การศึกษาอัตราส่วนและบรรจุภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ
The Study of Ratios and Packaging on Baked Fish Crackers by Microwave Shelf Life

รอมลี เจะดอเลาะ [1*], มาหะมะดารี, แวโนะ[2], อิสมาแอ ล่าเตะเกะ[3]
Romlee Chedoloh [1], Mahamadaree Waeno[2], Ismaair Latekeh[3]

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาโดยการใช้ไมโครเวฟทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีไขมันน้อยและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและความยอมรับของผู้บริโภคและศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรต่อคุณสมบัติและความยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ จากการศึกษาพบว่าปริมาณแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่อัตราส่วน 50:50 มีผลต่อความยอมรับและความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบสูงที่สุดทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ การเพิ่มใบตำลึงในข้าวเกรียบปลาปริมาณร้อยละ 10 มีผลต่อระดับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มข้าวกล้องและฟักทอง การเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรักษาคุณภาพของข้าวเกรียบปลา และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์

คำสำคัญ : ข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ สมุนไพร การทดสอบทางประสาทสัมผัส

Abstract

The product developments of fish crackers by using microwaves cause the product to achieve low-fat and increase its nutritional value. This study to investigate the ratio of cassava starch and fresh fish meat on fish cracker's physical and chemical properties and consumer acceptance. The objectives of study were also concerned on the relationship of herbs ratio with consumer acceptance and study on the packaging and shelf life of the products that baked using microwaves. This study found that cassava starch and fresh fish meat were mixed in a 50:50 ratio shows the highest consumer acceptant scores in all terms (color, smell, taste and texture) compare to that other ratios. The fish crackers which was added 10 percent of ivy gourds shows the highest consumer sensory scores in term of flavor, texture and overall compare to adding brown rice and pumpkin. The shelf life of fish crackers stored in aluminum foil bag that means the fish crackers can be able to maintain its quality in 5 weeks storage time.

Keywords : Baked fish crackers by microwave, herbs, sensory test

[1] อ. สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ปัตตานี 94160
[2] อ. สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ปัตตานี 94160
[3] อ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
[*] Corresponding author : ramlee_chedoloh@hotmail.com Tel. 087-9119291

บทนำ

ปัจจุบันการผลิตข้าวเกรียบปลาเพื่อการบริโภคมีทั้งการผลิตในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนไปจนกระทั่งการผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเพื่อบริโภคภายในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้เป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปข้าวเกรียบปลาถูกทำให้พองด้วยการทอด ซึ่งมีปัญหาการอมน้ำมันและการเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์ซึ่งสาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำมัน น้ำมันที่ใช้ทอดข้าวเกรียบปลาส่วนใหญ่ใช้น้ำมันปาล์มและใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายๆ ครั้ง ส่งผลให้ข้าวเกรียบปลาที่ได้จากการทอดแต่ละครั้งมีคุณภาพแตกต่างกัน เมื่อนำข้าวเกรียบปลาที่ผ่านการทอดสู่ตลาดระหว่างการขนส่งสิงค้าทำให้เกิดการแตกหักส่งผลต่อคุณภาพและคุณลักษณะทางกายภาพทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปใช้ส่วนผสมหลักคือ แป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลา อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาที่เหมาะสม มีส่วนช่วยให้ข้าวเกรียบปลามีลักษณะการพองตัวที่ดี ข้าวเกรียบปลามีคุณค่าทางโภชนาการ มีปริมาณของโปรตีนสูงแต่มีปริมาณของเส้นใยอาหารต่ำ ซึ่งเส้นใยอาหารมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกาย เช่น ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดอัตราการเป็นโรคหัวใจ และลดความอ้วน เป็นต้น ดังนั้นต้องมีการเสริมเส้นใยจากสมุนไพรชนิดต่างๆ ได้แก่ การเพิ่มข้าวกล้อง ตำลึงและฟักทอง จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบปลาได้ ส่วนข้าวกล้องเพิ่มปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและฟักทองมีปริมาณของเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารที่ป้องกันกระบวนการออกซิเดชันและช่วยชะลอความแก่ชรา การเพิ่มปริมาณของสมุนไพรดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเกรียบในขั้นตอนการอบให้พองตัวด้วยไมโครเวฟ ดังนั้นการเพิ่มสมุนไพรในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดต่อคุณสมบัติและความยอมรับของผู้บริโภค ศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรต่อคุณสมบัติและความยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนเป็นที่รู้จักในระดับประเทศและอาเซียนต่อไป

