

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ
The Development of Low Sodium Sun Dried
on Nile Tilapia Fish Products

ชลกานต์ ขวัญนาวารักษ์¹ สุวิทย์ หนุรอด² ธาราพร จันทร์อ่อน³
Chonlakan Kwannavarak¹ Suwit Nurod² Taraporn Chan-On³

¹ แผนกวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคกลาง 76120
Faculty of Fisheries, Phetchaburi College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education
in Agriculture Central Region, 76120

²⁻³ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร วิทยาลัยชุมชนราชิวาส สถาบันวิทยาลัยชุมชน 96000
Program in Agricultural Technology, Narathiwat Community College,
Institute of Community Colleges 96000

¹ Corresponding Author: E-mail: k.chonlakan@pkaset.ac.th

Received: 3 June. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 9 February. 2024;

บทคัดย่อ

การพัฒนารวมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนที่มีส่วนผสมของเกลือโซเดียมต่ำ มาประยุกต์การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำและเกิดการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองต้นทุนการผลิตพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการผลิตที่ชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 94.62 และ 90.17 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในส่วนการทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว พบว่า กลุ่มที่มีการใช้เกลือโซเดียมต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เกลือโซเดียมต่ำ แต่การใช้เกลือโซเดียมต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณ TBARS, คุณภาพของสีและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($P > 0.05$) ดังนั้น การพัฒนาสูตรปลานิลแดดเดียวที่นำมาประยุกต์ใช้เกลือโซเดียมต่ำเป็นวัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนได้นำมาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ และต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำ เพื่อเป็นการส่งเสริมปัจจัยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคในมนุษย์ได้

คำสำคัญ : ปลานิลแดดเดียว เกลือ โซเดียมต่ำ

Abstract

This study aimed at developing a method in using low sodium content to make sun-dried tilapia fish products. The objectives of this study were to: 1) study the production cost, chemical and physical quality testing of the sun-dried tilapia fish products and 2) develop the sun-dried tilapia fish products with low sodium by testing the sensory acceptance with a 5-point hedonic scale. The results of the production cost showed that the cost of the control group was at 94.62 baht per kilogram higher than that of the low-sodium tilapia group of 90.17 baht per kilogram. The results of the chemical and physical test of the sun-dried tilapia fish products showed a significant difference ($P < 0.05$). In the determination of sodium chloride, the use of low sodium in the tilapia fish products had no negative effect on their quality. On the other hand, pH and TBARS values, color quality, and sensory tests were not significantly different ($P > 0.05$). Therefore, the development of the sun-dried tilapia fish products with the alternative ingredients demonstrated the benefit of substitute ingredients on a better health quality which can increase the value of aquatic animal products and decrease the risk factors of disease in human.

Keyword : sun-dried tilapia fish products, salt, low sodium

1. บทนำ

โซเดียมคลอไรด์หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เกลือเป็นสารประกอบที่เกิดจากอนุมูลของกรดรวมตัวกับอนุมูลของต่าง ซึ่งธรรมชาติมีอยู่มากมาย เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต เป็นต้น แต่เกลือที่มนุษย์ใช้ในการถนอมอาหารมาแต่โบราณ คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกง (NaCl) มีลักษณะเป็นผลึกลูกบาศก์ มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น และจะดูดความชื้นได้มากขึ้นถ้าเกลือไม่บริสุทธิ์ [1] นิยมใช้เป็นสารเติมแต่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องมาจากคุณสมบัติในการถนอมอาหาร และด้านจุลชีพจากความสามารถในการลดค่าแอกติวิตีของน้ำได้ดี [2] โดย [1] อธิบายการถนอมอาหารด้วยเกลือ ซึ่งเกลือไม่จัดอยู่ในกลุ่มสารกันบูด แต่สามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหารได้ ได้แก่ 1) เกลือช่วยลดค่าแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) ของอาหารให้น้อยลง มีผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเน่าเสียของอาหาร 2) เกลือละลายในน้ำทำให้เกิดแรงดันออสโมติก เซลล์ของจุลินทรีย์จะสูญเสียน้ำและหยุดการเจริญ 3) เกลือมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ อนุมูลของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และคลอไรด์ มีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ในการทำลายโปรตีนพลาสมา ยับยั้งกิจกรรมของโปรตีนเอนไซม์บางชนิด การย่อยโปรตีนและการสร้างพลาสมาของจุลินทรีย์ถูกยับยั้งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ [3, 4] และ 4) เกลือเป็นตัวทำลายเอนไซม์สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ โดยเกลือเป็น Pro-oxidative เมื่ออยู่ที่ผิวอาหาร ลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ และปฏิกิริยาเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดจากออกซิเจน [5, 6]

