การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ

กฤษณธร สาเอี่ยม*, ปัทมา หิรัญโญภาส*, จิราพร วีณุตตรานนท์**, ธิดารัตน์ แสนพรม**,
นันท์ยง เพื่องขจรฟุ้ง**, กัญญาพัชร เพชราภรณ์*, นพมาศ พูลเจริญศิลป์***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ โดยศึกษาระยะเวลาการอบพองผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบด้วยเตาอบไมโครเวฟ (2,100 วัตต์) ที่ 11 13 และ 15 วินาที พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองที่ 11 13 และ 15 วินาที มีค่าความสว่าง (L*) ปริมาณความชื้น และค่าความแข็ง มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อระยะเวลาการอบพองเพิ่มขึ้น และเมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความแข็งและความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ 13 วินาที มีค่าคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ที่ชอบมาก (8.46) จากนั้นศึกษาปริมาณการเติมผงปรุงรสต้มยำที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 (ของน้ำหนักการอบพอง) พบว่า การเติมผงปรุงรสต้มยำในปริมาณที่ร้อยละ 2 ได้รับการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งมีคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ความชอบมาก (8.14) และนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 3.07 41.38 2.33 0.47 5.96 และ 46.74 ตามลำดับ จากการศึกษาข้างต้นเพื่อเป็นการนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณประโยชน์ทางด้านโภชนาการและมีราคาที่ต่ำมาเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : การพองตัว, ไมโครเวฟ, ปลาแผ่นกรอบ, ปลาสวาย

* อาจารย์ประจำ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
*** อาจารย์ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
Corresponding author, e-mail: noppamas.p@mail.rmutk.ac.th, Tel. 086-619-0834
Received : May 20, 2024; Revised : July 30, 2024; Accepted : July 31, 2024

Development of Tom Yum Flavored Crispy Chip from Striped Catfish *(Pangasius hypophthalmus)*

Kitsanatorn Saeiam*, Patthama Hirunyophat*, Jiraporn Weenuttranon**, Tidarat Sanphom**, Nunyoung Fuengkajornfung**, Kanyapat Petcharaporn*, Noppamas Poolcharoensil***

Abstract

This study aimed to develop crispy fish chips made from striped catfish with Tom Yum flavor. The puffing duration for the chips was studied using a 2,100 watt microwave, with puffing times of 11, 13 and 15 seconds respectively, found that the crispy fish chips made from striped catfish that was puffing time for 11, 13 and 15 seconds affected that the lightness (L*), moisture content, and hardness were decreased when puffing period were increase. Sensory attributes like appearance, color, odor, taste, hardness and overall acceptability were evaluated using a 9 point hedonic scale for the crispy fish chips with three different puffing time. The findings demonstrated that the 13- seconds microwave treatment received the highest score (8.46 points). Tom Yum seasoning powder was added to fish chips at 2%, 4% and 6% (w/w). The results revealed that adding 2% of the Tom Yum flavor resulted in the highest acceptability (8.14 points). The proximate of the crispy striped catfish with 2% (w/w) Tom Yum flavor was determined. The levels of moisture, protein, fat, fiber, ash and carbohydrate were 3.07%, 41.38%, 2.33%, 0.47%, 5.96% and 46.74%, respectively. Thus, the developing striped catfish chips with Tom Yum flavor has the potential to enhance the nutritional value of product.

Keywords : Puffing, Microwave, Crispy fish chips, Striped catfish

* Instructor, Home Economics, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

** Assistant Professor, Economics, Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

*** Instructor, Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep

Corresponding author, e-mail: noppamas.p@mail.rmutk.ac.th, Tel. 086-619-0834

Received : May 20, 2024; **Revised** : July 30, 2024; **Accepted** : July 31, 2024