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและความยอมรับของผู้บริโภค

1.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดในการผลิตข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ โดยมีอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลาทูสด 6 อัตราส่วนคือ 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 และ 40:60 ตามลำดับ และมีส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เกลือป่น, พริกไทยป่น, ผงชูรส, น้ำตาล และกระเทียมบด ปริมาณร้อยละ 2.00, 2.00, 0.50, 6.00 และ 4.50 โดยน้ำหนักของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดรวมกัน

1.2 ผลิตข้าวเกรียบปลาโดยการนวดแป้งจนเนื้อแป้งเนียนนุ่มและไม่ติดมือ แล้วปั้นก้อนโดให้เป็นท่อนทรงกระบอกยาวขนาด 12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร และนำไปต้มระยะเวลา 30 นาที แล้วนำมาใส่ตะแกรงพักให้สะเด็ดน้ำ และเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิที่ 4-7 องซาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง แล้วหั่นด้วยมีดให้มีขนาดบางประมาณ 2 มิลลิเมตร และอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) โดยให้มีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 8-9 (หากมีความชื้นสูงกว่าที่กำหนดให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 55-60 องซาเซลเซียส ระยะเวลาอบตามความเหมาะของความชื้นเริ่มต้นและวิเคราะห์ความชื้น ทำซ้ำจนกว่าจะได้ความชื้นตามที่กำหนด)

1.3 นำข้าวเกรียบปลาดิบเข้าเครื่องไมโครเวฟที่มีกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ อบนาน 70 วินาที แล้ววิเคราะห์อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบปลา (Yu, 1991) และทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อความยอมรับของผู้บริโภคจากนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 30 คน (ณัฐวดี มิ่งพิศุทธิ์พงศ์ และทิพปภา สารโกศล, 2554) โดยวิธี 9-point Hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard และคณะ (1999)

1.4 นำข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 นำผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติเลือกชุดการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากการพองตัวของข้าวเกรียบปลาและความยอมรับของผู้บริโภคเพื่อใช้ในการศึกษาลำดับต่อไป

2. ศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรต่อคุณสมบัติและความยอมรับของผู้บริโภค

2.1 ศึกษาชนิดและปริมาณของพืชสมุนไพรที่เหมาะสม 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้อง ตำลึงและฟักทอง แต่ละพืชสมุนไพรใช้ปริมาณร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น โดยออกแบบการทดลองตามแบบแฟคตอเรียลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Factorial Design; CRFD) 3x4 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทำการผลิตข้าวเกรียบปลาที่มีส่วนผสมของสมุนไพรที่ผ่านการบดละเอียด แล้วนวดแป้งจนเนื้อแป้งเนียนนุ่มและไม่ติดมือ แล้วปั้นก้อนโดให้เป็นท่อนทรงกระบอกยาวขนาด 12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร และนำไปต้มประมาณ 30 นาที แล้วนำใส่ตะแกรงพักให้สะเด็ดน้ำและเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิที่ 4-7 องซาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง แล้วหั่นด้วยมีดให้มีขนาดบางประมาณ 2 มิลลิเมตร และอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) โดยให้มีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 8-9

2.2 นำข้าวเกรียบปลาเข้าเครื่องไมโครเวฟที่มีกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ อบนาน 70 วินาที วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบปลาได้แก่ ความชื้น (AOAC, 2000) ไขมัน (AOAC, 2000) โปรตีน (AOAC, 2000) เยื่อใย (AOAC, 2000) เถ้า (AOAC, 2000) อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบปลา (Yu, 1991) และทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อความยอมรับของผู้บริโภคจากนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 30 คน (ณัฐวดี มิ่งพิศุทธิ์พงศ์ และทิพปภา สารโกศล, 2554) โดยวิธี 9 - point Hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard และคณะ (1999)

2.3 นำข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นำผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติเลือกชุดการทดลองการเพิ่มสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่เหมาะสมของการศึกษานี้โดยพิจารณาจากการพองตัวและความยอมรับของผู้บริโภคเพื่อใช้ในการศึกษาลำดับต่อไป

3. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ

3.1 ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติของข้าวเกรียบปลาโดยการนำข้าวเกรียวปลาผ่านการอบด้วยไมโครเวฟปริมาณ 300 กรัม แล้วบรรจุในชนิดอลูมิเนียมฟอยล์และถุงโพลีโพรพิลีน (PP) ขนาด 8x12 นิ้ว ปิดผนึกแบบธรรมดาด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ โดยออกแบบการทดลองตามแบบแฟคตอเรียลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Factorial Design; CRFD) 2x5 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2 เมื่อเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟครบเวลาตามที่กำหนด วิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000) วิเคราะห์ TBARS (ดัดแปลงวิธีของ Buege และ Aust, 1978) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001) และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ความกรอบ ขนาดการพองตัว รสชาติและความชอบโดยรวม โดยนักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จำนวน 30 คน (ณัฐวดี มิ่งพิศุทธิ์พงศ์ และทิพปภา สารโกศล, 2554) โดยวิธี 9 - point Hedonic scale ตามวิธีของ Meilgaard และคณะ (1999)

