเม็ดแป้งแตกตัวได้ง่ายเมื่อทำเป็นข้าวเกรียบจะพองตัวได้มากและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัวมีลักษณะโปร่งเบา (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550)

ตารางที่ 4.8 ผลของปริมาณสาหร่ายต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย

ปริมาณสาหร่าย (ร้อยละ)	ปริมาณปลา (ร้อยละ)	การพองตัว (เท่า)	การขยายตัว ด้านกว้าง (เท่า)	การขยายตัว ด้านยาว (เท่า)
0	63	1.33 ^a ±0.24	1.11 ^{ab} ±0.10	0.99 ^a ±0.02
4	59	1.36 ^a ±0.18	1.14 ^b ±0.09	1.00 ^a ±0.03
6	57	1.32 ^a ±0.16	1.06 ^a ±0.09	0.95 ^a ±0.20
8	55	1.29 ^a ±0.16	1.15 ^b ±0.12	0.99 ^a ±0.01
10	53	1.25 ^a ±0.11	1.11 ^{ab} ±0.08	1.00 ^a ±0.01
12	51	1.21 ^a ±0.12	1.11 ^{ab} ±0.10	1.00 ^a ±0.02

หมายเหตุ^{a-b} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

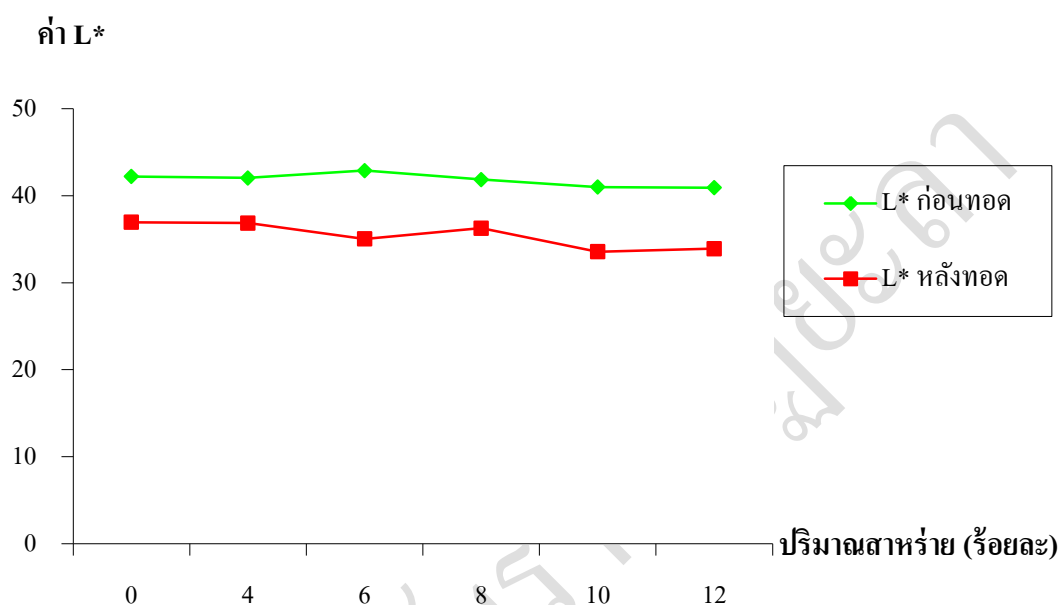
2) ค่าสี

จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายด้วยระบบ hunter lab ซึ่งวัดค่าสีออกมา 3 ค่า คือค่า L* a* b* ผลการวิเคราะห์ค่าสี ได้ผลดังนี้

ค่า L*

ค่า L* เป็นค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เริ่มจากสีขาวที่มีค่า 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่า L* เท่ากับ 0 ผลของปริมาณสาหร่ายที่ระดับ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12 ต่อค่า L* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด ดังภาพที่ 4.6 และตารางผนวกที่ 1 พบว่า ปริมาณสาหร่ายมีผลต่อค่า L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยเมื่อมีการเติมสาหร่ายในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L* ลดลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายแห้งคั้นรูปที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตหัวข้าวเกรียบมีสีม่วงดำ ส่วนผลของการทอดต่อค่า L* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย พบว่า หัวข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า L* ระหว่าง 40.93-42.89 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า L* ลดลงโดยมีค่าระหว่าง 33.56-36.95 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard browning)

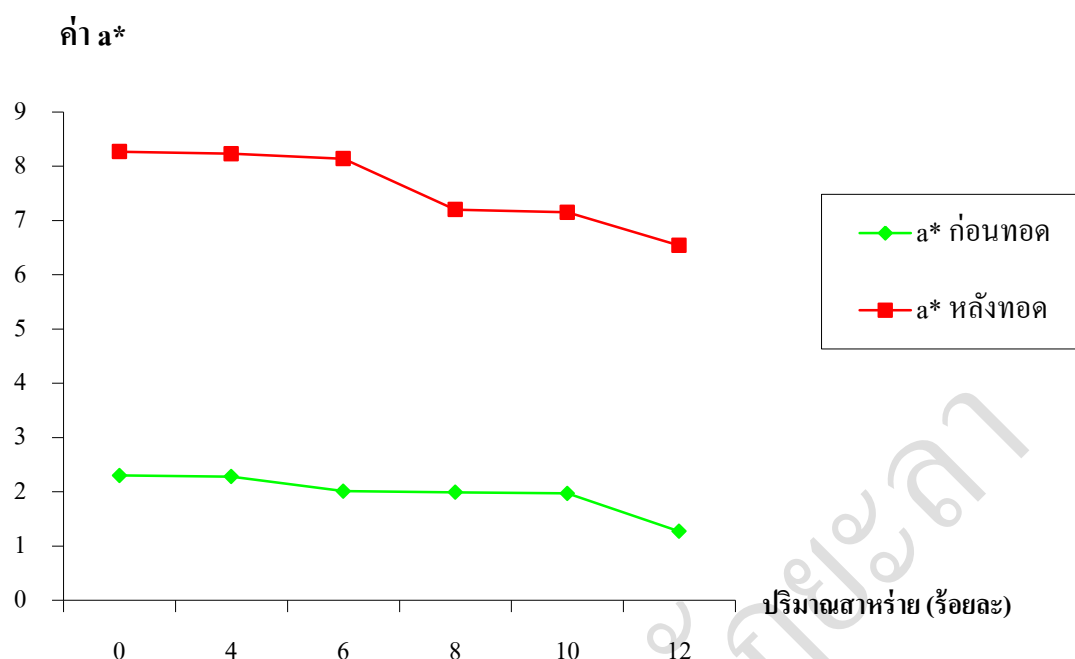
ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากกรดอะมิโนหรือกลุ่มกรดอะมิโนของโปรตีนและเปปไทด์ทำปฏิกิริยาน้ำตาลรีดิวซิ่ง ซึ่งเป็นน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในเนื้อแป้ง ทำให้เกิดสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่มีน้ำตาลคล้ำในผลิตภัณฑ์ โดยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วเมื่อผ่านกระบวนการทอดที่มีอุณหภูมิมากกว่า 150 องศาเซลเซียส (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546; Nurul, Boni & Noryati, 2009)



ภาพที่ 4.6 ค่า L* ของผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า a*

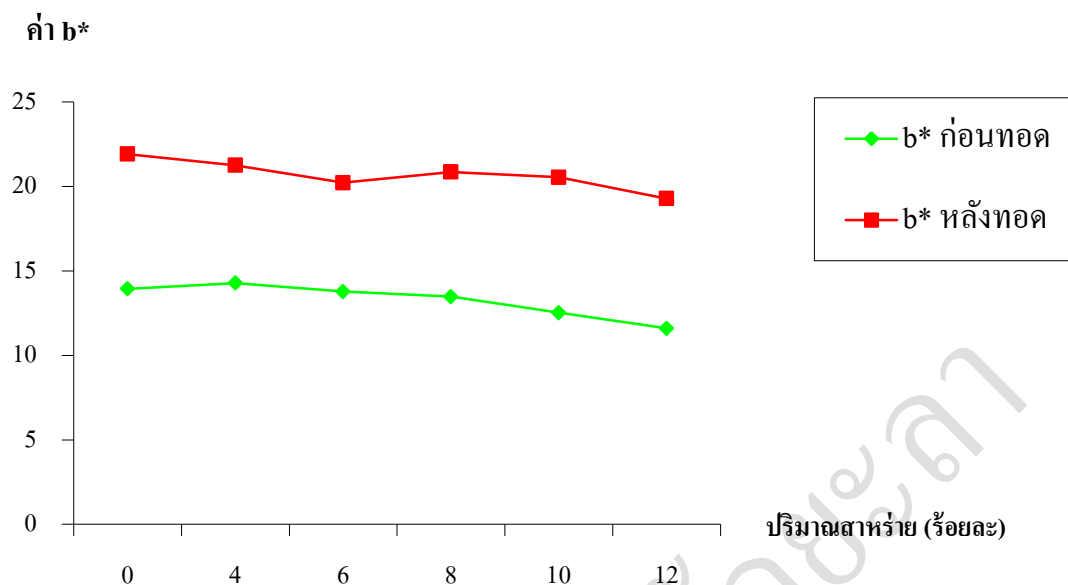
ค่า a* หากเป็นบวกเป็นค่าของสีแดง และหากค่า a* เป็นลบเป็นค่าสีเขียว ผลของปริมาณสาหร่าย ที่ระดับ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12 ต่อค่า a* ของผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด ดังภาพที่ 4.7 และตารางผนวกที่ 1 พบว่า ปริมาณสาหร่ายมีผลต่อค่า a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อมีการเติมสาหร่ายในผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอดที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a* หรือค่าสีแดงลดลง ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีดำนขึ้น ตามสีของสาหร่ายที่เติมในผลิตภัณฑ์ ส่วนผลของการทอดต่อค่า a* ของผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบรสสาหร่าย พบว่า หิวข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า a* ระหว่าง 1.27-2.30 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบรสสาหร่ายที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า a* เพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 6.05-8.37 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (นิธิยา รัตนพานนท์, 2544)



ภาพที่ 4.7 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า b^*

ค่า b^* หากค่า b^* เป็นบวก เป็นค่าของสีเหลือง และค่า b^* เป็นลบเป็นค่าของสีน้ำเงิน ผลของปริมาณสาหร่ายที่ระดับ 0, 4, 6, 8, 10 และ 12 ต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบก่อนทอด พบว่า ปริมาณสาหร่ายมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อเติมสาหร่ายในปริมาณที่สูงขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีค่า b^* หรือค่าสีเหลืองลดลง ($P < 0.05$) ส่วนผลของปริมาณสาหร่ายต่อผลิตภัณฑ์ ห้วข้าวเกรียบหลังทอด พบว่า ปริมาณสาหร่ายไม่มีผลต่อค่า b^* ทางสถิติ ($P \geq 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าผลิตภัณฑ์จะมีค่า b^* หรือค่าสีเหลืองลดลงเมื่อเติมสาหร่ายในผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น ดังภาพที่ 4.8 และตารางผนวกที่ ฅ 1 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบมีสีดำน้าเพิ่มขึ้นเมื่อเติมสาหร่ายมากขึ้น ส่วนผลของการทอดต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรสสาหร่าย พบว่า ห้วข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า b^* ระหว่าง 11.60-14.28 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรสสาหร่ายที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า b^* เพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 19.29-21.92 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดสีเหลืองเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) (วารวิชนี ลอปกุลเกียรติ, วิไล รังสาดทอง, นื่องนุช ศิริวงศ์, 2553) โดยผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่มีการเติมสาหร่ายร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดมีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 33.56, 6.05 และ 20.55 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.8 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

3.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสาหร่าย

3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หิวข้าวเกรียบจำนวน 210 คน (แบบไม่เจาะจง) ประกอบด้วยเพศชายร้อยละ 43.3 และเพศหญิงร้อยละ 56.7 มีอายุระหว่าง 21-30 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 47.6 ส่วนใหญ่จะเป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 31.9 รองลงมาคือ ลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 21.9 ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 3,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.6 ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสาหร่าย

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	91	43.3
หญิง	119	56.7
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	25	11.9
21 – 30 ปี	100	47.6
31 – 40 ปี	47	22.4
41 - 50 ปี	26	12.4
51 - 60 ปี	6	2.9
มากกว่า 60 ปี	6	2.9
อาชีพ		
นักเรียน	24	11.4
นักศึกษา	67	31.9
ข้าราชการ	42	20
ลูกจ้าง	46	21.9
เกษตรกร	27	12.9
ทำธุรกิจส่วนตัว	4	1.9
รายได้		
ต่ำกว่า 3,000บาท	81	38.6
3,001 – 8,000 บาท	56	26.7
8,001 – 13,000 บาท	46	21.9
13,001 – 18,000 บาท	20	9.5
18,001 – 23,000 บาท	4	1.9
มากกว่า 23,000 บาท	3	1.4

3.2.2 พฤติกรรมการบริโภคหัวข้าวเกรียบ

พฤติกรรมกรรมการบริโภคหัวข้าวเกรียบ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบบริโภคหัวข้าวเกรียบคิดเป็นร้อยละ 84.3 สำหรับความถี่ของการบริโภคหัวข้าวเกรียบ พบว่า โดยส่วนใหญ่บริโภค 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 57.6 และซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบครั้งละ 20 บาทมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.2 โดยสถานที่ที่ซื้อบ่อยที่สุดคือ ร้านค้าแผงลอยคิดเป็นร้อยละ 45.2 และบริโภคหัวข้าวเกรียบช่วงเวลา 16.00-18.00 น. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.1 โดยบริโภคหัวข้าวเกรียบเพื่อเป็นอาหารว่างบ่อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 44.8 นอกจากนี้พบว่า ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมาบริโภคด้วยตัวเองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 74.8 และเหตุผลในการซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมาบริโภคโดยส่วนใหญ่คือมีรสชาติอร่อยคิดเป็นร้อยละ 46.7 ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 พฤติกรรมการบริโภคหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสาหร่าย

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ความชอบในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
ชอบ	177	84.3
เฉย ๆ	33	15.7
ไม่ชอบ	-	-
ความถี่ในการรับประทานหัวข้าวเกรียบต่อสัปดาห์		
น้อยกว่า 2 ครั้ง	57	27.1
2 - 4 ครั้ง	121	57.6
5 - 6 ครั้ง	24	11.4
มากกว่า 6 ครั้ง	8	3.8
จำนวนหัวข้าวเกรียบที่ซื้อในแต่ละครั้ง		
10 บาท	38	18.1
20 บาท	116	55.2
30 บาท	44	21
มากกว่า 30 บาท	12	5.7
สถานที่ที่ซื้อหัวข้าวเกรียบเป็นประจำ		
ตลาดสด	81	38.6
สถานศึกษา	29	13.8
ร้านค้าแผงลอย	95	45.2
ร้านรถเข็น	5	2.4

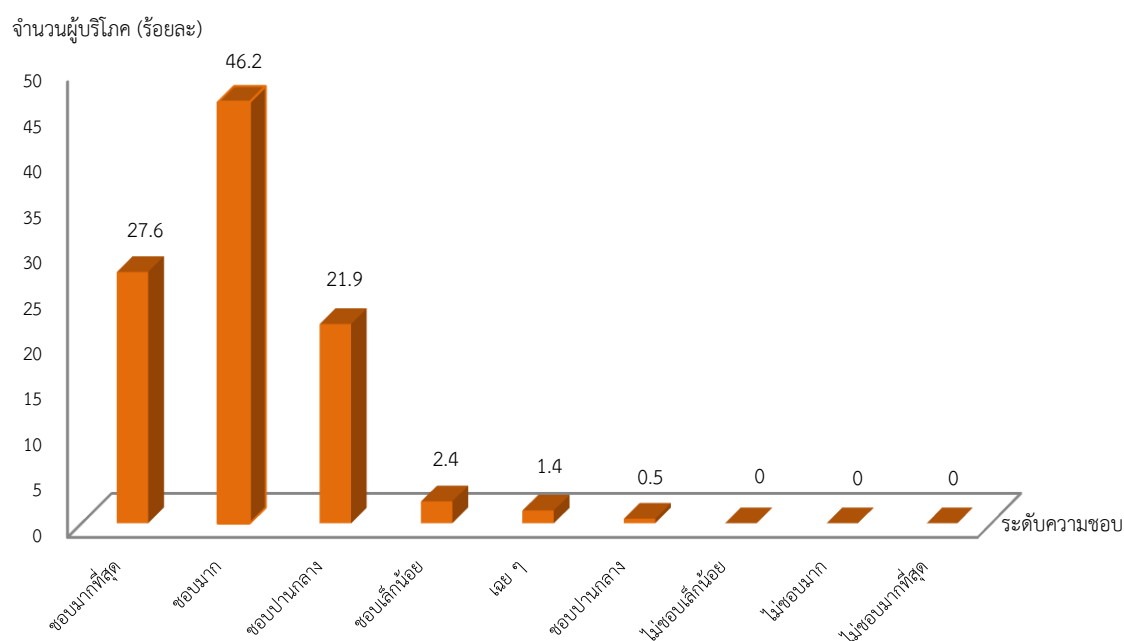
เวลาส่วนใหญ่ที่รับประทานหัวข้าวเกรียบ		
7.00 – 8.00 น.	1	0.5
10.00 – 11.00 น.	7	3.3
12.00 – 13.00 น.	19	9
14.00 – 15.00 น.	40	19
16.00 – 18.00 น.	80	38.1
18.00 น. ขึ้นไป	63	30
โอกาสในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
งานเลี้ยงสังสรรค์	15	7.1
เวลาฝนตก	31	14.8
เป็นอาหารว่าง	94	44.8
อื่น ๆ	70	33.3

ตารางที่ 4.10 พฤติกรรมการบริโภคหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบ
สูตรพื้นฐานและรสสหาราย (ต่อ)

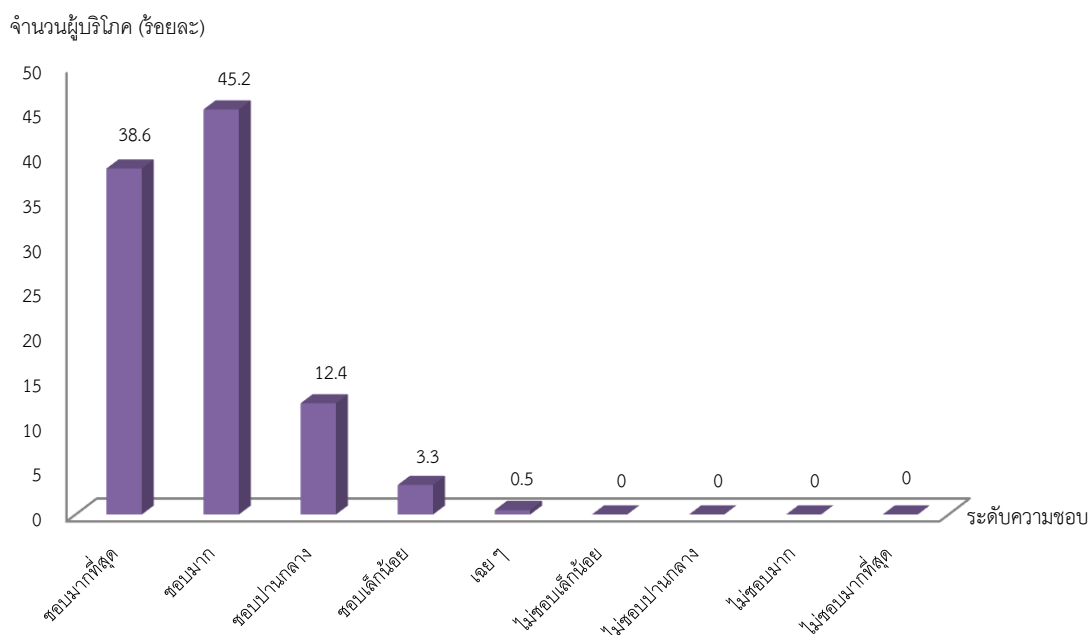
ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ผู้ที่ซื้อหัวข้าวเกรียบมารับประทาน		
ตัวเอง	157	74.8
พ่อแม่	14	6.7
พี่น้อง	20	9.5
เพื่อน	15	7.1
ภรรยา	4	1.9
เหตุผลในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
มีประโยชน์	25	11.9
หาซื้อได้ง่าย	58	27.6
ราคาถูก	26	12.4
รสชาติอร่อย	98	46.7
กินเล่น ๆ	3	1.4

3.2.3 ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสสาหร่าย

จากการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน และรสสาหร่ายสูตรพัฒนา จำนวน 210 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานในระดับชอบปานกลางถึงระดับชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 95.70 โดยมีระดับความชอบปานกลางร้อยละ 21.9 ระดับชอบมากร้อยละ 46.2 และระดับชอบมากที่สุดร้อยละ 27.6 และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 ± 0.89 ดังภาพที่ 4.9 ส่วนการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายในระดับชอบมากถึงระดับชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 83.80 โดยมีระดับความชอบมากร้อยละ 45.2 และระดับชอบมากที่สุดร้อยละ 38.6 และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 ± 0.81 ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 ระดับการยอมรับหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานของผู้บริโภคทั่วไป



ภาพที่ 4.10 ระดับการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายของผู้บริโภคทั่วไป

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

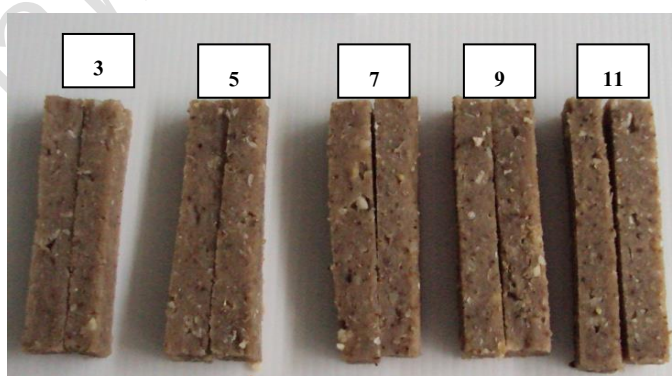
4.1 การศึกษาผลของปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

ทำการศึกษาผลของปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

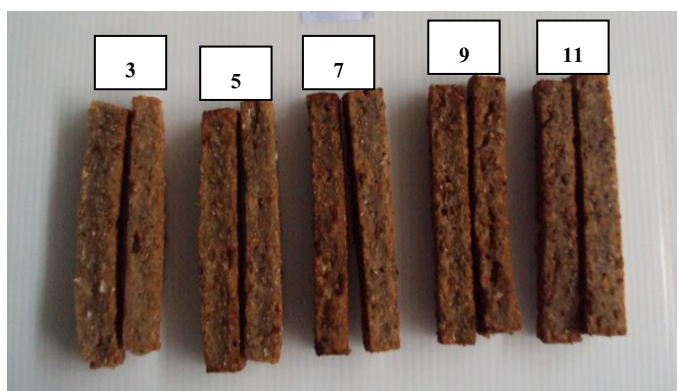
4.1.1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ทำการผลิตหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ โดยศึกษาปริมาณของกระเทียมพริกไทยดำ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 5, 7, 9 และ 11 ของส่วนผสมทั้งหมด และใช้อัตราส่วนของกระเทียมต่อพริกไทยดำ เท่ากับ 4 : 1 ได้ชุดการทดลองทั้งสิ้น 5 ชุดการทดลอง ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point-Hedonic scale ประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบน้อยที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.11

