การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*)

Product development of fish chips from Goldstripe sardinella (*Sardinella gibbosa*)

ภัทรวดี เอียดเต็ม* กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง และจริยา สุขจันทรา

Phattharawadee Aedtem* Ku Rosiyah Yamirudeng and Jariya Sukjuntra

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

Food Science and Technology, Faculty of Science Technology and Agiculture, Yala Rajabhat University, Muang, Yala 95000. Thailand

*Corresponding author, e-mail: phattharawadee.a@yru.ac.th

(Recieived: Sep 17, 2019; Revised: Oct 22, 2019; Accepted: Oct 28, 2019)

บทคัดย่อ

ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อปลาที่เลาะเอาก้าง หนังปลาและไขมันออก นำไปผสมเครื่องปรุงรส ทำให้แห้งด้วยแสงแดดหรือใช้ตู้อบลมร้อน นำไปปิ้ง ทอด หรืออบให้สุก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของปลาหลังเขียวต่อปลาทู สภาวะในการอบแห้ง คุณค่าทางโภชนาการ การยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค และอายุการเก็บรักษาของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ผลการศึกษาพบว่า ปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่มีอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู เท่ากับ 80:20 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงสุด มีค่า 7.43±1.01 ($p<0.05$) โดยมีค่า การพองตัว ปริมาณน้ำอิสระ (Aw) ความชื้น ค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 1.42±0.04 0.42±0.09 1.36±0.12 45.01±3.12 11.70±1.12 และ 21.23±1.71 ตามลำดับ เมื่อนำอัตราส่วนดังกล่าวมาศึกษาสภาวะในการอบแห้งขั้นต้น พบว่า อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ในการอบแห้งขั้นต้นของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ คือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีค่าความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 20.23 จากนั้นนำมาศึกษาการทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ และการทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างกัน 3 ช่วงเวลาพบว่า ปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่ได้รับความยอมรับจากผู้บริโภค คืออบด้วยไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ เป็นเวลา 10 วินาที มีค่าการพองตัว Aw และ ความชื้น เท่ากับ 1.51±0.14 0.44±0.01 และ3.41±0.51 ตามลำดับ องค์ประกอบทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน ไขมัน 130 กิโลแคลอรี ไขมัน คอเลสเตอรอล คาร์โบไฮเดรต และโซเดียม มีค่าเป็น ร้อยละ 1, 10, 5 และ 26 ตามลำดับ ต่อ 1 หน่วยบริโภค (35 กรัม) และสามารถเก็บได้ไม่น้อยกว่า 60 วัน โดยมีค่า pH Aw TVB-N TBAR และปริมาณยีสต์รา เท่ากับ 6.86±0.05 0.44±0.07 และ 16.16±0.03 (mg N.100g-1), 1.21±0.21 (mg MDA.Kg-1) และ $<10^2$ (CFU/g) ตามลำดับ

คำสำคัญ : ปลาแผ่นกรอบ ปลาหลังเขียว การทำแห้ง

Abstract

Fish chips are a product made from fish that have removed bone, skin and fat, and then mixed with seasoning and drying by sunlight or using a hot air oven to grill, fry or bake. The purposes of the research were to study the ratio of minced Goldstripe sardinella to minced Yellow-tail round scad, drying conditions, nutrition, product acceptance from consumers and the shelf life of fish chips. The result of indicated that fish chips with the ratio of sardine to mackerel equal to 80:20 received the highest overall sensory evaluation score of 7.43 ± 1.01 ($p<0.05$) with the expansion ratio, free water content (a_w)

moisture content, brightness (L *), redness (a *) and yellowness (b *) equals 1.42 ± 0.04 0.42 ± 0.09 1.36 ± 0.12 45.01 ± 3.12 11.70 ± 1.12 and 21.23 ± 1.71 respectively. The study pre-drying was found that temperature and time optimization, which is 60 degrees celsius for 40 minutes, moisture content was 20.23 percent. The studied drying method by microwave at 800 watts and frying at 190 degrees celsius at different times, it was found that the fish chips accepted by consumers. The drying by microwave at 800 watts for 10 seconds has expansion ratio, a_w and moisture equal to 1.51 ± 0.14, 0.44 ± 0.01 and 3.41 ± 0.51, respectively. The nutritional components are energy, fat, cholesterol, carbohydrates, and sodium, that is 130 kilocalories, 1 %, 10%, 5%, and 26% respectively (Serving Size; 35 g). For shelf life of fish chips was found that more than 60 days have pH Aw TVB-N TBAR and yeast and mold count, that is 6.86 ± 0.05 0.44 ± 0.07 and 16.16 ± 0.03 (mg N.100g^{-1}) 1.21 ± 0.21 (mg MDA.Kg^{-1}) and <10^2 (CFU/g) respectively.