3.3 นำข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและความยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดโดยทำการออกแบบการศึกษา ปริมาณแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสด โดยการเพิ่มปริมาณเนื้อปลาทูสดในระดับน้อยจนถึงปริมาณมาก ซึ่งอัตราส่วนการผลิตข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟมีความแตกต่างกับการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไป ดังนั้นการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่ใช้ในการผลิตให้มีความเหมาะสมเพื่อให้ได้ข้าวเกรียบปลามีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทำการผลิตข้าวเกรียบตามอัตราส่วนดังตารางที่ 1 ซึ่งได้ข้าวเกรียบปลาที่มีลักษณะของก้อนข้าวเกรียบปลา

ก่อนการต้มและหลังต้มที่รูปร่างและเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน โดยที่อัตราส่วนของมีปริมาณแป้งมันสำปะหลังสูง ส่งผลให้ก้อนโดของข้าวเกรียบมีขนาดใหญ่ตามลำดับและผิวของก้อนโดหลังการต้มมีลักษณะที่มันแวววและเหนียวติดมือ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดในการผลิตข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ

ส่วนผสม	อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสด					
	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60
เนื้อปลาทูสด	8.70	17.39	26.09	34.78	43.48	52.17
แป้งมันสำปะหลัง	78.26	69.57	60.87	52.17	43.48	34.78
เกลือป่น	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
พริกไทยป่น	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
ผงชูรส	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
น้ำตาล	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
กระเทียมบด	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91

จากการศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและความยอมรับของผู้บริโภคพบว่าอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดมีผลต่อคุณสมบัติการพองตัวของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาทูสดส่งผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบปลาลดลงตามลำดับ (ตารางที่ 2) เนื่องจากช่วงขณะที่อบด้วยไมโครเวฟผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบได้รับคลื่นทำให้โมเลกุลของน้ำภายในข้าวเกรียบเกิดการสั่นและเกิดความร้อนภายใน เกิดแรงดันของไอน้ำออกจากแผ่นข้าวเกรียบปลา หากมีปริมาณโปรตีนที่สูงทำให้โครงสร้างของข้าวเกรียบจับตัวกันไม่หนาแน่นเท่ากับการมีส่วนผสมของแป้งในปริมาณที่สูงกว่า (หากมีปริมาณแป้งสูงทำให้โครงสร้างตาข่ายของแป้งแข็งแรงและจับตัวแน่น) จึงเกิดแรงดันไอน้ำน้อยจึงส่งผลต่อการพองตัวน้อยตามอัตราส่วนของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่อัตราส่วน 60:40 และ 50:50 มีอัตราการพองตัวที่ 2.30±0.13 และ 2.29±0.45 เท่า ซึ่งมีการพองตัวที่เหมาะสมของการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ ที่มีการพองตัวของข้าวเกรียบปลาน้อยและลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปทุมพร (2551) รายงานการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภคอยู่ที่ 2.08-2.17 เท่า ดังนั้นการกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบนั้นต้องมีการพองตัวในระดับที่เหมาะสมและความยอมรับของผู้บริโภค เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลาทูสดที่มีแป้งสูงในขณะที่เนื้อปลาทูสดน้อย ที่ระดับ 90:10 และ 80:20 ในขั้นตอนการต้มข้าวเกรียบปลาเป็นระยะเวลา 30 นาที การเกิดเจลาติไนเซชันของก้อนข้าวเกรียบปลาไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ไม่สุกทั้งก้อนเนื่องจากมีปริมาณของแป้งมันสำปะหลังสูง และมีการถ่ายเทความร้อนและน้ำเข้าไม่ถึงจุดกึ่งกลางของก้อนข้าวเกรียบ ส่งผลต่อการพองตัวและรูปร่างลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ภาพที่ 1)

ก.

ข.