ด้านสี พบว่า เมื่อมีการเติมกระเทียมพริกไทยดำในหัวข้าวเกรียบปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกัน ($P < 0.05$) เนื่องจากกระเทียมพริกไทยดำมีผล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลคล้ำมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4.11 โดยเมื่อกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบเมื่อผ่านการทอดจะมีสีน้ำตาลคล้ำมากยิ่งขึ้น ซึ่งปริมาณกระเทียมพริกไทยดำที่ร้อยละ 5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลแดงที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมกระเทียมพริกไทยดำร้อยละ 11 ได้รับคะแนนต่ำสุด ($P < 0.05$)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.11 หัวข้าวเกรียบที่เติมกระเทียมและพริกไทยดำระดับต่าง ๆ (ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด
(ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูพรุนและมองเห็นชั้นของกระเทียมกระจายตัวในผลิตภัณฑ์หนาแน่นขึ้น โดยกระเทียมและพริกไทยดำปริมาณร้อยละ 5 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุด เนื่องจากมีชั้นกระเทียมกระจายตัวในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า การเติมกระเทียมและพริกไทยดำในหัวข้าวเกรียบปริมาณมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นมีแนวโน้มลดลง ($P < 0.05$) เนื่องจากมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติของกระเทียมและพริกไทยดำเพิ่มสูงขึ้น กระเทียมมีสารที่ให้กลิ่นหอมและฉุนที่สำคัญคือ เอนไซม์อัลลิเนส (allinase) เมื่อนำกระเทียมมาบดหรือสับจะเป็นการกระตุ้นให้เอนไซม์อัลลิเนสทำงานโดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์กำมะถันให้เป็นน้ำมันหอมระเหยอัลลิซิน (allicin) ไพโรเวท และแอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสามารถจับกับอนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radical) ได้ (ใจทิพย์ วานิชชัง และผดุงศักดิ์ วานิชชัง, 2546; จันเพ็ญ บางสำรวจ, 2553; สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547) ส่วนสารที่ให้กลิ่นรสในพริกไทยดำประกอบด้วยสารเคมีที่ทำให้เกิดรสเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุนได้แก่สารเปปเปอร์นิน (piperine) และน้ำมันหอมระเหย สารเปปเปอร์นินมีลักษณะเป็นผลึกสีเหลืองซึ่งมีอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดความเผ็ดฉุน (pungency) มีสูตรทางเคมีคือ $C_{17}H_{19}NO_3$ มีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน (จรรยา ไชยเจริญ, 2550) ส่วนน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยดำมีประมาณร้อยละ 1-3 สารที่ให้กลิ่นในพริกไทยมีมากกว่า 80 ชนิด และสารประกอบน้ำมันหอมระเหยในพริกไทยมีหลายชนิด ได้แก่ alpha pinene, beta thujene, camphene, beta pinene, sabinene, gamma-3-carene, myrcene, alpha phellandrene, alpha terpinene, limonene, beta-phellandrene, 1,8-cineole, gamma terpinene, trans-sabinene hydrate, citronellal, linalool, terpinene-4-ol, alpha-terpineol, phellandral,

pcymene, terpinolene, copaene, cis-alpha-bergamotene, caryophyllene, humulene, trans-beta-franescene (จรรยา ไชยเจริญ, 2550) ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำที่ปริมาณร้อยละ 5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติของกระเทียมและพริกไทยดำที่เหมาะสมทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติสูงสุด

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า เมื่อมีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง ($P < 0.05$) โดยกระเทียมและพริกไทยดำมีผลให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น การเติมกระเทียมพริกไทยดำปริมาณร้อยละ 3 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มในที่เหมาะสม จึงส่งผลให้มีคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด

ด้านความชอบรวม พบว่า หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำปริมาณร้อยละ 5 ทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด เนื่องจากมีคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติสูงสุด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลแดง มีขึ้นกระเทียมกระจายตัวในปริมาณที่เหมาะสม มีกลิ่นและรสชาติของกระเทียมพริกไทยดำที่เหมาะสม ดังนั้นจึงเลือกปริมาณกระเทียมพริกไทยดำร้อยละ 5 เพื่อทำการศึกษาในข้อต่อไป การเติมกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นด้านการช่วยปรุงแต่งรสชาติของอาหารเป็นหลัก แต่ทั้งกระเทียมและพริกไทยดำต่างมีคุณค่าด้านสมุนไพรต่อผู้บริโภคหลายประการ โดยกระเทียมจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วยในระบบการย่อยอาหารและการขับถ่ายในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากมีสารอัลลิซิน (allicin) ที่สามารถรวมตัวกับวิตามินบีหนึ่งและโปรตีนได้จึงช่วยในการดูดซึมสารอาหารที่ลำไส้ ช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยด้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ป้องกันการเกิดลิ่มเลือดในร่างกาย ป้องกันหัวใจเต้นผิดจังหวะ ลดความดันโลหิต ลดระดับน้ำตาลในเลือด ด้านการเกิดเนื้องอก มะเร็ง ช่วยชะลอความแก่และทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น รวมทั้งยังรักษาปอด แผลเรื้อรัง แก้อาการ วัณโรค แก่โรคประสาท และบำรุงสุขภาพด้วย (พันทิพา สุวรรณรัตน์, 2550; ณวีวรรณ สีสม, 2546) ส่วนพริกไทยดำจะมีสรรพคุณ ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร แก้อาการท้องอืดเพื่อ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ กระตุ้นประสาท กระตุ้นการไหลของน้ำลาย กระตุ้นให้กล้ามเนื้อกระเพาะและลำไส้เคลื่อนไหวอย่างสม่ำเสมอ (จักรภาพ ธรรมเดชา, 2546; นิวัติ แก้วประดับ และนิติกาญจน์ ชันติวรพงศ์, 2543) รวมทั้งยังทำให้ร่างกายอบอุ่น ขับเสมหะ ลดการปวดฟันและบวมอักเสบได้

ตารางที่ 4.11 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

อัตราส่วน กระเทียม: พริกไทยดำ	ปริมาณ กระเทียม พริกไทยดำ (ร้อยละ)	การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 Point Hedonic scale					
		สี	ลักษณะ ปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ รวม
2.40 : 0.60	3	6.26 ^{ab} ±1.86	6.40 ^{abc} ±1.71	7.00 ^{ab} ±1.76	6.70 ^{ab} ±1.39	7.16 ^b ±1.18	6.76 ^a ±1.92
4.00 : 1.00	5	6.66 ^b ±1.67	6.73 ^c ±1.60	7.53 ^b ±1.22	7.10 ^b ±1.83	7.03 ^b ±1.81	7.56 ^b ±1.33
5.60 : 1.40	7	6.56 ^b ±1.52	6.56 ^{bc} ±1.30	6.76 ^a ±1.30	6.20 ^a ±1.10	6.53 ^{ab} ±1.41	7.10 ^{ab} ±1.12
7.20 : 1.80	9	6.16 ^{ab} ±1.49	6.00 ^a ±1.62	6.70 ^a ±1.44	6.40 ^{ab} ±1.57	6.63 ^{ab} ±1.56	6.93 ^{ab} ±1.63
8.80 : 2.20	11	5.83 ^a ±1.76	6.06 ^{ab} ±1.48	6.63 ^a ±1.71	6.13 ^a ±1.76	6.26 ^a ±1.68	6.53 ^a ±1.83

หมายเหตุ ^{a-b-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

4.1.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

ทำการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำที่ระดับต่าง ๆ ด้วยการวัดการพองตัวโดยใช้หลักการแทนที่เมลิตงา การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว ได้ผลดังตารางที่ 4.12 และค่าสถิติได้ผลดังตารางผนวก ณ2

1) การพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว

การศึกษาปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ระดับร้อยละ 0, 3, 5, 7, 9 และ 11 ต่อค่าการพองตัว ค่าการขยายตัวด้านกว้าง ค่าการขยายตัวด้านยาว พบว่า ปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำไม่มีผลต่อการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว ($p \geq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำระหว่างร้อยละ 0-11 มีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.25-1.40 เท่า ค่าการขยายตัวด้านกว้างเท่ากับ 1.08 -1.17 เท่า และค่าการขยายตัวด้านยาว 0.95-1.00 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำมีการใช้เนื้อปลา กระเทียมและพริกไทยดำรวมกันถึงร้อยละ 63 ซึ่งมีปริมาณสูงมาก และทั้งปลา กระเทียม และพริกไทยดำเป็นองค์ประกอบที่ขัดขวางการพองตัวและขยายตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ (เพลินใจ ดังคณะกุล, 2546 ; Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010 ; Yu, Mitchell & Abdullah, 1981) ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปลาทั่วไปมีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และเติมเนื้อปลาและส่วนผสมอื่นเป็นส่วนผสมรอง โดยปกติมีการเติมเนื้อปลาประมาณร้อยละ 20-25 หากเติมโปรตีนจากเนื้อปลามากกว่าร้อยละ 30 จะส่งผลต่อการยับยั้งการพองตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปลา (เพลินใจ ดังคณะกุล, 2546) แต่ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีการเติมเนื้อปลาเป็นส่วนผสมหลักและทุกสูตรมีการเติมแป้งมันสำปะหลังเพียงร้อยละ 30.5 ซึ่งมีปริมาณน้อยมากโดย

แป้งมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบหลักทำให้ได้ลักษณะฟู และกรอบ แป้งมีองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน ซึ่งการพองตัวของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน ในเมตแป้งหากมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวดี แป้งที่มีอะไมโลสสูงการเกิดเจลจะมีความหนืดมากส่งผลให้การพองตัวของข้าวเกรียบไม่ดีและจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสแข็งและมีข้อจำกัดในการพองตัว ส่วนแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงเมตแป้งแตกตัวได้ง่ายเมื่อทำเป็นข้าวเกรียบจะพองตัวได้มากและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัวมีลักษณะโปร่งเบา (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550)

ตารางที่ 4.12 ผลของปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาวของหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

ปริมาณกระเทียม พริกไทยดำ (ร้อยละ)	ปริมาณปลา (ร้อยละ)	การพองตัว (เท่า)	ขยายด้านกว้าง (เท่า)	ขยายด้านยาว (เท่า)
0	63.00	1.33 ^a ±0.24	1.12 ^{abc} ±0.08	0.99 ^a ±0.02
3	60.00	1.37 ^a ±0.19	1.17 ^c ±0.09	1.00 ^a ±0.03
5	58.00	1.29 ^a ±0.17	1.10 ^{ab} ±0.10	0.95 ^a ±0.20
7	56.00	1.25 ^a ±0.16	1.16 ^{bc} ±0.12	0.99 ^a ±0.01
9	54.00	1.30 ^a ±0.21	1.08 ^a ±0.07	1.00 ^a ±0.01
11	52.00	1.40 ^a ±0.25	1.12 ^{abc} ±0.10	1.00 ^a ±0.02

หมายเหตุ ^{a-b-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

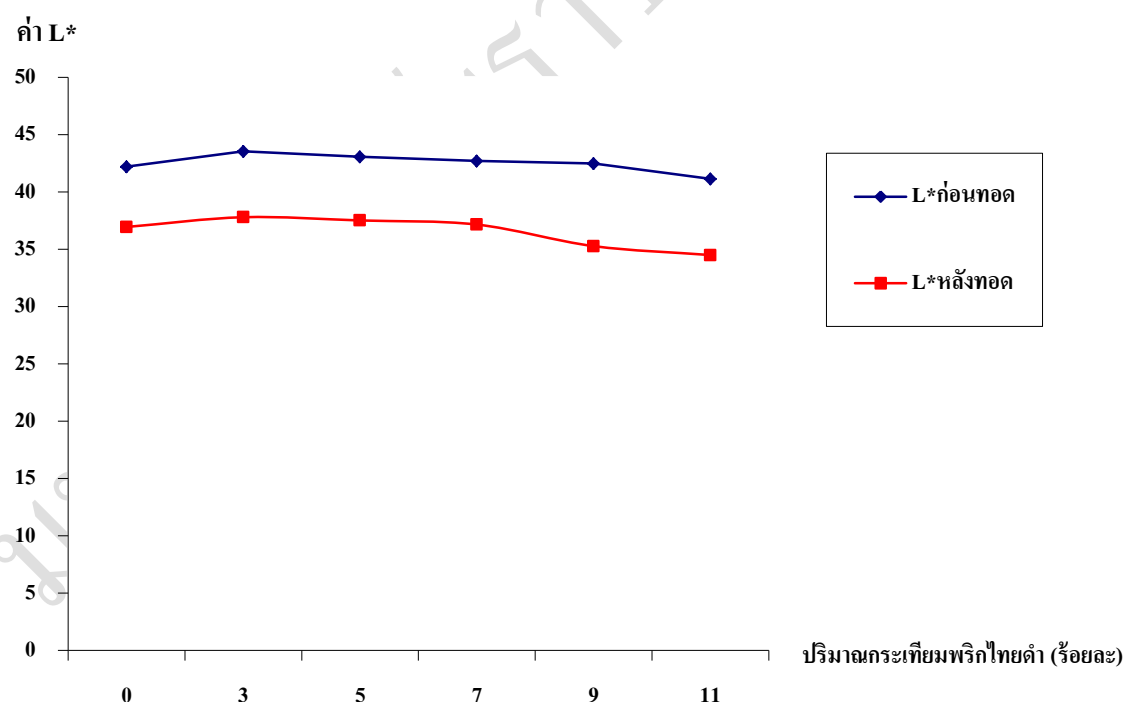
2) ค่าสี

จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำด้วยระบบ hunter lab ซึ่งวัดค่าสีออกมา 3 ค่า คือค่า L* a* b* ผลการวิเคราะห์ค่าสี ได้ผลดังนี้

ค่า L*

ค่า L* เป็นค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เริ่มจากสีขาวที่มีค่า 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่า L* เท่ากับ 0 ผลของปริมาณกระเทียมพริกไทยดำร้อยละ 0 3 5 7 9 และ 11 ต่อค่า L* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด (ดังภาพที่ 4.12) พบว่า ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำมีผลต่อค่า L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยเมื่อมีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L* ลดลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากพริกไทยดำมีสีดำคล้ำและกระเทียมที่เติมในส่วนผสมในหัวข้าวเกรียบเมื่อนำผ่านการทอด

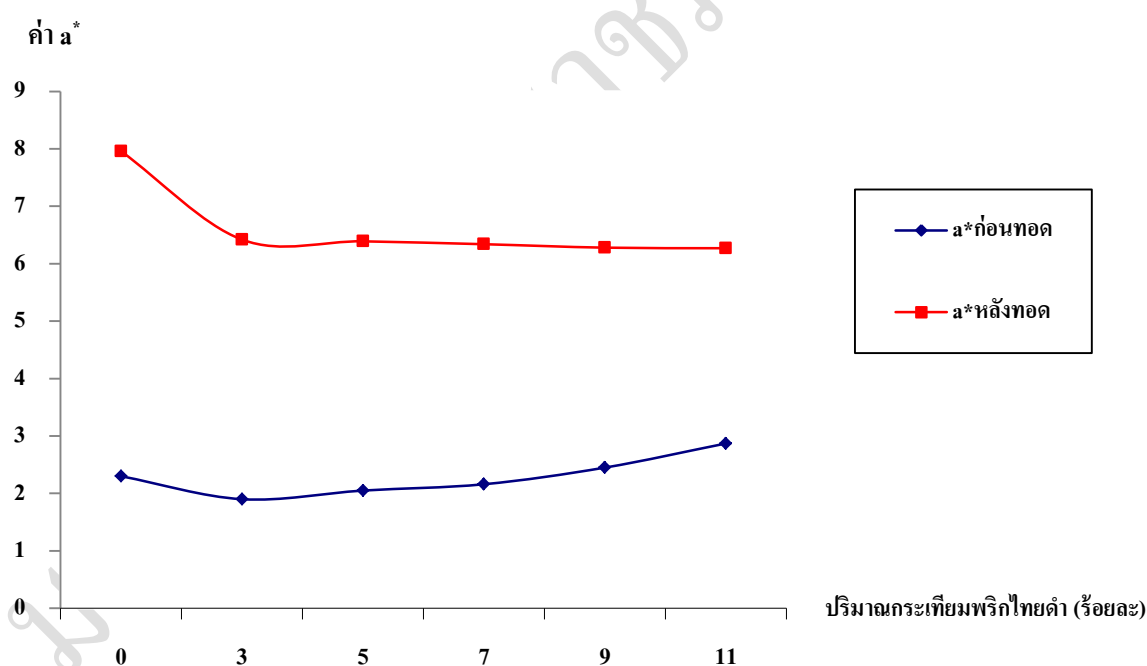
ที่อุณหภูมิสูง 190 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ทำให้กระเทียมเกิดการเสื่อมสลายของแรงยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ กระเทียมมีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว (dehydration) เกิดการสลายตัว (degradation) และเกิดรวมตัวกันของหมู่อะมิโนกับสารประกอบบริติวซิง พัฒนาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำตาล และเรียกปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อนี้ว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) (Bouchon, Hollins, Pearson, Pyle & Tobin, 2001) อีกทั้งความชื้นและออกซิเจนในกระเทียมจะถูกปล่อยออกมามากขึ้นเมื่อเจียวที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน โมเลกุลของน้ำมันเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนและให้พอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลสูง ทำให้สีของน้ำมันคล้ำขึ้น และกระเทียมดูดซับสีจากน้ำมันไว้ในโครงสร้าง ทำให้มีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้น (Fellow, 1988) ส่วนผลของการทอดต่อค่า L^* ของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ พบว่า หั่วข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า L^* ระหว่าง 41.15-43.54 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำพร้อมรับประทานทำให้มีค่า L^* ลดลงโดยมีค่าระหว่าง 34.50-37.80 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard browning) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากกรดอะมิโนหรือกลุ่มกรดอะมิโนของโปรตีนและเปปไทด์ทำปฏิกิริยาน้ำตาลบริติวซิง (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546 ; Nurul, Boni & Noryati, 2009)



ภาพที่ 4.12 ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า a^*

ค่า a^* หากเป็นบวก เป็นค่าของสีแดง และหากค่า a^* เป็นลบเป็นค่าสีเขียว ผลของปริมาณกระเทียมพริกไทยดำ ที่ระดับ 0, 3, 5, 7, 9 และ 11 ต่อค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด (ดังภาพที่ 4.13) พบว่า ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำมีผลต่อค่า a^* ($P < 0.05$) โดยเมื่อมีการเติมกระเทียมพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบถึงสำเร็จรูปมีค่า a^* หรือค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนผลิตภัณฑ์หลังทอด พบว่า เมื่อเติมกระเทียมพริกไทยดำเพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a^* หรือค่าสีแดงลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีดำนวลขึ้น ตามสีของพริกไทยดำรวมทั้งกระเทียมมีสีน้ำตาลเข้มจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และกระเทียมมีการดูดซับน้ำมันคล้ำขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลของไขมันที่ผ่านการทอดที่อุณหภูมิสูง ส่วนผลของการทอดต่อค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ พบว่า หัวข้าวเกรียบก่อนทอด มีค่า a^* ระหว่าง 1.90-2.87 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า a^* เพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 6.27-7.96 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (นิธิยา รัตนพานนท์, 2544)

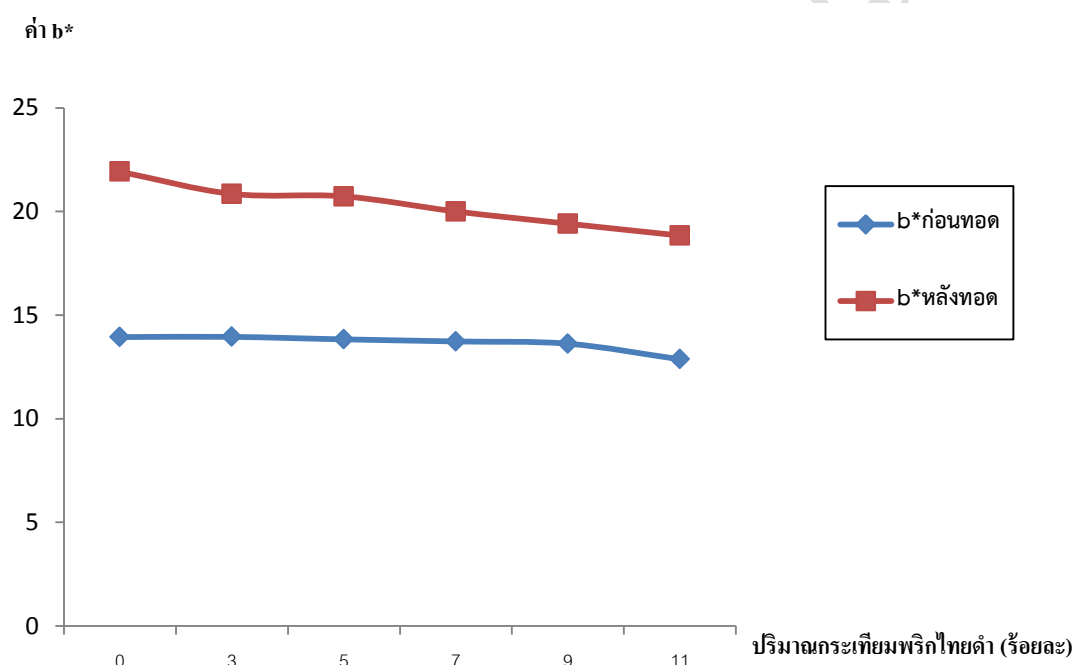


ภาพที่ 4.13 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า b^*

ค่า b^* หากค่า b^* เป็นบวกเป็นค่าของสีเหลือง และค่า b^* เป็นลบ เป็นค่าของสีน้ำเงิน ผลของปริมาณกระเทียมพริกไทยดำ ที่ระดับ 0, 3, 5, 7, 9 และ 11 ต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์

หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ดังภาพที่ 4.14) พบว่า ปริมาณกระเทียมพริกไทยดำมีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อมีการเติมปริมาณกระเทียมและพริกไทยดำในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า b^* ลดลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองลดลงทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีดำคล้ำขึ้น ส่วนผลของการทอดต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ พบว่า หัวข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า b^* ระหว่าง 12.87-13.95 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า b^* เพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 18.84-21.92 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดสีเหลืองเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) (วารวิชนี ลอปกุลเกียรติ, วิไล รังสาดทอง, นื่องนุช ศิริวงศ์, 2553)



ภาพที่ 4.14 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

4.2 การยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 210 คน (แบบไม่เจาะจง) พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 44.3 ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับเพศหญิงร้อยละ 55.7 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมียุ่ระหว่าง 21-30 ปีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ

47.1 ซึ่งเป็นนักศึกษามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30.5 โดยส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 3,000 บาทต่อเดือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.1 ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	93	44.3
หญิง	117	55.7
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	28	13.3
21 – 30 ปี	99	47.1
31 – 40 ปี	47	22.4
41- 50 ปี	26	12.4
51 -60 ปี	5	2.4
มากกว่า 60 ปี	5	2.4
อาชีพ		
นักเรียน	29	13.8
นักศึกษา	64	30.5
ข้าราชการ	46	21.9
ลูกจ้าง	39	18.6
เกษตรกร	25	11.9
ทำธุรกิจส่วนตัว	7	3.3

รายได้

ต่ำกว่า 3,000 บาท	80	38.1
3,001 – 8,000 บาท	56	26.7
8,001 – 13,000 บาท	42	20
13,001 – 18,000 บาท	19	9
18,001 – 23,000 บาท	7	3.3
มากกว่า 23,000 บาท	6	2.9

4.2.2 พฤติกรรมการบริโภคห้วข้าวเกรียบ

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไปพบว่า ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 88.1 โดยบริโภค 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 58.1 และซื้อผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบครั้งละ 20 บาท มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 56.7 โดยสถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบที่ตลาดสดน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40.5 และจะบริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบระหว่างเวลา 16.00-18.00 น. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 39.00 โดยโอกาสที่บริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบมากที่สุดคือ การรับประทานเป็นอาหารว่าง คิดเป็นร้อยละ 41.9 และผู้บริโภคเป็นผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบรับประทานเองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.1 ซึ่งเหตุผลในการซื้อผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบมาบริโภคมากที่สุดคือมีรสชาติอร่อยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.3 ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบของผู้ทดสอบทั่วไปที่ทดสอบการยอมรับห้วข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
ความชอบในการรับประทานห้วข้าวเกรียบ		
ชอบ	185	88.1
เฉย ๆ	24	11.4
ไม่ชอบ	1	0.5
ความถี่ในการรับประทานห้วข้าวเกรียบ		
น้อยกว่า 2 ครั้ง	50	23.8
2 - 4 ครั้ง	122	58.1
5 - 6 ครั้ง	30	14.3
มากกว่า 6 ครั้ง	8	3.8
จำนวนห้วข้าวเกรียบที่ซื้อในแต่ละครั้ง		

10 บาท	42	20
20 บาท	119	56.7
30 บาท	31	14.8
มากกว่า 30 บาท	18	8.6
สถานที่ซื้อหัวข้าวเกรียบเป็นประจำ		
ตลาดสด	85	40.5
สถานศึกษา	25	11.9
ร้านค้าแผงลอย	100	47.6
อื่น ๆ	-	-
เวลาส่วนใหญ่ที่รับประทานหัวข้าวเกรียบ		
7.00 – 8.00 น.	5	2.4
10.00 – 11.00 น.	15	7.1
12.00 – 13.00 น.	20	9.5
14.00 - 15.00 น.	29	13.8
16.00 – 18.00 น.	82	39
18.00 น. ขึ้นไป	59	28.1
โอกาสในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
งานเลี้ยงสังสรรค์	11	5.2
เวลาฝนตก	28	13.3
เป็นอาหารว่าง	88	41.9
อื่น ๆ	83	39.6