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่มีความสนใจในเรื่องการดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อยเพราะอาหารส่วนมากทำมาจากแป้ง น้ำตาล ไขมัน และมีโปรตีนต่ำ หากรับประทานเป็นประจำอาจทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อแบบเรื้อรังได้ ดังนั้นผู้บริโภคหันมาเน้นการบริโภคอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลน้อย แคลอรี่ต่ำ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงเป็นอาหารที่มีศักยภาพสำหรับการเจริญเติบโตของร่างกายในอนาคต (กมลวรรณ พงษ์กุล, 2565) ปลาแผ่นอบกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ปลาที่ทำโดยนำเนื้อปลามาบดให้ละเอียดปรุงรสทำเป็นแผ่นตากให้แห้งใช้เป็นอาหารว่างเสริมโปรตีน ซึ่งกรรมวิธีการผลิตเป็นการประยุกต์วิธีการถนอมอาหารหลายแบบเข้าด้วยกัน เช่น การทำให้แห้งและพองกรอบโดยการไม่ใช้วิธีการทอดด้วยน้ำมัน ใช้เทคโนโลยีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟหรืออินฟาเรด ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคุณภาพที่ดีขึ้นและยังช่วยเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นานขึ้น (วันชัย วรวัฒนเมธีกุล และณัฐธร อินทวิวัฒน์, 2557) การใช้ไมโครเวฟเป็นพลังงานรูปแบบใหม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแปรรูปอาหารด้วยการให้ความร้อน เช่น การทำให้สุก การพาสเจอร์ไรซ์ การทำแห้ง และการอบพอง ซึ่งช่วยในการประหยัดเวลา พลังงาน และค่าใช้จ่าย (Mudgett, 1986; Rosenberg & Bogle, 1987) ซึ่งการให้ความร้อนด้วยเตาอบไมโครเวฟ โดยคลื่นไมโครเวฟที่ถูกปล่อยออกมาจะสัมผัสและทำปฏิกิริยากับโมเลกุลภายในอาหารที่มีการจับตัวกันอยู่เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มทำให้ได้รับการถ่ายโอนพลังงานและปล่อยออกในรูปแบบของพลังงานความร้อน ส่งผลให้โครงสร้างภายในผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลง (Umbach et al., 1990; ธิดารัตน์ แสนพรม, 2565) การอบแห้งและการอบพองด้วยคลื่นไมโครเวฟเป็นกระบวนการลดความชื้นด้วยการให้ความร้อนเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยความร้อนจะถ่ายเทไปยังผิวและโมเลกุลของอาหาร และน้ำจะระเหยออกมาจากอาหารด้วยความร้อนทำให้อาหารมีลักษณะที่แห้งซึ่งจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารได้ (วิไล รังสาดทอง, 2545)

ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) เป็นปลาน้ำจืดประเภทไม่มีเกล็ดในวงศ์ *Pangasiidae* พบในประเทศไทย กัมพูชา เวียดนาม และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ปลาชนิดนี้ได้รับการส่งเสริมจากกรมประมงให้เกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงเพื่อการค้า เนื่องจากมีวิธีการเพาะเลี้ยงที่ไม่ยุ่งยาก ผสมพันธุ์ง่าย และมีอัตราการเจริญเติบโตสูงไม่ค่อยเป็นโรคร้ายแรง เนื้อมีสีขาว ปริมาณเนื้อมาก รสชาติดี สามารถนำไปทำอาหารได้หลายประเภท และเป็นที่ต้องการของตลาดทำให้เกษตรกรไทยสนใจเพาะเลี้ยงปลาสวายมากขึ้นส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตของปลาสวายที่เกินความต้องการของผู้บริโภคจนเกิดปัญหาภาวะราคาปลาสวายตกต่ำ ในปี พ.ศ. 2555 โดยราคาปลาสวายที่จำหน่าย ณ สะพานปลากรุงเทพซึ่งเป็นตลาดกลางในการซื้อขายสัตว์น้ำของประเทศไทยอยู่ที่กิโลกรัมละ 15-30 บาท (องค์การสะพานปลา, 2565) นอกจากนี้ปลาสวายสดมีกลิ่นคาวค่อนข้างรุนแรงจึงไม่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค (จักรินทร์ ตรีอินทอง และคณะ, 2562) ปลาสวายมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื้อปลาสวายมีองค์ประกอบของโปรตีนร้อยละ 12.6-15.6 และไขมันร้อยละ 1.1-3.0 ซึ่งไขมันทั้งหมดประกอบด้วยคลอเลสเตอรอลปริมาณต่ำ (21-39 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) กรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง (ร้อยละ 41.1-47.8 ของปริมาณไขมันทั้งหมด) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดหลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acid; PUFA) ในปริมาณต่ำ (ร้อยละ 12.5-18.8 ของปริมาณไขมันทั้งหมด) ส่วนใหญ่เป็นกรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) หรือวิตามินเอฟ (ร้อยละ 44-59 ของปริมาณ PUFA ทั้งหมด) (Orban, et al., 2008) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential fatty

acid) ที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ ทำหน้าที่ในการลดไขมันชนิดไม่ดีในร่างกาย ป้องกันการสะสมของไขมันในผนังหลอดเลือด ทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปลาสวายเป็นปลาน้ำจืดของไทยที่มีโอเมก้า 3 (Omega 3) ในปริมาณสูงซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาสมอง บำรุงสายตา และช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (ยุพา บุญมี และคณะ, 2565)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะนำเนื้อปลาสวายที่มีกลิ่นคาวมีมูลค่าทางเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำแต่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมแก่ร่างกายมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ เนื่องจากผงปรุงรสต้มยำจะช่วยในการดับกลิ่นคาวของปลาสวายได้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในประเทศมาเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นการเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้บริโภคให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากปลาสวาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตปลาสวายแผ่นกรอบด้วยเตาอบไมโครเวฟที่มีระยะเวลาการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟ 3 ระดับ คือ 11, 13 และ 15 วินาที

