

ผลของกระบวนการอบแห้งต่อคุณภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ
ของผงปลาปรุงรสจากเศษเนื้อปลาแชลมอนจากโรงงานอุตสาหกรรม
Effect of Drying Process on the Quality and Nutritional Value
of Seasoning Powder from Salmon By-Products in Industrial

รังสิตา จันท์หอม¹ ภาพิมล ประจงพันธ์^{2,*} และลลิตา ปานแก้ว²

Rangsita Chunhom¹, Papimon Prachongpun^{2,*} and Lalita Pankaew²

¹สาขาวิชาคหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

²สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ กรุงเทพฯ 10120

¹Program in Home Economics, Faculty of Science and Technology

Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, Thailand 60000

²Program in Foods and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology

Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, Thailand 10120

*Corresponding author: papimon.p@mail.rmutk.ac.th

Received: February 26, 2025

Revised: July 07, 2025

Accepted: July 29, 2025

Abstract

This research aimed to develop a seasoned fish powder product from factory leftover of salmon meat by studying the drying time, physical, chemical characteristics nutritional value and acceptance. Three recipes of seasoned fish powder were studied using a 9-point hedonic scale. It was found that formula 2 (50.4% salmon, 8.4% sugar, 3.4% sea salt, and 37.8% soy sauce) received the highest sensory acceptability scores in all characteristics ($p \leq 0.05$). The color values (L^* a^* b^*) were 73.74, 10.12, and 24.06, respectively. The pH was 5.60, the water activity content (a_w) was 0.46 and the moisture content was 9.45%. Formula 2 was then tested under four drying times of 9, 10, 11, and 12 hours at 70°C and the sensory acceptance results showed that the sample dried for 12 hours received the highest liking score ($p \leq 0.05$). The moisture content of seasoned salmon powder at drying times of 9, 10, 11 and 12 hours was between 4.99–9.15% and the free water content was between 0.27–0.40 and the pH was between 7.52–8.04 indicating that drying temperature affects physical and chemical characteristics and consumer preference. In addition, when the seasoned salmon powder that was dried for 12 hours was analyzed for nutritional value, it was found that 100 grams of seasoned salmon powder contained

403.87 kilocalories of energy, 62.65% protein, 10.51% fat, 7.18% ash, 14.67% carbohydrates, 10.09 grams of sugar, 4.99% of moisture, and minerals including 2,832 milligrams of sodium and 55.42 milligrams of calcium.

Keywords: food industrial by-products, salmon, seasoning fish powder, drying

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงปลาปรุงรสจากเศษเนื้อปลาแชลมอนจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ผงปลาปรุงรสจำนวน 3 สูตร โดยให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale พบว่าสูตรที่ 2 (เนื้อปลาแชลมอนร้อยละ 50.4 น้ำตาลทรายร้อยละ 8.4 เกลือสมุทรร้อยละ 3.4 และซอสถั่วเหลืองร้อยละ 37.8) ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดทุกคุณลักษณะ ($p \leq 0.05$) มีค่าสี ($L^* a^* b^*$) เท่ากับ 73.74, 10.12 และ 24.06 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.60 ปริมาณน้ำอิสระ (aw) เท่ากับ 0.46 และค่าความชื้น เท่ากับ 9.45 จึงนำสูตรที่ 2 มาศึกษาระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ระดับ คือ 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า การอบแห้งที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาการอบ 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง อยู่ระหว่างร้อยละ 4.99–9.15 และมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.27–0.40 มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.52–8.04 แสดงให้เห็นว่าผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและความชอบของผู้บริโภค นอกจากนี้เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าผลิตภัณฑ์ผงปลาแชลมอนปรุงรสที่ 100 กรัม มีพลังงาน 403.87 กิโลแคลอรี โปรตีนร้อยละ 62.65 ไขมันร้อยละ 10.51 เกลือร้อยละ 7.18 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.67

ปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 10.09 กรัม แร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียม 2,832 มก. และแคลเซียม 55.42 มก.