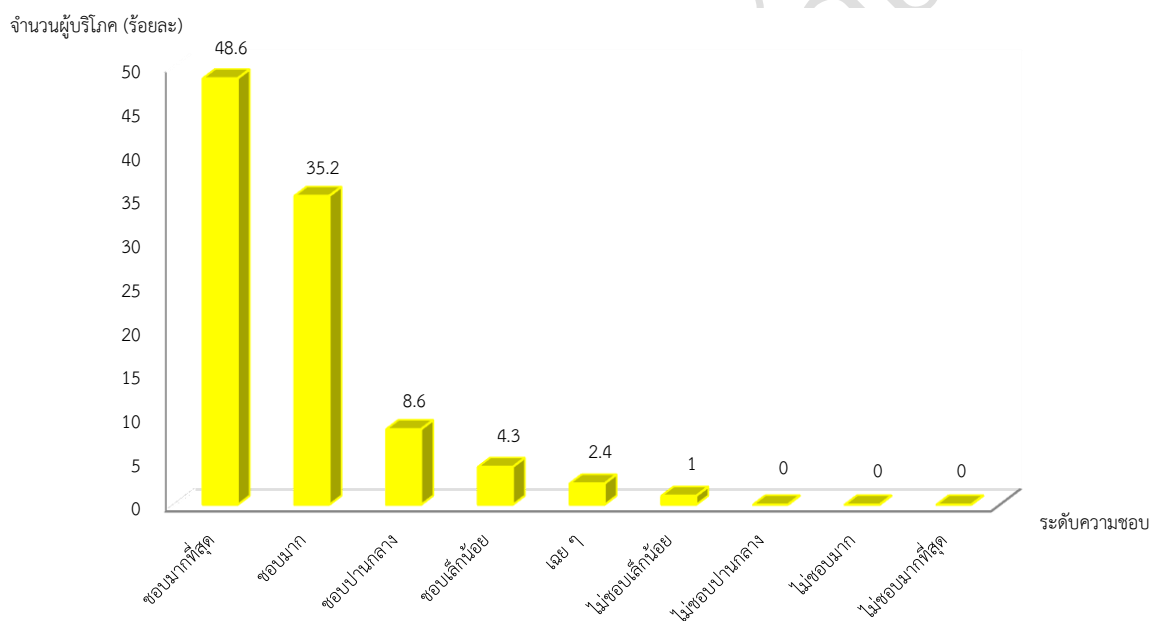
ตารางที่ 4.14 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้ทดสอบทั่วไปที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
ผู้ซื้อหัวข้าวเกรียบมารับประทาน		
ตัวเอง	162	77.1
พ่อแม่	19	9.0
พี่น้อง	15	7.1
เพื่อน	11	5.2
ภรรยา	3	1.4
เหตุผลที่รับประทานหัวข้าวเกรียบ		
ประโยชน์	22	10.5

หาซื้อได้ง่าย	69	32.9
ราคาถูก	27	12.9
รสชาติอร่อย	91	43.3
กินเล่น	1	0.5

4.2.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 210 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำสูตรพัฒนาในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 92.40 และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 ± 1.04 ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำของผู้บริโภคทั่วไป

5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

5.1 ศึกษาปริมาณพริกหวานที่มีความเหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

ทำการศึกษาผลของปริมาณพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.1.1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

การศึกษ ปริมาณพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แล้วนำหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 ชุดการทดลองมาทดสอบทางประสาทสัมผัส

ด้วยวิธี 9 point Hedonic scale ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังตารางที่ 4.15 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT พบว่า ปริมาณพริกหวานมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($P < 0.05$) แต่คะแนนความชอบทางด้านรสชาติไม่มีความแตกต่างกัน ($P \geq 0.05$)

ด้านสี พบว่า การเติมพริกหวานปริมาณเพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอด มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกัน โดยการเติมพริกหวานในระดับสูง (ร้อยละ 8 และ 10) มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีต่ำลง เนื่องจากชั้นพริกหวานที่อยู่ในหัวข้าวเกรียบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มมากกว่าเนื้อหัวข้าวเกรียบ ดังภาพที่ 4.16 อย่างไรก็ตามการเติมพริกหวานปริมาณร้อยละ 6 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีสีน้ำตาลเข้มของชั้นพริกหวานในปริมาณเหมาะสมจึงทำให้มีคะแนนความชอบด้านสีสูงสุด



ภาพที่ 4.16 ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบหลังทอดที่มีส่วนผสมของพริกหวานร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10

ด้านกลิ่นรสและรสชาติ พบว่า เมื่อเติมพริกหวานในหัวข้าวเกรียบปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสพริกหวานลดลง ($P < 0.05$) โดยหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมพริกหวานร้อยละ 6 ทำให้มีกลิ่นรสของพริกหวานในระดับที่เหมาะสมจึงมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงสุด ด้านรสชาติ พบว่า ปริมาณพริกหวานไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติของหัวข้าวเกรียบ ($P \geq 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าการเติมพริกหวานที่ร้อยละ 6 จะมีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุด สารที่ทำให้เกิดรสชาติในพริกหวาน ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส กรดมาลิก กรดซิตริก วิตามินซี (E)-2-hexen-1-ol, p-menth-1-en-9-al, (E)- β -ocimene, (Z)-2-penten-1-ol และ (E)-geranylacetone (Eggink, Maliepaard, Tikunov, Haanstra, Bovy & Visser, 2012) นอกจากนี้ในพริกหวานยังประกอบไปด้วยสารแคปไซซิน (capsaicin) ซึ่งมีมากบริเวณไส้ ผันกันระหว่างเซลล์ และเยื่อแกนกลางสีขาวหรือ

ที่เรียกว่า รกของพริก ซึ่งเป็นสารทำให้เกิดความเผ็ดแต่มีในปริมาณที่ต่ำมาก (ธนาภรณ์ ศรีศิริพันธุ์, 2551) ทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีความเผ็ดน้อยมาก

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า การเติมพริกหวานในผลิตภัณฑ์ปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการกระจายตัวของชิ้นพริกหวานที่มีสีน้ำตาลเข้มหนาแน่นเพิ่มขึ้น มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏลดลง ($P < 0.05$) การเติมพริกหวานปริมาณร้อยละ 6 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะการกระจายตัวของชิ้นพริกหวานที่เหมาะสม จึงทำให้มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุด

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเติมพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสนุ่มเพิ่มขึ้นแต่ความแน่นเนื้อลดลง การเติมพริกหวานในหัวข้าวเกรียบร้อยละ 6 ทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีคุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม ส่งผลให้มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด

ด้านความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่เติมพริกหวานปริมาณร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด เนื่องจากมีคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสสูงสุด ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีน้ำตาลเข้ม มีการกระจายตัวของชิ้นพริกหวานที่เหมาะสม เนื้อสัมผัสนุ่ม มีกลิ่นรสและรสชาติของพริกหวานที่เหมาะสม ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่เติมพริกหวานปริมาณร้อยละ 6 เพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป การเติมพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบนอกจากช่วยเพิ่มคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติแล้ว พริกหวานยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดในปริมาณสูง ได้แก่ รงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ วิตามินซี สารประกอบพวก Capsanthin, Capsorubin, Cryptocapsin, สารประกอบฟีนอลิก (Phenolics) หรือ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Quercetin, Luteolin, Capsaicinoids ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นอย่างยิ่ง (Serrano, Zapata, Castillo, Guillén, Martínez-Romero & Valero, 2010 ; Deepa, Kaur, Singh & Kapoor, 2006)

ตารางที่ 4.15 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปริมาณพริกหวาน (ร้อยละ)	การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 Point Hedonic scale					
	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
4	6.57 ^a ±1.01	6.77 ^b ±1.36	7.00 ^{ab} ±1.23	7.03 ^{bc} ±1.40	6.80 ^a ±1.13	7.23 ^a ±0.97
6	7.57 ^b ±1.14	7.50 ^c ±1.04	7.47 ^b ±1.36	7.33 ^c ±1.56	7.53 ^b ±1.31	8.27 ^b ±0.74
8	6.40 ^a ±1.07	6.30 ^{ab} ±1.26	6.77 ^a ±1.45	6.60 ^{ab} ±1.04	6.60 ^a ±1.61	7.00 ^a ±1.02
10	6.10 ^a ±1.54	5.90 ^a ±1.92	6.73 ^a ±1.64	6.23 ^a ±1.72	6.70 ^a ±1.64	6.77 ^a ±1.52

หมายเหตุ^{a-b-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

5.1.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

1) การพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว

การศึกษาปริมาณพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาว ดังตารางที่ 4.16 พบว่า ปริมาณพริกหวานไม่มีผลต่อการพองตัว การขยายตัวด้านกว้างและการขยายตัวด้านยาว ($P \geq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานปริมาณร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดมีค่าการพองตัวระหว่าง 1.25-1.75 เท่า ค่าการขยายตัวด้านกว้างระหว่าง 1.18-1.28 เท่า และค่าการขยายตัวด้านยาวเท่ากับ 0.99 เท่าทุกระดับ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานทั้ง 5 สูตรมีการใช้เนื้อปลาและพริกหวานรวมกันถึงร้อยละ 63 ซึ่งมีปริมาณสูงมากและทั้งปลาและพริกหวานเป็นองค์ประกอบที่ขัดขวางการพองตัวและการขยายตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546 ; Nurul, Aminah & Abdul, 2001 ; Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010 ; Nurul, Boni & Noryati, 2009) ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและการขยายตัวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในเม็ดแป้ง หากในเม็ดแป้งมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูงจะมีการแตกตัวได้ง่าย ได้เจลที่เหนียวเหนอะและยืดออกได้ดี (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550) เมื่อนำไปผลิตข้าวเกรียบจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการพองตัวดี มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา แต่เปราะง่าย (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546) ส่วนเม็ดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะแตกตัวได้ยาก แต่ถ้าสามารถทำให้แตกตัวได้จะให้เจลที่เหนียวหนืด เมื่อนำไปผลิตข้าวเกรียบจะพองตัวได้ยาก ได้ผลิตภัณฑ์ที่แข็งเหนียว แต่ถ้าเม็ดแป้งแตกตัวไม่มากนักจะได้ข้าวเกรียบที่แข็งกรอบและสามารถรักษาความกรอบได้นาน (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550) การผลิตหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสม ซึ่งมีความเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง มีราคาถูก และหาง่าย ซึ่งแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง สามารถละลายน้ำ และอมน้ำได้ดีที่สามารถสนับสนุนให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวและขยายตัวได้ดี (Cheow, Kyaw, Howell & Dzulkifly, 2004) แต่ในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีการเติมแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมรองเพียงร้อยละ 30.5 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัว การขยายตัวด้านกว้างและด้านยาวที่ไม่มากนัก

ตารางที่ 4.16 ผลของปริมาณพริกหวานต่อค่าการพองตัว การขยายตัวด้านกว้าง และการขยายตัวด้านยาวของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

ปริมาณพริกหวาน (ร้อยละ)	ปริมาณปลา (ร้อยละ)	การพองตัว (เท่า)	การขยายตัวด้านกว้าง (เท่า)	การขยายตัวด้านยาว (เท่า)
-------------------------	--------------------	------------------	----------------------------	--------------------------

0	63	$1.75^b \pm 0.87$	$1.22^{ab} \pm 0.09$	$0.99^a \pm 0.01$
4	59	$1.30^a \pm 0.45$	$1.18^a \pm 0.06$	$0.99^a \pm 0.01$
6	57	$1.27^a \pm 0.26$	$1.21^{ab} \pm 0.07$	$0.99^a \pm 0.01$
8	55	$1.25^a \pm 0.11$	$1.19^{ab} \pm 0.23$	$0.99^a \pm 0.01$
10	53	$1.25^a \pm 0.33$	$1.28^b \pm 0.10$	$0.99^a \pm 0.01$

หมายเหตุ ^{a-b} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

2) ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานด้วยระบบ hunter lab ซึ่งวัดค่าสีออกมา 3 ค่า คือค่า L* a* และ b* ได้ผลดังนี้

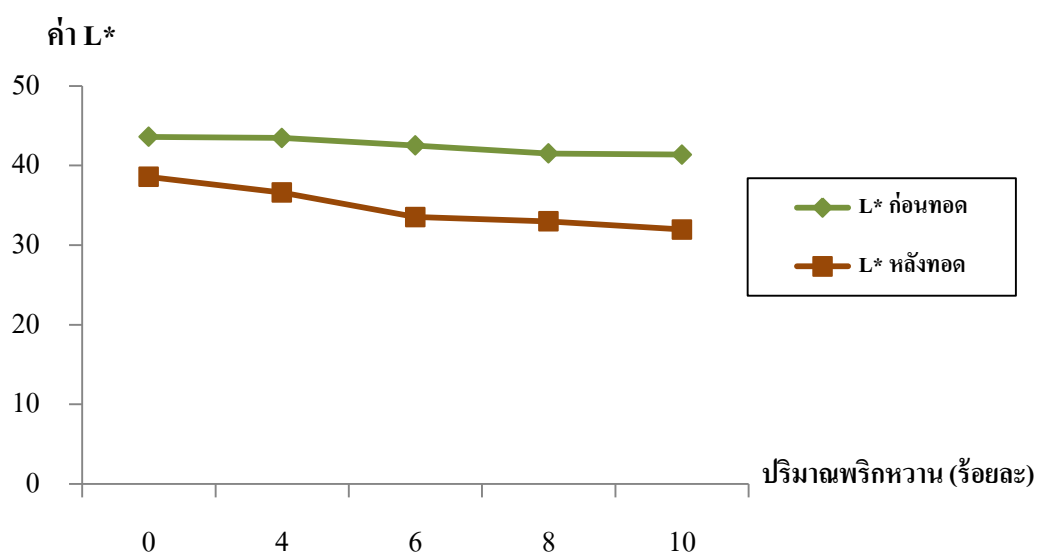
ค่า L*

ค่า L* เป็นค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เริ่มจากสีขาวที่มีค่า 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่า L* เท่ากับ 0 ผลของปริมาณพริกหวาน ที่ระดับ 0, 4, 6, 8 และ 10 ต่อค่า L* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอดดังภาพที่ 4.17 และตารางผนวกที่ 3 พบว่า ปริมาณพริกหวาน มีผลต่อค่า L* (P<0.05) โดยหัวข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า L* ระหว่าง 41.38-43.61 เมื่อเติมพริกหวาน ในปริมาณมากขึ้นทำให้หัวข้าวเกรียบก่อนทอดมีค่า L* ลดลงหรือผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที พบว่า หัวข้าวเกรียบมีค่า L* ลดลงโดยมีค่าระหว่าง 31.96-38.58 ดังภาพที่ 4.18 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลดำมากขึ้น



ภาพที่ 4.17 หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานปริมาณร้อยละ 0, 4, 6, 8 และ 10

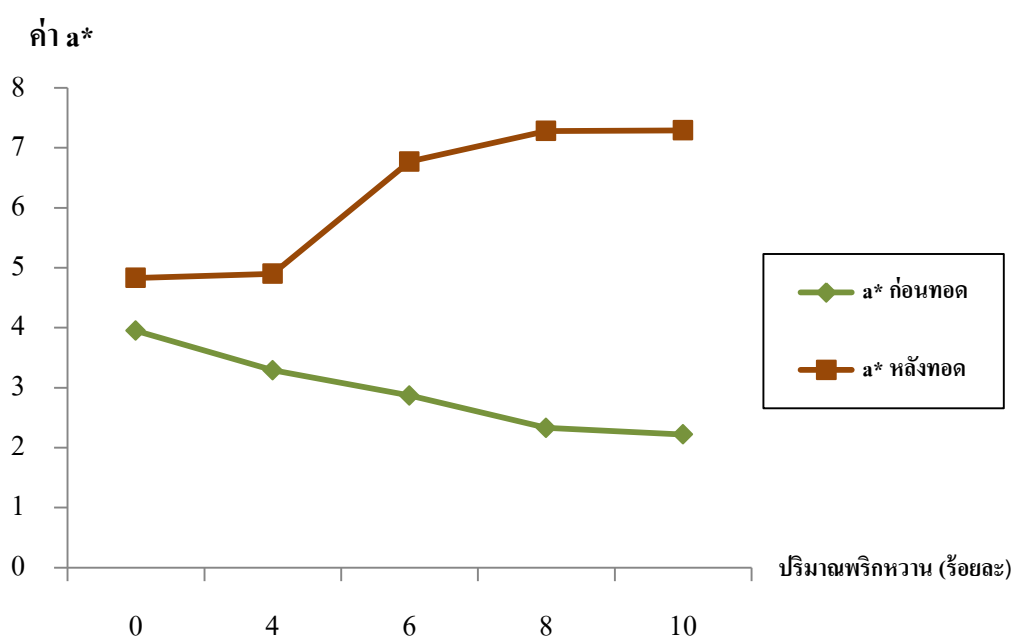
(ก) หัวข้าวเกรียบก่อนทอด (ข) หัวข้าวเกรียบหลังทอด



ภาพที่ 4.18 ค่า L* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า a^*

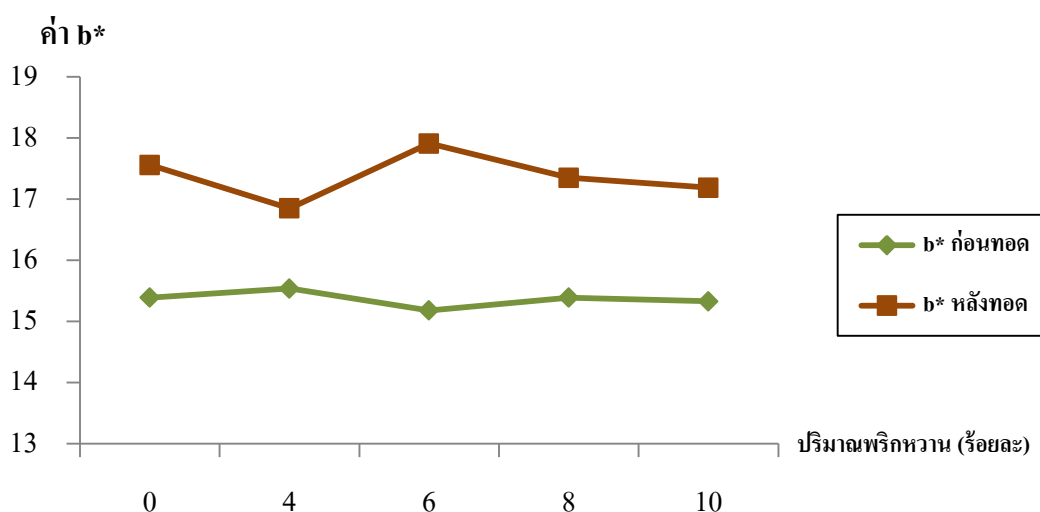
ค่า a^* หากเป็นบวกเป็นค่าของสีแดง และหากค่า a^* เป็นลบเป็นค่าสีเขียว ผลของปริมาณพริกหวานที่ระดับ 0, 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ต่อค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด พบว่า ปริมาณพริกหวานมีผลต่อค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งก่อนและหลังทอด ($P < 0.05$) โดยเมื่อมีการเติมพริกหวานในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a^* ลดลง ซึ่งมีค่าระหว่าง 2.22-3.95 ดังภาพที่ 4.19 และตารางผนวกที่ ฅ3 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีเขียวซึ่งเป็นรงควัตถุพวกลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ของพริกหวานกระจายมากขึ้น (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2546) เมื่อนำหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่า a^* สูงขึ้นโดยมีค่าระหว่าง 4.83-7.29 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลแบบไมซ์เอนไซม์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard browning) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่กรดอะมิโนหรือกลุ่มอะมิโนของโปรตีนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในแป้งทำให้เกิดสีน้ำตาลคล้ำขึ้น (นิธิยา รัตนานนท์, 2544; Leszkowiat, 1990) โดยเฉพาะส่วนที่เป็นชิ้นพริกหวานมีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลคล้ำมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อหัวข้าวเกรียบ ดังนั้นหัวข้าวเกรียบที่มีปริมาณพริกหวานมากขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง หรือค่า a^* สูงขึ้น นอกจากนั้นค่าสีแดงที่สูงขึ้นอาจเกิดจากออกซิเดชันของไขมันทำให้น้ำมันมีสีคล้ำขึ้น เมื่อชิ้นหัวข้าวเกรียบดูดซับน้ำมันเข้าไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงมากยิ่งขึ้น (Kita, Lisinska & Golubowska, 2007)



ภาพที่ 4.19 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

ค่า b^*

ค่า b^* หากค่า b^* เป็นบวกเป็นค่าของสีเหลือง และค่า b^* เป็นลบเป็นค่าของสีน้ำเงิน ผลของปริมาณพริกหวาน ที่ระดับ 0, 4, 6, 8 และ 10 ต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ ทั้งก่อนและหลังทอด พบว่า ปริมาณพริกหวานไม่มีผลต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนและหลังทอด ($P \geq 0.05$) โดยหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานก่อนทอดมีค่า b^* หรือค่าสีเหลืองระหว่าง 15.18-15.54 เมื่อนำไปทอดเป็นผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานที่พร้อมรับประทานทำให้มีค่า b^* เพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยมีค่าระหว่าง 16.85-17.56 ดังภาพที่ 4.20 และตารางผนวกที่ 3



ภาพที่ 4.20 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานระดับต่าง ๆ ก่อนทอดและหลังทอด

5.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

5.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน (แบบไม่เจาะจง) พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 19.5 และผู้บริโภคเป็นเพศหญิงร้อยละ 80.5 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมียุ่ระหว่าง 21-30 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 47.0 ซึ่งเป็นนักศึกษามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 87.0 โดยส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 3,000 บาทต่อเดือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 78.5 ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	39	19.5
หญิง	161	80.5
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	86	43.0
21-30 ปี	94	47.0
31-40 ปี	16	8.0
41-50 ปี	4	2.0
51-60 ปี	-	-
มากกว่า 60 ปี	-	-
อาชีพ		
นักเรียน	4	2.0
นักศึกษา	174	87.0
ข้าราชการ	8	4.0

ลูกจ้าง	11	5.5
เกษตรกร	1	0.5
อื่น ๆ	2	1.0
รายได้		
ต่ำกว่า 3,000 บาท	157	78.5
3,001 - 8,000 บาท	27	13.5
8,001 - 13,000บาท	10	5.0
13,001 - 18,000บาท	5	2.5
18,001 - 23,000บาท	1	0.5
มากกว่า 23,001 บาท	-	-

5.2.2 พฤติกรรมการบริโภค

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไปพบว่า ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 94.0 โดยบริโภค 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 59.5 และซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบในแต่ละครั้ง น้อยกว่า 20 บาทมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 56.0 โดยซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบที่ตลาดสดบ่อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45.5 และจะบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบเวลา 16.00 – 18.00 น. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 57.0 โดยโอกาสที่บริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมากที่สุดคือ ช่วงเวลาว่าง คิดเป็นร้อยละ 61.0 และผู้บริโภคเป็นผู้ซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรับประทานเองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 82.5 ซึ่งเหตุผลในการซื้อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมาบริโภคมากที่สุดคือมีรสชาติอร่อยมากที่สุดเป็นร้อยละ 45.0 ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
ความชอบในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
ชอบ	188	94.0
ไม่ชอบ	-	-
เฉย ๆ	12	6.0
ความถี่ในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
น้อยกว่า 2 ครั้ง	65	32.5
2 – 4 ครั้ง	119	59.5

5 – 6 ครั้ง	9	4.5
มากกว่า 6 ครั้ง	7	3.5
จำนวนหัวข้าวเกรียบที่ซื้อในแต่ละครั้ง		
น้อยกว่า 20 บาท	112	56.0
มากกว่า 20 บาท	88	44.0
สถานที่ซื้อหัวข้าวเกรียบเป็นประจำ		
ตลาดสด	91	45.5
สถานศึกษา	29	14.5
ร้านค้าแผงลอย	70	35.0
อื่น ๆ	10	5.0
เวลาส่วนใหญ่ที่รับประทานหัวข้าวเกรียบ		
7.00 – 8.00 น.	1	0.5
10.00 – 11.00 น.	37	18.5
12.00 – 13.00 น.	4	2.0
14.00 – 15.00 น.	10	5
16.00 – 18.00 น.	114	57.0
18.00 น. ขึ้นไป	34	17.0
โอกาสในการรับประทานหัวข้าวเกรียบ		
งานเลี้ยงสังสรรค์	11	5.5
เวลาฝนตก	19	9.5
เป็นอาหารว่าง	122	61.0
อื่น ๆ	48	24.0