2. เพื่อศึกษาปริมาณการเติมผงปรุงรสต้มยำที่เหมาะสม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักการอบพอง

3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเนื้อปลาสวาย

นำปลาสวายขนาด 2,500 – 3,200 กรัม ล้างทำความสะอาด ตัดหัว ควักไส้ และล้างด้วยน้ำสะอาดจากนั้นนำมาแล่เอาหนังออกใช้เฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อสีขาวที่ไม่ติดหนังและไขมันนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อปลาสวายมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อเป็นระยะเวลา 5 นาที นำเนื้อปลาสวายที่ได้บรรจุใส่ภาชนะบรรจุอาหารที่ปิดสนิทและจัดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. ศึกษาสูตรและขั้นตอนสำหรับการผลิตปลาสวายแผ่นกรอบ

คัดเลือกสูตรและขั้นตอนการผลิตปลาแผ่นกรอบของ ภัทรวดี เอียดเต็ม และคณะ (2562); สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ (2560) โดยใช้เป็นสูตรพื้นฐานและนำมาดัดแปลงขั้นตอนและอัตราส่วนผสมสำหรับการผลิตปลาสวายแผ่นกรอบ (ตารางที่ 1) ซึ่งมีวิธีการผลิตปลาสวายแผ่นกรอบโดยนำเนื้อปลาสวายที่แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใส่เครื่องบด ปั่นเนื้อปลาให้กระจายตัวเป็นระยะเวลา 1 นาที จากนั้นเติมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันปั่นผสมให้เข้ากันเป็นระยเวลา 2 นาที นำเนื้อปลาที่ผสมแล้วแบ่งใส่ถุงสำหรับบีบให้มีน้ำหนัก 200 กรัม จากนั้นใส่พิมพ์สี่เหลี่ยมบนถาดให้มีความหนาที่ 3 มิลลิเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 นาที จะได้ปลาสวายแผ่นอบแห้งจากนั้นนำไปศึกษาระยะเวลาการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 3 ระดับ

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)			
	FB 0 (สูตรควบคุม)	SF 01	SF 02	SF 03
เนื้อปลาหลังเขียวบด	400	-	-	-
เนื้อปลาสวายบด	-	400	400	400
แป้งมันสำปะหลัง	50	25	25	25
น้ำตาลทราย	30	20	20	20
ซีอิ๊วขาว	3	5	5	5
พริกไทยป่น	2	5	5	5
เกลือ	2	2	2	2
ผงฟู	2	2	2	2

ที่มา: ดัดแปลงจาก ภัทรวดี เอียดเต็ม และคณะ (2562)

3. ศึกษาระยะเวลาการอบพองปลาสวายแผ่นกรอบด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ศึกษาระยะเวลาการอบพองผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีเตาอบไมโครเวฟที่กำลังไฟ 2,100 วัตต์ ดัดแปลงจาก ภัทรวดี เอียดเต็ม และคณะ (2562); สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ (2560) โดยมีระยะเวลาการอบพองที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 11, 13 และ 15 วินาที โดยนำปลาสวายแผ่นที่ผ่านการอบแห้งมาวางบนจานขนาด 25x16 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น จากนั้นกำหนดระยะเวลาการอบพองผลิตภัณฑ์ด้วยเตาไมโครเวฟตามระยะเวลาการอบพองที่กำหนดและนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านค่าสี ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระในอาหารและคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังนี้

3.1 วิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab ((Hunter Lab, ColorFlex, USA) ได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 คือ วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ คือ วัตถุที่มีสีแดง, - คือ วัตถุที่มีสีเขียว) และ b* (+ คือ วัตถุที่มีสีเหลือง, - คือ วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) จำนวน 5 ซ้ำ

3.2 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water activity, (a_w)) ตามวิธีการของ AOAC. (2019) จำนวน 5 ซ้ำ

3.3 วิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ใช้หัววัด Spherical probe (SMS P/0.5S) โดยใช้ตัวอย่างปลาแผ่นกรอบที่มีขนาด 2 x 2.5 เซนติเมตร และกำหนดความเร็วในการทดสอบด้วยวิธี Pre-Test speed 10 มิลลิเมตรต่อวินาที Test speed 15 มิลลิเมตรต่อวินาที Post-Test speed 10 มิลลิเมตรต่อวินาที หัววัดกดลงไปเป็นระยะทาง 5 มิลลิเมตร ดัดแปลงจาก Nguyen et al., (2013) จำนวน 10 ซ้ำ