คำสำคัญ: ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหาร ปลาแชลมอน ผงปลาปรุงรส การอบแห้ง

คำนำ

ขยะอาหาร (food waste) หมายถึง อาหารเหลือทิ้งในตอนปลายของห่วงโซ่อุปทานอาหาร เกิดจากผู้จำหน่ายหรือผู้ค้าปลีก ผู้ประกอบอาหารหรือผู้ให้บริการด้านอาหาร และผู้บริโภค จากรายงานดัชนีขยะอาหารของโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งองค์การสหประชาชาติ พบว่าปริมาณขยะอาหารจากครัวเรือนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2562 มีประมาณ 79 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (UNEP, 2021; Cheunbarn and Siraporn, 2024) และมีปริมาณขยะอาหารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2567 ขยะอาหารเกิดขึ้นรวมทั้งประเทศมีประมาณ 146 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และจากการสำรวจองค์ประกอบของขยะอาหาร มีส่วนที่รับประทานได้เพียงร้อยละ 39.5 โดยกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแชลมอนจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร อาจนำไปสู่การสร้างขยะอาหารได้ เนื่องจากในประเทศไทยมีการนำเข้าปลาแชลมอนจากต่างประเทศมาจำหน่ายในรูปแบบของเนื้อปลาแชลมอนแช่แข็ง และเนื้อปลาแชลมอนแล่เป็นต้น ซึ่งกระบวนการตัดแต่งเนื้อปลาส่งผลให้เกิดเศษเหลือทิ้งคิดเป็นร้อยละ 30 ของน้ำหนักปลาทั้งหมด เช่น หัว ใส้ ไขมัน ก้าง รวมถึงเนื้อที่ติดไปกับส่วนต่าง ๆ ของปลา จึงมีการศึกษาเพื่อนำเศษเหลือทิ้งจากปลาแชลมอน

มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อปลาแชลมอนเป็นส่วนประกอบ (Ruechakul *et al.*, 2014) และการผลิตขนมขบเคี้ยวเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาแชลมอนโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน (Prachongpun *et al.*, 2023) เป็นต้น หรือการนำเนื้อปลาชนิดอื่นมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ผงโรยข้าวจากเนื้อปลาสด (Nuchunm, 2008) ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากหนังปลากะพงขาวทอดกรอบ (Mahae *et al.*, 2021) หรือผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวรสหม่าล่าเสริมปลาแห้งที่ใช้ปลาสร้อยและปลาข้าวสาร (Morida and Khamwachiraphitak, 2023) เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ผงปลาปรุงรสพร้อมบริโภค หรือผงโรยข้าวทำจากเนื้อปลาช่วยให้อาหารมีรสชาติ สีสัน และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในมื้ออาหาร (Mouritsen and Jose. 2018) จากตัวอย่างงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ามีการนำปลาชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปลาปรุงรสพร้อมบริโภค ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ทั้งด้านคุณค่าทางโภชนาการและเพิ่มมูลค่า โดยเฉพาะเนื้อปลาแชลมอนก็เป็นหนึ่งในชนิดของปลาที่เหมาะสมกับการเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยโปรตีนสูงถึง 21.3 กรัม แคลเซียม 12 มก. และไขมัน 5.6 กรัม ที่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Yodjam, 2014) ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการนำปลาแชลมอนจากโรงงานแปรรูปมาพัฒนาเป็นผงปลาปรุงรสโดยใช้กระบวนการอบแห้ง (drying) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้ง คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์ผงปลาปรุงรสจากเนื้อปลาแชลมอนจากโรงงานอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกตำรับพื้นฐานในการผลิตผงปลาแชลมอนปรุงรส