การถนอมอาหารด้วยวิธีการแปรรูปปลาแดดเดียวได้รับความนิยมและแพร่หลายเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการอย่างง่าย สามารถทำได้ในระดับครัวเรือนจนถึงเชิงการค้า ซึ่งการแปรรูปปลาแดดเดียวโดยทั่วไปมีการใช้เกลือเป็นวัตถุดิบหลักในการรักษาคุณภาพของเนื้อปลาด้วยความเข้มข้นของเกลือในสัดส่วนร้อยละ 15 - 30 ของน้ำหนักวัตถุดิบปลา [7] จนทำให้ปลาแดดเดียวมีรสชาติเค็ม ทั้งนี้ ปัญหาการบริโภคส่วนประกอบของเกลือที่เกิดความเค็มในปริมาณมาก ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค เป็นสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ โรคไต ทำให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ออกมารณรงค์ในการลดปริมาณการบริโภคส่วนประกอบของเกลือในอาหารลง เพื่อป้องกันความเสี่ยงของการเกิดโรคดังกล่าว [8, 9] คณะผู้วิจัยทำการศึกษาวัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนที่มีส่วนผสมของเกลือโซเดียมต่ำ มาประยุกต์การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวที่มีความเค็มต่ำ (ปลานิลโซเดียมต่ำ) นำมาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้อย่างแพร่หลาย ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว
- 2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำและเกิดการยอมรับทางประสาทสัมผัส

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง เก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงปลานิลภายในวิทยาลัยชุมชนนราธิวาส อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส โดยมีน้ำหนักรวม 6.4 กิโลกรัม ทั้งหมดจำนวน 13 ตัว นำปลานิลมาตัดหัว ผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วล้างน้ำให้สะอาด สะเด็ดน้ำ แลเนื้อปลาแบบผีเสื้อจากด้านครีบหลังโดยให้แผ่นท้องติดกัน เอาข้างกลางออก คงเหลือเนื้อปลาน้ำหนักรวม 4.5 กิโลกรัม

3.2 การวางแผนทดลอง ทำการแบ่งชุดการทดลองจากการแยกส่วนผสมตามแผนการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) น้ำปลา 700 มิลลิลิตร และน้ำตาลทรายแดง 70 กรัม

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำเปล่า 700 กรัม และน้ำตาลทรายแดง ขมิ้นผง 25 ฟริกไทยป่น เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ อย่างละ 25 กรัม

นำส่วนผสมที่จัดเตรียมไว้ผสมเข้าด้วยกัน แล้วทำการแช่เนื้อปลาในแต่ละชุดการทดลอง ๆ ละ 2,250 กรัม 5 นาที จึงนำไปตากแดดภายใต้ตู้พลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกถนอมอาหาร ไล่อากาศด้วยเครื่องซิลิโคนสุญญากาศ เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.1 การศึกษาต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว ทำการเก็บข้อมูลราคาและปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตปลานิลแดดเดียวแต่ละชุดการทดลอง อ้างอิงจากราคาในท้องตลาดอำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส ณ วันที่ 15 มิถุนายน 2565 แล้วทำการคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนต่อกิโลกรัมในการผลิตปลานิลแดดเดียว

3.3.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ โดยการนำตัวอย่างปลานิลแดดเดียว ทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเบส ตามวิธีของ [10] การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี ด้วยเครื่องมือวัดสี MINOLTA color reader, ปฏิกริยาออกซิเดชันของไขมัน (Thiobarbituric acid value) ตามวิธีของ [11] และวิธีการวิเคราะห์ปริมาณเกลือตามวิธีของ [12]