ภาพที่ 1 ก. ลักษณะของก้อนโดแป้งข้าวเกรียบตามอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน และ ข. ลักษณะของข้าวเกรียบที่ผ่าเนื้อออก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของข้าวเกรียบปลาที่อบด้วยไมโครเวฟพบว่า ปริมาณไขมันและโปรตีนมีปริมาณที่สูงขึ้นตามอัตราส่วนของเนื้อปลาทูสดที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่ระดับ 50:50 พบว่า มีปริมาณไขมันและโปรตีน ร้อยละ 3.30±0.34 และ 13.01±0.54 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของนัจญ์มีย์ สะอะ และคณะ (2554) ศึกษาข้าวเกรียบปลาที่อัตราส่วนเดียวกันรายงานว่ามีปริมาณไขมันและโปรตีนร้อยละ 8.80±0.76 และ 13.18±0.09 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาพบว่า ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของเนื้อปลาทูสดที่เพิ่มขึ้น จากร้อยละ 3.37±0.07 เป็น 3.66±0.11 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่เพิ่มส่งผลต่อการอุ้มน้ำและจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดี

การทดสอบทางประสาทของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟโดยใช้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scale คะแนนจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทด้านสี กลิ่น ความกรอบ การพองตัว รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่คะแนนของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น แปรผันตามปริมาณเนื้อปลาทูสดเพิ่มขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสดังกล่าวนี้มีปริมาณของโปรตีนและไขมันส่งผลต่อเนื้อสัมผัสหลายด้านมีระดับคะแนนเพิ่มขึ้น ขณะที่ด้านความกรอบและการพองตัวให้คะแนนลดลงตามปริมาณของเนื้อปลาทูสดที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) การพิจารณาระดับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่ระดับ 50:50 ให้คะแนนระดับดี ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่น คือ 8.25±1.00, 7.87±1.31 และ 8.75±0.57 ตามลำดับ รวมถึงการพองตัวอยู่ในระดับดีคือ 2.29±0.45 เท่า และมีปริมาณของโปรตีนที่สูงกว่าที่อัตราส่วนที่ 60:40 สอดคล้องกับการศึกษาของสุดารัตน์ พริกบุญจันทร์ (2547) รายงานการเพิ่มปริมาณของเนื้อปลาทูสดมีผลต่อการยอมรับทางด้านรสชาติและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีระดับอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อปลาทูสด 80:20, 70:30 และ 60:40 มีคะแนนความยอมรับทางด้านรสชาติ 5.49, 6.33 และ 7.82 และความชอบโดยรวมที่ระดับคะแนน 6.24, 6.38 และ 7.72 ดังนั้นการศึกษานี้เลือกอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อที่ระดับ 50:50 เนื่องมีความยอมรับของผู้บริโภคและการพองตัวอยู่ในระดับดีในการศึกษาในลำดับต่อไป

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่อัตราส่วนต่างๆ

ผลการวิเคราะห์	อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสด					
(ร้อยละ)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60
ความชื้น	3.37±0.07^{c}	3.45±0.08^{c}	3.49±0.10^{c}	3.49±0.04^{bc}	3.60±0.50^{ab}	3.66±0.11^{a}
ไขมัน	0.30±0.06^{e}	0.87±0.09^{d}	1.53±0.11^{c}	2.58±0.03^{b}	3.30±0.34^{a}	3.46±0.22^{a}
โปรตีน	0.36±0.24^{f}	6.28±0.60^{e}	8.15±0.38^{d}	10.60±0.38^{c}	13.01±0.54^{b}	14.95±0.46^{a}
การพองตัว (เท่า)	2.72±0.29^{a}	2.52±0.20^{ab}	2.48±0.10^{ab}	2.30±0.13^{b}	2.29±0.45^{b}	1.57±0.20^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-f ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่อัตราส่วนต่างๆ