3.4 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการใช้แบบทดสอบให้คะแนนความชอบ (9-Point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ประเมินคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) และความชอบโดยรวม

4. ศึกษาปริมาณการเติมผงปรุงรสต้มยำในผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ศึกษาปริมาณการเติมผงปรุงรสต้มยำในผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่ได้รับการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคมากที่สุดมาเติมผงปรุงรสต้มยำ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบยังมีลักษณะกลิ่นคาวของปลาสวายที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมาศึกษาการเติมผงปรุงรสต้มยำสำเร็จรูปจาก บริษัท โฟร์ฟูดส์ จำกัด ที่ 3 ระดับ คือ 2, 4 และ 6 โดยร้อยละน้ำหนักของปลาสวายแผ่นกรอบ (ตารางที่ 2) โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ 100 กรัม ใส่อ่างผสม นำน้ำมันรำข้าวใส่กระบอกฉีกขนาด 10 มิลลิลิตร พ่นลงผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ 2 ครั้ง (5 มิลลิลิตร) เติมผงปรุงรสต้มยำสำเร็จรูปและผสมให้เข้ากันเป็นระยะเวลา 2 นาที และนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังนี้

4.1 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีด้านปริมาณความชื้น เถ้าไขมัน โปรตีน เส้นใย และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC. (2019)

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการใช้แบบทดสอบให้คะแนนความชอบ (9-Point hedonic scale) โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ประเมินคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 2 ปริมาณการเติมผงปรุงรสในผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่แตกต่างกัน

ส่วนผสม	ปริมาณผงปรุงรสต้มยำ (ร้อยละโดยน้ำหนักปลาสวายแผ่นกรอบ)		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 4	ร้อยละ 6
ปลาสวายแผ่นกรอบ	100	100	100
น้ำมันรำข้าว	5	5	5
ผงปรุงรสต้มยำ	2	4	6

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ (2560)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ด้านปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยการวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ Independent-Sample T-test นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในด้านปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร และคุณภาพทางกายภาพในด้านค่าสี และด้านค่าเนื้อสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. การศึกษาระยะเวลาการทำพองของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ

จากการศึกษาระยะเวลาการอบพองผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ (ดังภาพที่ 1) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีคุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ในอาหาร และด้านเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านค่าความสว่าง (L*) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ SF 01 – SF 03 มีแนวโน้มที่ลดลงอยู่ที่ 67.55±0.42, 63.90±0.14, และ 56.24±0.16 ด้านค่าความเป็นสีแดง (a*) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมอยู่ที่ 11.19±0.10, 12.64±0.10, และ 14.01±0.63 ด้านค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบสูตร SF 01 – SF 03 มีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 29.75±0.10, 28.87±0.19, และ 27.52±0.22 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในด้านปริมาณความชื้น พบว่า มีแนวโน้มที่ลดต่ำลงอยู่ที่ ร้อยละ 1.82±0.10 ซึ่งจะลดลงตามระยะเวลาการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) พบว่าลดต่ำลงอยู่ที่ร้อยละ 0.14±0.14 ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีความแข็งที่ลดลงต่ำสุดอยู่ที่ 7.74±0.25 ซึ่งค่าความแข็งจะลดต่ำลงตามระยะเวลาการอบพองที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ระยะเวลาการทำพองที่แตกต่างกันต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของปลาแผ่นกรอบ

คุณภาพทางกายภาพ	ระยะเวลาในการทำพองปลาแผ่นกรอบ			
	FB 0 (สูตรควบคุม) 10 วินาที	SF 01 11 วินาที	SF 02 13 วินาที	SF 03 15 วินาที
ค่าสี				
L*	61.48±1.75^{b}	67.55±0.42^{a}	63.90±0.14^{b}	56.24±0.16^{c}
a*	6.15±0.49^{b}	11.19±0.10^{b}	12.64±0.10^{a}	14.01±0.63^{a}
b*	23.05±0.82^{c}	29.75±0.10^{a}	28.87±0.19^{ab}	27.52±0.22^{b}
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	4.59±0.37^{a}	2.22±0.25^{b}	2.33±0.18^{b}	1.82±0.10^{c}
Water activity (a_w)	0.52±0.00^{a}	0.23±0.12^{b}	0.18±0.02^{b}	0.14±0.14^{c}
ค่าความแข็ง (g force)	15.30±1.59^{a}	9.26±0.31^{b}	8.33±0.29^{b}	7.74±0.25^{c}