Keywords: Fish chips, Roundbelly sardine, Drying method

บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคขนมขบเคี้ยวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและเยาวชน แต่อาหารเหล่านี้มีคุณค่าทางอาหารน้อย เพราะส่วนใหญ่ทำมาจาก แป้ง น้ำตาลและไขมัน แต่มีโปรตีนต่ำ หากรับประทานเป็นประจำจะทำให้มีโอกาสเป็นโรคอ้วนได้

ปลาทะเลเป็นอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย เพราะมีกรดไขมันโอเมก้า 3 คือ Docosahexaenoic acid (DHA; 22:6 n-3) และ Eicosapentaenoic acid (EPA; 20:3 n-3) และปลาทะเลยังเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดี ร่างกายสามารถย่อยได้ง่าย มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างครบถ้วน ไขมันในปลาทะเลส่วนใหญ่ประกอบด้วยไขมันที่ไม่อิ่มตัวซึ่งจะช่วยลดปริมาณไขมันในเลือดปัจจุบันทางการแพทย์ได้ใช้ โอเมก้า 3 ให้กับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องลดไตรกลีเซอไรด์ เพราะทางการแพทย์ยอมรับแล้วว่า โอเมก้า 3 ที่มีอยู่ในน้ำมันปลานั้น มีสารออกฤทธิ์ลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเส้นเลือดได้ดีกว่ายาและยังให้คุณประโยชน์อื่น ๆ ต่อร่างกายผู้ป่วยด้วย (จันทรา เจณณวาสิน, 2540) ปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*) เป็นปลาที่มีปริมาณมากในทะเลฝั่งอ่าวไทย แต่มีราคาต่ำกลุ่มชาวประมงจึงต้องการนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกเหนือจากปลาแห้ง ซึ่งมีผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำปลาหลังเขียวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่น ทั้งนี้มีปัจจัยด้านส่วนผสมและกระบวนการผลิตหลายปัจจัยซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากปลาหลังเขียว ซึ่งนอกจากจะเพิ่มมูลค่าให้แก่ ปลาหลังเขียวแล้ว ยังสามารถส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนหันมาบริโภคขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์มากขึ้น

จากการศึกษาของ Nguyen *et al.* (2013) โดยศึกษาผลของปริมาณความชื้นเริ่มต้น หลังจากการอบตัวอย่างที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 20 30 40 50 และ 60 นาที พบว่าปริมาณความชื้น ร้อยละ 21.5 ทำให้เกิดการขยายตัวของข้าวเกรียบกุ้งมากที่สุด สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ (2558) ศึกษาการผลิตปลาแผ่นในปลาสลิดแผ่นกรอบที่ผ่านการอบแห้งด้วยเตาย่างแบบสายพาน และการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน ค่าสี ความแข็ง การขยายตัว รวมทั้งทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมด้วยเตาย่างแบบสายพานด้านสี ความแข็ง การขยายตัว คือ ปริมาณน้ำมัน ปริมาณเนื้อปลาสลิด และอัตราส่วนของแป้งมันสาปะหลังต่อแป้งสาลี ($p<0.10$) ปริมาณเนื้อปลาสลิดมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ปริมาณน้ำมันมีผลต่อความชอบในทุกลักษณะ นอกจากนี้ รอมลี เจะดอเลาะ และซูไฮมิน เจ๊ะมะลี (2562) ศึกษาการอบพองข้าวเกรียบปลาด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลา โดยนำข้าวเกรียบปลาดาโต๊ะและนราธิวาส พบว่าการอบพองด้วยเครื่องไมโครเวฟ

ที่กำลังคลื่นไมโครเวฟ 800 วัตต์ ระยะเวลา 80 วินาที และ 600 วัตต์ ระยะเวลา 60 วินาที เหมาะสมที่สุดในการอบพองขยายตัวได้ดี มีการพองตัวเท่ากับ 7.62 และ 3.45 เท่า ตามลำดับ ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ (a_w) ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาหลังการอบพองด้วยไมโครเวฟ พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 1.14-4.58 และค่า a_w อยู่ในช่วง 0.29-0.44 มีปริมาณความชื้นตามเกณฑ์ที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไม่เกินร้อยละ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตร อุณหภูมิ และเวลาเหมาะสมในการผลิตปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว
2. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว

วิธีดำเนินการวิจัย

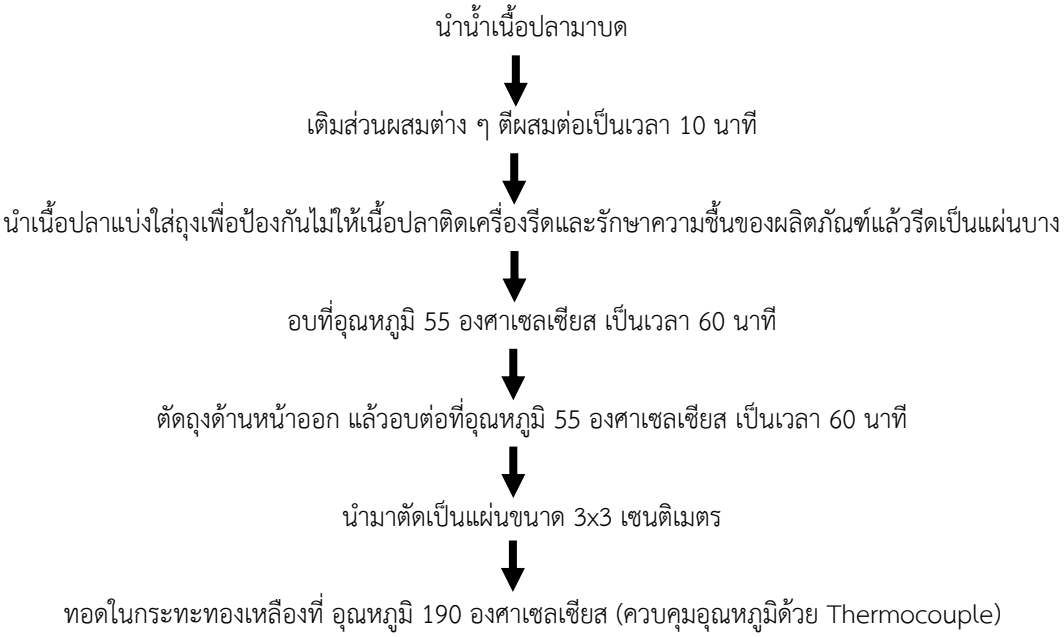
1. **ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทูที่เหมาะสมในการผลิตปลาสวรรค์แผ่นกรอบ**

อัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู ได้แก่ร้อยละ 100:0 60:40 70:30 80:20 และ 0:100 ตามลำดับ โดยแสดงกระบวนการผลิตและส่วนผสมดัดแปลงจากวิธีของ สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ (2558) และวันชัย วรวัฒนเมธีกุล และณัฐธร อินทรวิวัฒน์ (2550:21) แสดงได้ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1

- วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี วัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab เลือกค่าคุณสมบัติในการวัด ค่าสีโดยเลือกระบบเป็น L*, a*, b* และการพองตัว (Suwan & Wongwat, 2011)

- วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ a_w และความชื้น (AOAC, 2000)

- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธี Hedonic Test ใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เลือกตัวอย่างที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตปลาสวรรค์แผ่นกรอบ
ที่มา : วันชัย วรวัฒนเมธีกุล และณัฐธร อินทรวิวัฒน์ (2550)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
เนื้อปลา	80.25
แป้งมันสำปะหลัง	9.78
น้ำตาลทราย	5.87
ซีอิ้วขาว	1.76
เครื่องเทศ	1.17
เกลือ	0.39
ไข่ขาวผง	0.39
ผงฟู	0.39

2. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งขั้นต้น

อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งขั้นต้น ได้แก่ อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลา 0 10 20 30 40 50 และ 60 นาที คัดเลือกจากค่า ความชื้นที่ร้อยละ 20

3. ศึกษาวิธีการทำแห้งต่อสมบัติของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

การทำแห้งต่อสมบัติของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ โดยวิธี ไมโครเวฟ ที่ 800 วัตต์ และวิธีการทอด ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาแตกต่างกัน 3 ช่วง

- วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี วัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab เลือกค่าคุณสมบัติในการวัด ค่าสีโดยเลือกระบบเป็น L*, a*, b* และการพองตัว (Suwan & Wongwat, 2011)
- วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ a_w และความชื้น (AOAC, 2000)
- วิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สุดท้าย
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธี Hedonic Test ใช้แบบ ทดสอบ 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เลือกตัวอย่างที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบในถุงอลูมิเนียม น้ำหนักตัวอย่าง 35 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง โดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทุก 1 เดือน เป็นเวลา 2 เดือน โดยวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ a_w ความชื้น ค่า (1) TBAR (Rice-Evan *et al.,* 1991) (2) TVB-N และ TMA โดยวิธี Conway's micro-diffusion method (Siang & Kim, 1992) สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี เป็นต้น และวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ รา (AOAC, 2000)

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คัดเลือกจาก สมบัติทางกายภาพและเคมีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี (Duncan's new multiple range test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและอภิปรายผล

1. อัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทูที่เหมาะสมในการผลิตปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

จากการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทูที่เหมาะสมในการผลิตปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ที่ร้อยละ 100:0 60:40 70:30 80:20 และ 0:100 ตามลำดับ พบว่า อัตราส่วนระหว่างเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู ที่ระดับ 60:40 มีค่าการพองตัวสูงสุด เท่ากับ 1.53 รองลงมาได้แก่ อัตราส่วน 70:30 และ 80:20 ลำดับ ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ

1.35-1.79 และค่า a_w มีค่าอยู่ในช่วง 0.41-0.45 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงได้ดังตารางที่ 2 โดยค่า a_w ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค ซึ่งกำหนดให้ค่า a_w ไม่เกิน 0.6 (มผช.๑๐๖/๒๕๕๓ ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค, 2553) และจากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวค่า L* และ a* จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* ลดลง โดยอัตราส่วนระหว่างปลาหลังเขียวต่อปลาทู ที่ 0:100 ให้ค่าสูงสุด ($p<0.05$) จากรายงานของ Kaewmanee *et al.* (2015) พบว่า การใช้ปลาทูแขกเปรียบเทียบกับการใช้เนื้อปลา 5 ชนิด ในการผลิตข้าวเกรียบ จะให้มีค่า b* สูงสุด เนื่องจากใน เนื้อปลามีองค์ประกอบของไมโอโกลบินและฮีโมโกลบินในเนื้อดำของปลาซึ่งแตกต่างตามชนิดของปลา และเมื่อให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการปฏิกิริยาเมลลาร์ดและคาราเมลไรเซชัน ของแป้งและโปรตีนในเนื้อปลาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นเฉดสีน้ำตาล นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงค่า a* ยังมีผลจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไมโอโกลบินและฮีโมโกลบินในเนื้อปลาอีกด้วย

ตารางที่ 2 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวกับเนื้อปลาทูต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

ปลาหลังเขียว : ปลาทู	สี			การพองตัว	a_w ns	ความชื้น(%)
	*L	a*	b*			
100:0	46.01±5.93^{a}	12.37±2.34^{a}	17.52±2.31^{c}	1.33±0.17^{c}	0.41±0.12	1.79±0.15^{a}
80:20	45.01±3.12^{a}	11.70±1.12^{a}	21.23±1.71^{b}	1.42±0.04^{b}	0.42±0.09	1.36±0.12^{c}
70:30	40.71±5.09^{b}	10.67±0.87^{b}	23.14±3.01^{a}	1.44±0.09^{b}	0.43±0.10	1.35±0.13^{c}
60:40	40.41±8.78^{b}	9.31±1.25^{b}	24.69±1.21^{a}	1.53±0.05^{a}	0.44±0.11	1.69±0.11^{b}
0:100	38.13±2.58^{c}	8.30±2.47^{c}	25.21±0.85^{a}	1.35±0.09^{c}	0.45±0.10	1.75±0.05^{a}

หมายเหตุ อักษร $^{a,b,...}$หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแนวตั้ง
อักษร ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในแนวตั้ง

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่อัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวและปลาทูที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ปลาหลังเขียว :ปลาทู				
	100:0	80:20	70:30	60:40	0:100
สี^{ns}	6.93±1.05	7.03±0.96	6.90±0.96	7.17±1.12	7.17±1.12
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.60±1.06	6.83±1.02	6.57±1.07	7.07±1.17	7.07±1.17
กลิ่นรส	6.23±1.04^{b}	7.00±1.31^{a}	6.60±0.97^{ab}	6.53±1.31^{ab}	6.53±1.31^{ab}
รสชาติ	6.17±1.02^{b}	6.83±1.32^{a}	6.10±0.96^{b}	6.37±1.61^{ab}	6.37±1.61^{ab}
ความชอบโดยรวม	6.23±0.97^{c}	7.43±1.01^{a}	6.60±0.97^{b}	6.37±1.43^{b}	6.37±1.43^{b}