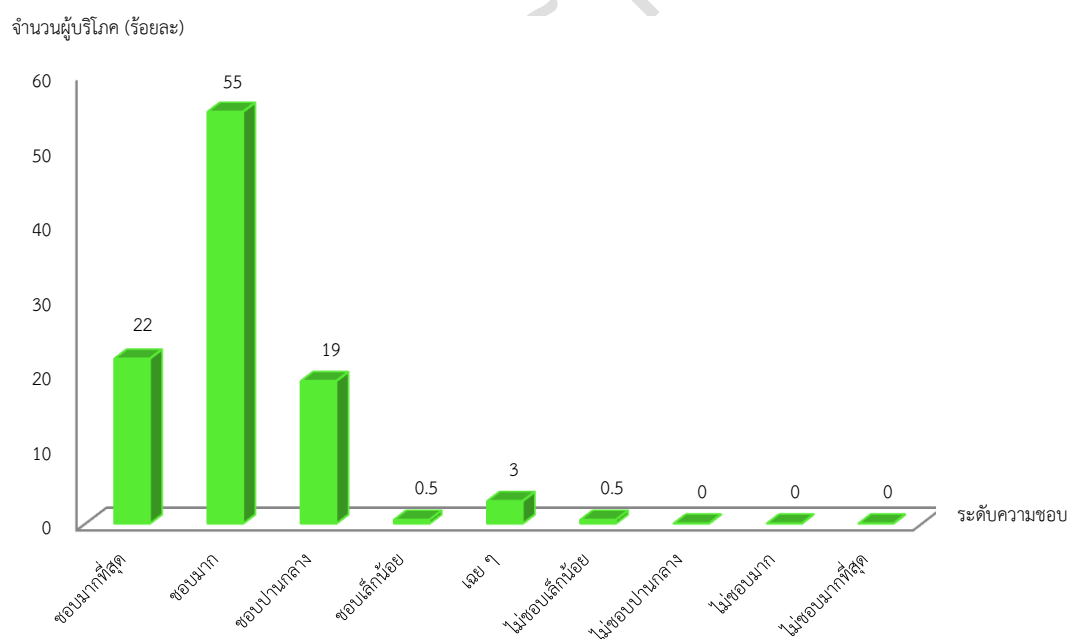
ตารางที่ 4.18 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับ
หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวนผู้บริโภค	ร้อยละ
ผู้ที่ซื้อหัวข้าวเกรียบมารับประทาน		
ตัวเอง	165	82.5
พ่อแม่	11	5.5

พี่น้อง	5	2.5
เพื่อน	19	9.5
อื่น ๆ	-	-
เหตุผลที่รับประทานหัวข้าวเกรียบ		
มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	10	5.0
หาซื้อได้ง่าย	77	38.5
ราคาถูก	19	9.5
รสชาติอร่อย	90	45.0
อื่น ๆ	4	2.0

5.2.3 การสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานสูตรพัฒนาในระดับชอบมากคิดเป็นร้อยละ 55 และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ± 0.88 ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานของผู้บริโภคทั่วไป

6. คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย รสกระเทียม พริกไทยดำ และรสพริกหวานสูตรพัฒนาพร้อมบริโภค

นำผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน รสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และ รสพริกหวานสูตรพัฒนาพร้อมบริโภคมาร่วมกับการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าแรงเฉือน องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และแคลเซียม ได้ผลดังตารางที่ 4.19 ดังนี้

6.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

1) ค่าแรงเฉือน

การวัดค่าเนื้อสัมผัสของอาหารด้วยเครื่อง Texture analyzer โดยวัดลักษณะแรงด้านการสัมผัสจากการวัดด้วยเครื่องจะวัดค่าแรงเฉือน (shear force) ซึ่งหมายถึง การวัดค่าแรงที่ทำให้ตัวอย่างเกิดการแยกตัวโดยการเลื่อนออกจากกัน (กัญญา ศรีสุข, 2551) ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 3,777.96 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่มีการเติมเนื้อมปลาร้อยละ 63 ส่วนผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 3,216.66 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่มีการเติมสาหร่ายคั้นรูปทดแทนเนื้อมปลาร้อยละ 10 ส่วนผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 3,059.31 กรัม เป็นสูตรที่มีการเติมกระเทียมและพริกไทยดำทดแทนเนื้อมปลาร้อยละ 5 ซึ่งแสดงว่าหากมีการเติมสาหร่ายคั้นรูปและกระเทียมพริกไทยดำทดแทนปริมาณเนื้อมปลาในสูตรหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานเพิ่มขึ้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีแรงเฉือนลดลง ส่วนค่าแรงเฉือนของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีค่าเท่ากับ 4,182.90 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่มีการใช้พริกหวานทดแทนเนื้อมปลาเท่ากับร้อยละ 6 การเติมพริกหวานทดแทนเนื้อมปลาในสูตรพื้นฐานเพิ่มขึ้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีแรงเฉือนเพิ่มขึ้น

6.2 องค์ประกอบทางเคมี

ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานก่อนทอด พบว่า มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 36.08, 51.28, 36.85 และ 47.01 ตามลำดับ สำหรับหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดและพร้อมรับประทานมีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเกลือ เท่ากับร้อยละ 17.42, 17.09, 8.91 และ 4.42 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียม 4,020.00 มิลลิกรัม ส่วนผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสต่าง ๆ มีองค์ประกอบของปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ เกลือ และปริมาณแคลเซียม ดังนี้ หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายมีปริมาณร้อยละ 32.30, 15.98, 8.48, 2.57 และ 0.14 ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียม 670.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 32.28, 15.67, 7.95, 3.07 และ 0.23 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียม 580.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และหัวข้าวเกรียบรสพริกหวานมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 33.02, 15.11, 6.31, 4.26 และ 0.22 ตามลำดับ มีปริมาณแคลเซียม 1,729.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้งสี่ชนิดมีลักษณะกรอบนอกแต่เนื้อภายในมีลักษณะนุ่มและมีความชื้นสูง ซึ่งหัวข้าวเกรียบจากการศึกษามีปริมาณความชื้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากงานวิจัยของอรนุช สีหามาลา (2545) ซึ่งมีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.60 เนื่องจากเป็นข้าวเกรียบปลาทั่วไปที่มี

ลักษณะแห้ง ฟุ และกรอบเบา หากผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งข้าวเกรียบพร้อมรับประทานโดยทั่วไปมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 3 (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550)

ด้านปริมาณโปรตีน พบว่า หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.09, 15.98, 15.67 และ 15.11 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงเนื่องจากการเติมปริมาณเนื้อปลาสดในสูตรการผลิตถึงร้อยละ 63, 53, 58 และ 54 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากงานวิจัยของ อรุณฯ สีหามาตา (2545) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนเพียงร้อยละ 7.65 เนื่องจากเติมเนื้อปลาดุกสดเพียงร้อยละ 14.91 ข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปมีลักษณะฟู กรอบเบา และความหนาแน่นต่ำ โดยทั่วไปจะเติมเนื้อปลาในช่วงร้อยละ 20-25 (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2546) และไม่สามารถเติมโปรตีนจากเนื้อปลาในปริมาณสูงได้ เนื่องจากโปรตีนจากเนื้อปลาจะยับยั้งการพองตัวของข้าวเกรียบ (Nurul, Ang, Chung & Herpandi, 2010) ในขณะที่หัวข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะฟู กรอบน้อยกว่ามาก จึงสามารถเติมเนื้อปลาได้สูงกว่าข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปกว่า 2-3 เท่าตัว (Mohamed, Jamilah, Abbas, Abdul Rahman, & Roselina, 2008)

ด้านปริมาณเยื่อใย พบว่า หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำ และรสพริกหวานมีเยื่อใยร้อยละ 0.14, 0.23 และ 0.22 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาจากงานวิจัยของ อรุณฯ สีหามาตา (2545) ซึ่งมีปริมาณเยื่อใยร้อยละ 1.02 ทั้งนี้เนื่องจากการเติมส่วนผสมที่เป็นแหล่งของเยื่อใยหลายชนิดในส่วนผสมการผลิต ได้แก่ แป้งข้าวกล้อง กระเทียม พริกไทย แครอท และฟักทอง ร้อยละ 8.95, 2.56, 2.56, 8.52 และ 4.26 ตามลำดับ

ส่วนปริมาณแคลเซียม พบว่า หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย รสกระเทียมพริกไทยดำและพริกหวานมีปริมาณแคลเซียม 4,020, 670.00, 580 และ 1,729.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ จากงานวิจัยของ สุพาณี จตุรภูษารณ์ (2543) ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 542.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ รสสาหร่ายและพริกหวาน ใช้ปลาทุบแช่ถึงร้อยละ 63, 53, 58 และ 54 ตามลำดับ เป็นปลาที่แยกเอาหัวและเครื่องในออก จากนั้นจึงบดปลาพร้อมก้างเพื่อใช้ในการผลิต จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณแคลเซียมสูง ในขณะที่ข้าวเกรียบจากงานวิจัยของ สุพาณี จตุรภูษารณ์ (2543) มีการเติมเศษเหลือจากกุ้ง ซึ่งเป็นเปลือกส่วนหัว ลำตัว ขา และหาง เพื่อเป็นแหล่งแคลเซียมโดยเติมปริมาณเพียงร้อยละ 4.33 ปกติวัยรุ่น อายุ 9-12 ปี วัยผู้ใหญ่ อายุ 51-59 ปี จนถึงวัยสูงอายุ 60 ปีขึ้นไปทั้งเพศหญิงและเพศชาย ต้องการปริมาณแคลเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน (อัจฉรา ดลวิทยาคุณ, 2550) ซึ่งหน้าที่ของแคลเซียมในร่างกาย คือ เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน จำเป็นในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท เป็นตัวเร่งหรือยับยั้งการทำงานของน้ำย่อยหลายชนิด เช่น น้ำย่อยไลเปสจากตับอ่อน จำเป็นในการแข็งเป็นลิ่ม

ของเลือด ช่วยในการย่อยโปรตีนของน้ำนม ควบคุมความสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย จำเป็นในการสังเคราะห์ อะซิติลโคลีน (acetylcholine) ช่วยในการดูดซึมวิตามินบี 12 ที่ลำไส้เล็กตอนปลาย และเป็นส่วนประกอบของ intracellular cement (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2547) หากกินอาหารที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำเป็นเวลานาน จะส่งผลกระทบต่อร่างกาย คือทำให้เกิดเป็นตะคริวและชา เกิดการผิดปกติของการสร้างกระดูก เป็นโรคกระดูกพรุนที่สำคัญคือ ทำให้กระดูกเปราะบาง กระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ทำงานผิดปกติ และเกิดอาการผิดปกติของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (อัจฉรา คลวิทยาคุณ, 2550) อาหารว่างส่วนใหญ่ประกอบด้วย แป้ง น้ำตาล และไขมันเป็นหลัก หากบริโภคมาก จะทำให้เกิดภาวะโภชนาการเกินได้ โดยเฉพาะวัยเด็ก มักมีการบริโภคอาหารว่างปริมาณมากและมีการบริโภคเพื่อความสุขของตัวเองด้วย จึงได้มีการจัดทำโครงการเครือข่ายความร่วมมือการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อการควบคุมโภชนาการในเด็ก โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยวที่มีการเพิ่มวัตถุดิบจากธรรมชาติ ได้แก่ ธัญพืช เมล็ดพืช ถั่วต่าง ๆ รวมทั้งพืชผักผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เพิ่มสารอาหารโปรตีน และแคลเซียมสูงที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเด็ก และมีการส่งเสริมการผลิตอาหารว่างที่มีประโยชน์ต่อกลุ่มผู้บริโภคในวัยเด็ก (เนตรนภัส วัฒนสุชาติ, 2551) ดังนั้น การบริโภคผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างนับมีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและแคลเซียมสูง นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณด้านสมุนไพรจากกระเทียมพริกไทยดำ สาหร่าย และพริกหวานจึงเหมาะสำหรับคนทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น ที่เป็นวัยที่ชอบรับประทานอาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยวมาก นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้บริโภคมีร่างกายแข็งแรง เจริญเติบโตดีตามวัยและมีภูมิคุ้มกันต้านเชื้อโรคได้ดีวิธีหนึ่ง

ตารางที่ 4.19 คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของหั่วข้าวเกรียบพร้อมรับประทานชนิดต่าง ๆ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบ	หั่วข้าวเกรียบ สูตรพื้นฐาน	หั่วข้าวเกรียบ รสสาหร่าย	หั่วข้าวเกรียบ รสกระเทียม พริกไทยดำ	หั่วข้าวเกรียบ รสพริกหวาน	ข้าวเกรียบปลา ¹
ทางกายภาพ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
- แรงฉีก (shear force) (กรัม)	3,777.96	3,216.66	3,059.31	4,182.90	-
ทางเคมี					
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	17.42±1.58	32.30±3.44	32.28±0.84	33.02±0.30	2.60±0.04
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	17.09±0.58	15.98±0.72	15.67±0.32	15.11±0.09	7.65±0.05
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	8.91±0.05	8.48±0.19	7.95±0.02	6.31±0.01	19.64±0.08
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	4.42±1.52	2.57±0.27	3.07±1.20	4.26±0.05	2.87±0.05
ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)	-	0.14±0.02	0.23±0.02	0.22±0.03	1.02±0.01
ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)	4,020.00	670.00	580.00	1,729.57	-

หมายเหตุ ¹ (อรุณฯ สีหามาลา, 2545)

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

7. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

7.1 คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

จากการศึกษาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบโดยกิจกรรมการสนทนากลุ่ม (focus group) ใช้แบบสอบถามเพื่อทราบคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ของผู้บริโภครายบุคคลและจากกิจกรรมอภิปรายกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์มีคุณลักษณะดังตารางที่ 4.20 และมีลักษณะเหมือนน้ำจิ้มไก่ซึ่งจัดเป็นน้ำจิ้มเอนกประสงค์ที่สามารถใช้กับอาหารได้หลายชนิด

ตารางที่ 4.20 คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ได้จากกิจกรรมการสนทนากลุ่ม

คุณภาพ	คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์
สี	สีแดงอมส้มของซึ้นพริก
ลักษณะปรากฏ	ซึ้นพริก เม็ดพริกและกระเทียมลอยอยู่ด้านบนของขวด ส่วนน้ำจิ้มด้านล่างมีลักษณะใส
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของกระเทียม พริกและน้ำส้มสายชู
รสชาติ	มีรสหวานนำ รสเปรี้ยวปานกลาง ส่วนรสเค็มและความเผ็ดเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	มีความข้นหนืด สามารถเคลือบติดชิ้นหัวข้าวเกรียบได้ดี

7.2 การคัดเลือกน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทางการค้าเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการคัดเลือกน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทางการค้ามา 5 ตัวอย่าง ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมการสนทนากลุ่มแบบเจาะจง ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยเลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ผลการศึกษา พบว่า น้ำจิ้มที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดมีลักษณะข้นหนืดเพียงพอที่จะติดบนชิ้นหัวข้าวเกรียบมีรสชาติเข้มข้นและกลมกล่อม คือ หวานนำ และมีรสเปรี้ยว เค็มและความเผ็ดพอดี ซึ่งน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีส่วนผสม คือ พริก กระเทียม น้ำตาลทราย เกลือ น้ำส้มสายชู และ น้ำสะอาด จึงใช้คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบในข้อ 7.1 และข้อ 7.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบต่อไป

7.3 การคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มไก่สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มไก่สำหรับเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ ซึ่งน้ำจิ้มไก่จัดเป็นน้ำจิ้มเอนกประสงค์ที่ใช้เป็นน้ำจิ้มในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบได้ โดยมีน้ำจิ้มทั้งหมด 5 สูตร ทำการคัดเลือกทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน พบว่า น้ำจิ้มสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีลำดับความชอบที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) แต่แตกต่างกับน้ำจิ้มสูตรที่ 5 ทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.21 โดยน้ำจิ้มสูตรที่ 5 คือน้ำจิ้มไก่ที่ดัดแปลงจากงานวิจัย ของกัลยา เลหาสงคราม รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเอียร พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546) มีลำดับความชอบดีที่สุดจึงคัดเลือกเป็นน้ำจิ้มสูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบต่อไป

ตารางที่ 4.21 การคัดเลือกสูตรน้ำจิ้มพื้นฐานทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) สำหรับการพัฒนา

	น้ำจิ้มสูตรที่				
	1	2	3	4	5
คะแนนลำดับความชอบรวม	109 ^a	105 ^a	98 ^a	93 ^a	43 ^b

หมายเหตุ ^{a-b} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวดังเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

สูตรที่ 1 น้ำจิ้มไก่ ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเอียร, พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

สูตรที่ 2 น้ำจิ้มไก่ ตราแม่ประนอม

สูตรที่ 3 น้ำจิ้มไก่ จากปิยนุสรณ์ น้อยดวงและเนตรนภา วิเลปะนะ (2550)

สูตรที่ 4 สูตรน้ำจิ้มจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สูตรที่ 5 น้ำจิ้มไกดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเอียร,

พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

7.4 ศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

7.4.1 ศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมสำหรับใช้ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน โดยใช้ น้ำจิ้มไก่จากสูตรที่ 5 ที่ดัดแปลงจาก กัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546) แล้วนำไปทดลองทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point Hedonic scale ด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม และทดสอบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT ใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังตารางที่ 4.22

ด้านสี พบว่า การดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน เมื่อนำมาผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านสีที่ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เนื่องจากใช้เวลาในการดองที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทำให้สีของวัตถุดิบเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อย ดังภาพที่ 4.22

ด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า ระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าการดองพริกและกระเทียมเป็นเวลา 5 วันเมื่อนำมาผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติสูงสุด ซึ่งกลิ่นและรสชาติของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซึ่งได้แก่ น้ำตาล เกลือ น้ำส้มสายชู และเครื่องเทศ ซึ่งได้แก่ กระเทียม พริกชี้ฟ้า และพริกชี้หนู โดยสารที่ให้กลิ่นรสในกระเทียมได้แก่ allicin, allylpropyl disulfide, diallyl trisulfide เป็นสารหลักและมี dimethyl sulfide, dimethyl disulfide, dimethyl trisulfide, allylmethyl sulfide, 2, 3, 4-Trithiapentane และ สารประกอบกำมะถันชนิดอื่น ๆ อีกเป็นส่วนน้อย สารที่ระเหยได้ชนิดอื่น ๆ ที่พบมี citral, geraniol, linalool, α และ β -phellandrene การที่กระเทียมมีกลิ่นนั้นเนื่องจากฤทธิ์ของเอนไซม์อัลลิเนส (alliinase) ที่มีต่ออัลลิอิน (alliin) ทำให้เกิดเป็นสารอัลลิซิน (allicin) (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2540) ส่วนสารที่ให้กลิ่นรสในพริก คือ แคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ซึ่งประกอบด้วยสารต่าง ๆ คือ แคปไซซิน (capsaicin) ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) โฮโมแคปไซซิน

(homocapsaicin) โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527) การนำพริกชี้ฟ้า พริกชี้หนู และกระเทียม มาดองในน้ำส้มเป็นเวลานานขึ้นทำให้พริกและกระเทียมมีค่า pH ต่ำลง แต่ปริมาณกรดแอสติคสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่า pH และปริมาณกรดแอสติคของน้ำจิ้ม ดังตารางที่ 4.23 โดยพริกและกระเทียมที่ต้องในน้ำส้มสายชูเป็นเวลา 5 วันมีแนวโน้มว่าจะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติสูงสุดเนื่องจากมีกลิ่นและรสเปรี้ยวในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ด้านความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ใช้พริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 5 วัน มีแนวโน้มว่าจะมีคะแนนความชอบรวมสูงสุดเนื่องจากคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติมีแนวโน้มสูงสุด ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติของน้ำส้มสายชูในปริมาณเหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีสีส้มอมแดง มีการกระจายตัวของชิ้นพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมดองที่เหมาะสม ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาการดองพริก และกระเทียมที่ 5 วัน เพื่อทำการศึกษาในข้อต่อไป



1

3

5

ภาพที่ 4.22 น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกดองและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน

ตารางที่ 4.22 ผลของระยะเวลาในการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดงและกระเทียมต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

เวลาการดอง	การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 point hedonic scale
------------	--

(วัน)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.50 ^a ±1.53	6.47 ^a ±1.31	7.07 ^a ±1.74	7.10 ^a ±1.42
3	6.97 ^a ±1.35	6.53 ^a ±1.11	6.53 ^a ±1.55	7.10 ^a ±1.03
5	6.97 ^a ±1.10	6.80 ^a ±1.40	7.17 ^a ±1.12	7.23 ^a ±1.10

หมายเหตุ ^a ตัวเลขที่มีอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

7.4.2 ศึกษาระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม ต่อปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสติค, pH และ สีของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

1) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสติค และ ค่า pH ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ทำการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียมที่ใช้ในการผลิตน้ำจิ้มที่ 1, 3 และ 5 วัน แล้วนำมาผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวัดปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสติค และค่า pH ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ ได้ผลดังตาราง 4.23 ดังต่อไปนี้

ผลของระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม ต่อค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอสติค พบว่า ระยะเวลาการดองมีผลต่อค่า pH และปริมาณกรดแอสติค ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาการดองเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า pH ลดลง แต่ปริมาณกรดแอสติคเพิ่มสูงขึ้น โดยพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน เมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า pH เท่ากับ 3.23, 3.17 และ 3.07 ตามลำดับ และมีปริมาณกรดแอสติคเท่ากับร้อยละ 0.74, 0.83 และ 0.93 ตามลำดับ การนำพริกและกระเทียมมาดองในน้ำส้มสายชูความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ทำให้เกิดกระบวนการแพร่ของน้ำจากพริกและกระเทียมที่มีสารละลายความเข้มข้นต่ำผ่านเนื้อเยื่อที่ยอมให้สารบางอย่างผ่านได้ (semipermeable membrane) ไปยังน้ำส้มสายชูที่มีสารละลายความเข้มข้นสูงกว่าและมีการออสโมซิสของน้ำส้มเข้าไปในเนื้อเยื่อของพริกและกระเทียม (Ponting, Waters, Forry, Jackson & Stanley, 1966) ทำให้พริกและกระเทียมมีค่า pH ต่ำลง การดองพริกและกระเทียมก่อนนำไปผลิตน้ำจิ้มมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเมือกในพริก สามารถลดกลิ่นเหม็นเขียวของพริก รวมทั้งทำให้น้ำจิ้มมีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่าน้ำจิ้มหรือซอสพริกที่ผลิตจากพริกสด

ตารางที่ 4.23 ผลของระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม ต่อค่า pH และ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสซิดิก

ระยะเวลาการดองพริก (วัน)	คุณลักษณะทางเคมี	
	pH	ปริมาณกรดแอสซิดิก (ร้อยละ)
1	3.23 ^c ±0.01	0.74 ^a ±0.03
3	3.17 ^b ±0.01	0.83 ^b ±0.02
5	3.07 ^a ±0.01	0.93 ^c ±0.02

หมายเหตุ^{a-b-c} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≥0.05)

2) ค่าสี L* a* และ b* ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

การศึกษาผลของระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม เป็นเวลา 1, 3 และ 5 วันต่อค่าสีของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ พบว่า ระยะเวลาการดองไม่มีผลต่อค่าสี L* ทางสถิติ (p≥0.05) เนื่องจากระยะเวลาการดองใกล้เคียงกันทำให้พริกและกระเทียมมีสีที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า ค่า L* ของน้ำจิ้มที่ผลิตจากพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลานานจะมีค่า L* ลดลง เนื่องจากน้ำจิ้มมีสีคล้ำขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัครเดช ไหมนา (2551) ที่ทำการพัฒนา ผลิตภัณฑ์ซอสพริกผสมกล้วยน้ำว้าโดยใช้พริกสด พริกตองนาน 1 และ 2 สัปดาห์ในการผลิตซอส พบว่า ซอสพริกผสมกล้วยน้ำว้าที่ผลิตจากพริกที่แตกต่างกันมีค่า L* ที่แตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05) โดยซอส ที่ผลิตจากพริกที่ต้องเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีค่า L* ที่ต่ำกว่าพริกที่ต้องนาน 1 สัปดาห์ และพริกสด ตามลำดับ หรือซอสมีสีแดงคล้ำขึ้นเมื่อผลิตจากพริกที่ต้องเป็นเวลานานขึ้น แต่ค่า a* และ b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p≥0.05) ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ระยะเวลาการดองพริกชี้ฟ้าแดง พริกชี้หนูแดง และกระเทียม ต่อค่าสีของน้ำจิ้ม หัวข้าวเกรียบ

ระยะเวลาการดองพริก (วัน)	ค่าสีของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ		
	L*	a*	b*
1	22.06 ^a ±0.24	28.65 ^a ±0.58	24.70 ^a ±0.97
3	22.10 ^a ±1.00	28.97 ^{ab} ±0.16	24.12 ^a ±1.65
5	21.29 ^a ±0.24	30.69 ^b ±1.44	25.65 ^a ±1.31