หมายเหตุ $^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

FB 0 (สูตรควบคุม) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุม (เนื้อปลาหลังเขียวบด)

SF 01 – SF 03 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีการอบพองด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

2. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสวายแผ่นกรอบที่ระยะเวลาการอบพองที่แตกต่างกัน

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 3 ระดับ (ดังภาพที่ 1) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบทุกสูตร มีลักษณะปรากฏไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านสีและกลิ่น พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองที่ 11, 13 และ 15 วินาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ในด้านรสชาติ และด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพอง 13 วินาที ซึ่งมีคะแนนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดอยู่ที่ 8.06±0.82 และ 7.28±1.60 ในด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองที่ 13 วินาที ได้รับการยอมรับมากที่สุดโดยมีค่าคะแนนความชอบอยู่ในช่วงระดับความชอบมากที่ 8.46±0.67 ดังนั้นนำผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่ระยะเวลาการอบพอง 13 วินาที (สูตร SF 02) ไปศึกษาปริมาณการเติมผงปรุงรสต้มยำในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสวายแผ่นกรอบที่ระยะเวลาการทำพองแตกต่างกัน

คุณภาพทางประสาสัมผัส	ระยะเวลาในการทำพองปลาสวายแผ่นกรอบ			
	FB 0 (สูตรควบคุม)	SF 01	SF 02	SF 03
	10 วินาที	11 วินาที	13 วินาที	15 วินาที
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.57±1.27	7.00±1.35	6.44±1.63	6.72±1.37
สี	6.55±1.35^{b}	7.59±1.19^{a}	7.60±1.06^{a}	7.28±1.32^{a}
กลิ่น	6.92±1.49^{b}	7.87±1.10^{a}	7.92±1.10^{a}	7.66±1.23^{a}
รสชาติ	6.22±1.67^{c}	7.66±1.33^{b}	8.06±0.82^{a}	7.69±1.25^{b}
เนื้อสัมผัส	6.66±1.48^{b}	6.95±1.75^{b}	7.28±1.60^{a}	6.40±1.76^{b}
ความชอบโดยรวม	6.45±1.36^{ab}	8.16±0.87^{b}	8.46±0.67^{a}	8.18±0.84^{b}

หมายเหตุ: $^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

FB 0 (สูตรควบคุม) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุม (เนื้อปลาหลังเขียวบด)

SF 01 – SF 03 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีการอบพองด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

FB 0 (สูตรควบคุม) **SF 01** **SF 02** **SF 03**

ภาพที่ 1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุม (FB 0)
และผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่อบพองด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาแตกต่างกัน (SF 01-03)

3. การเติมผงปรุงรสต้มยำในผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบในปริมาณที่ต่างกัน

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) ของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่เติมผงปรุงรสต้มยำทั้ง 3 ระดับ (ดังภาพที่ 2) พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีการเติมผงปรุงรสต้มยำร้อยละ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุดอยู่ที่ 8.26±0.89, 8.10±0.95, 8.16±0.84, 8.18±0.87, 7.88±1.18, และ 8.14±0.90 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเติมผงปรุงรสต้มยำในปริมาณที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 และ 6 ที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีสีที่เข้มขึ้น มีกลิ่นและรสชาติของผงปรุงรสต้มยำที่ฉุนมากเกินไป และทำให้มีระดับคะแนนความชอบลดลงอยู่ที่ 7.60±1.04 และ 7.46±0.99 ทำให้ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่เติมผงปรุงรสต้มยำร้อยละ 2 มากที่สุดซึ่งมีระดับคะแนนความชอบมากที่สุด 8.14±0.90

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ปริมาณผงรสต้มยำในปลาสวายแผ่นกรอบ**		
	SF 02		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 4	ร้อยละ 6
ลักษณะปรากฏ	8.26±0.89[a]	7.86±1.12[ab]	7.48±1.23[b]
สี	8.10±0.95[a]	7.66±1.04[b]	7.00±1.21[c]
กลิ่น	8.16±0.84[a]	7.50±0.99[b]	7.48±1.09[b]
รสชาติ	8.18±0.87[a]	7.62±1.02[b]	7.58±1.07[b]
เนื้อสัมผัส	7.88±1.18[a]	7.62±1.21[ab]	7.42±1.27[b]
ความชอบโดยรวม	8.14±0.90[a]	7.60±1.04[b]	7.46±0.99[b]

หมายเหตุ [a-c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

SF 02 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่เติมผงปรุงรสต้มยำที่แตกต่างกัน

ร้อยละ 2 **ร้อยละ 4** **ร้อยละ 6**

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีปริมาณผงปรุงรสต้มยำที่ระดับต่าง ๆ

4. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ

คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ และผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุม พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรที่ FB 0 มีปริมาณความชื้นที่สูงกว่า SF 02 ที่ร้อยละ 3.72 และ 3.07 ตามลำดับ เนื่องจากมีระยะเวลาการอบพองด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่ำกว่า ในขณะที่สูตรที่ SF 02 มีระยะเวลาการอบพองที่ 13 วินาที ซึ่งการให้ความร้อนต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีระยะเวลาการอบพองที่สูงขึ้นทำให้มีปริมาณความชื้นที่ต่ำลง ด้านปริมาณโปรตีน พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร FB 0 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบสูตร SF 02 ในด้านปริมาณของไขมัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำสูตร SF 02 มีปริมาณไขมันที่สูงกว่าสูตร FB 0 อยู่ที่ร้อยละ 2.33 และ 0.05 ตามลำดับ เนื่องจากได้มีการสเปรย์น้ำมันรำข้าวเพื่อให้ผงปรุงรสต้มยำเกาะตัวกับผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้มีไขมันที่เพิ่มขึ้นในด้านของเส้นใย และเถ้าพบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ

คุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัม	ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ	
	FB 0	SF 02 (ร้อยละ 2)
ความชื้น	3.72 ± 0.03^{a}	3.07 ± 0.09^{b}
โปรตีน	43.56 ± 0.20^{a}	41.38 ± 0.15^{b}
ไขมัน	0.05 ± 0.02^{b}	2.33 ± 0.16^{a}
เส้นใย^{ns}	0.47 ± 0.06	0.47 ± 0.04
เถ้า^{ns}	5.79 ± 0.01	5.96 ± 0.11
คาร์โบไฮเดรต^{ns}	46.84 ± 0.34	46.74 ± 0.21

หมายเหตุ: $^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาระยะเวลาการทำพองของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ

ระยะเวลาการทำพองผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบมีค่าความสว่าง (L^{*}) และ ค่าความเป็นสีเหลือง (b^{*}) ลดลงเนื่องจากระยะเวลาการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟเพิ่มขึ้นจะมีการกระจายความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ทำให้โมเลกุลในอาหารเกิดการสั่นและเสียดสีกันจนเกิดเป็นความร้อนซึ่งจะเป็นการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีที่แตกต่างกัน (เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, 2551; สุพิชญา วาสะศิริ และคณะ, 2560) ค่าความเป็นสีแดง (a^{*}) เพิ่มขึ้นซึ่งการใช้เตาอบไมโครเวฟที่กำลังไฟ 2,100 วัตต์ เป็นการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เมื่อระยะเวลาการอบพองมากขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ที่เร็วขึ้นส่งให้ผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลเข้มเพิ่มขึ้น (สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย และคณะ, 2550) ด้านปริมาณความชื้น และ

ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) ลดลงตามระยะเวลาการอบพองที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นที่ต่ำลง (Mishra et al., 2014) และเมื่อระยะเวลาการอบพองที่มากขึ้นผลิตภัณฑ์จะเกิดการพองตัวสูงความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์จะต่ำลง ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านในของผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเป็นโพรงและมีค่าความแข็งลดลง (Mishra et al., 2014)

2. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาสวายแผ่นกรอบที่ระยะเวลาการทำพองที่แตกต่างกัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบทุกสูตร มีลักษณะปรากฏไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านสีและกลิ่น พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองที่ 11, 13 และ 15 วินาที ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟในช่วงเวลาที่ทำการวิจัยเป็นการให้ความร้อนต่อผลิตภัณฑ์อาหาร โดยใช้หลักการทำให้โมเลกุลภายในอาหารที่มีน้ำ ไขมัน และน้ำตาล เป็นองค์ประกอบทำให้เกิดการสั่น (Dipole rotation) และเสียดสีจนเกิดเป็นความร้อนกับชิ้นอาหารทำให้มีลักษณะไม่แตกต่างกัน (สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย และคณะ, 2550) และทำให้สีและกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเพิ่มระยะเวลาอบพองจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเป็นสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุมมีระยะเวลาการอบพองน้อยทำให้มีสีที่อ่อนกว่า ด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีการอบพอง 13 วินาที ได้รับการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะการพองตัวที่สมบูรณ์มีลักษณะเป็นโพรงโปร่งทั่วกันทั้งแผ่นไม่มีกลิ่นไหม้ ในขณะที่ระยะการอบพองที่เพิ่มขึ้นเป็น 15 วินาทีส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มเพราะส่วนผสมมีปริมาณสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน โปรตีน โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาลมีกลิ่นไหม้ (Gökmen et al., 2021) ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพอง 13 วินาที ได้รับการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากการอบพองด้วยเตาอบไมโครเวฟที่ระยะเวลาสูงขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวมีลักษณะจะเป็นโพรงอากาศทั่วกันทั้งชิ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็งลดลง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบที่มีระยะเวลาการอบพองที่ต่ำจะทำให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวและแข็ง (Kulchan et al., 2010) ซึ่งการพองตัวและความแข็งของผลิตภัณฑ์อาจจะเกิดจากปริมาณความชื้นและสัดส่วนของปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคตินที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์โดยผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำ เปราะ และแตกง่าย (เบญจวรรณ โชติประดิษฐ์, 2545) ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่ทำพอง 13 วินาที ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงระดับความชอบมากที่ 8.46 ซึ่งมีการพองตัวที่สมบูรณ์เป็นโพรงอากาศทั่วกันทั้งชิ้น ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีระยะเวลาการอบพองที่ 15 วินาที มีค่าคะแนนความชอบที่ลดลง เนื่องจากการให้ความร้อนที่ระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มและมีกลิ่นไหม้ เพราะในผลิตภัณฑ์มีสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน โปรตีน ที่มีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Gökmen et al., 2021) จึงส่งผลต่อคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ลดลง