หมายเหตุ อักษร $^{a,b,...}$หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแนวตั้ง
อักษร ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในแนวตั้ง

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ที่มีอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู เท่ากับ 80:20 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน กลิ่นรส รสชาติ และความยอมรวมสูงสุดเมื่อเทียบกับทุกอัตราส่วน เท่ากับ 7.00 6.83 และ 7.43 ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วน ด้านสี และด้านลักษณะปรากฏของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ทุกระดับอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

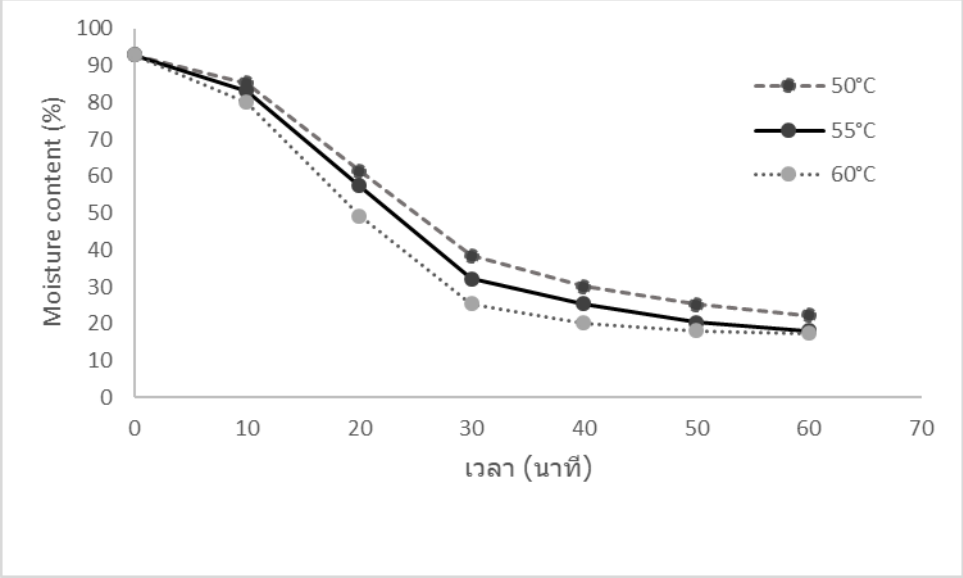
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จึงเลือกอัตราส่วนของเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทูที่ 80:20 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งขั้นต้น

จากการศึกษาสภาวะในการทำแห้งขั้นต้นที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลา 0 10 20 30 40 50 และ 60 นาที คัดเลือกจากความชื้นที่ร้อยละ 20 พบว่า ความชื้นของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงเวลาระหว่าง 0- 30 นาที เนื่องจากเป็นการระเหยของน้ำหรือความชื้นที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ซึ่งได้รับความร้อนจากลมร้อน เมื่อน้ำระเหยออกมาก็ถูกกระแสลมพัดออกจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว และเริ่มคงที่ในช่วงเวลา 40 นาที เนื่องจากปริมาณน้ำบนผิวหน้าถูกระเหยไปหมดแล้วเหลือเพียงน้ำภายในผลิตภัณฑ์ ทำให้การลดลงของความชื้นน้อยมาก โดยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเพียง 40 นาที ให้ความชื้นที่ร้อยละ 20.23 แสดงได้ดังภาพที่ 2

3. วิธีการทำแห้งต่อสมบัติของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

โดยวิธี ไมโครเวฟ ที่ 800 วัตต์ และวิธีการทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาแตกต่างกัน 3 ช่วง ได้แก่ 10 20 และ 30 วินาที พบว่า การใช้ไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ ให้ค่าการพองตัวมากกว่าการใช้วิธีทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส โดยพบว่าการอบในไมโครเวฟ เป็นเวลา 30 วินาที มีค่าการพองตัวสูงสุด เท่ากับ 1.91 และปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ เป็นเวลา 10 วินาที มีค่าความชื้นสูงสุดเท่ากับ 4.71 ($p<0.05$) แสดงได้ดังตารางที่ 4 และเมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ ที่อบด้วยไมโครเวฟ ที่ 800 วัตต์ เป็นเวลา 10 วินาที ได้การยอมรับสูงสุด โดยมีข้อมูลทางโภชนาการประกอบด้วย พลังงาน ไขมัน 130 กิโลแคลอรี ไขมัน คอเลสเตอรอล คาร์โบไฮเดรต และโซเดียม มีค่าเป็น ร้อยละ 1 10 5 และ 26 ตามลำดับ ใน 1 หน่วยบริโภค (35 กรัม) แสดงได้ดังตารางที่ 5