หมายเหตุ^{a-b} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

7.5 ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ศึกษาปริมาณของสารชั้นหนืด คือ แซนแทนกัม แทนที่น้ำในสูตรที่ 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.07 และ 0.08 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เพื่อผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบให้มีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำจิ้มไก่ทางการค้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Completely block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT ได้ผลดังตารางที่ 4.25 ดังนี้

น้ำจิ้มไก่ทางการค้าและน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมแซนแทนกัมปริมาณร้อยละ 0.01, 0.03, 0.05, 0.06, 0.07 และ 0.08 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดดังตารางที่ 3.10 มีความหนืดที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) แซนแทนกัมมีความคงตัวต่อความเป็นกรดต่างสูง (Becker, Katzen, Puhler & Ielpi, 1998) สามารถทนต่อกรดต่างตั้งแต่ 2-11 (Urlacher & Noble, 1997) โครงสร้างของแซนแทนกัมประกอบด้วย 1, 4 linked β -glucose เป็นสายหลักมี D-mannose 2 โมเลกุล คือ β -D-mannose และ 1, 2- β -D-mannose และ D-glucuronic acid 1 โมเลกุล เป็นสายกิ่ง ซึ่ง mannose ตัวสุดท้ายของสายกิ่งอยู่ในรูป 4, 6-linked pyruvic acid ketal ทำให้แซนแทนกัมมีความหนืดมาก การที่แซนแทนกัมทนต่อกรดต่างเป็นอย่างดีเนื่องจากโครงสร้างมีสายกิ่งแนบไปกับสายหลักและมีโครงสร้างเป็นแบบเกลียวจึงเหมาะที่จะเติมในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น น้ำสลัด น้ำผลไม้ (Katzbauer, 1998) และน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบซึ่งมีค่า pH เพียง 3.03 เมื่อมีการเติมแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำจิ้มมีความหนืดสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายมีสายโพลีแซ็กคาไรด์ของแซนแทนกัมจำนวนมาก ซึ่งสายโพลีแซ็กคาไรด์ดังกล่าวจะดูดน้ำมากขึ้นและเกิดการพองกันเป็นร่างแหตาข่าย ส่งผลทำให้มีแรงต้านให้กับสารละลายมากขึ้น ความหนืดจึงเพิ่มขึ้น (Fennema, 1985) โดยน้ำจิ้มที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.06 มีความหนืดเท่ากับ 2,922 เซนติพอยซ์ ซึ่งมีความหนืดใกล้เคียงกับน้ำจิ้มไก่ทางการค้ามากที่สุดที่มีความหนืดเท่ากับ 2,188.33 เซนติพอยซ์ จึงเลือกใช้แซนแทนกัมปริมาณร้อยละ 0.06 ในการผลิตน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสำหรับการศึกษาในข้อต่อไป

ตารางที่ 4.25 ความหนืดของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่มีการเติมแซนแทนกัมในระดับต่าง ๆ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ)	ค่าความหนืดของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ (cps)
0.01	422.00 ^a ± 1.00
0.03	1,104.67 ^b ± 105.12
0.05	1,474.00 ^c ± 23.30
0.06	2,922.00 ^e ± 67.55
0.07	3,896.00 ^f ± 58.92
0.08	5,996.00 ^g ± 6.93
น้ำจิ้มไก่ทางการค้า	2,188.33 ^d ± 120.53

หมายเหตุ ^{a-b-c-d-e-f-g} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P ≥ 0.05)

7.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

7.6.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 28 และเพศหญิงร้อยละ 72 โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมียายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 63.5 ซึ่งเป็นนักเรียน/นักศึกษามากที่สุดร้อยละ 79 และโดยส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่างต่ำกว่า 3,000 บาทต่อเดือนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 64.5 ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	56	28
หญิง	144	72
อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	49	24.5
21 – 30 ปี	127	63.5
31 – 40 ปี	15	7.5
41 – 50 ปี	7	3.5
51 - 60 ปี	2	1

มากกว่า 60 ปี	-	-
อาชีพ		
นักเรียน/ นักศึกษา	158	79
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	15	7.5
พนักงาน	7	3.5
ข้าราชการ	6	3
เกษตรกร	5	2.5
อื่น ๆ	9	4.5
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 3,000 บาท	129	64.5
3,001 – 8,000 บาท	47	23.5
8,001 – 13,000 บาท	13	6.5
13,001 – 18,000 บาท	9	4.5
18,001 – 23,000 บาท	-	-
มากกว่า 23,001 บาท	2	1

7.6.2 พฤติกรรมการบริโภค

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่เคยรับประทานน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบร้อยละ 98 และชอบบริโภคน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบชอบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 85 สำหรับสถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบบ่อที่ดีที่สุดคือจากร้านสะดวกซื้อคิดเป็นร้อยละ 41.5 ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 พฤติกรรมการบริโภคน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบหรือไม่		
เคย	196	98
ไม่เคย	4	2

ท่านชอบรับประทานน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบหรือไม่

ชอบ	170	85
ไม่ชอบ	5	2.5
เฉย	25	12.5

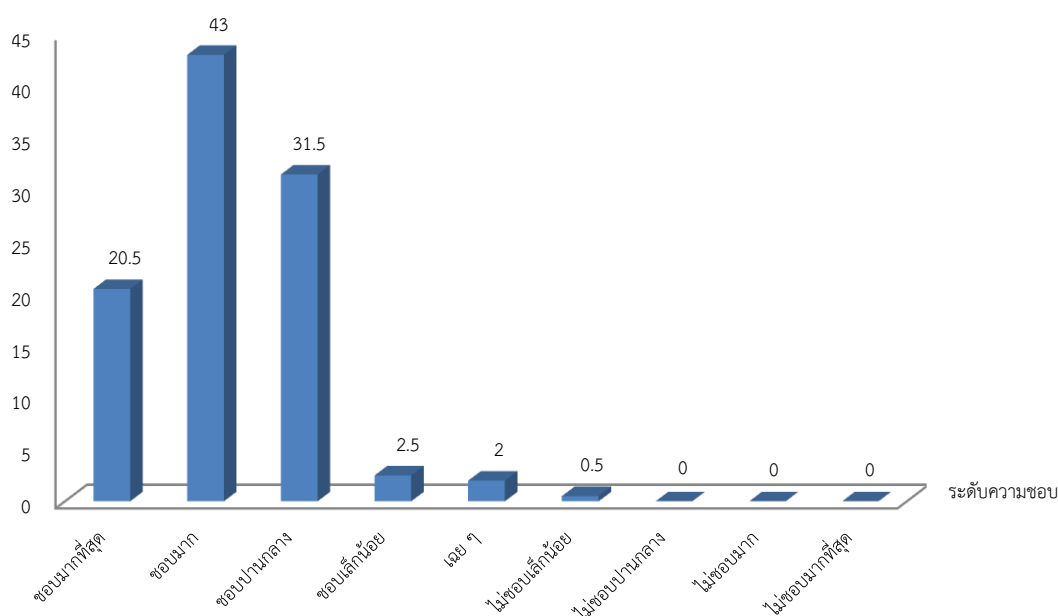
ท่านซื้อน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบจากสถานที่ใดเป็นประจำ

ตลาดสด	41	20.5
ห้างสรรพสินค้า	14	7
ร้านสะดวกซื้อ	83	41.5
ร้านค้าแผงลอย	55	27.5
อื่น ๆ	7	3.5

7.6.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

จากการสำรวจการยอมรับน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบในระดับชอบปานกลาง ชอบมาก จนถึงชอบมากที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 95 และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.76 ± 0.91 ดังภาพที่ 4.23

จำนวนผู้บริโภค (ร้อยละ)



ภาพที่ 4.23 ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบของผู้บริโภคทั่วไป

7.7 คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพัฒนา

จากการศึกษาคุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพัฒนาด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสีและความหนืด ด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสติค ค่า pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า a_w และด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และเอสเชอริเชีย โคไล ได้ผลดังตารางที่ 4.28 ดังนี้

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบทางกายภาพ พบว่า มีความหนืดเท่ากับ 2,922 เซนติพอยซ์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำจิ้มไก่จากงานวิจัยของปิยนุสรณ์ น้อยดวง และเนตรนภา วิเลปะนะ (2550) ที่มีการเติมผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวและน้ำจิ้มไก่ทางการค้าที่มีความหนืดเท่ากับ 3,030 และ 2,188.33 เซนติพอยซ์ ตามลำดับ แต่ความหนืดของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีค่าสูงกว่าน้ำจิ้มไก่ ที่ดัดแปลงจากงานวิจัยของ กัลยา เลาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเจียร พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวานิชศิริ (2546) และซอสพริกสดจากงานวิจัยของอัครเดช ไหมน่า (2551) มีค่าความหนืดเท่ากับ 445 และ 73.84 เซนติพอยซ์ ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้งสองไม่มีการเติมสารให้ความหนืด ด้านค่าสี L^* หรือค่าความสว่างของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ มีค่าเท่ากับ 24.32 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า L^* ของน้ำจิ้มไก่ทางการค้าที่มีค่าเท่ากับ 21.39 ส่วนค่า a^* และ b^* ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ มีค่าเท่ากับ 27.22 และ 29.81 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า a^* และ b^* ของซอสพริกสดจากงานวิจัยของ อัครเดช ไหมน่า (2551) ที่มีค่าเท่ากับ 24.61 และ 26.69 ตามลำดับ

ด้านคุณลักษณะด้านเคมี พบว่า น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแอสติค ร้อยละ 0.72 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับซอสพริกสดจากงานวิจัยของอัครเดช ไหมน่า (2551) ที่มีค่าเท่ากับ 0.68 ส่วนค่า pH ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีค่าเท่ากับ 3.03 มีค่าใกล้เคียงกับน้ำจิ้มไก่ทางการค้าที่มีค่า pH เท่ากับ 3.02 โดยน้ำจิ้มทั้งสองชนิดจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีค่าเท่ากับ 54 องศาบริกซ์ ซึ่งมีค่าสูงเนื่องจากการเติมน้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมถึงร้อยละ 35.72 มีค่าใกล้เคียงกับน้ำจิ้มไก่ทางการค้าที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 52.67 องศาบริกซ์ ด้านค่า a_w ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.89 มีค่าใกล้เคียงกับซอสพริกสดจากการวิจัยของ อัครเดช ไหมน่า (2551) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 แต่ค่า a_w ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีค่าต่ำกว่าน้ำจิ้มไก่ที่ดัดแปลงจากงานวิจัยของกัลยา เลาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวานิชศิริ (2546) และน้ำจิ้มไก่ทางการค้าซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.82 และ 0.84 ตามลำดับ นอกจากนี้ค่า a_w ของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบยังสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำจิ้มไก่ซึ่งกำหนดว่าต้องไม่เกิน 0.85 แม้ว่า ค่า a_w เป็นปัจจัยหลักในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาและบ่งชี้ความปลอดภัยของอาหาร แต่น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีในการถนอมอาหารหลาย ๆ อย่างร่วมกันหรือที่เรียกว่า Hurdle technology ได้แก่ มีการเติมกรดแอสติคจนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดสูงมาก มีการเติมน้ำตาลจำนวนมากจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงถึง 54 องศาบริกซ์ และผ่านการพาสเจอไรซ์ที่ 90 องศาเซลเซียส

นาน 10 นาที ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และช่วยทำให้เก็บรักษาอาหารได้ยาวนานขึ้น

ส่วนคุณลักษณะด้านจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่างน้ำจิ้ม 1 กรัม และตรวจไม่พบเชื้อเอสเชอริเชีย โคไล ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำจิ้มไก่ ที่กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมและเชื้อเอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำจิ้มไก่, 2547) และมีคุณภาพตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ที่กำหนดว่าต้องมีจุลินทรีย์ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2549) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูงมาก มีค่า pH 3.03 สามารถฆ่าเชื้อที่ระดับพาสเจอร์ไรส์ คือ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ก็เพียงพอสำหรับการป้องกันการเจริญของสปอร์ของเชื้อ *C. botulinum* (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2547) ซึ่งน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และทำการบรรจุขณะร้อนในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยอุณหภูมิขณะบรรจุไม่ต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมินี้ไว้เป็นเวลาช่วงหนึ่ง (hot fill hold technique) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง ซึ่งมีค่า pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 ที่ต้องใช้อุณหภูมิการฆ่าเชื้อในผลิตภัณฑ์เท่ากับ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (USFDA, 2001) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 4.28 คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

คุณลักษณะของน้ำจิ้ม	น้ำจิ้ม หัวข้าวเกรียบ	น้ำจิ้มไก่ ¹	น้ำจิ้มไก่ ²	ซอสพริกสด ³	น้ำจิ้มไก่ ทางการค้า ⁴
ทางด้านกายภาพ					
ความหนืด (เซนติพอยซ์)	2,922±67.55	445	3,030	73.84	2,188.33±120.53
ค่าสี					
- L*	24.32±1.98	30.1	-	34.03	21.39±0.64
- a*	27.22±0.94	2.6	-	24.61	17.56±0.26

- b*	29.81±1.18	3.4	-	26.69	15.10±1.82
ทางด้านเคมี					
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอสติค	0.72±0.01	1.13	-	0.68	0.39±0.03
ค่า pH	3.03±0.01	3.4	3.93	3.50	3.02±0.02
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	54±0.00	4.9	-	20.56	52.67±0.58
ค่า a _w	0.89±0.01	0.82		0.88	0.84±0.01

หมายเหตุ ¹ น้ำจิ้มไก่ ที่ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม รมณี สงวนดีกุล สุเมธ ตันตระเจียร พาสวดี

ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

² น้ำจิ้มไก่ จากงานวิจัยของปิยนุสรณ์ น้อยด้วงและเนตรนภา วิเลปะนะ (2550)

³ ซอสพริกสด จากงานวิจัยของอัครเดช ใหม่นา (2543)

⁴ น้ำจิ้มไก่ทางการค้า

- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้ : หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ) สามารถสรุปผลการศึกษาเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน โดยศึกษาปัจจัยที่มีต่อคุณภาพ หัวข้าวเกรียบ ได้แก่ ปริมาณปลา และชนิดของแป้งที่ใช้ผลิต พบว่า เนื้อปลาร้อยละ 63 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติดีและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด ส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏที่ดี มีเนื้อสัมผัสกรอบและพองตัวดี หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม ประกอบด้วยปลาทุบแช่, แป้งมันสำปะหลัง, เกลือป่น, ผงชูรส และน้ำตาลร้อยละ 63, 30.5, 1.8, 0.9 และ 3.8 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ การสำรวจการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 46.2 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ย เท่ากับ 7.95 ± 0.89 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานคือมีค่าแรงเหวี่ยงเท่ากับ 3,777.96 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 17.42, 17.09, 8.91 และ 4.42 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียม 4,020.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2. การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสชาติใหม่ ๆ ด้วยกิจกรรม สันทนาการจากผู้บริโภคและผู้จำหน่ายหัวข้าวเกรียบจำนวน 30 คน พบว่า รสชาติของหัวข้าวเกรียบ ที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด คือ รสกระเทียมพริกไทยดำ พริกหวาน และสาหร่ายตามลำดับ จึงได้พัฒนารสชาติของหัวข้าวเกรียบด้วยการเติมพืชสมุนไพรดังกล่าวแทนที่เนื้อปลาในสูตร หัวข้าวเกรียบพื้นฐาน ดังนี้

2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสสาหร่ายโดยศึกษาปริมาณสาหร่ายที่ร้อยละ 4, 6, 8, 10 และ 12 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ส่วนผสมของสาหร่ายร้อยละ 10 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ มีเส้นใยสาหร่ายกระจายตัวหนาแน่นเหมาะสมรวมทั้งมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ลื่น ยืดหยุ่นและที่เป็นที่ยอมรับ มากที่สุด การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 45.2 ให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 ± 0.81 คุณลักษณะของ หัวข้าวเกรียบรสสาหร่าย คือมีค่าแรงเหวี่ยงเท่ากับ 3,216.66 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า

และเยื่อใย ร้อยละ 32.30, 15.98, 8.48, 2.57 และ 0.14 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 670.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยโดยศึกษาปริมาณของกระเทียมพริกไทยดำ 5 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 5, 7, 9 และ 11 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่าหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำปริมาณร้อยละ 5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด เนื่องจากมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติสูงสุด การสำรวจการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 48.6 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมากที่สุด และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 ± 1.04 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ คือมีค่าแรงเคี้ยวเท่ากับ 3,059.31 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย ร้อยละ 32.28, 15.67, 7.95, 3.07 และ 0.23 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 580.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวานโดยศึกษาปริมาณพริกหวานที่ร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ส่วนผสมของพริกหวานปริมาณร้อยละ 6 ทำให้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบมีคะแนนความชอบสูงสุดเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้ม มีการกระจายตัวของชิ้นพริกหวานที่เหมาะสม เนื้อสัมผัสนุ่ม มีกลิ่นรสและรสชาติของพริกหวานในระดับที่เหมาะสม การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 55 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบมาก และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ± 0.88 คุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน คือ มีค่าแรงเคี้ยวเท่ากับ 4,182.90 กรัม ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ เยื่อใย ร้อยละ 33.02, 15.11, 6.31, 4.26 และ 0.22 ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 1,729.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3. การพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ พบว่า การดองพริกและกระเทียมเป็นเวลา 5 วันก่อนนำมาผลิตน้ำจิ้มทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นและรสชาติดีที่สุด โดยน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานประกอบด้วยพริกชี้ฟ้าแดงดอง พริกชี้หนูแดงดอง กระเทียมดอง น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู น้ำสะอาด และเกลือ ร้อยละ 9.90, 2.45, 9.26, 35.72, 9.26, 31.79 และ 1.58 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ การศึกษาปริมาณสารอันตรายในน้ำจิ้ม พบว่า การเติมแซนแทนกัมปริมาณร้อยละ 0.06 ทำให้น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบมีความหนืดใกล้เคียงน้ำจิ้มไก่ทางการค้ามากที่สุด การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 43 ให้การยอมรับน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบในระดับชอบมาก และมีคะแนน

ความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.76 ± 0.91 คุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบสูตรพัฒนา คือ มีค่าความหนืด 2,922 เซนติพอยซ์ ค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 24.32, 27.22 และ 29.81 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอสติกร้อยละ 0.72 ค่า pH เท่ากับ 3.03 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 54 องศาบริกซ์ และค่า a_w เท่ากับ 0.89

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2530). **คุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม**. กรุงเทพฯ ฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- กระทรวงอุตสาหกรรม, สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. (2544). **เกลือบริโภคมอก. 2085-2544**. กรุงเทพฯ ฯ: ผู้แต่ง.
- กฤษณา ชูติมา. (2535). สารอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายทะเล. **วารสารราชบัณฑิตยสถาน**, 17(4), 71-75.
- กฤษณา จินักดี. (2546). การศึกษาการผลิตซอสพริกจากแป้งกล้วย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปปะเสน และสายวรุฬชัชวานิชศิริ. (2546). งานวิจัยเรื่องการศึกษาหาเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่และซอสพริกศรีราชาของไทย. กรุงเทพฯ ฯ: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติสถาบันอาหาร.
- กัญญา ศรีสุข. (2551). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแห้ง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2543). **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กสิภูมิ ทวนคง. (2549). **การประยุกต์ใช้แป้งพุทธรักษาและแป้งพุทธรักษาตัดแปรเพื่อเป็นสารให้ความข้นหนืดในซอสมะเขือเทศ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ขวัญชนก สีสาวณิชไชย. 2550. เรื่องเผ็ดของพริก **ว.ประชาคมวิจัย**, 13, 6-9.
- จรงค์ แก้วประสิทธิ์. (2545). **พริก**. นครปฐม: คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จักรภพ ธรรมเดชา. (2546). **ผลของการบริโภคพริกไทยที่มีต่ออุณหภูมิร่างกาย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จรรยา ไชยเจริญ. (2550). **ผลของการฉายรังสีและการรมก๊าซเอทิลีนออกไซด์ต่อคุณภาพของพริกไทยดำปนแห้ง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- จิตติมณฑน์ วงศ์ษา. (2549). การปรับปรุงเครื่องสีเปลือกแบบจานหมุนสำหรับพริกไทยดำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จันเพ็ญ บางสำรวจ. (2553). กระเทียมกับต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 14(27), 117.
- จันทรเพ็ญ ไชยนุ้ย. (2550). ผลของคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งผสม (แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุ) ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จุฬารณย์ เลิศบวรวงศ์. (2549). กระบวนการแปรรูปอาหาร 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ใจทิพย์ วานิชชัง และผดุงศักดิ์ วานิชชัง. (2546). งานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือแปรรูปผงกระเทียม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ.
- ฉวีวรรณ สีสม. (2546). การสกัดสารโปรไบโอติกจากกระเทียมเพื่อกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรีย *Lactobacillus acidophilus*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เฉลิมพล สุวรรณภักดี. (2548). การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุลพริกไทย (*Piper L.*) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาริณี กิรติโชติ. (2540). การผลิตข้าวเกรียบปลาจากปลาหมึกดำ. โครงการงานนักศึกษา. สงขลา: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ดวงใจ จรรยาธรรม และจักรกฤษณ์ จังโส. (2544). ขอสฟักทอง. ปัญหาพิเศษ. เพชรบุรี: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. (2547). อาหารที่ปรับสภาพให้เป็นกรด. ใน สถาบันอาหาร, หลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. (หน้า 49-68). กรุงเทพฯ ฯ: ภาณภัทรสิน.
- ธนาภรณ์ ศรีศิริพันธุ์. (2551). ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการเก็บรักษาผลพริกหวาน (*Capsicum annuum L.*). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นาฏยา แหละหมัด และนุรีฮาน สาและ. (2551). งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา (kerepok) จากการใช้ปลาหยองเป็นวัตถุดิบ. สงขลา: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิดดา หงส์วิวัฒน์. (2548). คุณค่าทางอาหารและการกินผัก 333 ชนิด. กรุงเทพฯ ฯ: แสงแดด.
- นิธยา รัตนานนท์. (2544). หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ ฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธยา รัตนานนท์. (2545). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ ฯ: โอเดียนสโตร์.