คัดเลือกสูตรมาตรฐานจำนวน 3 สูตร ดังแสดง Table 1 ซึ่งคัดเลือกจากสูตรผงปลาปรุงรสที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ดัดแปลงจากสูตรที่ 1 (Nuchunm, 2008) สูตรที่ 2 (Prachongpun *et al.*, 2019) และสูตรที่ 3 (Srimanobhas and Kleechaya, 2021) โดยคัดเลือกเฉพาะส่วนของเนื้อปลาแชลมอนแช่แข็งจาก บริษัท แพนฟู้ด จำกัด ให้ได้ปริมาณตามสูตร จากนั้นนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเนื้อปลาแชลมอนที่นึ่งสุกปรุงรสด้วยเกลือ น้ำตาลทราย ซอสถั่วเหลือง คลุกผสมเข้าด้วยกัน เทใส่ถาดเกลี่ยให้ทั่วโดยมีความหนา 1 ซม. นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Memmert รุ่น UF55 ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 9 ชั่วโมง พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดของแห้งยี่ห้อ TEFAL รุ่น DPA130 ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 Mesh และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เป็นบุคคลทั่วไป อายุ 20–60 ปี ทำการบรรจุข้าวหุงสุก 10 กรัม ลงในถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์ โรยผงปลาปรุงรส 1 กรัม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดเพื่อเป็นสูตรมาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงปลาแชลมอนปรุงรสต่อไป

Table 1 Ingredients of seasoning salmon fish powder products standard recipe

| Ingredients | Content (%) | | |
|-------------|-------------|----------|----------|
| | Recipe 1 | Recipe 2 | Recipe 3 |
| Salmon fish | 84.5 | 50.4 | 74.5 |
| Sugar | 2.8 | 8.4 | 6.4 |
| Salt | 1.4 | 3.4 | 4.3 |
| Soybean | 11.3 | 37.8 | 14.9 |

Recipe 1 modified from Nuchunm (2008); Recipe 2 modified from Prachongpun *et al.* (2019); Recipe 3 modified from Srimanobhas and Walai (2021)

ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี

1) การวิเคราะห์ค่าสี (Color Measurement) ทำการวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ของผงปลาปรุงรสด้วยระบบ CIE (Observer angle 10° , Illuminant D65) เพื่อประเมินความสว่าง (L^*) ความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี HunterLab รุ่น UltraScan VIS วัดจำนวน 5 ซ้ำ และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ดัดแปลงจาก Prachongpun *et al.* (2019) ซึ่งตัวอย่าง 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 40 มล. กวนผสมเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง SI Analytics (Lap 845) ทำการตรวจการวัด 3 ซ้ำ

3) วิเคราะห์ความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2019) โดยต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standards Institute, 1987) ทำการตรวจวัด 3 ซ้ำ

4) วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ซึ่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยตัวอย่างและปิดฝานำไปวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง AQUA LAB ยี่ห้อ LabMaster-aw neo รุ่น ENS/ELS อุณหภูมิระหว่างทำการวิเคราะห์เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจการวัด 3 ซ้ำ

ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแชลมอนปรุงรส

ทำการคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดมาศึกษาระยะเวลาการอบแห้งที่เหมาะสม โดยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง หรือมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ทำการดึงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงปลาแชลมอนปรุงรสออกมาทุก 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ-เคมี และนำสูตรที่ดีที่สุดมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ โดยตรวจวิเคราะห์สารอาหารในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ พลังงานจากสารอาหาร โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ความชื้น และแร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียมและแคลเซียม (AOAC, 2019)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ-เคมี ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Paired Sample T-Test วางแผนแบบสุ่มภายในบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance

(ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยรายงานผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาดำรงพื้นฐานด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

การทดสอบการยอมรับด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าปริมาณและชนิดของส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

แสดงดัง Table 2 พบว่าการยอมรับด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงปลาแซลมอนปรุงรส สูตรที่ 2 ที่ประกอบด้วยเนื้อปลาแซลมอนร้อยละ 50.4 น้ำตาลทราย ร้อยละ 8.4 เกลือสมุทรร้อยละ 3.4 และซอสถั่วเหลือง ร้อยละ 37.8 (Table 1) ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดทุกคุณลักษณะ ซึ่งมีคะแนนด้านสี เท่ากับ 7.20 คะแนนด้านกลิ่น เท่ากับ 6.86 คะแนนด้านเนื้อสัมผัส เท่ากับ 7.08 คะแนนด้านรสชาติ เท่ากับ 7.40 และคะแนนด้านความชอบรวมเท่ากับ 7.54 โดยคะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง-ชอบมาก จึงนำสูตรผงปลาแซลมอนปรุงรสที่ 2 ไปศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสต่อไป