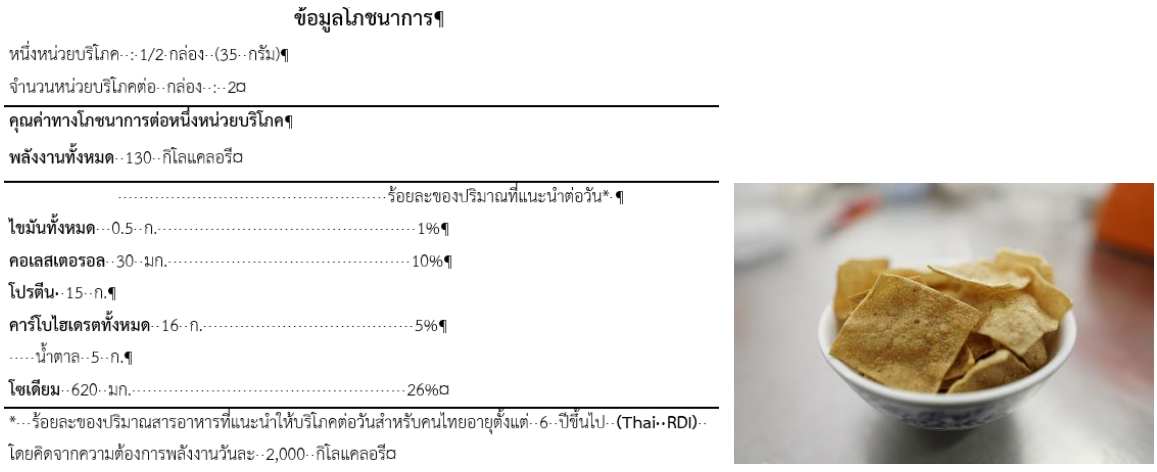
ภาพที่ 2 อุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งขั้นต่อความชื้นของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

ตารางที่ 4 ผลการให้ความร้อนโดยไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ และการทอดที่ 190 องศาเซลเซียส ที่เวลาแตกต่างกัน

วิธีการ	เวลา (วินาที)	การพองตัว	ความชื้น (%)	a_w^{ns}
ไมโครเวฟ ที่ 800 w	10	1.55 ± 0.42^{b}	4.71 ± 0.51^{a}	0.44±0.01
	20	1.71 ± 0.30^{ab}	3.99 ± 0.29^{a}	0.44±0.02
	30	1.91 ± 0.14^{a}	3.19 ± 0.19^{b}	0.42±0.01
ทอดที่ 190 องศา	10	1.33 ± 0.17^{c}	1.79 ± 0.40^{c}	0.41±0.08
เซลเซียส	20	1.53 ± 0.05^{c}	1.69 ± 0.24^{c}	0.41±0.09
	30	1.44 ± 0.09^{c}	1.35 ± 0.04^{d}	0.41±0.03

หมายเหตุ อักษร a,b....หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในแนวตั้ง
อักษร ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในแนวตั้ง