- นิธิยา รัตนูปนนท์. (2551). **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนูปนนท์. (2553). **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ ฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิพนาม. (2540). อาหารเสริมสุขภาพ. **วารสารวิชาการธนาคารกสิกรไทย**, 11(1), 24-26.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. (2546). **พริกหวาน/พริกยักษ์**. [Online]. Available: <http://Vegetweb.com/Wp-Content/download/pepper.pdf> [2555, กุมภาพันธ์ 11].
- นิวัติ แก้วประดับและนิติกาญจน์ ชันติวรพงศ์. (2543). **งานวิจัยเรื่องการศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระของพริกไทย**. สงขลา: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุชชรินทร์ เกตุนิล. (2545). สถานการณ์การส่งออกสินค้าอาหารไทยในช่วงเดือนแรก. **วารสารสถาบันอาหาร**, (13), 50-55.
- เนตรนภิส วัฒนสุชาติ. (2551). ขนมอบ ๆ ตัวเด็กบริโภคเท่าใดจึงพอดี. **วารสารอาหาร**, 38(1), 20-29.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. (2527). **เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 1**. กรุงเทพฯ ฯ: อมรการพิมพ์.
- บุษราคัม อุดมศักดิ์, ณัฐริมา โฆษิตเจ ธิญกุล และสุณิรัตน์ สิมะเตือ. (2547). **คัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียสกุล *Xanthomonas* ที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างแซนแทนกัม**. กรุงเทพฯ ฯ: กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.
- เบญจกรก วายุภาพ, ชลธิชา เอี่ยมชื่น, วราพร ลักษณะม้าย, ศศิวิมล สุจริต และวรวรัตน์ ใจเจริญธรรมกุล. (2551). การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันที่ใช้ทอดซ้ำสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทอดประเภทต่าง ๆ. **วารสารอาหาร**, 38(1), 65-73.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. **เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4)**. [Online]. Available: <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html> [2555, มีนาคม 9].
- ปัญญา โพธิ์ฐิตรัตน์. (2550). **การวิเคราะห์ข้อมูลโดย SAS และ SPSS**. กรุงเทพฯ ฯ: กฤตญาณดา.
- ปราณี อานปรื่อง. (2551). **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส**. กรุงเทพฯ ฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปวีณา เพ็ญจันทร์. (2549). **การพัฒนาเครื่องปรุงรสจากผัก**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิยนุสรณ์ น้อยดวง, เนตรนภา วิเลปะนะ. (2550). การใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร**, 3(1), 22-29.
- พัทธรประไพ ประจำเมือง และวิเชียร สิลาวรรมาศ. (2546). เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้ง. **วารสารศูนย์บริการวิชาการ**, 11(4), 28-30.
- พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง. (2430). **การผลิตข้าวเหนียวโดยใช้เครื่องรีดแผ่น**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พันทิพา สุวรรณรัตน์. (2550). **การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และการหีนของกระเทียมอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เพ็ญขวัญ ขมปรีดา และทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2541). **ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว**. เอกสารการสอนวิชา **แปรรูป**. กรุงเทพฯ ฯ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เพราลัย นุชหมอน. (2532). **การศึกษาพลวัตประชากรของปลาทุแวก**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล. (2546). สารพัดสารพันข้าวเกรียบ. **วารสารอาหาร**, 33(3), 162-167.
- ไพรัตน์ โสภณดร. (2530). การศึกษาการสกัดและการฟอกสีแป้งสาจากต้นสา. **ว.สงขลานครินทร์**, 9, 393-396.
- ภาวิณี โลหะนะ. (2524). **การผลิตและการใช้ประโยชน์ของแชนแทนกัม**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำจิ้มไก่. [Online]. Available: <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html> [2555, มีนาคม 9].
- มหาวิทยาลัยมหิดล. (2540). **มหัศจรรย์ผัก 108**. กรุงเทพฯ ฯ : ผู้แต่ง.
- มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. (2535). คุณภาพน้ำมันทอด. **วารสารอาหาร**, 22(2), 8-12.
- เยาวภา ขวัญดุข. (2551). **121 น้ำจิ้มสูตรอร่อย**. กรุงเทพฯ ฯ : แสงแดด.
- รัชนี เสนคราม และวีรวรรณ ศรีแย้ม. (2549). **งานวิจัยเรื่องการศึกษาการผลิตน้ำปรุงส้มตำโคราชพาสเจอร์ไรซ์**. นครราชสีมา: สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- รุ่งนภา วิสฐอุดการ. (2540). **การประเมินอายุการเก็บรักษาของอาหาร**. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วารุณี สุวรรณจงสถิต. (2546). **การปรับปรุงกรรมวิธีการทอดและอายุการเก็บรักษาปลาสดเค็มทอดกรอบ**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วารวิชนี ลอปกุลเกียรติ, วิไล รังสาดทอง, และน้องนุช ศิริวงศ์. (2553). ผลของปัจจัยในการทอดต่อคุณสมบัติบางประการของขนมขบเคี้ยวที่ได้จากการทอดเฟลเลต. **วารสารบัณฑิตวิทยาลัย**, (3), 83-91.
- วันเพ็ญ ภูติจันทร์. (2549). **วิทยาสาหร่าย**. กรุงเทพฯ ฯ : โอเดียนสโตร์.
- วิทัศน์ แสงอรุณ. (2546). **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากข้าวผสมกล้วยโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิภาดา มุรินทร์พมาศ. (2554). **หลักการถนอมและแปรรูปอาหาร**. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วิไล รังสาดทอง. (2552). **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิไล รังสาดทอง, จิรจิต ฐนะศิริ, จิรภรณ์ ตีระมาศวนิช, บุศรา เตียรณบรรจง และวาทิต ชนัศรุติพันธ์. (2540). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวผสมเนื้อไก่โดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น**. กรุงเทพฯ ฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศรายุทธ์ สมประสงค์. (2551). **ผลของอุณหภูมิและการใช้น้ำมันทอดซ้ำต่อการดูดซับน้ำมันเนื้อสัมผัสและค่าสีของข้าวเกรียบกุ้งทอด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. (2525). **ทฤษฎีอาหารเล่ม 2**. กรุงเทพฯ ฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิวาพร ศิวเวช. (2535). **วัตถุดิบอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ: โอ เอส พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- สนธยา บุญสุข, ธุมาวดี ใจเย็น, มนต์รี สุมนหา และธินี นนทพันธ์. (2551) **การประเมินสถานะปลาหูแบกครีบบาว *Decapterus maruadsi***. [Online]. Available: [http://www.fisheries. go. th/personal/circular%20notice/data/39.pdf](http://www.fisheries.go.th/personal/circular%20notice/data/39.pdf). [2554, กรกฎาคม 1].
- สิรินาถ ตันชเกษม. (2548). **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร 2**. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. (2547). **โภชนศาสตร์เบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุธี วังเตื่อย. (2547). ปลาเส้น. **วารสารเกษตรแปรรูป**, 2(24), 71-74.
- สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. (2547). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา**. พิษณุโลก: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพและผิวสวย 7 ชนิด. (2011). [Online]. Available: [http://sanhas. com/wp-content/uploads/2011/12/ผลไม้สี่เขียว.jpg](http://sanhas.com/wp-content/uploads/2011/12/ผลไม้สี่เขียว.jpg). [2555, มีนาคม 31].
- สุพาณี จตุรภูษามรณ. (2543). **การใช้เศษเหลือจากกุ้งเพื่อเสริมแคลเซียมในข้าวเกรียบ**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุพรรณพันธ์ โลหะลักษณาเดช และนพรัตน์ มะเห. (2546). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งสาคุ**. ตีพิมพ์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยตรัง.
- สุพรรณพันธ์ โลหะลักษณาเดช และนพรัตน์ มะเห. (2547). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งสาคุและเนื้อปลาทูน่า**. ตีพิมพ์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยตรัง.
- สุภาภรณ์ พรหมจันทร์, หทัยรัตน์ ริมศิริ, วิษฐิดา จันทราชัย และสุนันรัตน์ ชื่นพุดิ. (2550). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสขึ้นจากสับปะรด**. **วารสารอาหาร**. 37(2), 173-185.
- สุมนหา วัฒนสินธุ์. (2547). สาร phyto-phenols ในเครื่องเทศ. **วารสารจารย์พา**, 11(79), 51-54.

- สุมาลี กาบแก้ว, วิภา เกตุเกี้ยว และวัชร ปั่นประดับ. (2548). **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดปลานิลโดยใช้เครื่องทอดสุญญากาศ**. ปัญหาพิเศษ. นครปฐม: สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- สุเมธ ตันตระเจียร. (2536). น้ำส้มสายชู (vinegar). **วารสารวิทยาศาสตร์** 47, 79-84.
- สุรางค์ ลาเกลี้ยง. (2534). **การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบอยุธยา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรศักดิ์ เทียบรัตน์. (2540). **การอบแห้งพริกและกระเทียมโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อาภารัตน์ มหาจันทร์. (2554). [Online]. Available: <http://www.foodnetworksolution.Com/vocab/word/2045> [2554, มิถุนายน 15].
- อำไพกา นพเกียรติ. (2547). **งานวิจัยเรื่องการศึกษาของสารสกัดจากพริกชี้หูสวนต่อการยับยั้ง *Aspergillus parasiticus* และ *Aspergillus fumigatus***. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- อัครเดช ไหม่นา. (2551). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสพริกผสมกล้วยน้ำว้า**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อัจฉรา ดลวิทยาคูณ. (2550). **พื้นฐานโภชนาการ**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- อภิรักษ์ วัลภา. (2537). **เครื่องมือแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหาร**. ปทุมธานี: สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อรนุช สีหามาลา. (2545). **การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบปลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อรพิน ชัยประสพ. (2548). **การถนอมอาหาร**. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุไร แสนคุณท้าว. (2545). **กรรมวิธีการผลิตและผลการเสริมกระเทียมผงในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การควบคุม และคุณภาพซากของไก่เนื้อ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- A.O.A.C. (1999). **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Washinton. DC: The Association of Official Analytical Chemists, Inc.

- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. Washinton. DC : The Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Baker, J. (1983). Keropok Lekor—Boiling and Steaming Methods of processing. **pertanika**, **6**(3), 56-60.
- Becker, A., Katzen, F., Puhler, A., & leipi, L. (1998). Xanthan gum biosynthesis and application: a biochemical / genetic perspective. **Journal of Applied Microbiol Biotechnol**, **50**, 145-152.
- Blenford, D.E. (1979). Expensdrd Snacks From The Far East. **Confectionary Manufacture and Marketing**, **16**(11), 23, 25-27.
- Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M. Pyle, D. L., & Tobin, M. J., (2001). Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. **Journal. Food Science**, **66**(7), 918-923.
- Cheow, C.S., Kyaw, Z.Y., Howell, N.K., & Dzulkifly, M.H. (2004). Relationship between physicochemical properties of starches and expansion of fish cracker 'keropok'. **Journal of Food Quality**, **27**, 1-12.
- Deepa, N., Kaur, C., Singh, B., & Kapoor, H.C. (2006). Antioxidant activity in some red sweet pepper Cultivar. **Journal of food composition and analysis**, **19**, 572-578.
- Eggink, P.M., Maliepaard, C., Tikunov, Y., Haanstra, J.P.W., Bovy, A.G., & Visser, R.G.F. (2012). A taste of sweet pepper : Volatile and non-volatile chemical composition of fresh sweet pepper (*Capsicum annuum*) in relation to sensory evaluation of taste. **Food Chemistry**, **132**, 301-312.
- Fellows, P.J. (1997). **Food Processing Technology: Principles and Practice**. Cambridge: Ellis Horwood .
- Fellow, P.J. (1988). **Food Processing Technology: principle and Practice**. Newyork: Horwood limited.
- Fennema, R.O. (1985). **Food Chemistry**. New York : Marcel Dekker.
- Food Testing: Monosodium Glutamate (MSG). (2010). [Online].Available: <http://alsglobal.com>. [2555, มีนาคม 18].

- Gibinski, M., Kowalski, S., Sady, M., Krawontka, H., Tomasik, P. & Sikora, M. (2006). Thickening of sweet and sour sauces with various polysaccharide combination. **Journal of Food Engineering**, **75**, 404-414.
- Harper, J.M. (1981). **Extrusion of Food**. (Vol 1.). Florida : CRC Press.
- Kita, A., Lisinska, G., & Golubowska, G. (2007). The effect of oils and frying temperature on the texture and fat content of potato crisps. **Food Chemistry**, **102**, 1-5.
- Katzbauer, B., (1998). Properties and applications of xanthan gum. **Journal of Polymer Degradation and Stability**, **59**, 81-84.
- Leszkowiat, M.J., Barichello, V., Yada, R.Y., Coffin, R.H., Loughheed, E.C., & Stanley, D.W. (1990). Contribution of sucrose to nonenzymatic browning in potato chip. **Food Science**, **55**, 281-282, 284.
- Matz, S.A. (1984). **Snack Food Technology** (2nd ed.). Wesport: AVI Publishing.
- Mohamed, A., Jamilah, B., Abbas, K.A., Abdul Rahman, R., & Roselina, K. (2008). A review on physicochemical and thermorheological properties of sago starch. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, **3**(4), 639-646.
- Monteserrat, G.U. & Isabel, G. (2002). Bioavailability of nutrients in rate on edible seaweeds, Nori (*Porphyra tenera*) and Wakame (*Undaria pinnatifida*), source of dietary fibre. **Food Chemistry**, **76**, 281-286.
- Nurul, H., Aminah A., & Abdul, S.B. (2001). Substitution of tapioca flour with surimi powder in traditional crackers (keropok palembang). **Scientific Conference Nutrition Society of Malaysia**, **16**, 1-6.
- Nurul, H., Boni, I., & Noryati, I. (2009). The effect of different ratios of dory fish to tapioca flour on the liner expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. **International Food Research Journal**, **16**, 159-165.
- Nurul, H., Ang, L.L., Chung, X.Y., & Herpandi. (2010). Chemical composition, colour and linear expansion properties of malaysian commercial fish cracker (keropok). **As. J. Food Ag-Ind**, **3**(5), 473-482.
- Okada, J.A., & Mikita, J.L., (1965). Fish Protein Hydrolysate. **Proc. Biochem**, **6**, 127-134.
- Omar, M., Mohd Adzahan, N., Mohd Ghazali, H., Karim, R., Abdul Halim, N.M., & AbKarim, S. (2011). Sustaining traditional food: consumers' perceptions on physical characteristics of Keropok leker or fish snack. **International Food Research Journal**, **18**, 117-124.

- Ponting, J.D., Waters, G.G., Forry, R.R., Jackson, R., & Stanley, W.L. (1966). Osmotic dehydration of fruit. **Food Technol**, **20**, 125-128.
- Ravindran, P.N., & Kallapurackal, J.A. (2001). **Black Pepper : Handbook of Herbs and Spices**, Cambridge England: Woodhead Publishing Ltd.
- Rekha, S.S., John, F.K., Sajilata, M.G., Agnieszka, K., Charles J.K., & Putri, F.A. (2008). Industrial production, processing, and utilization of sago palm-derived products. **Carbohydrate Polymers**, **72**, 1-20.
- Serrano, M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., & Valero, D. (2010). Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. **Food Chemistry**, **118**, 497-503.
- Sworn, G. (2000). Xanthan gum. In G.O. Phillips, & P.A. Williams (Eds.) **Handbook of hydrocolloids**, (pp.103-115). England: Woodhead.
- Taewee, T., Mutita, M., & Janphen, C. (2008). Effect of sago starch addition and steaming time on making cassava cracker (keropok). **starch/starke**, **60**, 568-576.
- Urlacher, B., & Noble, O. (1997). Xanthan gum. In A. Imerson (Ed.), **Thickening and Gelling Agent for Foods**. (pp.258). London : Blackie Academic & Professional.
- USFDA. (2001). Introduction of Pathogenic Bacteria After Pasteurization and Specialized Cooking Processes. [Online]. Available: <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html> [2012, March 9].
- USFDA. (2003). Approximate pH of food and food products [Online]. Available: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/lacf-phs.html> [2012, มีนาคม 9].
- Whister, R.L., & Paschall, E.F. (1967). **Starch: chemistry and technology**, (Vo.2.). New York: Academic press อ้างถึงใน พรณี วงศ์ไกรศรีทอง. (2530). การผลิตข้าวเกรียบโดยใช้เครื่องรีดแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Whistler, R.L., & Bemiller, J.N. (1999). **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. Minnesota: Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul.
- Yu, S.Y. (1991). Acceptability of fish crackers (keropok) made from different type of flour. **Asean Food Journal**, **6**(3), 114-116.
- Yu, S. Y., Mitchell, J. R. & Abdullah, A. (1981). Production and Acceptability Testing of Fish Cracker (Keropok) Prepared by the Extrusion Method. **Food Technology**, **16**, 51-58.

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group)

เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ณ อาคาร 15 ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร ห้อง 15-202 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

















ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ข1. การวัดค่าสี

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี Color flex รุ่น cx 1471

วิธีการ

1. เปิดเครื่องและเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่มสัญลักษณ์ 
2. ทำการ calibration
 - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์ 
 - วางแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์ 
 - หน้าจอเครื่องจะปรากฏ
3. วางตัวอย่างในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์ 
4. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ข2. การวัดอัตราการฟองตัว

อัตราการฟองตัวของสแน็คเบส ใช้วิธีการแทนที่ของเมล็ดงา (seed displacement) นำเมล็ดงาเทลงในถ้วยแก้วปากเรียบให้เต็มปาดถ้วยให้เรียบ นำไปวัดปริมาตรโดยใช้กระบอกลง จดเมล็ดงาที่ได้ (V_1) นำตัวอย่างที่ยังไม่ทอดมา 4 ชิ้น ใส่ลงในถ้วยแก้วถ้วยเดิม ใส่เมล็ดงาลงไปจนเต็มปากถ้วย ปาดให้เรียบแยกเอาตัวอย่างออกไป เมล็ดงาที่เหลือเอาไปวัดปริมาตร (V_2) ความแตกต่างระหว่างปริมาตรของเมล็ดงา ($V_1 - V_2$) คือปริมาตรของตัวอย่างก่อนทอด หลังจากนั้นนำตัวอย่างชิ้นเดิมไปทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ตัวอย่างที่ได้จะนำมาหาปริมาตร ด้วยวิธีการเดียวกันจะได้ปริมาตรของตัวอย่างหลังทอด ($V_1 - V_3$) อัตราส่วนของการฟองตัวคือ ปริมาตรของตัวอย่างหลังทอดหารด้วยปริมาตรตัวอย่างก่อนทอด

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนของการฟองตัว} &= \frac{\text{ปริมาตรของตัวอย่างหลังทอด (เท่า)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างก่อนทอด}} \\ &= \frac{V_1 - V_3}{V_1 - V_2} \end{aligned}$$

V_1 = ปริมาตรของภาชนะที่ใช้ในการวัดค่าการฟองตัว

V_2 = ปริมาตรของหัวข้าวเกรียบก่อนทอด

V_3 = ปริมาตรของหัวข้าวเกรียบหลังทอด

ข3. การวัดความหนืด

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ตรา Brookfield รุ่น DV-1+
2. บีกเกอร์

วิธีการ

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับเสาแกนตั้ง ปรับฟองอากาศในช่องกระจกให้อยู่ตรงกลางโดยปรับที่ล้อหมุนใต้เสาแกนตั้ง
2. นำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ให้มีปริมาณมากพอต่อ RTD Temperater probe เข้ากับตัวอย่างเพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่างขณะทำการวัดความหนืด
3. เปิดสวิตช์เครื่อง เลือกใส่หัวหมุน (spindle) ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง ทำการใส่ค่าของขนาดหัวหมุน (select spindle) และค่าความเร็วที่ใช้ (select speed)
4. จากนั้นกด select display เครื่องจะแสดงค่าความหนืดของตัวอย่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างขณะนั้น อ่านค่าความหนืดเป็นร้อยละ Viscometer Torque หรือ CP Viscosity (centipoises, cp) โดยค่าที่ถูกต้องร้อยละ Viscometer Torque ควรเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากที่สุด เมื่อใช้หัวหมุน และความเร็วที่เหมาะสม กรณีที่บนจอภาพปรากฏ %EEE %? หรือ %- แสดงว่าใช้หัวหมุน และความเร็วไม่เหมาะสม ให้กด motor off แล้วรอให้เข็มหยุดหมุนแล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

ค1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธี A.O.A.C (1999)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ เมื่อเย็นนำไปชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้น้ำหนักที่แน่นอน หรือชั่งสองครั้งติดต่อกันผลต่างไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 1-2 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3-4 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบไฟฟ้าใส่ในโถดูดความชื้น หลังจากนั้นหาน้ำหนัก
6. อบซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

คำนวณตามสูตร

ปริมาณความชื้นคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเปียก

$$= \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค2. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยวิธี A.O.A.C (1999)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
2. เตาเผา (muffle furnace)
3. โถดูดความชื้น (disicator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. เมาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 -45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาตกลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก
2. เมาซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที แล้วกระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้คว้นจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

4. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยวิธี A.O.A.C (2000)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (velp)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)
3. ภาชนะใส่ตัวทำละลาย (Extraction Vessel)
4. ตู้อบไฟฟ้า (Electric Oven)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. โถดูดความชื้น (Defccator)
7. ปีโตรเลียม
8. อีเทอร์ หรือ แหกเซน (Pitolim Ether หรือ Hexane)

วิธีการ

1. อบ Extraction Vessel สำหรับหาปริมาณไขมันในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าตัวอย่างเป็นอาหารชนิดที่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นชนิดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 3-5 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง
3. นำหลอดตัวอย่างใส่เข้าในเครื่อง แล้วผลัดด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Washing
4. เติมน้ำตัวทำละลายแฮกเซนลงใน Extraction Vessel ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 50 มิลลิลิตร วางบน heating plate ตั้งคานให้แน่น
5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิตช์ให้ความร้อน
6. เปิดเครื่องมือสกัดไขมันพร้อมเปิดน้ำเข้า ตั้งอุณหภูมิ heating plate ที่ 180 องศาเซลเซียส
7. เปิดก๊อกให้อยู่ตำแหน่งตั้งตรงและผลัดปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Immersion และเปิดสวิตช์เริ่มให้ความร้อน เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที
8. เมื่อสิ้นสุดการสกัดผลัดปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Washing
9. Reflux Washing นาน 15 นาที

10. เมื่อสิ้นสุดการ Reflux Washing ปิดก๊อกแก้วให้อยู่ในตำแหน่งขวางและรอการดูดกลับของตัวทำละลายเสร็จสิ้น
11. ปลดคานบังคับ Extraction Vessel ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่างออก
12. ปลอยตัวทำละลายลงในบีกเกอร์ (นำกลับไปใช้ใหม่)
13. นำ Extraction Vessel อบในตู้อบ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณ
14. คำนวณหาปริมาณจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค4. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใยโดยวิธี A.O.A.C (2000)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์หาปริมาณเยื่อใย (FIWE) ซึ่งประกอบด้วยถ้วยแก้วสำหรับใส่ตัวอย่าง (crucible) จำนวน 6 ใบ อุปกรณ์ควบแน่น และอุปกรณ์ให้ความร้อน
2. กระดาษกรอง whatman เบอร์ 1
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. เตาเผา
5. โถดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
7. กรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25
8. N-Octanal ใช้เป็น Antifoam
9. Anhydrous acetone

วิธีการ

1. เเผาเครื่องแก้วสำหรับหาปริมาณเยื่อใยในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างอาหารซึ่งผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว ลงในถ้วยแก้วสำหรับวิเคราะห์สารเยื่อใยประมาณ 1 กรัม

3. เติมกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร (ต้มให้เดือดก่อน)
4. เติม N-Octanal 2-3 หยด
5. หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ต้มต่อไปอีก 30 นาที (ขณะต้มให้เปิด value ด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง close)
6. เปิด value ไปที่ตำแหน่ง Vacuum และกดสวิตช์ Vacuum เพื่อระบาย Sulfuric acid ออก
7. ล้าง 3 ครั้ง ด้วยน้ำกลั่นร้อน ๆ ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิด value ไปที่ตำแหน่ง pressure และกดสวิตช์ pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด
8. หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกจนหมดแล้ว เติมสารละลาย 1.25 % Potassium hydroxide ที่ทำให้อ่อนไว้ก่อนแล้งลงไป 150 มิลลิลิตร พร้อมกับ n- octanol 2-3 หยด ล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นกรด
9. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที
10. ทำขั้นที่ 6 และ 7 ซ้ำ
11. ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง แล้วล้างอีกครั้งด้วย acetone 25 มิลลิลิตร เปิดให้ความร้อนเข้าทุกครั้งที่ทำการล้าง
12. ทำให้แห้งโดยอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
13. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม (จะได้เป็นน้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมน้ำหนักของแก้ว)
14. นำถ้วยแก้วพร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผา เช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (500 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง) น้ำหนักที่ได้นำไปลบออกจากรถน้ำหนักในข้อ 13 จะได้เป็นน้ำหนักของเส้นใยหยาบที่ปราศจากเถ้า
15. คำนวณหาปริมาณสารเยื่อใยจากสูตร

$$\text{ปริมาณสารเยื่อใยคิดเป็น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค5. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธี A.O.A.C. (1999)

วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน ประกอบด้วยเตาย่อย และเครื่องดักจับไอกรด (Scrubber)
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน
3. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร และขวดปริมาตร
4. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร
5. บิวเรตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
7. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

อัตราส่วน 1:10

8. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
10. กรดบอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4
11. กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
12. อินดิเคเตอร์ (indicator) เป็นสารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลีนบลู และ

โบรโมครีซอลกรีน

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งตัวอย่าง (ของแข็ง) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ตัวอย่างของเหลวใช้ตัวอย่าง 10-15 มิลลิกรัม) ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน และทำแบลนด์ด้วย
2. ใส่สารผสม $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาณ 20 มิลลิลิตร
4. วางหลอดย่อยในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ต่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย
5. เปิดสวิทช์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย ทำการ preheat โดยปรับความร้อนไปที่ตำแหน่ง 10 เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิที่ตำแหน่ง 8 และจับเวลาในการย่อย 60 นาที จนได้สารละลายใส
6. ปลดยthingให้เย็นก่อนที่จะนำไปกลั่น

ขั้นตอนการกลั่นและไทเทรต

1. จัดอุปกรณ์กลั่น แล้วเปิดน้ำหล่อเย็น เครื่องควบแน่นด้วย แล้วจึงเปิดสวิทช์ให้ความร้อน (ทำการ preheat)

2. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งการบรรจุบอริก (เข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

3. นำหลอดย่อยสารจากข้อ 6 พร้อมเติมน้ำกลั่น ปริมาณ 50 มิลลิลิตร และนำหลอดดังกล่าวเข้าเครื่องกลั่น

4. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (40%) ลงไปจนสารละลายในหลอดเท่ากับ 100 มิลลิลิตร

5. กลั่นประมาณ 4 นาที (หรือดูจากสารที่กลั่นได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร ล้างอุปกรณ์เครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรูปชมพู่

6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง

7. คำนวณปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A-B) \times N \times 1.4007 \times F}{W}$$

A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

F = แฟกเตอร์ 6.25

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

ค6. การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในปีกเกอร์
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่า และบันทึกผล