Table 2 Acceptance results of seasoning salmon fish powder products standard recipe

| Characteristics | Seasoning fish powder products (recipe) | | |
|-----------------|---|------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Color | 6.14± 1.47 ^b | 7.20±1.07 ^a | 6.58±1.36 ^b |
| Aroma | 5.90±1.43 ^b | 6.86±1.36 ^a | 6.44±1.49 ^{ab} |
| Texture | 6.04±1.38 ^b | 7.08±1.28 ^a | 7.02±1.49 ^a |
| Taste | 6.08±1.64 ^b | 7.40±1.23 ^a | 6.98±1.48 ^a |
| Like | 6.24±1.25 ^b | 7.54±1.09 ^a | 7.68±1.17 ^a |

Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพ-เคมี ของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

การศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพ-เคมีของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส ทั้ง 3 สูตร (Table 3) ค่าสี พบว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีแดง (a*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสสูตรที่ 3 มีค่าความสว่างสูงที่สุด คือ 76.96 ตามด้วยผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสสูตรที่ 1 และ 2 มีค่า 75.17 และ 73.74 ตามลำดับ

ค่า a* ของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส สูตร 1, 3 และ 2 มีค่าเท่ากับ 10.94, 10.12 และ 10.47 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส พบว่าอยู่ในช่วง 5.60–5.95 ซึ่งจัดเป็นอาหารกรดต่ำ (Shafiqur, 1999) ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Table 3 Physical and chemical characteristics results of seasoning fish powder products standard recipe

| Recipe | Color | | | pH | Moisture (%) | Water activity (a_w) |
|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | L* | a* | b* ^{ns} | | | |
| 1 | 75.17±0.34 ^b | 10.94±0.13 ^a | 24.13±0.13 | 5.95±0.00 ^a | 25.71±1.46 ^c | 0.74±0.00 ^c |
| 2 | 73.74±0.98 ^c | 10.12±0.07 ^c | 24.06±0.09 | 5.60±0.02 ^b | 9.45±0.43 ^a | 0.46±0.00 ^a |
| 3 | 76.96±0.25 ^a | 10.47±0.08 ^b | 24.11±0.06 | 5.95±0.00 ^a | 23.48±1.09 ^b | 0.71±0.00 ^b |

Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

ns = non-significantly different

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

Table 4 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส โดยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง พบว่าคุณลักษณะทางกายภาพ ด้านค่า L* มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการอบเพิ่มขึ้น เนื่องจากในกระบวนการอบแห้งอาจส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่จะทำให้ค่าความสว่างลดลง (Morida and Khumwachiraphitak, 2023) ค่า a* อยู่ในช่วง 11.99–14.84 และค่า b* อยู่ในช่วง 18.77–27.08 ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาในการอบไม่ส่งผลต่อค่า pH ในผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส ในด้านความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ พบว่าผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบนาน 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดัง Table 4 โดยผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบนาน 12 ชั่วโมง มีความชื้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 6.86 ปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มที่ลดลงเช่นกัน เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบ โดยการอบที่ 12 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.27 ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบนาน 11, 10 และ 9 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.28, 0.33 และ 0.40 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Morida and Khumwachiraphitak (2023) ที่ศึกษาปริมาณน้ำอิสระในผงโรยข้าวรสหม่าล่าเสริมปลาสร้อยและปลาข้าวสารแห้ง พบว่าอยู่ในช่วง 0.35–0.54

Table 4 Physical and chemical characteristics results of seasoning fish powder products at 9, 10, 11 and 12 hours for drying

| Time of drying (hrs) | Color | | | pH ^{ns} | Moisture (%) | Water activity (a _w) |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | L* | a* | b* | | | |
| 9 | 67.14±0.46 ^a | 11.99±0.45 ^b | 18.77±0.69 ^c | 7.96±0.70 | 10.29±0.36 ^c | 0.40±0.08 ^c |
| 10 | 64.63±0.79 ^b | 14.84±0.19 ^a | 27.08±0.11 ^a | 7.52±0.61 | 9.15±0.30 ^c | 0.33±0.10 ^b |
| 11 | 65.33±1.15 ^b | 14.81±0.28 ^a | 25.65±0.17 ^b | 7.84±0.68 | 8.00±0.09 ^b | 0.28±0.06 ^a |
| 12 | 65.79±0.83 ^{ab} | 14.70±0.21 ^a | 26.15±0.10 ^b | 8.04±0.53 | 6.86±0.80 ^a | 0.27±0.01 ^a |

Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05).

ns = non-significantly different

Table 5 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส ที่อบแห้งในระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ซึ่งผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบนาน 12 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดทุกคุณลักษณะ โดยคะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง-ชอบมาก จึงนำผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบนาน 12 ชั่วโมงไปศึกษาคุณค่าทางโภชนาการต่อไป

Table 5 Acceptance results of seasoning fish powder products at 9, 10, 11 and 12 hours for drying

| Characteristics | Seasoning Salmon fish powder products | | | |
|-----------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 9 hrs | 10 hrs | 11 hrs | 12 hrs |
| Color | 5.90±1.20 ^d | 6.40±1.28 ^c | 7.22±0.95 ^b | 7.96±0.70 ^a |
| Aroma | 5.78±1.28 ^d | 6.30±1.42 ^c | 6.92±1.24 ^b | 7.52±0.61 ^a |
| Texture | 6.02±1.36 ^c | 6.98±1.49 ^b | 7.20±1.21 ^b | 8.04±0.53 ^a |
| Taste | 6.06±1.46 ^c | 6.76±1.42 ^b | 7.46±1.13 ^a | 7.84±0.68 ^a |
| Like | 6.16±1.20 ^c | 7.50±1.22 ^b | 7.64±1.01 ^{ab} | 7.92±0.27 ^a |

Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05).

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงปลาปรุงรสจากเศษเนื้อปลาแซลมอนที่อบนาน 12 ชั่วโมง พบว่าพลังงานทั้งหมด 403.87 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด ร้อยละ 10.51 โปรตีนร้อยละ 62.65 คาร์โบไฮเดรต

ร้อยละ 14.67 โยอาหารร้อยละ 4.01 กรัม น้ำตาลเท่ากับ 10.09 กรัม เถ้าร้อยละ 7.18 แคลเซียมเท่ากับ 55.42 มก. และโซเดียมเท่ากับ 2,832 มก. แสดงดัง Table 6

Table 6 Nutritional value of seasoning salmon fish powder product

| Nutritional | Content |
|------------------|---------|
| Energy (kcal) | 403.87 |
| Total fat (%) | 10.51 |
| Protein (%) | 62.65 |
| Carbohydrate (%) | 14.67 |
| Fiber (%) | 4.01 |
| Sugar (g) | 10.09 |
| Ash (%) | 7.18 |
| Calcium (mg) | 55.42 |
| Sodium (mg) | 2,832 |

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

จากการศึกษาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสผลด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยสูตรที่ 2 มีคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุกด้าน เมื่อพิจารณาอาจเป็นเพราะมีสัดส่วนปริมาณเครื่องปรุงต่อเนื้อปลาแซลมอนมากกว่าสูตรอื่น จึงทำให้มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรอื่น ในขณะที่การศึกษาคูณภาพทางกายภาพและเคมี พบว่าปริมาณความชื้นสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด โดยสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระมีค่าต่ำที่สุดเช่นกัน คือ มีปริมาณเท่ากับ 0.46 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากปลา เลขที่ มพข. 1605/2565 ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 0.6 (Thai Industrial Standards Institute, 2023)

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส

เมื่อนำมาศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส คือ อบแห้งนาน 9, 10, 11 และ 12 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาการอบแห้งมีผลต่อ

คุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการยอมรับของผู้บริโภค โดยการศึกษาปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบมากขึ้น ปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร ปริมาณน้ำอิสระบ่งบอกถึงการควบคุม การอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ เนื่องจากปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระที่ลดลงทำให้จุลินทรีย์บางชนิดไม่สามารถเจริญได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ที่ค่าปริมาณน้ำอิสระที่ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่ไม่เจริญที่ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.7 (Postharvest Technology Innovation Center, 2003) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ในส่วนของการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส สูตรที่อบนาน 12 ชั่วโมงมากที่สุด ซึ่งมีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง-ชอบมาก เนื่องจากภายใต้สภาวะการอบแห้งจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในอาหาร การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเวลาส่งผลต่อการสลายตัวและการออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งจะส่งผลต่อสี กลิ่น รสชาติในอาหาร (Siwawej, 2003; Rahman, 2007)

จากการศึกษาคูณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส ระยะเวลาอบนาน 12 ชั่วโมง พบว่า

ผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวทางการค้าบางยี่ห้อ รวมทั้งมีปริมาณโปรตีนและแคลเซียมสูงกว่า โดยอ้างอิงจากการศึกษา Prachongpun *et al.* (2019) ที่รายงานว่าพลังงานของผงโรยข้าวทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบจำนวน 5 ผลิตภัณฑ์ มีพลังงานระหว่าง 415–766 กิโลแคลอรี/100 กรัม ปริมาณโปรตีนและแคลเซียมเท่ากับร้อยละ 13.31–42.18 และ 13.90–62.40 มก./100 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสมีพลังงานระหว่าง 403.87 กิโลแคลอรี/100 กรัม ปริมาณโปรตีนและแคลเซียมสูงถึงร้อยละ 62.65 และ 55.42 มก./100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโปรตีนสูงกว่าประมาณ 2 เท่า อาจเป็นผลมาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่ประกอบไปด้วยเนื้อปลาแซลมอนถึงร้อยละ 50.42 ซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีน แต่ปริมาณโซเดียมของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง เท่ากับ 2,832 มก./100 กรัม เมื่อพิจารณาจากคำแนะนำในการบริโภค ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสต่อมื้อ คือ ประมาณ 6 กรัม ผู้บริโภคจะได้รับโซเดียมประมาณ 140 มก. โดยคำแนะนำจากเกณฑ์ของ Food and Drug Administration (2018) ที่ระบุว่าความต้องการสูงสุดของโซเดียมที่ร่างกายได้รับและไม่ทำให้เกิดอันตราย คือ 2,000 มก./วัน

สรุปผลการวิจัย

จากการคัดเลือกตำรับพื้นฐานในการผลิต ผงปลาแซลมอนปรุงรส ผลการทดลองพบว่าสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ทุกคุณลักษณะ ($p \leq 0.05$) มีโดยมีส่วนประกอบ ดังนี้ เนื้อปลาแซลมอนร้อยละ 50.4 น้ำตาลทรายร้อยละ 8.4 เกลือสมุทรร้อยละ 3.4 และซอสถั่วเหลือง ร้อยละ 37.8 ค่าสี ($L^* a^* b^*$) มีค่าเท่ากับ 73.74, 10.12 และ 24.06 ตามลำดับ และเมื่อศึกษาระยะเวลาการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่อบแห้งนาน 12 ชั่วโมง ได้รับ

คะแนนความชอบสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยเป็นระยะเวลาอบแห้งที่ยาวนานที่สุดของการศึกษานี้ และเมื่อพิจารณาจากคะแนนพบว่า คะแนนการยอมรับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการอบแห้งที่นานขึ้น ในส่วนของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ มีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 4.99–9.15 และมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.27–0.4 ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลาการอบแห้ง แสดงให้เห็นว่าผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และความชอบของผู้บริโภค คุณค่าทางโภชนาการของ ผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรสที่ 100 กรัม มีพลังงาน 403.87 กิโลแคลอรี โปรตีน ร้อยละ 62.65 ไขมัน ร้อยละ 10.51 เถ้า ร้อยละ 7.18 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.67 ปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 10.09 กรัม แร่ธาตุ ได้แก่ โซเดียม 2,832 มก. และแคลเซียม 55.42 มก. จากปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ผงปลาแซลมอนปรุงรส สามารถนำผลิตภัณฑ์มารับประทานในอาหารมื้อหลัก โดยบริโภคร่วมกับอาหารอื่น ๆ ได้ เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายที่จำเป็นต่อวัน และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้ นอกจากนี้ อาจศึกษาอายุการเก็บรักษา หรือการปรับลดโซเดียมในผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณโซเดียมและอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท แพนฟู้ด จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบหลักสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือ งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองโครงการวิจัยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เครือข่ายมหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ COA No. 0009/2024