จากตารางที่ 4 ความชื้นและ a_w ของปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่ผลิตด้วยวิธีการทอดที่ 190 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำกว่าวิธีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ เนื่องการทอดเป็นการใช้น้ำมันเป็นตัวกลางความร้อนของน้ำมันที่อุณหภูมิสูงกว่า 170 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำภายในอาหารเดือดและถูกแทนที่ด้วยน้ำมันจากนั้นระเหยออกสู่ภายนอก ทำให้ความชื้นของอาหารลดลง และผิวหน้าแห้งกรอบ (พราวตา จันทโร และคณะ, 2561) อย่างไรก็ตามการพองตัวของผลิตภัณฑ์ยังขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น ในการกำจัดน้ำออกก่อนการทอดโดยการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนก่อนการทอดจะทำให้ผิวหน้าอาหารแห้งซึ่งเกิดโครงสร้างที่แน่นและแข็ง จึงเป็นตัวขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำด้านในออกสู่ผิวหน้า ทำให้เกิดการเคลื่อนของน้ำมันเข้าไปแทนที่น้ำได้น้อยลง ส่งผลให้อัตราการพองตัวต่ำ (ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ และณัฏฐิกา ศิลาลาย, 2559) ส่วนการให้ความร้อนด้วยเตาไมโครเวฟสามารถให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ได้จากภายในไม่เฉพาะเพียงแต่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์เท่านั้น โดยการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟใช้หลักการทำให้โมเลกุลในอาหารเกิดการสั่น (Dipole rotation) เสียดสีกันจนเกิดเป็นความร้อน ใช้ระยะเวลาที่สั้น (สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ, 2558) และจากการศึกษาของรอมลี เจะดอเลาะ และซูไฮมิน เจ๊ะมะลี (2562) พบว่าปัจจัยหลักในการพองตัวของข้าวเกรียบด้วยไมโครเวฟขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาดิบ หากมีปริมาณความชื้นน้อยหรือมากเกินไปส่งผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบปลา เนื่องจากหากมีปริมาณความชื้นและการอัดแน่นของแผ่นข้าวเกรียบน้อย เมื่ออบให้พองด้วยไมโครเวฟปริมาณของไอน้ำและเกิดความดันแผ่นข้าวเกรียบปลาได้น้อยจากการรั่วของไอน้ำออกตามรอยแตก ซึ่งปริมาณความชื้นที่เหมาะสม เท่ากับร้อยละ 4-7


ข้อมูลโภชนาการ¶
หนึ่งหน่วยบริโภค··:··1/2·กล่อง··(35··กรัม)¶
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ··กล่อง··:··2¤
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค¶
พลังงานทั้งหมด··130··กิโลแคลอรี¤
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*.¶
ไขมันทั้งหมด···0.5··ก.·····1%¶
คอเลสเตอรอล··30··มก.·····10%¶
โปรตีน··15··ก.¶
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด··16··ก.·····5%¶
·····น้ำตาล··5··ก.¶
โซเดียม··620··มก.·····26%¤
*···ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่··6··ปีขึ้นไป··(Thai··RDI)··โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ··2,000··กิโลแคลอรี¤

ภาพที่ 3 ข้อมูลทางโภชนาการของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

4. อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ

การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาสวรรค์แผ่นกรอบ โดยวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ pH a_w ค่า TBA TVB-N และ TMA สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี เป็นต้น และวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ รา ทุก 1 เดือน พบว่าสามารถเก็บได้อย่างน้อย 60 วัน โดยมีค่า pH a_w TVB-N TBAR และปริมาณยีสต์รา เท่ากับ 6.86±0.05, 0.44±0.07และ 16.16±0.03 (mg N.100g^{-1}) 1.21±0.21 (mg MDA.Kg^{-1}) และ <10^2 (CFU/g) ตามลำดับ โดยค่า a_w ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค ซึ่งกำหนดให้ค่า a_w ไม่เกิน 0.6 (มผช.๑๐๖/๒๕๕๓ ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค, 2553) ยีสต์และรา ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเกรียบชนิดพร้อมบริโภค ซึ่งกำหนดให้ไม่เกิน 100 โคโลนี (มผช.๑๐๗/๒๕๕๔ ข้าวเกรียบ, 2554) และผลไปในทิศทางเดียวกับการรายงานของ Neiva *et al.* (2011) ซึ่งศึกษาอายุการเก็บรักษาแคกเกอร์ปลา พบว่าเมื่อเก็บรักษาแคกเกอร์ปลาเป็นระยะเวลา 90 วัน มีค่า pH a_w TVB-N TBAR และปริมาณยีสต์รา เท่ากับ 6.90 0.36 18.16 1.38 และ < 10^2 (CFU/g) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐาน โดยค่า TVB-N ต้องอยู่ในช่วง 10-20 (mg N.100g-1) ส่วนปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 10^2 (CFU/g)

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีของปลาสวรรค์แผ่นกรอบในระหว่างการเก็บรักษา

สมบัติทางเคมี	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	30	60
pH	6.91±0.06	6.88±0.13	6.86±0.05
a_w	0.42±0.03	0.43±0.09	0.44±0.07
TVB-N (mg N.100g^{-1})	1.67±0.03	17.55±0.03	16.16±0.03
TBAR (mg MDA.Kg^{-1})	1.48±0.11	1.35±0.09	1.21±0.21
ยีสต์และรา	<10^2	<10^2	<10^2