3. การเติมผงปรุงรสต้มยำในผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบในปริมาณที่ต่างกัน

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่เติมผงปรุงรสต้มยำทั้ง 3 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่มีการเติมผงปรุงรสต้มยำร้อยละ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเติมผงปรุงรสต้มยำในปริมาณในที่เพิ่มขึ้นที่มากกว่าร้อยละ 2 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบมีสีที่เข้มขึ้นและการเติมผงปรุงรสต้มยำในปริมาณสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติของผงปรุงรสต้มยำที่ฉุนมากเกินไป ซึ่งการเติมผงปรุงรสต้มยำในปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลอัตราการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบที่เติมผงปรุงรสต้มยำร้อยละ 2 มากที่สุด ซึ่งมีค่าระดับคะแนนความชอบมากที่ 8.14 ใขณะที่ปริมาณผงปรุงรสต้มยำร้อยละ 4 และ 6 มีคะแนนความชอบโดยรวมที่ลดลงอยู่ที่ 7.60 และ 7.46

4. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ

ด้านคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ และผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตรควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร FB 0 มีปริมาณความชื้นที่สูงกว่า SF 02 ที่ร้อยละ 3.72 และ 3.07 ตามลำดับ เนื่องจากมีระยะเวลาการอบพองด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่ำกว่า ในขณะที่ระยะเวลาการอบพองที่ 13 วินาที ซึ่งการให้ความร้อนต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่สูงขึ้นทำให้มีปริมาณความชื้นที่ต่ำลง (Mishra et al., 2014) ปริมาณโปรตีน พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร FB 0 มีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบ SF 02 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร FB 0 มีส่วนผสมของเนื้อปลาหลังเขียวบดซึ่งมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 18.1 g/100 กรัม ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร SF 02 มีส่วนผสมของเนื้อปลาสวายบดซึ่งมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 15.10 g/100 กรัม (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2561) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร SF 02 มีปริมาณโปรตีนที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบสูตร FB 0 ในด้านปริมาณของไขมัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำสูตร SF 02 มีปริมาณไขมันที่สูงกว่าสูตร FB 0 อยู่ที่ร้อยละ 2.33 และ 0.05 ตามลำดับ เนื่องจากได้มีการสเปรย์น้ำมันรำข้าวเพื่อให้ผงปรุงรสต้มยำเกาะตัวกับผลิตภัณฑ์จึงส่งผลให้มีไขมันที่เพิ่มขึ้น ในด้านของเส้นใยและเถ้า พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำ โดยเริ่มจากการนำวัตถุดิบปลาสวายที่มีราคาตามท้องตลาดที่ต่ำไม่ได้รับความนิยมในการบริโภคแต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นำมาเพิ่มมูลค่าโดยการทำเป็นผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดอบกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นและสร้างรายได้ให้กับผู้ประกอบการและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาถึงอายุการเก็บรักษา คุณภาพทางจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ปลาสวายแผ่นกรอบรสต้มยำเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2. ควรมีการนำเนื้อปลาสวายมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพในรูปแบบอื่น ๆ และศึกษากระบวนการแปรรูปปลาสวายให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพเพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชนและสังคม

.....

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ พงษ์กุล. (2565). ปัจจัยที่มีผลต่อแนวโน้มและข้อแนะนำการบริโภคอาหารคลีนเพื่อสุขภาพในทศวรรษ 2020. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2* (2), AA1-AA9.