การทดสอบทาง	อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสด					
ประสาทสัมผัส	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60
สี	6.00±0.73^{d}	6.50±1.21^{cd}	6.90±0.53^{ab}	6.68±0.79^{b}	8.56±0.51^{a}	8.75±1.20^{a}
กลิ่น	6.31±1.35^{c}	6.75±0.93^{bc}	7.25±1.00^{ab}	7.75±1.06^{a}	8.06±0.93^{a}	7.81±1.32^{a}
ความกรอบ	8.63±0.72^{a}	8.62±0.51^{a}	7.93±0.85^{ab}	7.50±0.81^{bc}	7.00±0.89^{cd}	6.68±1.53^{d}
การพองตัว	8.39±0.95^{a}	8.37±0.88^{a}	7.68±0.94^{ab}	7.12±0.80^{bc}	6.62±1.31^{c}	6.43±1.41^{c}
รสชาติ	6.37±1.62^{c}	6.68±1.40^{c}	7.25±1.12^{bc}	8.00±0.81^{ab}	8.25±1.00^{a}	8.00±1.31^{ab}
เนื้อสัมผัส	6.75±1.23^{b}	7.06±0.92^{ab}	7.37±0.50^{ab}	7.62±1.20^{a}	7.87±1.31^{a}	7.93±1.43^{a}
ความชอบโดยรวม	6.18±1.10^{d}	6.56±0.89^{d}	7.31±0.60^{c}	7.87±0.71^{b}	8.75±0.57^{a}	8.56±0.72^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-d ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรต่อคุณสมบัติและความยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาปริมาณสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา 3 ชนิดคือ ข้าวกล้อง ฟักทองและใบตำลึงร้อยละ 5, 10 และ 15 น้ำหนักโดยน้ำหนักพบว่า การเพิ่มปริมาณของข้าวกล้อง ฟักทองและใบตำลึงมีผลต่อสมบัติการพองตัว ปริมาณความชื้น ไขมัน เยื่อใย เถ้าและโปรตีนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ข้าวเกรียบปลามีการพองตัวอยู่ในระดับปานกลาง คือ 1.62±0.06-1.91±0.13 เท่า (ตารางที่ 5) ซึ่งแนวโน้มการพองตัวลดลงตามสมุนไพรที่เพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของข้าวเกรียบปลาพบว่า ปริมาณของโปรตีนและไขมันจะลดลงตามสัดส่วนที่สมุนไพรที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5) การเสริมสมุนไพรมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณของเยื่อใยอาหารในผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาพบว่า ข้าวเกรียบปลาที่มีการเพิ่มใบตำลึงมีปริมาณของเยื่อใยสูงว่าการเพิ่มข้าวกล้องและฟักทองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรต่อคุณสมบัติและความยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบพบว่า การเพิ่มปริมาณของสมุนไพรมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี การพองตัว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) ขณะที่คะแนนด้าน กลิ่นและความกรอบไม่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เพื่อพิจารณาการเพิ่มข้าวกล้อง ฟักทองและตำลึงที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ต่อความยอมรับของผู้บริโภคพบว่า การเพิ่มใบตำลึงร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้คะแนนการทดสอบด้าน รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มข้าวกล้องและฟักทองที่ระดับเดียวกันซึ่งมีคะแนนการทดสอบคือ 7.20±1.34 (ชอบปานกลาง), 7.03±1.27 (ชอบปานกลาง) และ 7.33±1.37 (ชอบปานกลาง) ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษานี้ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกผลของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นหลักในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม รวมถึงการพิจารณาการพองตัวของข้าวเกรียบอยู่ในระดับที่การพองตัวได้ดีและมีปริมาณของเส้นใยอาหารเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4 อัตราส่วนผสมของการผลิตข้าวเกรียบปลาโดยการเพิ่มสมุนไพร

ส่วนผสม	ปริมาณของส่วนผสมของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ									
	ชุด	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)			ฟักทอง (ร้อยละ)			ใบตำลึง (ร้อยละ)		
	ควบคุม	5	10	15	5	10	15	5	10	15
เนื้อปลาทูสด	43.48	40.98	38.48	35.98	40.98	38.48	35.98	40.98	38.48	35.98
แป้งมันสำปะหลัง	43.48	40.98	38.48	35.98	40.98	38.48	35.98	40.98	38.48	35.98
เกลือป่น	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
พริกไทยป่น	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
ผงชูรส	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
น้ำตาล	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22
กระเทียมบด	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91
สมุนไพร	-	5.00	10.00	15.00	5.00	10.00	15.00	5.00	10.00	15.00

หมายเหตุ : การเพิ่มสมุนไพรในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักรวมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสด

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพและเคมีของอัตราส่วนผสมสมุนไพรของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ

ผลการวิเคราะห์ (ร้อยละ)	ปริมาณการเพิ่มสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ									
	ชุดควบคุม	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)			ฝักทอง (ร้อยละ)			ใบตำลึง (ร้อยละ)		
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
การพองตัว (เท่า)	2.19±0.26^{a}	1.79±0.18^{bc}	1.78±0.12^{bc}	1.67±0.07^{c}	1.91±0.13^{b}	1.90±0.14^{b}	1.82±0.10^{bc}	1.77±0.11^{bc}	1.76±0.12^{bc}	1.62±0.06^{c}
ความชื้น	3.25±0.07^{c}	3.26±0.12^{c}	3.34±0.09^{c}	3.35±0.06^{c}	3.56±0.08^{b}	3.57±0.09^{b}	3.74±0.07^{a}	3.43±0.08^{bc}	3.54±0.10^{b}	3.73±0.11^{a}
ไขมัน	3.42±0.07^{a}	3.13±0.12^{b}	2.99±0.15^{bc}	2.85±0.09^{cd}	3.14±0.07^{b}	2.91±0.09^{cd}	2.76±0.12^{d}	3.13±0.11^{b}	2.92±0.09^{cd}	2.76±0.08^{d}
เยื่อใย	1.67±0.09^{d}	1.74±0.10^{d}	1.76±0.08^{d}	1.85±0.09^{d}	1.73±0.12^{d}	1.81±0.14^{d}	1.83±0.12^{d}	2.21±0.10^{c}	2.59±0.05^{b}	2.78±0.08^{a}
เถ้า	1.12±0.02^{f}	1.24±0.03^{de}	1.28±0.02^{cd}	1.36±0.04^{bc}	1.20±0.05^{e}	1.24±0.03^{de}	1.30±0.04^{cd}	1.33±0.02^{bc}	1.40±0.03^{b}	1.71±0.07^{a}
โปรตีน	12.86±0.08^{a}	12.64±0.09^{b}	12.20±0.08^{d}	11.82±0.07^{e}	12.34±0.04^{cd}	11.65±0.10^{f}	11.02±0.08^{h}	12.45±0.07^{c}	11.83±0.07^{e}	11.22±0.11^{g}
ค่า pH	6.68±0.01^{ns}	6.69±0.01^{ns}	6.71±0.01^{ns}	6.72±0.04^{ns}	6.72±0.03^{ns}	6.74±0.02^{ns}	6.70±0.03^{ns}	6.77±0.04^{ns}	6.73±0.11^{ns}	6.77±0.08^{ns}