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค คือผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนระหว่างเนื้อปลาหลังเขียวต่อเนื้อปลาทู เท่ากับ 80:20 โดยให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที จากนั้นทำแห้งด้วยไมโครเวฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 10 วินาที มีคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (35 กรัม) ได้แก่ พลังงาน 260 กิโลแคลอรี น้ำตาล 10 กรัม ไขมัน 1 กรัม และ โซเดียม 1240 มิลลิกรัม และจากการทดสอบอายุการเก็บรักษาของปลาสวรรค์แผ่นกรอบ พบว่าสามารถเก็บได้อย่างน้อย 60 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จันทรา เจณณวาสิน. (2540). ดูแลสุขภาพด้วยผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร Nutrilite. *นิตยสารใกล้หมอ, 21*(7).

จีรพงษ์ บัวพันธ์ และ นิทรา ศรีสวัสดิ์. (2548). *การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวกล้องในปลาบดแผ่นจากปลาดุก.* นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ณัฐณิชา ทวีแสง. (2560). การศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25*(3), 412-413.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ และณัฏฐิกา ศิลาลาย. (2559). ผลของการลดปริมาณความชื้นก่อนทอดต่อปริมาณความชื้นค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้นและการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์เห็ดหอม (*Lentinus edodes*) ทอดแบบน้ำมันท่วม. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, *11*(1), 57-66.

พราวตา จันทโร เทพกัญญา หาญดีลวัตร และปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์. (2561). ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบปรุงรสปาปริก้า. *วารสาร มทร. อีสาน, 11*(1), 106-107.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2553). ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค (มผช.๑๐๖/๒๕๕๓). กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2554). ข้าวเกรียบ (มผช.๑๐๗/๒๕๕๔). กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

รอมลี เจะดอเลาะ และ ซูไฮมิน เจ๊ะมะลี. (2562). ผลของกำลังคลื่นไมโครเวฟและระยะเวลาการอบพองต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลากึ่งสำเร็จรูป. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, *24*(1), 255-271.

วันชัย วรวัฒนเมธีกุล และณัฐธร อินทวิวัฒน์. (2007). เทคโนโลยีการผลิตปลาแผ่นกรอบ. ใน *เนตรนภิส วัฒนสุชาติ* (บรรณาธิการ). ขนมทางเลือกเพื่อสุขภาพ : เทคโนโลยีการผลิต และต้นแบบผลิตภัณฑ์ (หน้า 21-42). กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด พิฆณี.

สุพิชญา วาสะศิริ, จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และ นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์. (2558). การกลั่นกรองปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลาสลิดแผ่นกรอบที่เตรียมด้วยเตาย่างแบบสายพาน และเตาอบไมโครเวฟ. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อดิศรา ตันตสุทธิกุล และณฐมน เสมือนคิด. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาปรุงรส. *การเกษตรราชภัฏ, 13*(1), 71-79.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of the AOAC (15th ed.). Arlington: AOAC International.

Kaewmanee, T., Karrila, T.T. and Benjakul, S. (2015). Effects of fish species on the characteristics of fish cracker. *International Food Research Journal*, *22*(5), 2078-2087.

Nguyen, T. T., Le, T. Q. & Songsermpong, S. (2013). Shrimp cassava cracker puffed by microwave technique: effect of moisture and oil content on some physical characteristics. *Kasetsart J., 47*, 434-446.

Neiva, C. R. P., Mochado, T. M., Tomita, R. Y., Furlan, E. F., Lemosneto, M. J. & Bastos, D. H. M. (2011). Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a tradition product. *Ciencia Tecnologia de Alimentos, 31*(4), 973-979.

Rice-Evas, C. A., Diplock, A. T. & Symis, M. C. R. (1991). *Technique in free radical research. In R.H. Burton ed. Laboratory technique in biochemistry and molecular biology*. Amsterdum: Elsvier.

Siang, N.C. & Kim, L. L. (1992). Determination of trimethyllamine oxide (TMAO-N), trimethylamine (TMA-N), total volatile basic nitrogen (TVB-N) by Conway's microdiffusion method. *In K. Miwa and L.S. Jai eds.* Laboratoty manual on analytical methods procedures for fish and fish products pp. B3.1-B3.7. Bangkok: Southeast Asian Fisheries Development center.

Suwan, T. & Wongwat, S. (2011). Development of Jackfruit Seed Cracker, Research report from Faculty of Agro-Industry. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)