ค7. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity) โดยวิธี A.O.A.C. (2000)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์มอล
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด
3. เขย่าให้เข้ากัน
4. นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติได้เป็นสารละลายสีชมพูอ่อน

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณกรดแอสติค (ร้อยละ)} = \frac{N \times v_1 \times 60 \times 100}{1000 \times v_2}$$

โดย N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

V1 คือ ปริมาณของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V2 คือ ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

ค8. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยวิธี A.O.A.C. (2000)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Hand refractometer ช่วง 0 ถึง 90 องศาบริกซ์

วิธีการ

นำตัวอย่างน้ำจิ้มหั่วข้าวเกรียบส่วนใส่ไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้อ่านค่าตัวเลขหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค9. การวัดค่า Water activity; Aw

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water activity; Aw
2. ตลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

1. รินตัวอย่างใส่ในตลับพลาสติก ร้อยละ 80-90
2. นำตลับใส่ใน Measuring chamber
3. ปิดฝา โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาและปิดฝาครอบ
4. อ่านค่าจากเครื่อง
5. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ง1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี A.O.A.C. (1999)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar (PCA)
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85

วิธีการ

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

2. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ

3. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) และทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส มาทำ pour plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นโดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนีต่อกรัม

ง2. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และราโดยวิธี A.O.A.C. (1999)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato Dextrose Agar (PDA)
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85

วิธีการ

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ
3. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) และทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส มาทำ pour plate technique บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์และราในรูปโคโลนีต่อกรัม

ง3. ปริมาณเชื้อเอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธี BAM (2002)

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง
 - ชั่งตัวอย่างละ 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อ
 - เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาทีนำไปตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็น 30 นาที
 - ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1,000, 1:10, 1:10,000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
2. การตรวจนับจุลินทรีย์
 - 2.1 การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptiv test)

- เตรียมหลอดทดลองพร้อมหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอด แบบ 3 แถว และ 5 แถว

- ดูตัวอย่างอาหารในแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแถว 1, 2, 3, 4, 5 ตามลำดับ โดยดูตัวอย่างอาหารในแต่ละความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LST broth ที่มีหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอดทดลอง

- เขย่าหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ตัวอย่างด้วย Vortex จากนั้นนำไปเข้าตูบ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

- อ่านผล ตรวจสอบความขุ่นและก๊าซในหลอดดักก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด หลอดที่มีก๊าซผลเป็นบวก แล้วทำการตรวจสอบในขั้นยืนยัน

2.2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmend test)

- นำหลอดทดลองที่ให้ผลบวกในการตรวจสอบขั้นแรกทุกหลอดมาทำการยืนยันต่อไป

- เตรียมหลอดทดลองพร้อมหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอดทดลองเพื่อบรรจุอาหารเหลว EC broth ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งไอน้ำ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

- นำหลอดที่เกิดก๊าซจากการตรวจสอบขั้นแรก เขย่าเบา ๆ แล้วใช้ Wire loop ซึ่งลนไฟจนแดง ทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายจากหลอด LST ที่ให้ผลบวก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด EC broth หลอดต่อหลอด

- เขย่าหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ตัวอย่างด้วย Vortex จากนั้นนำไปเข้าตูบ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง

- หลอดทดลองที่ให้ผลบวก เชื้อเขี่ยบน Levin EMB agar เข้าตูบ่มเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

- ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่สงสัย ซึ่งมีจุดดำตรงกลาง มีหรือไม่มี Metallic sheen นำไปทดสอบ IMVIC นำผลที่ได้มาเปิดตาราง Most Probable Number Index (MPN)

ภาคผนวก จ แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

จ1. แบบประเมินข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม

แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) จากผู้บริโภครและผู้นำผลิตภัณท์หัวข้าวเกรียบของโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณท์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้ : หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ)

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึกของท่าน

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() 20 – 30 ปี () 31 – 40 ปี
() 41 – 50 ปี () 51 – 60 ปี
() มากกว่า 61 ปี

3. อาชีพ

() นักศึกษา () ค้าขาย
() เกษตรกรรม () แม่บ้าน
() อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

() 1 – 5,000 บาท () 5,000 – 10,000 บาท
() 10,001 – 15,000 บาท () 15,001 – 20,000 บาท
() มากกว่า 20,001 บาท

5. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด

() ประถมศึกษา () มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
() อนุปริญญา / ปวส. () ปริญญาตรี
() สูงกว่าปริญญาตรี

6. ท่านเกี่ยวข้องกับผลิตภัณท์หัวข้าวเกรียบอย่างไร

() เป็นผู้บริโภค () เป็นผู้ค้าปลีก
() เป็นผู้ค้าส่ง () เป็นผู้ผลิต

จ2. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) เรื่อง รูปร่างลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์

คำอธิบาย ให้ท่านดูรูปร่างของหัวข้าวเกรียบ ซึ่งมี 3 ลักษณะ คือ ทรงกลม สามเหลี่ยมฐานโค้ง และ สี่เหลี่ยมยาว แล้วเรียงลำดับความชอบ โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 3 หมายถึงชอบ น้อยที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบด้วย

ลำดับความชอบที่	รูปร่างหัวข้าวเกรียบ	เหตุผลที่ชอบ
1		
2		
3		

จ3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) เรื่อง ลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์

ให้ท่านอธิบายคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

សិក្សាស្រាវជ្រាវ

จ4. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) เรื่อง การคัดเลือกรสชาติของหัวข้าวเกรียบสำหรับพัฒนา

คำอธิบาย ให้ท่านชิมหัวข้าวเกรียบรสชาติพืชผักสมุนไพร ซึ่งมี 7 รสชาติ คือ 1. กระเทียมพริกไทย 2. สาหร่าย 3. พริกขี้หนู 4. พริกหวาน 5. หอม 6. ฟักทอง 7. ตำลึง แล้วให้เรียงลำดับความชอบมา 5 อันดับ โดยลำดับที่ 1 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 5 หมายถึงชอบน้อยที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบด้วย ขอความกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำสะอาดทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างใหม่

ลำดับ ความชอบที่	รสชาติหัวข้าวเกรียบ	เหตุผลที่ชอบ
1		
2		
3		
4		
5		

จ5. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) เรื่อง ลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์

ให้ท่านอธิบายคุณลักษณะของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์ว่าควรมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณค่ะ

จ6. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้เข้าร่วมกิจกรรมสนทนากลุ่ม (focus group) เรื่อง การคัดเลือกรสชาติของน้ำจิ้มหั่วข้าวเกรียบทางการค้าเพื่อเป็นแนวในการพัฒนาน้ำจิ้มหั่วข้าวเกรียบ

1. ให้ท่านชิมน้ำจิ้มหั่วข้าวเกรียบที่เสนอให้ พร้อมคัดเลือกตัวอย่างน้ำจิ้มที่ท่านชอบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

รหัสของน้ำจิ้มหั่วข้าวเกรียบ ที่ชอบมากที่สุด	เหตุผลที่ชอบ

2. ส่วนประกอบโดยประมาณของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ท่านชอบมากที่สุด

ส่วนผสม	ปริมาณ (อาจบอกหรือไม่บอกก็ได้ตามความสนใจ)

ขอบพระคุณค่ะ

จ7. แบบประเมินคุณภาพแบบวิธีการเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของ
การศึกษาปริมาณปลา 4 ระดับ ในการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....เวลา.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวา แล้วเรียงลำดับความชอบ 1-4
โดยตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดมีลำดับความชอบ = 1 และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดมีลำดับ
ความชอบ = 4

กรุณาบ้วนปากก่อนชิมทุกครั้ง เมื่อทดสอบตัวอย่างครบแล้วกรุณาระบุว่าท่านมีความชอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่างต่างกันอย่างไร

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
ลำดับความชอบ	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

จ8. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale) ของการศึกษานิตของแป้งมันสำปะหลังและแป้งผสมในการผลิตหั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนที่ตรงกับความรู้สึก

- | | | |
|-------------------|------------|--------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 8 = ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 5 = เฉย ๆ | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบ | 1 = ไม่ชอบเลย |

รหัส	.....	.....
สี	.....	.....
กลิ่น	.....	.....
รสชาติ	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

จ9. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 -Point Hedonic Scale) ของการศึกษาปริมาณสารหายที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนที่ตรงกับความรู้สึก

9 = ชอบมากที่สุด	8 = ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง				
สี					
ลักษณะปรากฏ					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

จ10. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและรสชาติ

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้: หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ) ซึ่งได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบาย

หัวข้าวเกรียบ เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคมากในพื้นที่ชายแดนใต้ ผลิตจากส่วนผสมหลักคือปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และสารปรุงแต่งกลิ่นรส จนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อนกลมแล้วคลึงเป็นท่อนทรงกระบอกขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 4x24 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้น ๆ ขนาดกว้างxยาว 1x8 เซนติเมตร เมื่อจะรับประทานทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึกของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1.1 เพศ

() ชาย

() หญิง

1.2 อายุ

- () ต่ำกว่า 20 ปี () 21 – 30 ปี
 () 31 – 40 ปี () 41 – 50 ปี
 () 51 – 60 ปี () มากกว่า 60 ปี

1.3 อาชีพ

- () นักเรียน () นักศึกษา
 () ข้าราชการ () ลูกจ้าง
 () เกษตรกร () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

1.4 รายได้ต่อเดือน

- () ต่ำกว่า 3,000 บาท () 3,001 – 8,000 บาท
 () 8,001 – 13,000 บาท () 13,001 – 18,000 บาท
 () 18,001 – 23,000 บาท () มากกว่า 23,001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

2.1 ท่านชอบรับประทานหัวข้าวเกรียบหรือไม่

- () ชอบ () ไม่ชอบ () เฉย ๆ

2.2 ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์

- () น้อยกว่า 2 ครั้ง () 2 – 4 ครั้ง
 () 5 – 6 ครั้ง () มากกว่า 6 ครั้ง

2.3 ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบครั้งละกี่บาท

- () 10 บาท () 20 บาท
 () 30 บาท () มากกว่า 30 บาท

2.4 ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบจากสถานที่ใดเป็นประจำ

- () ตลาดสด () สถานศึกษา
 () ร้านค้าแผงลอย () ร้านรถเข็น

2.5 ส่วนใหญ่ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบเวลาใด

- () 7.00 - 8.00 น. () 10.00 – 11.00 น.
 () 12.00 – 13.00 น. () 14.00 – 15.00 น.
 () 16.00 -18.00 น. () 18.00 น. ขึ้นไป

2.6 โอกาสใดที่ท่านได้รับประทานหัวข้าวเกรียบ

- () งานเลี้ยงสังสรรค์ () เวลาฝนตก
 () เป็นอาหารว่าง () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

2.7 หัวข้าวเกรียบที่ท่านรับประทานใครเป็นผู้ซื้อ

- () ตัวเอง () พ่อแม่

- () พี่น้อง () เพื่อน
() อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

2.8 เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อหัวข้าวเกรียบ

- () มีประโยชน์ต่อสุขภาพ () หาซื้อได้ง่าย
() ราคาถูก () รสชาติอร่อย
() อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและหัวข้าวเกรียบรสเสริมสาหร่าย แล้วทำ
เครื่องหมาย / ในช่องให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = ชอบปานกลาง 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

[illegible]

จ11. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale) ของการศึกษาปริมาณกระเทียมพริกไทยดำที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนที่ตรงกับความรู้สึก

- | | | |
|-----------------|-------------|-------------------|
| 9=ชอบมากที่สุด | 8=ชอบมาก | 7=ชอบปานกลาง |
| 6=ชอบเล็กน้อย | 5= เฉย ๆ | 4=ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3=ไม่ชอบปานกลาง | 2=ไม่ชอบมาก | 1=ไม่ชอบมากที่สุด |

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ					
สี	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

จ12. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อหัวข้าวเกรียบรสกระเทียมพริกไทยดำ

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้: หัวข้าวเกรียบ (पालอ-กรือโป๊ะ) ซึ่งได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบ
 จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอพระคุณทุกท่าน
 ที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบาย

หัวข้าวเกรียบ เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคมากในพื้นที่ชายแดนใต้ ผลิตภัณฑ์จาก
 ส่วนผสมหลักคือปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับ
 ส่วนผสมรองอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และสารปรุงแต่งกลิ่นรส จนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อน
 กลมแล้วคลึงเป็นท่อนทรงกระบอกขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 4x24 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้น ๆ
 ขนาดกว้างxยาว 1x8 เซนติเมตร เมื่อจะรับประทานทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิ
 190 ± 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึก
 ของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() ต่ำกว่า 20 ปี () 21 – 30 ปี
 () 31 – 40 ปี () 41 – 50 ปี
 () 51 -60 ปี () มากกว่า 60 ปี

3. อาชีพ

() นักเรียน () นักศึกษา
 () ข้าราชการ () ลูกจ้าง
 () เกษตรกร () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

4. รายได้ต่อเดือน

() ต่ำกว่า 3,000 บาท () 3,001 – 8,000 บาท
 () 8,001 – 13,000 บาท () 13,001 – 18,000 บาท
 () 18,001 – 23,000 บาท () มากกว่า 23,001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

5. ท่านชอบรับประทานหัวข้าวเกรียบหรือไม่
☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ ☐ เฉย ๆ
6. ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์
☐ น้อยกว่า 2 ครั้ง ☐ 2 – 4 ครั้ง
☐ 5 – 6 ครั้ง ☐ มากกว่า 6 ครั้ง
7. ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบครั้งละกี่บาท
☐ 10 บาท ☐ 20 บาท
☐ 30 บาท ☐ มากกว่า 30 บาท
8. ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบจากสถานที่ใดเป็นประจำ
☐ ตลาดสด ☐ สถานศึกษา
☐ ร้านค้าแผงลอย ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
9. ส่วนใหญ่ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบเวลาใด
☐ 7.00 - 8.00 น. ☐ 10.00 – 11.00 น.
☐ 12.00 – 13.00 น. ☐ 14.00 – 15.00 น.
☐ 16.00 - 18.00 น. ☐ 18.00 น. ขึ้นไป
10. โอกาสใดที่ท่านได้รับประทานหัวข้าวเกรียบ
☐ งานเลี้ยงสังสรรค์ ☐ เวลาฝนตก
☐ เป็นอาหารว่าง ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
11. หัวข้าวเกรียบที่ท่านรับประทานใครเป็นผู้ซื้อ
☐ ตัวเอง ☐ พ่อแม่
☐ พี่น้อง ☐ เพื่อน
☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
12. เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อหัวข้าวเกรียบ
☐ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ☐ หาซื้อได้ง่าย
☐ ราคาถูก ☐ รสชาติอร่อย
☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

จ13. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale) ของการศึกษาปริมาณพริกหวานที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด และกรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิมแต่ละตัวอย่าง

- | | | |
|---------------------|--------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 = ชอบปานกลาง |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 5 = เฉย ๆ | 8 = ชอบมาก |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 6 = ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |

รหัสตัวอย่าง					
คุณลักษณะ					
สี	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

จ 14. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้: หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ) ซึ่งได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบาย

หัวข้าวเกรียบ เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคมากในพื้นที่ชายแดนใต้ ผลิตจากส่วนผสมหลักคือปลาที่ตัดเอาเฉพาะหัวและเครื่องในออก จากนั้นนำมาบดจนละเอียด แล้วนวดผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และสารปรุงแต่งกลิ่นรส จนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั้นเป็นก้อนกลมแล้วคลึงเป็นท่อนทรงกระบอกขนาดกว้าง x ยาวประมาณ 4x24 เซนติเมตร จากนั้นหั่นเป็นชิ้น ๆ ขนาดกว้างxยาว 1x8 เซนติเมตร เมื่อจะรับประทานทำให้สุกโดยการทอดในน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิ 190 ± 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที แล้วนำมารับประทานพร้อมน้ำจิ้ม

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึกของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1.5 เพศ

- () ชาย () หญิง

1.6 อายุ

- () ต่ำกว่า 20 ปี () 21 – 30 ปี
() 31 – 40 ปี () 41 – 50 ปี
() 51 - 60 ปี () มากกว่า 60 ปี

1.7 อาชีพ

- () นักเรียน () นักศึกษา
() ข้าราชการ () ลูกจ้าง
() เกษตรกร () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

1.8 รายได้ต่อเดือน

- () ต่ำกว่า 3,000 บาท () 3,001 – 8,000 บาท
() 8,001 – 13,000 บาท () 13,001 – 18,000 บาท
() 18,001 – 23,000 บาท () มากกว่า 23,001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

2.1 ท่านชอบรับประทานหัวข้าวเกรียบหรือไม่

- () ชอบ () ไม่ชอบ () เฉย ๆ

2.2 ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์

- () น้อยกว่า 2 ครั้ง () 2 – 4 ครั้ง
() 5 – 6 ครั้ง () มากกว่า 6 ครั้ง

2.3 ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบครั้งละกี่บาท

- () น้อยกว่า 20 บาท () มากกว่า 20 บาท

2.4 ท่านซื้อหัวข้าวเกรียบจากสถานที่ใดเป็นประจำ

- () ตลาดสด () สถานศึกษา
() ร้านค้าแผงลอย () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

2.5 ส่วนใหญ่ท่านรับประทานหัวข้าวเกรียบเวลาใด

- () 7.00 - 8.00 น. () 10.00 - 11.00 น.
 () 12.00 - 13.00 น. () 14.00 - 15.00 น.
 () 16.00 - 18.00 น. () 18.00 น. ขึ้นไป

2.6 โอกาสใดที่ท่านได้รับประทานหัวข้าวเกรียบ

- () งานเลี้ยงสร้างสรรค์ () เวลาฝนตก
 () เป็นอาหารว่าง () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

2.8 หัวข้าวเกรียบที่ท่านรับประทานใครเป็นผู้ซื้อ

- () ตัวเอง () พ่อแม่
 () พี่น้อง () เพื่อน
 () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

2.8 เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อหัวข้าวเกรียบ

- () มีประโยชน์ต่อสุขภาพ () หาซื้อได้ง่าย
 () ราคาถูก () รสชาติอร่อย
 () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

3.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน แล้วทำเครื่องหมาย / ในช่องให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย

4 = ชอบปานกลาง 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก
 9 = ชอบมากที่สุด

รสชาติ	ระดับความชอบ								
หัวข้าวเกรียบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
รสพริกหวาน									

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

จ 15. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้: หัวข้าวเกรียบ (पालอ-กรือโป๊ะ) ซึ่งได้รับการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จึงขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ และจะไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

คำอธิบาย

น้ำจิ้ม หมายถึง น้ำผสมเครื่องเทศที่มีส่วนผสมของพริก กระเทียม น้ำตาล เกลือ และ น้ำส้มสายชูเข้าด้วยกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีรสเปรี้ยว เค็ม หวาน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฝีมือของคนปรุงด้วย ในการปรุงน้ำจิ้มแต่ละประเภทนั้นจะต้องคำนึงถึงอาหารแต่ละชนิด ไม่ว่าจะเป็นอาหารทะเล ทอด นึ่ง ย่างและหม้อไฟ เป็นต้น

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมาย / ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับตัวท่านและความรู้สึกของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

1.9 เพศ

() ชาย

() หญิง

1.10 อายุ

() ต่ำกว่า 20 ปี

() 21 – 30 ปี

() 31 – 40 ปี

() 41 – 50 ปี

() 51 - 60 ปี

() มากกว่า 60 ปี

1.11 อาชีพ

() นักเรียน/ นักศึกษา

() ประกอบธุรกิจส่วนตัว

() พนักงานรัฐวิสาหกิจ/บริษัทเอกชน

() ข้าราชการ

() เกษตรกร

() อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ภาคผนวก ฉ ผลการศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์จากกิจกรรม
สนทนากลุ่ม (Focus group)

ตารางผนวกที่ ฉ1 ผลการศึกษารูปร่างของหัวข้าวเกรียบที่พึงประสงค์

ผู้ทดสอบชิม	ลักษณะรูปร่างของหัวข้าวเกรียบ		
	ทรงกลม	สามเหลี่ยมฐานโค้ง	สี่เหลี่ยมยาว
1	3	2	1
2	3	1	2
3	3	2	1
4	2	3	1
5	2	3	1
6	2	3	1
7	2	3	1
8	2	3	1
9	2	3	1
10	2	3	1
11	2	3	1
12	2	3	1
13	2	3	1
14	2	1	3
15	1	2	3
16	1	3	2
17	2	3	1

18	3	2	1
19	1	3	2
20	1	3	2
21	3	2	1
22	2	3	1
23	2	3	1
24	2	3	1
25	2	3	1
26	2	3	1
27	2	3	1
28	3	2	1
29	3	1	2
30	1	3	2
คะแนนรวม	62	78	40
1 = ชอบมากที่สุด			
2 = ชอบปานกลาง			
3 = ไม่ชอบน้อยที่สุด			

ตารางผนวกที่ ๑2 ผลการคัดเลือกรสชาติหัวข้าวเกรียบสำหรับการพัฒนา

ผู้ทดสอบ	ลำดับคะแนนความชอบ				
	ตำลึง	พริกขี้หนู	สาหร่าย	พริกหวาน	กระเทียมพริกไทยดำ
1	4	5	2	1	3
2	1	4	5	2	3
3	4	2	5	1	2
4	2	3	1	5	4
5	2	5	1	4	3
6	5	4	3	1	2
7	3	1	2	4	5
8	4	5	3	1	2
9	5	4	2	1	3
10	2	5	4	1	3
11	4	2	5	3	1
12	5	4	2	1	3
13	4	2	5	1	3
14	5	4	3	2	1

15	1	4	5	3	2
16	4	3	2	5	1
17	5	3	4	1	2
18	2	5	4	1	3
19	1	4	5	3	2
20	4	5	2	1	3
21	5	1	2	4	3
22	3	4	2	5	1
23	5	2	4	1	3
24	5	4	3	2	1
25	2	3	1	5	4
26	4	2	3	5	1
27	3	4	2	5	1
28	5	4	1	3	2
29	5	4	3	2	1
30	5	4	3	2	1
คะแนนรวม	109	106	89	76	70

1 = ชอบมากที่สุด

2 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบน้อย

5 = ชอบน้อยที่สุด

ภาคผนวก ข ผลการศึกษาคุณลักษณะของหัวข้าวเกรียบที่ใช้แบบทดสอบทางประสาท

สัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test)

ตารางผนวกที่ ข1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของการคัดเลือกน้ำจิ้มไก่เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ผู้ทดสอบ	ลำดับตัวอย่าง				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
1	4	3	5	2	1
2	3	5	2	4	1
3	4	1	2	5	3

4	4	1	3	5	1
5	4	5	2	3	1
6	5	3	1	4	2
7	3	4	5	2	1
8	4	5	3	1	2
9	3	5	3	4	1
10	3	5	4	2	1
11	4	5	2	3	1
12	4	2	3	5	1
13	3	2	4	5	1
14	4	1	3	5	2
15	4	1	3	5	2
16	1	3	4	5	2
17	1	5	4	3	2
18	5	4	3	2	1
19	4	3	5	2	1
20	4	3	5	2	1
21	5	2	4	1	3
22	2	5	4	3	1
23	4	3	5	1	2
24	4	2	3	5	1
25	5	4	3	1	2
26	5	4	3	1	2
27	4	5	2	3	1

ตารางผนวกที่ ข1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) ของการคัดเลือกน้ำจิ้มไก่เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	ลำดับตัวอย่าง				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
28	4	5	3	2	1

29	3	4	2	5	1
30	2	5	3	2	1
รวมค่าอันดับ	109	105	98	93	43

หมายเหตุ สูตรที่ 1 น้ำจิ้มไก่ ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

สูตรที่ 2 น้ำจิ้มไก่ ตราแม่ประนอม

สูตรที่ 3 น้ำจิ้มไก่ จากปิยนุสรณ์ น้อยด้วงและเนตรนภา วิเลปะนะ (2550)

สูตรที่ 4 สูตรน้ำจิ้มจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

สูตรที่ 5 น้ำจิ้มไก่ดัดแปลงจากกัลยา เลหาสงคราม, รมณี สงวนดีกุล, สุเมธ ตันตระเจียร, พาสวดี ประทีปะเสน และสายวรุฬ ชัยวนิชศิริ (2546)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