บทความวิจัย

3.3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) นำตัวอย่างปลานิลแดดเดียวทั้ง 2 สูตร ๆ ละ 500 กรัม ทำการทอดด้วยน้ำมันร้อนจนสุก เวลา 10 นาที และหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก จัดวางไว้ลงภาชนะแยกชุด การทดลองโดยไม่ระบุรายละเอียด เพื่อให้ผู้ทำการทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รส และการยอมรับโดยรวม แล้วบันทึกผลคะแนนในแต่ละด้านลงแบบทดสอบตามระดับคะแนนความพึงพอใจที่กำหนดไว้ ตามวิธี 5 point hedonic scale [13]

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป เพื่อเปรียบเทียบการทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผล และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ (t-test)

4. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำ เพื่อศึกษาด้านทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 การศึกษาด้านทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวทั้ง 2 ชุดการทดลอง พบว่า ความแปรปรวนของต้นทุนผลิตขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบปรุงอาหาร ได้แก่ ปลานิล, น้ำตาลทรายแดง, ขมิ้นผง, น้ำปลา, พริกไทยป่น, เกลือโซเดียมต่ำ และน้ำเปล่า โดยผลต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวต่อกิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 94.62 และ 90.17 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว

วัตถุดิบ	ชุดการทดลองที่ 1		ชุดการทดลองที่ 2		ราคาต่อหน่วย
	จำนวน	เป็นเงิน	จำนวน	เป็นเงิน	
1. เนื้อปลานิลแล่สด	2.25 กก.	180.00 บาท	2.25 กก.	180.00 บาท	80 บาท/กก.
2. น้ำตาลทรายแดง	70 ก.	1.89 บาท	25 ก.	0.68 บาท	27 บาท/กก.
3. ขมิ้นผง	-	-	25 ก.	7.50 บาท	75 บาท/250ก.
4. น้ำปลา	700 มล.	31.00 บาท	-	-	31 บาท/700มล.
5. พริกไทยป่น	-	-	25 ก.	4.28 บาท	171 บาท/กก.
6. เกลือโซเดียมต่ำ	-	-	25 ก.	3.90 บาท	39 บาท/250ก.
7. น้ำเปล่า	-	-	700 มล.	6.53 บาท	14 บาท/1500มล.
รวมเป็นเงิน		212.89 บาท		202.88 บาท	-
ต้นทุนต่อกิโลกรัม		94.62 บาท		90.17 บาท	-

4.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

นำตัวอย่างปลานิลแดดเดียวทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2
1. ค่าความเป็นกรดเบส	6.67±0.03 ^a	6.68±0.02 ^a
2. ค่าปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน	0.44±0.04 ^a	0.43±0.02 ^a
3. ค่าปริมาณเกลือ	27.70±0.04 ^a	4.96±0.02 ^b
4. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี		
L*	44.541.03± ^a	42.901.03± ^a
a*	12.881.06± ^a	12.841.57± ^a
b*	16.491.93± ^a	15.741.31± ^a

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเบส ผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวมีค่าความเป็นกรดเบสระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 6.67±0.03, 6.68±0.02 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.2.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยค่า TBARS ในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 0.44±0.04 และ 0.43±0.02 mg.malonaldehyde /kg หนพพยสำ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ โดยปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 27.70±0.04 และ 4.96±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสีของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่า L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 44.54±1.03 และ 42.90±1.03 ตามลำดับ, ค่า a* (ค่าสีแดง-สีเขียว) เท่ากับ 12.88±1.06 และ 12.84±1.57 ตามลำดับ และค่า b* (ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน) เท่ากับ 16.49±1.93 และ 15.74±1.31 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว โดยเก็บตัวอย่างหลังจากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น, รส และการยอมรับของเนื้อปลาโดยรวม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีผลการประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

4.3.1 สี (Colour) การประเมินคุณลักษณะของสีในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 ± 0.99 และ 3.50 ± 1.31 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์มีสีเหลืองของเนื้อปลา

4.3.2 เนื้อสัมผัส (Texture) การประเมินคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวในชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ± 0.82 อยู่ในเกณฑ์เนื้อนุ่ม แน่นมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ± 0.87 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์เนื้อนุ่ม แน่นเล็กน้อย

4.3.3 กลิ่น (Odor) การประเมินคุณลักษณะของกลิ่นในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ± 0.83 และ 4.27 ± 0.90 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์หอมกลิ่นปลาเล็กน้อย