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	ปริมาณการเพิ่มสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ									
	ชุดควบคุม	ข้าวกล้อง (ร้อยละ)			ฟักทอง (ร้อยละ)			ใบตำลึง (ร้อยละ)		
		5	10	15	5	10	15	5	10	5
สี	6.36±1.35^{ab}	6.63±1.15^{ab}	5.73±1.65^{bc}	5.20±1.73^{cd}	6.66±1.32^{ab}	6.66±1.26^{ab}	6.86±1.35^{a}	6.33±1.73^{ab}	6.16±1.82^{ab}	4.83±1.87^{d}
กลิ่น	6.10±1.62^{ns}	6.23±1.22^{ns}	6.00±1.25^{ns}	5.80±1.49^{ns}	6.26±1.25^{ns}	6.13±1.47^{ns}	5.50±1.88^{ns}	5.93±1.70^{ns}	6.60±1.71^{ns}	5.86±1.83^{ns}
ความกรอบ	7.06±1.48^{ns}	6.92±1.52^{ns}	6.86±1.43^{ns}	6.40±1.69^{ns}	6.73±1.63^{ns}	7.07±1.59^{ns}	6.93±1.33^{ns}	6.56±1.26^{ns}	6.70±1.64^{ns}	6.53±1.51^{ns}
การพองตัว	6.16±1.64^{ab}	6.46±1.35^{ab}	6.30±0.98^{ab}	5.83±1.51^{b}	6.83±1.28^{a}	6.63±1.40^{a}	6.56±1.35^{ab}	6.80±1.18^{a}	6.61±1.35^{ab}	6.60±1.13^{ab}
รสชาติ	6.46±1.33^{ab}	6.40±1.42^{b}	5.96±1.21^{bc}	5.46±1.43^{c}	6.66±1.51^{ab}	6.53±0.86^{ab}	6.20±1.34^{b}	6.43±1.27^{ab}	7.20±1.34^{a}	6.60±1.73^{ab}
เนื้อสัมผัส	6.60±1.30^{ab}	6.73±1.25^{ab}	6.06±1.33^{bc}	5.70±1.57^{c}	6.73±1.22^{ab}	6.83±1.14^{ab}	6.23±1.30^{bc}	6.46±1.22^{ab}	7.03±1.27^{a}	6.61±1.30^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.03±0.92^{a}	6.76±1.00^{ab}	6.23±1.32^{bc}	5.80±1.34^{c}	6.83±1.14^{ab}	6.90±0.95^{ab}	6.80±0.80^{ab}	6.86±1.19^{ab}	7.33±1.37^{a}	6.30±1.80^{bc}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-c ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาต่อสมบัติของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ

การศึกษาบรรจุภัณฑ์การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28±2 องศาเซลเซียสโดยใช้ถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ระยะเวลาการเก็บ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ การทดสอบทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แสดงรายละเอียดดังนี้

3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่บรรจุถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลาเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่าคะแนนของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้าน มี แนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่เก็บแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้ทดสอบให้คะแนนความยอมรับของการบรรจุข้าวเกรียบปลาในถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ดีกว่าในถุง PP เช่นเดียวกันกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านอื่นๆ ได้แก่ กลิ่น ความกรอบ การพองตัว รสชาติและเนื้อสัมผัส เนื่องจากปริมาณความชื้นและค่า TBAR ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาข้าวเกรียบในถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคคือมีระดับคะแนนในช่วง 7.33±0.84 -7.86±0.92 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