การคำนวณค่า LSD_{rank} ตามแบบ Fisher and Yates (1942)

$$\text{ใช้สูตร } LSD_{rank} = 1.96[bt(t+1)6]^{1/2}$$

t = จำนวนตัวอย่าง

b = จำนวนผู้ทดสอบ

$$LSD_{rank} = 1.96[(30)(5)(5+1)]^{1/2}$$

$$= 1.96[150]^{1/2}$$

$$= 1.96[12.25]$$

$$= 24.01 \text{ (ต่ำกว่า critical value ของ Basker's test)}$$

เปรียบเทียบผลต่างของค่า rank sum ของแต่ละคู่เปรียบเทียบกับ LSD_{rank}

สูตรที่ 1-สูตรที่ 2 = 109 - 105 = 4	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 1-สูตรที่ 3 = 109 - 98 = 11	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 1-สูตรที่ 4 = 109 - 93 = 16	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 1-สูตรที่ 5 = 109 - 43 = 66	>24.01	แตกต่าง
สูตรที่ 2-สูตรที่ 3 = 105 - 98 = 7	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 2-สูตรที่ 4 = 105 - 93 = 12	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 2-สูตรที่ 5 = 105 - 43 = 62	>24.01	แตกต่าง
สูตรที่ 3-สูตรที่ 4 = 98 - 93 = 5	<24.01	ไม่แตกต่าง
สูตรที่ 3-สูตรที่ 5 = 98 - 43 = 55	>24.01	แตกต่าง
สูตรที่ 4-สูตรที่ 5 = 93 - 43 = 50	>24.01	แตกต่าง

ได้ข้อมูลสรุปดังนี้

	สูตรน้ำจิ้ม				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
คะแนนลำดับความชอบรวม	109 ^a	105 ^a	98 ^a	93 ^a	43 ^b

ภาคผนวก ซ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ซ1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาชนิดของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Rep (R)	29	28.69	0.99	1.23 ^{ns}
	Treatment (T)	1	66.15	66.15	82.16 [*]
	Error	29	23.35	0.81	
	Total	59	118.19		
กลิ่น	Rep (R)	29	55.40	1.74	1.53 ^{ns}
	Treatment (T)	1	0.07	0.07	0.06 ^{ns}
	Error	29	32.93	1.14	
	Total	59	88.4		
รสชาติ	Rep (R)	29	34.75	1.20	2.22 ^{ns}
	Treatment (T)	1	0.82	0.82	1.51 ^{ns}
	Error	29	15.68	0.54	
	Total	59	51.25		
เนื้อสัมผัส	Rep (R)	29	24.68	0.85	1.02 ^{ns}
	Treatment (T)	1	25.35	25.35	30.44 [*]
	Error	29	24.15	0.83	
	Total	59	74.18		
ความชอบรวม	Rep (R)	29	21.73	0.75	1.16 ^{ns}
	Treatment (T)	1	32.27	32.70	49.95 [*]
	Error	29	18.73	0.65	
	Total	59	72.73		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Rep (R)	29	64.99	2.24	1.81
	Treatment (T)	4	4.16	1.04	0.84 ^{ns}
	Error	116	143.44	1.23	
	Total	149	212.59		
ลักษณะ ปรากฏ	Rep (R)	29	178.54	6.15	4.25
	Treatment (T)	4	25.57	6.39	4.41 [*]
	Error	116	168.02	1.44	
	Total	149	372.13		
กลิ่น	Rep (R)	29	103.33	3.56	2.78
	Treatment (T)	4	5.80	1.45	1.13 ^{ns}
	Error	116	146.20	1.27	
	Total	149	255.33		
รสชาติ	Rep (R)	29	136.87	4.70	3.70
	Treatment (T)	4	2.04	0.51	0.40 ^{ns}
	Error	116	147.16	1.26	
	Total	149	286.07		
เนื้อสัมผัส	Rep (R)	29	63.47	2.18	2.03
	Treatment (T)	4	14.77	3.69	3.43 [*]
	Error	116	124.82	1.07	
	Total	149	203.06		
ความชอบ รวม	Rep (R)	29	105.49	3.63	2.82
	Treatment (T)	4	14.02	3.50	2.72 [*]
	Error	116	149.57	1.28	
	Total	149	269.08		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
หัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Rep (R)	29	247.50	8.53	6.39*
	Treatment (T)	4	13.26	3.31	2.48*
	Error	116	154.73	1.33	
	Total	149	415.49		
ลักษณะ ปรากฏ	Rep (R)	29	238.67	8.23	8.70*
	Treatment (T)	4	11.97	2.99	3.16*
	Error	116	109.62	0.94	
	Total	149	360.26		
กลิ่น	Rep (R)	29	177.79	6.13	4.73*
	Treatment (T)	4	16.09	4.02	3.10*
	Error	116	150.30	1.29	
	Total	149	344.18		
รสชาติ	Rep (R)	29	149.49	5.15	3.00*
	Treatment (T)	4	19.02	4.75	2.77*
	Error	116	198.97	1.71	
	Total	149	367.48		
เนื้อสัมผัส	Rep (R)	29	159.73	5.51	3.44*
	Treatment (T)	4	16.36	4.09	2.55*
	Error	116	185.64	1.60	

	Total	149	361.73		
ความชอบ	Rep (R)	29	176.54	6.08	3.63 [*]
รวม	Treatment (T)	4	18.17	4154	2.71 [*]
	Error	116	194.22	1.67	
	Total	149	388.93		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๔4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหัวข้าวเกรียบ
ที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Rep (R)	29	58.74	2.03	1.60
	Treatment (T)	3	36.36	12.12	9.60 [*]
	Error	87	109.89	1.26	
	Total	119	204.99		
กลิ่น	Rep (R)	29	84.37	2.91	1.65
	Treatment (T)	3	42.50	14.17	8.03 [*]
	Error	87	153.50	1.76	
	Total	119	280.37		
รสชาติ	Rep (R)	29	96.24	3.32	2.06
	Treatment (T)	3	10.29	3.43	2.12 ^{ns}
	Error	87	140.46	1.61	
	Total	119	246.99		
ลักษณะปรากฏ	Rep (R)	29	116.20	4.01	2.72
	Treatment (T)	3	21.00	7.00	4.76 [*]

	Error	87	128.00	1.47	
	Total	119	265.2		
เนื้อสัมผัส	Rep (R)	29	116.24	4.01	2.82
	Treatment (T)	3	16.22	5.41	3.81*
	Error	87	123.52	1.42	
	Total	119	255.98		
ความชอบรวม	Rep (R)	29	40.47	1.40	1.21
	Treatment (T)	3	39.37	13.12	11.40*
	Error	87	100.13	1.15	
	Total	119	179.97		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๕ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว ค่าการขยายตัวด้านยาวและค่าการขยายตัวด้านกว้างของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การพองตัว	Treatment (T)	5	0.15	0.03	1.12 ^{ns}
	Error	54	1.49	0.02	
	Total	59	1.64		
การขยายตัวด้านกว้าง	Treatment (T)	5	0.11	0.02	2.43*
	Error	114	1.09	0.01	
	Total	119	1.2		
การขยายตัวด้านยาว	Treatment (T)	5	0.03	0.007	0.96 ^{ns}
	Error	114	0.81	0.007	
	Total	119	0.84		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว การขยายตัวด้านยาว การขยายตัวด้านกว้างในหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของกระเทียมพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	CV	DF	SS	MS	F
การพองตัว	Treatment (T)	5	0.16	0.03	0.77 ^{ns}
	Error	54	2.25	0.04	
	Total	59	2.41		
การขยายตัวด้านกว้าง	Treatment (T)	5	0.11	0.023	2.49 [*]
	Error	114	1.02	0.009	
	Total	119	1.13		
การขยายตัวด้านยาว	Treatment (T)	5	0.03	0.007	0.96 ^{ns}
	Error	114	0.81	0.007	
	Total	119	0.84		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการพองตัว ค่าการขยายตัวด้านยาวและค่าการขยายตัวด้านกว้างของหัวข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
การพองตัว	Treatment (T)	4	1.89	0.47	2.06 ^{ns}
	Error	45	10.34	0.23	
	Total	49	12.23		

การขยายตัว	Treatment (T)	4	0.11	0.03	1.75 ^{ns}
ด้านกว้าง	Error	95	1.50	0.02	
	Total	99	1.61		
การขยายตัว	Treatment (T)	4	0.00	8.15	1.15 ^{ns}
ด้านยาว	Error	95	0.01	7.11	
	Total	99	0.01		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ
ก่อนทอดที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	5	28.28	5.65	8.24*
	Error	54	37.06	0.68	
	Total	59	65.34		
a*	Treatment (T)	5	6.90	1.38	11.80*
	Error	54	6.31	0.11	
	Total	59	13.21		
b*	Treatment (T)	5	50.98	10.19	19.40*
	Error	54	28.38	0.54	
	Total	59	79.36		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอดที่มี
ส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	5	109.97	21.99	3.05*
	Error	54	388.23	7.18	
	Total	59	498.2		
a*	Treatment (T)	5	42.36	8.47	3.69*
	Error	54	123.78	2.29	
	Total	59	166.14		
b*	Treatment (T)	5	40.56	8.11	1.05 ^{ns}
	Error	54	414.22	7.67	
	Total	59	454.78		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของหัวข้าวเกรียบก่อนทอด
ที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	CV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	5	65.73	13.14	10.58*
	Error	104	129.12	1.24	
	Total	109	194.85		
a*	Treatment (T)	5	11.70	2.34	7.05*
	Error	104	34.52	0.33	
	Total	109	46.22		
b*	Treatment (T)	5	15.65	3.13	2.07 ^{ns}
	Error	104	156.60	1.50	
	Total	109	172.25		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอด
ที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	CV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	5	88.22	17.64	5.61*
	Error	54	169.84	3.14	
	Total	59	258.06		
a*	Treatment (T)	5	22.02	4.40	3.56*
	Error	54	66.76	1.23	
	Total	59	88.78		
b*	Treatment (T)	5	61.43	12.28	4.05*
	Error	54	163.80	3.03	
	Total	59	225.23		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของหัวข้าวเกรียบ
ก่อนทอดที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	4	43.77	10.94	13.68*
	Error	45	36.00	0.80	
	Total	49	79.77		
a*	Treatment (T)	4	20.41	5.10	6.80*
	Error	45	33.75	0.75	
	Total	49	54.16		
b*	Treatment (T)	4	0.66	0.16	0.10 ^{ns}
	Error	45	77.37	1.72	
	Total	49	78.03		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ซ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* a* และ b* ของหัวข้าวเกรียบหลังทอด
ที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
L*	Treatment (T)	4	304.78	76.20	44.09*
	Error	45	77.77	1.73	
	Total	49	382.55		
a*	Treatment (T)	4	62.48	15.62	18.36*
	Error	45	38.28	0.85	
	Total	49	100.76		
b*	Treatment (T)	4	6.22	1.56	1.34 ^{ns}
	Error	45	52.11	1.16	
	Total	49	58.33		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ภาคผนวก ฅ การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอด

ตารางผนวกที่ ฅ1 ผลวิเคราะห์ค่าสีของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของสาหร่ายในระดับต่าง ๆ

ปริมาณ สาหร่าย (ร้อยละ)	ก่อนทอด			หลังทอด		
	L [*]	a [*]	b [*]	L [*]	a [*]	b [*]
0	42.21 ^{bc} ± 0.96	2.30 ^b ± 1.65	13.94 ^{cd} ± 2.23	36.95 ^c ± 2.38	8.26 ^b ± 1.65	21.92 ^a ± 2.23
4	42.05 ^b ± 0.76	2.28 ^b ± 1.03	14.28 ^d ± 2.01	36.85 ^c ± 1.87	7.32 ^{ab} ± 1.03	21.26 ^a ± 2.01
6	42.89 ^c ± 0.83	2.01 ^b ± 1.07	13.78 ^{cd} ± 1.44	35.03 ^{abc} ± 3.16	8.37 ^b ± 1.07	20.23 ^a ± 1.44
8	41.87 ^b ± 0.77	1.99 ^b ± 1.26	13.48 ^c ± 1.63	36.27 ^{bc} ± 2.37	7.51 ^{ab} ± 1.26	20.86 ^a ± 1.63
10	40.99 ^a ± 0.99	1.97 ^b ± 1.26	12.53 ^b ± 4.53	33.56 ^a ± 4.11	6.05 ^a ± 1.26	20.55 ^a ± 4.53
12	40.93 ^a ± 0.60	1.27 ^a ± 0.82	11.60 ^a ± 3.43	33.91 ^{ab} ± 1.23	6.54 ^a ± 0.82	19.29 ^a ± 3.43

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 10 ซ้ำ

^{a-b} ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ (P < 0.05)

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P ≥ 0.05)

L^{*} = 100 หมายถึง สีขาว, L^{*} = 0 หมายถึง สีดำ

a^{*} = (-) หมายถึง สีเขียว, a^{*} = (+) หมายถึง สีแดง

b^{*} = (-) หมายถึง สีน้ำเงิน, b^{*} = (+) หมายถึง สีเหลือง

ตารางผนวกที่ ฅ2 ผลวิเคราะห์ค่าสีของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของกระเทียมและพริกไทยดำในระดับต่าง ๆ

ปริมาณ	ก่อนทอด	หลังทอด
--------	---------	---------

กระเทียม พริกไทยดำ (ร้อยละ)	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	42.21 ^b ±0.96	2.30 ^{ab} ±0.36	13.94 ^b ±0.91	36.95 ^b ±2.38	7.96 ^b ±1.86	21.92 ^c ±2.23
3	43.54 ^d ±1.15	1.90 ^a ±0.61	13.95 ^b ±1.61	37.80 ^b ±1.63	6.42 ^a ±1.48	20.85 ^{bc} ±1.83
5	43.07 ^{cd} ±0.79	2.05 ^{ab} ±0.73	13.83 ^b ±0.78	37.52 ^b ±1.21	6.39 ^a ±0.64	20.73 ^{bc} ±0.73
7	42.71 ^{bc} ±1.17	2.16 ^{ab} ±0.36	13.73 ^{ab} ±1.19	37.16 ^b ±1.61	6.34 ^a ±0.75	20.00 ^{ab} ±2.15
9	42.49 ^{bc} ±0.72	2.45 ^b ±0.53	13.62 ^{ab} ±0.95	35.28 ^a ±1.97	6.28 ^a ±0.69	19.41 ^{ab} ±1.71
11	41.15 ^a ±1.63	2.87 ^c ±0.66	12.87 ^a ±1.52	34.50 ^a ±1.62	6.27 ^a ±0.55	18.84 ^a ±1.36

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 10 ซ้ำ

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

L* = 100 หมายถึง สีขาว, L* = 0 หมายถึง สีดำ

a* = (-) หมายถึง สีเขียว, a* = (+) หมายถึง สีแดง

b* = (-) หมายถึง สีนํ้าเงิน, b* = (+) หมายถึง สีเหลือง

ตารางผนวกที่ ๓ ผลวิเคราะห์ค่าสีของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดและหลังทอดที่มีส่วนผสมของพริกหวานในระดับต่าง ๆ

ปริมาณ พริกหวาน (ร้อยละ)	ก่อนทอด			หลังทอด		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	43.61 ^c ±0.50	3.95 ^c ±0.71	15.39 ^a ±1.58	38.58 ^d ±1.19	4.83 ^a ±0.51	17.56 ^a ±0.70
4	43.46 ^c ±0.82	3.29 ^{bc} ±0.63	15.54 ^a ±1.24	36.60 ^c ±1.55	4.90 ^a ±0.58	16.85 ^a ±1.38
6	42.53 ^b ±0.72	2.87 ^{ab} ±1.09	15.18 ^a ±1.19	33.53 ^b ±1.49	6.77 ^b ±0.65	17.91 ^a ±1.35
8	41.52 ^a ±1.25	2.33 ^a ±0.84	15.39 ^a ±1.19	32.98 ^{ab} ±1.38	7.28 ^b ±0.91	17.35 ^a ±1.19
10	41.38 ^a ±1.00	2.22 ^a ±0.98	15.33 ^a ±1.32	31.96 ^a ±0.84	7.29 ^b ±1.55	17.19 ^a ±0.64

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 10 ซ้ำ

a-b-c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

L* = 100 หมายถึง สีขาว, L* = 0 หมายถึง สีดำ

a* = (-) หมายถึง สีเขียว, a* = (+) หมายถึง สีแดง

b* = (-) หมายถึง สีนํ้าเงิน, b* = (+) หมายถึง สีเหลือง

ภาคผนวก ญ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบ

ตารางผนวกที่ ญ1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
สี	Rep (R)	29	79.122	2.728	2.074
	Treatment(T)	2	4.36	2.18	1.66 ^{ns}
	Error	58	76.31	1.32	
	Total	89	159.79		
กลิ่น	Rep (R)	29	46.267	1.595	0.969
	Treatment(T)	2	1.87	0.93	0.57 ^{ns}
	Error	58	141.73	1.63	

	Total	89	189.86		
รสชาติ	Rep (R)	29	83.122	2.866	1.506
	Treatment(T)	2	6.96	3.48	1.56 ^{ns}
	Error	58	193.50	2.22	
	Total	89	283.58		
ความชอบรวม	Rep (R)	29	51.122	1.763	1.388
	Treatment(T)	2	0.36	0.18	0.14 ^{ns}
	Error	58	73.64	1.27	
	Total	89	125.12		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๒ ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแอสซิดิกและค่าสีของน้ำจิ้มหัวข้าวเกรียบที่ผลิตจากพริกและกระเทียมที่ต้องเป็นเวลา 1, 3 และ 5 วัน

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
pH	Treatment (T)	2	0.04	0.02	335.40*
	Error	6	0	5.56	
	Total	8	0.04		
ปริมาณกรดแอสซิดิก	Treatment(T)	2	0.05	0.03	50.23*

	Error	6	0.003	0.001	
	Total	8	0.053		
L*	Treatment(T)	2	1.27	0.64	1.71 ^{ns}
	Error	6	2.23	0.37	
	Total	8	3.5		
a*	Treatment(T)	2	7.21	3.61	4.46 ^{ns}
	Error	6	4.85	0.81	
	Total	8	12.06		
b*	Treatment(T)	2	3.55	1.78	0.99 ^{ns}
	Error	6	10.74	1.79	
	Total	8	14.29		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๓ ผลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของค่าความหนืดในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้ม
หัวข้าวเกรียบที่มีการเติมสารขึ้นหนืดในระดับต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	DF	SS	MS	F
ความหนืด	Treatment(T)	6	65182869.238	10863811.540	2223.414*
	Error	14	68405.333	4886.095	
	Total	20	65251274.57		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ภาคผนวก ๓ ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ จากศูนย์
พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



FACULTY OF AGRO-INDUSTRY, PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
HAT YAI, SONGKHLA, 90112, THAILAND

Tel: 66-74-286391, 286310 Fax: 66-74-213008 e-mail : adcet.psu@hotmail.com

รายงานผลทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา



FACULTY OF AGRO-INDUSTRY, PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
HAT YAI, SONGKHLA, 90112, THAILAND

Tel: 66-74-286391, 286310 Fax: 66-74-213008 e-mail : adcet.psu@hotmail.com

รายงานผลทดสอบ

เลขที่ใบขอรับบริการ 0170/54

เลขที่ใบรายงานผลทดสอบ CH0111/2011

วันที่รับตัวอย่าง 12 พฤษภาคม 2554

ชื่อผู้ขอรับบริการ นางสาวขจีณี เจะกายอ / มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ที่อยู่ 133 ถนนเทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

ชื่อ / ชนิดของตัวอย่าง : ข้าวเกรียบกะปิเห็ดดอกตะแบกเป็นแท่งทรงสี่เหลี่ยมยาวบรรจุถุงพลาสติก

รายงานผลทดสอบ :

ชื่อ/รหัสตัวอย่าง	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลทดสอบ (หน่วย)
หัวข้าวเกรียบสุตรสหาร่าย	Shear force	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	3,216.66 กรัม
	Work of shear	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	15,951.25 กรัม
	Fracturability	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	633.30 กรัม
	Crude Fat	AOAC (Soxhlet Extraction Method)	8.48 %
	Crude Fiber	AOAC (Fritted Glass Crucible Method)	0.14 %
	แคลเซียม	ICP-OES	0.67 % w/w

- รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์/ทดสอบเท่านั้น

- ห้ามคัดถ่ายรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์)
ผู้อำนวยการ
ห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมี

รายงานผลการทดสอบตามหนังสือเลขที่ ADCET/0330/2554 ลงวันที่ 30 เดือนพฤษภาคม พ.ศ 2554

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112



FACULTY OF AGRO-INDUSTRY, PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY
HAT YAI, SONGKHLA, 90112, THAILAND

Tel: 66-74-286391, 286310 Fax: 66-74-213008 e-mail : adcet.psu@hotmail.com

รายงานผลทดสอบ

เลขที่ใบขอรับบริการ 0170/54

เลขที่ใบรายงานผลทดสอบ CH0112/2011

วันที่รับตัวอย่าง 12 พฤษภาคม 2554

ชื่อผู้ขอรับบริการ นางสาวชัชณี เจะกายอ / มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ที่อยู่ 133 ถ.เทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

ชื่อ / ชนิดของตัวอย่าง : ข้าวเกรียบกะปิเห็ดดอกตะกั่วเป็นแท่งทรงสี่เหลี่ยมยาวบรรจุถุงพลาสติก

รายงานผลทดสอบ :

ชื่อ/รหัสตัวอย่าง	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลทดสอบ (หน่วย)
หัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียม พริกไทย	Shear force	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	3,059.31 กรัม
	Work of shear	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	16,462.66 กรัม
	Fracturability	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) หัววัดใบมีด Warner – Blaztler ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 mm./s. ระยะทางตัด 25 มิลลิเมตร	559.64 กรัม
	Crude Fat	AOAC (Soxhlet Extraction Method)	7.95 %
	Crude Fiber	AOAC (Fritted Glass Crucible Method)	0.23 %
	แคลเซียม	ICP-OES	0.58 % w/w

- รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์/ทดสอบเท่านั้น

- ห้ามคัดลอกรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์)
ผู้อำนวยการ
ห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมี

รายงานผลการทดสอบตามหนังสือเลขที่ ADCET/0330/2554 ลงวันที่ 30 เดือนพฤษภาคม พ.ศ 2554

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา



AGRO-INDUSTRY DEVELOPMENT CENTER FOR EXPORT (ADCET)

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY, PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

HAT YAI, SONGKHLA 90112, THAILAND

Tel: 66-74-286391, 286310 Fax: 66-74-446730 , 213008

e-mail : adcet.psu@hotmail.com website : adcet.psu.ac.th

เลขที่ใบรายงานผลทดสอบ CH0064/2012

รายงานผลทดสอบ :

ชื่อ/รหัสตัวอย่าง	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลทดสอบ (หน่วย)
หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	Shear force	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) ใช้ใบมีด Blade set ระยะทางตัด 20 มิลลิเมตร ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที	4,182.90 กรัม
	Work of Shear	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) ใช้ใบมีด Blade set ระยะทางตัด 20 มิลลิเมตร ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที	16,022.72 (กรัมวินาที)
	Fracturability	Texture Analyser รุ่น TA-XT2i (Surrey, England) ใช้ใบมีด Blade set ระยะทางตัด 20 มิลลิเมตร ความเร็วของใบมีดขณะทดสอบ 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที	3,378.22 กรัม

- รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์/ทดสอบเท่านั้น
- ห้ามคัดถ่ายรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

Signature

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์)

ผู้บริหารวิชาการ

ห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมี

รายงานผลการทดสอบตามหนังสือเลขที่ ADCET/0178/2555 ลงวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112



AGRO-INDUSTRY DEVELOPMENT CENTER FOR EXPORT (ADCET)

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY, PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

HAT YAI, SONGKHLA 90112, THAILAND

Tel: 66-74-286391, 286310 Fax: 66-74-446730 , 213008

e-mail : adcet.psu@hotmail.com website : adcet.psu.ac.th

รายงานผลทดสอบ

เลขที่ใบขอรับบริการ 0087/55

เลขที่ใบรายงานผลทดสอบ CH0064/2012

วันที่รับตัวอย่าง 27 กุมภาพันธ์ 2555

ชื่อผู้ขอรับบริการ คุณนุรรมย์ อาแว / มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ที่อยู่ 133 ถนนเทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

ชื่อ / ชนิดของตัวอย่าง : หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน

รายงานผลทดสอบ :

ชื่อ/รหัสตัวอย่าง	รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลทดสอบ (หน่วย)
หัวข้าวเกรียบรสพริกหวาน	Moisture	AOAC (Loss on Drying at 95-100°C)	33.02 %
	Protein	AOAC (Block Digestion Method)	15.11 %
	Crude Fat	AOAC (Soxhlet Extraction Method)	6.31 %
	Ash	AOAC	4.26 %
	Crude Fiber	AOAC (Fritted Glass Crucible Method)	0.22 %
	Total Carbohydrate	Calculation	41.30 %
	Energy (Total calories)	Calculation	282.43 kcal
	แคลเซียม	ICP-OES	1,729.569 mg/kg

- รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์/ทดสอบเท่านั้น

- ห้ามคัดลอกรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ วิฒณจันทร์)

ผู้บริหารวิชาการ

ห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมี

รายงานผลการทดสอบตามหนังสือเลขที่ ADCET/0178/2555 ลงวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112