4.3.4 รส (Flavor) การประเมินคุณลักษณะของรสชาติในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ± 1.04 และ 3.82 ± 0.60 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

4.3.5 การยอมรับโดยรวม (Acceptation) การประเมินคุณลักษณะของการยอมรับในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ± 1.13 และ 3.64 ± 0.81 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 3 การประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลองที่ 1 (คะแนน)	ชุดการทดลองที่ 2 (คะแนน)
1. สี	3.13 ± 0.99^a	3.50 ± 1.31^a
2. เนื้อสัมผัส	4.55 ± 0.82^a	4.18 ± 0.75^a
3. กลิ่น	3.91 ± 0.83^a	4.27 ± 0.90^a
4. รส	3.55 ± 1.04^a	3.82 ± 0.60^a
5. การยอมรับโดยรวม	3.55 ± 1.13^a	3.64 ± 0.81^a

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่ทำการศึกษาทดสอบและประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ โดยผลต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวต่อกิโลกรัม ชุดการผลิตที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าชุดการผลิตที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เนื่องจากน้ำปลาที่ผสมในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวชุดควบคุม ใช้ปริมาณ 700 มิลลิลิตร คิดเป็นปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 210 กรัม ซึ่งมีต้นทุนที่สูงกว่าปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ โดยทั่วไปปลานิลแดดเดียวในท้องตลาดขายในราคา 220 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งกรรมวิธีผลิตดังกล่าวมีต้นทุนต่อกิโลกรัมอยู่ระหว่าง 90.17 - 94.62 บาท ทำให้สามารถนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้สนใจเพื่อพัฒนาเป็นอาชีพ และเกิดรายได้ ในส่วนปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวที่วิเคราะห์ได้ระหว่างชุดการผลิตที่ 1 (ควบคุม) ใช้เกลือชนิดโซเดียมคลอไรด์และชุดการผลิตที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำที่ใช้เกลือชนิดเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [4] อธิบายผลกระทบด้านลบของของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่มากเกินไปในอาหาร จึงจำเป็นต้องลดเกลือดังกล่าวในผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนด้วยเกลือชนิด KCl, KCl/NaL และ KCl/NaL/NaC เป็นเพราะปริมาณเกลือที่พบในน้ำปลาอยู่สูงถึงร้อยละ 20 - 30 [12, 14] และการรับประทานเกลือแคงหรือโซเดียมคลอไรด์ในอาหารที่มีรสชาติเค็มหรือการได้รับโซเดียมแฝงที่เป็นส่วนประกอบในการทำอาหาร เมื่อร่างกายได้รับโซเดียมในปริมาณมากต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ พบว่า ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบหัวใจและระบบไตเพิ่มมากขึ้น พบการบริโภคเกลือมากกว่า 5 กรัมต่อวัน เพิ่มความเสี่ยงโรคหัวใจ และหลอดเลือด ร้อยละ 17 และโรคหลอดเลือดสมอง ร้อยละ 23 นอกจากนี้พบการเพิ่มระดับความดันโลหิต ส่งผลต่อการป่วยและการเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด, โรคหลอดเลือดสมองหรือโรคอัมพฤกษ์-อัมพาต, หรือโรคอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก ได้แก่ โรคไตวาย, โรคกระดูกพรุน และโรคกระดุกพรุน เป็นต้น [8, 9]