3.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

ปริมาณความชื้น การศึกษาการเก็บรักษาของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่บรรจุถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง และอายุการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์พบว่าปริมาณความชื้นมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ โดยที่ปริมาณความชื้นในชุดควบคุมมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.45±0.09 เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นพบว่าการบรรจุข้าวเกรียบปลาในถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรักษาคุณภาพของข้าวเกรียบ และป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและอากาศจากข้างนอกได้ดีว่าการเก็บที่ใช้ถุงชนิด PP ที่สภาวะการเก็บอุณหภูมิห้องเดียวกัน การเก็บรักษาข้าวเกรียบในถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 4.66±0.57 ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าการเก็บในถุงชนิด PP ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 7.82±0.27 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาธีรวรรณ สุวรรณ์ และสุกัญญา วงวาท (2554) ที่รายงานความชื้นในข้าวเกรียบระยะเวลาเก็บที่ระยะเวลา 0-5 สัปดาห์มีปริมาณความชื้นคือร้อยละ 3.29±0.08-4.09±0.01 ตามลำดับ ส่วนการเก็บด้วยถุงชนิด PP มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.29±0.08-5.16±0.45 ตามลำดับ

ค่า TBAR การศึกษาการเก็บของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่บรรจุถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้อง และอายุการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่า ชนิดของถุงและระยะเวลาการเก็บมีผลต่อค่า TBARS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาค่า TBARS เริ่มต้นที่ 0.014±0.004 mg MDA/kg และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะลาที่เก็บทั้งที่บรรจุในถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งความหืนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์บ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์การเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีปริมาณค่า TBARS และความชื้นน้อยกว่าชนิดถุง PP ซึ่งการเก็บรักษาในถุงชนิด PP มีแสงช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันส่งผลให้ค่า TBAR มีค่าสูงกว่าการเก็บในถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งแสงไม่สามารถส่องผ่านได้ จากการศึกษาพบว่าค่า TBARS เพิ่มขึ้นตามความชื้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งค่า TBARS สามารถเป็นดัชนีตัววัดการเปลี่ยนแปลงของอาหารตามระยะเวลาการเก็บบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารได้ (ณัฏชา เปี่ยมกล้า, 2547) โดยทั่วไปค่า TBARS มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมทำให้ผู้บริโภครับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้

ตารางที่ 7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟที่สภาวะการเก็บอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0-5 สัปดาห์

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ											
	ชุดควบคุม	1 สัปดาห์		2 สัปดาห์		3 สัปดาห์		4 สัปดาห์		5 สัปดาห์	
		PP	AP	PP	AP	PP	AP	PP	AP	PP	AP
สี	8.06±1.36^{a}	7.66±0.48^{abc}	7.93±0.70^{ab}	7.20±0.86^{abc}	7.86±0.74^{bc}	7.13±1.06^{abc}	7.73±1.79^{abc}	7.06±1.57^{bc}	7.66±0.73^{abc}	7.00±1.10^{c}	7.46±0.83^{abc}
กลิ่น	8.33±0.48^{a}	7.60±0.50^{abc}	8.00±0.65^{ab}	7.40±1.18^{bcd}	8.00±1.06^{ab}	7.26±1.03^{bcd}	7.86±0.74^{abc}	7.13±0.91^{cd}	7.73±0.79^{abc}	6.80±1.37^{d}	7.60±0.63^{abc}
ความกรอบ	8.53±0.74^{a}	7.46±0.63^{bc}	8.46±0.74^{a}	7.26±0.79^{c}	8.40±0.50^{a}	7.20±0.67^{c}	8.40±0.50^{a}	7.20±0.77^{c}	8.20±0.94^{a}	7.06±0.96^{c}	7.93±0.79^{ab}
การพองตัว	8.40±0.73^{a}	7.33±0.72^{b}	8.33±0.89^{a}	7.26±0.96^{b}	8.26±0.70^{a}	7.14±0.81^{b}	8.20±0.86^{a}	7.13±0.81^{b}	7.81±1.47^{ab}	7.13±0.63^{b}	7.80±0.86^{ab}
รสชาติ	8.46±0.63^{a}	7.60±0.82^{bc}	8.06±0.59^{ab}	7.46±0.74^{bc}	8.00±0.53^{ab}	7.33±0.97^{bc}	8.00±0.75^{ab}	7.33±0.81^{bc}	7.93±1.16^{ab}	7.20±0.56^{c}	7.80±1.52^{abc}
เนื้อสัมผัส	7.93±0.88^{a}	7.33±0.48^{ab}	7.93±0.79^{a}	7.13±0.51^{ab}	7.73±0.45^{ab}	7.13±0.99^{ab}	7.66±0.61^{ab}	7.00±0.37^{b}	7.33±1.17^{ab}	6.93±1.53^{b}	7.26±1.86^{ab}
ความชอบโดยรวม	8.53±0.52^{a}	7.73±0.88^{cd}	8.46±0.51^{a}	7.46±0.63^{c}	8.40±0.63^{ab}	7.40±0.63^{c}	8.33±0.48^{ab}	7.40±0.91^{c}	8.20±0.56^{abc}	7.33±0.84^{c}	7.86±0.92^{bcd}