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemists. 2019. **Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists**. 21sted. Maryland: AOAC International. 771 p.
- Cheunbarn, T. and S. Cheunbarn. 2024. Efficiency and satisfaction of small household compost bin for organic and food waste. **Journal of Agri. Research & Extension** 41(2): 185–198. [in Thai]
- Food and Drug Administration. 2018. **Notification of Ministry of Public Health (No. 392) B.E. 2561 (2018) Issued by Virtue of the Food Act B.E. 2522 Re: Nutrition Labelling (No.3)**. [Online]. Available <https://food.fda.moph.go.th/media.php?id=509409180571017216&name=No.392.pdf> (January 16, 2025).
- Mahae, N., D. Pichairat and N. Khachenpukd. 2021. Product development of rice seasoning (Furikake) from crispy friedseabass (*Lates calcarifer*) skin. **KKU Science Journal** 49(1): 30–39. [in Thai]
- Morida, K. and M. Khamwachiraphitak. 2023. Development of rice seasoning (FURIKAKE): Mala flavored supplemented with dried fish. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 18(1): 101–113. [in Thai]
- Mouritsen, G.O. and L.L.P. Jose. 2018. World cuisine of seaweeds: science meets gastronomy. **International Journal of Gastronomy and Food Science** 14: 55–65.
- Nuchunm, R. 2008. **Development of Rice Seasoning (Furikake) from Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*)**. Master Thesis. Silpakorn University. 182 p. [in Thai]
- Postharvest Technology Innovation Center. 2003. **Water activity with shelf-life control of food products**. [Online]. Available <https://www.phtnet.org/2003/09/26/> (January 14, 2025).
- Prachongpun, P., A. Jamphon, T. Muangtuek and S.R. Kim. 2019. Nutritional Value and Some Characteristics of Commercial Furikake Containing Fish Meat. pp. 367–375. **In Proceedings of 57th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Agricultural Extension and Home Economics**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Prachongpun, P., L. Pankaew and R. Chunhom. 2023. Production calcium-supplemented snack from salmon fishbone power through extrusion process. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 18(3): 185–197. [in Thai]
- Rahman, M.S. 2007. **Handbook of Food Preservation**. 2nd edition. Florida: CRC Press Taylor & Francis group. 1068 p.

- Ruechakul, W., N. Pansawat and J. Maneerote. 2014. **Effect of Rice Bran Oil, Baking Temperature and Time on the Quality of Salmon Crackers from Salmon Trimming.** pp. 98–105. *In Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics.* Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Shafiur Rahman, M. 1999. pH in Food Preservation. pp. 383–396. *In Shafiur Rahman, M. (ed.) Handbook of Food Preservation.* New York: Marcel Dekker Inc.
- Siwawej, S. 2003. **Study of Acute and Shorterm Toxicity Test of Liquid Smoke from Bagasse in Wistar Rats.** Nakhon Pathom: National Agricultural Extension and Training Center (NAETC). 380 p.
- Srimanobhas, K. and W. Kleechaya. 2021. **Value-Creation Products from Plasom Pla-nil (Fermented tilapia).** 77 p. *In Technical Paper No. 2.* Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry. 1987. **Fish Floss, Fish Flake and Dried Ground Fish: Thai Industrial Standard TIS 700-1987.** Bangkok: Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry. 15 p. [in Thai]
- Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry. 2023. **Thai Community Product Standard: Rice Seasoning from Fish TCPS 1605/2022.** Bangkok: Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry. 12 p. [in Thai]
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2021. **UNEP food waste index report 2021.** [Online]. Available <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/35280;jsessionid=B711DBAF2A01BD795E689595F65C04CF> (August 1, 2022).
- Yodjam, S. 2014. **Effect of Crude Oil Supplement on Growth, Content of Omega 3 Fatty Acid in Fillet and Oxidative Defense of Buk Siam Catfish.** Master Thesis. Maejo University. 77 p. [in Thai]