จักรินทร์ ตรีอินทอง, ฤทธิ์ชัย คำโฮง, และวนัฐวิน ภูขมร. (2562) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสวาย. *วารสารแก่นเกษตร, 47* (ฉบับพิเศษ 2), 461-466.

ธิดารัตน์ แสนพรม. (2565). ผลของปริมาณงาขี้ม้อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กฟลาวมันสำปะหลังด้วยการใช้ไมโครเวฟในการอบ. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน, 28* (4), 88-99.

เบญจวรรณ โชติประดิษฐ์. (2545). *การพัฒนาปลาเส้นจากชูริมิปลาดุกอุยเทศเสริมเส้นในอาหารจากแป้งบุก* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. https://lib.ku.ac.th/2024/edatabaselistsget/14

เทวรัตน์ ทิพยวิมล. (2551). *การพัฒนาเครื่องอบแห้งระบบปั๊มความร้อนร่วมกับไมโครเวฟเพื่ออบแห้งสมุนไพร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. https://lib.ku.ac.th/2024/edatabaselistsget/14

ภัทรวดี เอียดเต็ม, กูรอซียะห์ ยามิรูเด็ง, และ จริยา สุขจันทรา. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 4* (2), 1-9.

ยุพา บุญมี, มานิดา จันทมงคล, มธุรา อุณหศิริกุล, ปฐมาภรณ์ ทิลารักษ์, และ อมรรัตน์ สุวรรณโพธิ์ศรี. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บาร์บีคิวรสพริกไทยดำจากเนื้อปลาสวาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 24* (2), 56-63.

วันชัย วรวัฒนเมธีกุล และณัฐธร อินทวิวัฒน์. (2557). เทคโนโลยีการผลิตปลาแผ่นกรอบ. ใน เนตรนภิส วัฒนสุชาติ (บ.ก.), *ขนมทางเลือกเพื่อสุขภาพ : เทคโนโลยีการผลิต และต้นแบบผลิตภัณฑ์* (น.21-42). ห้างหุ้นส่วน จำกัด พิฆณี.

วิไล รังสาดทอง. (2545). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุพิชญา วาสะศิริ, จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร, และ นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์. (2560). การกลั่นกรองปัจจัยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลาสลิดแผ่นกรอบที่เตรียมด้วยเตาย่างแบบสายพานและเตาอบไมโครเวฟ. ใน ลิลลี่ กาวีต๊ะ (บ.ก.), *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53* (น.1227-1235). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561, ม.ป.ป. กันยายน). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. Thai-food-composition-table. https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table

สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย, วิโรจน์ จินดารัตน์, และ ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช. (2550). การอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้ท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม. ใน กุลเชษฐ์ เพียรทอง (บ.ก.), *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21* (น.19-25). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

องค์การสะพานปลา. (2565, 8 สิงหาคม). *ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำประจำปี 2565*. https://www.fishmarket.co.th/

Association of Official Analytical Chemists. (2019). *Offical Methods of Analysis of AOAC*. (21th ed). AOAC International.

Gökmen, V., Aktağ, I.G., Hamzalıoğlu, A., & Kocadağlı, T. (2021). Dietary exposure to acrylamide: A critical appraisal on the conversion of disregarded intermediates into acrylamide and possible reactions during digestion. *Current Research in Food Science, 5*, 1118-1126.

Kulchan, R., Suppakul, P. & Boonsupthip, W. (2010). Texture of glassy tapioca-flourbased baked product as a function of moisture content. In Reid, D.S., Sajjaanantakul, T., Lillford, P.J., & Charoenrein, S. (Eds.), *Water Properties in Food, Health, Pharmaceutical and Biological Systems: isopow 10* (pp. 591-598). Wiley Blackwell.

Mishra, G., Joshi, D.C. & Panda, B.K. (2014). Popping and puffing of cereal grains: A review. *Journal of Grain Processing & Storage, 1*, 34-46.

Mudgett, R. (1986). Microwave properties and heating characteristic of food. *Food Tech, 40*(6), 84-93.

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.

Orban, E., Nevigato, T., Di Lena, G., Masic, M., Casini, I., Gambelli, L., & Caproni, R. (2008). New trends in the seafood market. Sutchi catfish (Pangasius hypophthalmus) fillets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry*, *110*(2), 383-389.

Rosenberg, U. & W. Bogle. (1987). Microwave pasteurization, sterilization, blanching and pest control in the food industry. *Agricultural and Food Science*, *2*, 92-99.

Umbach, S. L., Davis, E. A., & Gordon, J. (1990). Effects of heat and water transport on the bagel-making process: Conventional and microwave baking. *Cereal Chemistry, 67*(4), 355-360.