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวเกรียบปลาไมโครเวฟที่สภาวะการเก็บอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0-5 สัปดาห์

การทดสอบทาง	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ											
หมายเหตุ : ตัวอักษร a-d ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)							Jดาห์		4 สัปดาห์		5 สัปดาห์	
		PP	AP	PP	AP	PP	AP	PP	AP	PP	AP	
ความชื้น (ร้อยละ)	2.45±0.09^{f}	3.03±0.08^{ef}	2.72±0.24^{f}	6.47±1.34^{b}	3.61±0.53^{de}	6.98±0.01^{b}	3.98±0.01^{cd}	6.99±0.01^{b}	4.50±0.01^{c}	7.82±0.27^{a}	4.66±0.57^{c}	
TBARS (mgMDA/Kg)	0.014±0.004^{e}	0.031±0.006^{cd}	0.023±0.002^{de}	0.046±0.011^{c}	0.032±0.006^{cd}	0.086±0.01^{b}	0.076±0.004^{b}	0.11±0.002^{a}	0.10±0.008^{a}	0.12±0.002^{a}	0.11±0.01^{a}	
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	0.00±0.00^{e}	0.21±0.08d^{e}	0.12±0.005^{e}	0.38±0.04^{d}	0.18±0.025^{de}	0.76±0.12^{c}	0.35±0.035^{d}	1.15±0.11^{b}	0.64±0.03^{c}	2.08±0.07^{a}	1.01±0.09^{b}	

หมายเหตุ : ตัวอักษร a-d ในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อนำข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟ บรรจุลงในถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ที่สภาวะอุณหภูมิห้องและอายุการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์พบว่า ช่วงเวลาเริ่มต้นไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น 1, 2, 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่า มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บ แต่มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าที่ มผช.ข้าวเกรียบปลากำหนดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การเก็บรักษาข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟในถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.12±0.005-1.01±0.06 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ขณะที่การบรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าคืออยู่ในช่วง 0.21±0.08-2.08±0.09 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สอดคล้องกับการศึกษาของธีรวรรณและสุกัญญา (2554) รายงานว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เก็บรักษาข้าวเกรียบในถุงชนิด PP และอลูมิเนียมฟอยล์ ไม่ตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น เมื่อเก็บข้าวเกรียบเป็นระยะ 5 สัปดาห์ พบว่า การเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 0.48±0.04-3.25±0.54 โคโลนี/กรัม ขณะที่ในถุง PP มีปริมาณที่สูงกว่าคือมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 0.66±0.05-7.58±0.86 โคโลนี/กรัม

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังและเนื้อปลาทูสดที่อัตราส่วน 50:50 และเพิ่มใบตำลึงที่ระดับร้อยละ 10 มีผลต่อระดับคะแนนความยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์สามารถรักษาคุณภาพของข้าวเกรียบปลาอบด้วยไมโครเวฟและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคใต้ตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (พ.ศ. 2557) ขอขอบคุณสาขาวิชาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี

เอกสารอ้างอิง

ณัฏชา เปี่ยมกล้า. (2547). **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดทุเรียนสุกแช่แข็งด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐวดี มิ่งพิศุทธิ์พงศ์ และทิพปภา สารโกศล. (2554). **การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์โรตี.** ปริญญานิพนธ์และปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรวรรณ สุวรรณ์ และสุกัญญา วงวาท. (2554). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเมล็ดขนุน**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นัจญ์มีย์ สะอะ, รอมลี เจะดอเลาะ และอัชมาน อาแด. (2554). **การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มโปรตีนและเส้นใยในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสด**.วิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี สู่ชุมชนฐานราก เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคใต้ตอนล่าง : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

ปทุมพร โสตถิรัตนพันธุ์. (2551). **การดัดแปลงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาว่าวพร้อมบริโภค**. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. (2547). **การพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา.** สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

AOAC. (2000). **Offcial methods of analysis of the association of official analytical chemists**, 15th ed. Association of Offcial Analytical Chemists, Inc., Virginia.

BAM. (2001). **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. Accessed January 15, 2015. Available: http://www.fda.gov/default.htm.

Buege, J.A. and Aust S.D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. **Methods Enzymol**. 52, 302-310.

Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. (1999). **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd ed., CRC Press, New York. 387p.

Yu, S.Y. (1991). Effect of fish: flour ratio on fish crackers keropok. **ASEAN Food Journal.** 6(1), 36.