ในส่วนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส, ปฏิกริยาออกซิเดชันของไขมัน และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี (L^* , a^* , b^*) ไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการผลิตที่ 1 (ควบคุม) และชุดการผลิตที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ แสดงให้เห็นว่าเกลือที่เติมในเนื้อสัตว์และอาหารทะเลอาจเอื้อต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักต่อการสูญเสียคุณภาพในอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีการอธิบายกลไกหลักของกรดไขมันและออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลตลอดจนอิทธิพลของเกลือต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์และอาหารทะเล [2] มีความสัมพันธ์กับกลไกออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์เริ่มต้นจากการก่อตัวของอนุมูล และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยโปรออกซิแดนซ์และสารต้านอนุมูลอิสระ กลไกที่เป็นไปได้ของการออกฤทธิ์โปรออกซิแดนซ์ของ NaCl มีสาเหตุมาจากความสามารถในการรบกวนความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ปลดปล่อยไอออนของเหล็กจากโปรตีนที่มีธาตุเหล็ก และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น คาตาเลส (CAT) กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (GSH-Px) และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (SOD) มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ และต่อกลิ่นหืนได้ [6] ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญคุณภาพของกลิ่น สี เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี ดังการรายงานของ [3] การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนำไปสู่การปล่อยไอออนที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และอาจทดแทนหรือกระตุ้นอะตอมของเหล็กในโมเลกุลไมโอโกลบินได้ ผลกระทบเหล่านี้ทำให้ไส้กรอกที่มีความเข้มข้นของ NaCl สูงกว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดออกซิเดชันได้ง่ายขึ้น ซึ่งปริมาณ NaCl สามารถเปลี่ยนส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์โดยปล่อยไอออนที่ยับยั้งเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และอาจทดแทนหรือกระตุ้นอะตอมของเหล็กในโมเลกุลไมโอโกลบิน ส่งผลให้ความไวต่อการเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ [5] ผลกระทบและกลไกของการใส่เกลือ

บทความวิจัย

ต่อคุณสมบัติด้านคุณภาพของเนื้อปลานิล การทำเกลือภายใต้ความเข้มข้นของ NaCl สูง (12% และ 15%) ส่งผลให้มีค่าแอกติวิตีของน้ำลดลง เนื่องจากผลของเกลือและ pH ต่ำ น้ำในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นในระยะหลังของเกลือในสารละลาย NaCl 3% และ 6% โปรตีนที่ปล่อยออกมาจะสะสมตามเวลาที่เพิ่มขึ้น และ ค่า TBARS เพิ่มขึ้นจาก 0.01 เป็น 0.20 มก./กก. หลังจาก 10 ชั่วโมง ในสารละลาย NaCl 15% ซึ่งค่าออกซิเดชันของลิปิดในกล้ามเนื้อปลาในรูปค่า TBARS ที่เป็นค่าแสดงความหืนของลิปิด ซึ่งปฏิกิริยาการหืนทำให้เกิดสารมาโลนอลดีไฮด์ และทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ต่อเนื้อสัตว์ อีกทั้งเกลือช่วยลดค่าแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) ของอาหารให้น้อยลง มีผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเน่าเสียของอาหาร [1] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [4] มีการใช้เกลือชนิด KCl, KCl/NaL และ KCl/NaL/NaC สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไฟโอไซยานิน, กิจกรรมออสทาสเทส และกิจกรรมโปรตีเอส ในระดับร้อยละ 40 - 77 จากการวิเคราะห์ RT-qPCR ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ยีน AMR และ VF ที่อาจเกิดขึ้นในเชื้อ *P. aeruginosa* ในอาหารมีแนวโน้มลดลงในผลิตภัณฑ์แปรรูปปลา

การทดสอบประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียว โดยให้ผู้ทำการทดสอบ จำนวน 15 คน รับประทานเนื้อปลาแดดเดียวตัวอย่างและลงคะแนนในแต่ละด้านของแบบทดสอบประสาทสัมผัสที่กำหนดไว้ตาม 5 ระดับคะแนนความพึงพอใจ จากการทดลอง พบว่า ระดับคะแนนความพึงพอใจทางด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รส และการยอมรับ ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.19 – 4.55 แสดงระดับคุณภาพในเกณฑ์การยอมรับที่ดีของผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียว โดยชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ ได้รับคะแนนความพึงพอใจในเรื่องของสี กลิ่น รส และการยอมรับมีค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความพึงพอใจสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 (กลุ่มควบคุม) เว้นแต่เนื้อสัมผัสของปลานิลแดดเดียว เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านคุณภาพของเนื้อปลานิล พบว่า ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ NaCl การละลายและการย่อยสลายของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จะรุนแรงกว่ามากเมื่อความเข้มข้นของ NaCl สูงกว่า 3% การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางโครงสร้างจุลภาคสอดคล้องกับความแปรผันของคุณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับการแก้ไขโดยการหั่นหรือบวมของไมโอเบอร์ ช่องว่างนอกเซลล์ และการสลายตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้เนื้อปลาโดยการเติมเกลือภายใต้สภาวะที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางโภชนาการ และประสาทสัมผัสและกลไกต่าง ๆ ต่อกระบวนการออกซิเดชันของไขมันส่งผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหารและลดคุณสมบัติทางโภชนาการ [5]

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

คณะผู้วิจัยทำการศึกษากิจกรรมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนโดยเกลือโพแทสเซียมที่มีโซเดียมต่ำมาประยุกต์พัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว พบว่า การใช้เกลือโซเดียมต่ำมีผลทำให้มีการใช้เกลือในปริมาณลดลงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เกลือโซเดียมต่ำ แต่การใช้เกลือโซเดียมต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณ TBARS, คุณภาพของสี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($P>0.05$) โดยแสดงถึงการพัฒนาสูตรที่นำมาประยุกต์ใช้เกลือโซเดียมต่ำกับอาหาร เพื่อเป็นเครื่องปรุงรสที่ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคนามาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ และต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษารวมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนเกลือทั่วไปในปลาชนิดอื่น ๆ เช่น ปลาสลิด, ปลาหม้อไทย และปลาดุก เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรพิน ชัยประสพ. (2548). *การถนอมอาหาร : เกลือและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. [http://old-book.ru.ac.th/e-book/f/FD323\(54\)/FD323-9.pdf](http://old-book.ru.ac.th/e-book/f/FD323(54)/FD323-9.pdf)
- [2] Mariutti, R B L., & Bragagnolo, N. (2017). *Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products : A review*. Food Research International, 94, 90-100. <https://doi: 10.1016/j.foodres.2017.02.003>
- [3] Barcenilla, C., Álvarez-Ordóñez, A., López, M., Alvseike, O., & Prieto, M. (2022). Microbiological Safety and Shelf-Life of Low-Salt Meat Products-A Review. Foods 11(15),2331. <https://doi:10.3390/foods11152331>
- [4] Tomaś, N., Myszka, K., Wolko, Ł. (2023). *Potassium Chloride, Sodium Lactate and Sodium Citrate Impaired the Antimicrobial Resistance and Virulence of Pseudomonas aeruginosa NT06 Isolated from Fish*. Molecules, 28(18), 6654. <https://doi:10.3390/molecules28186654>
- [5] Jiang, Q., Huang, S., Ma, J., Du, Y., Shi, W., Wang, M., Wang, X., & Zhao, Y. (2023). Insight into mechanism of quality changes in tilapia fillets during salting from physicochemical and microstructural perspectives. *Food Chemistry X*, 17(1–2), 100589. <https://doi:10.1016/j.fochx.2023.100589>
- [6] Zhang, M., Ma, J., Li, J., Bian, H., Yan, Z., Wang, D., Xu, W., Zhao, Y., Shu, L. (2023). *Influence of NaCl on lipid oxidation and endogenous pro-oxidants/antioxidants in chicken meat*. Food Science of Animal Products, 1(1), 9240010. <https://doi:10.26599/FSAP.2023.9240010>
- [7] กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. (2558). *การแปรรูปสัตว์น้ำ*. https://www.4.fisheries.go.th/local/pic_activities/202003022215342_pic.pdf
- [8] สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2559). *ยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือและโซเดียมในประเทศไทย พ.ศ. 2559 - 2568*. กรุงเทพฯ : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [9] राम รังสินธุ์, บุญทรัพย์ ศักดิ์บุญญารัตน์, สุภัต อุกฤษชน, กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล, ยูภาพร ศรีจันทร์ และอัฐสิมา มาศโอสถ. (2565). *การศึกษาปริมาณการบริโภคโซเดียมจากการประเมินปริมาณโซเดียมในปลาสลิด 24 ชั่วโมง : การศึกษาแบบภาคตัดขวาง (รายงานการวิจัย)*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า และกองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

- [10] สุญญาพร ตุลยพงศ์ศรีรักษ์. (2551). *ดัชนีความสด สมบัติการเกิดเจล และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง-ละลายน้ำแข็งซ้ำของปลาสวายโอม (Pangasius sp.)*. [วิทยานิพนธ์ปริญญา, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- [11] อรพินท์ จินตสถาพร. (2550). *บทปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ*. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [12] สุนทร คำสุข และเกษราภรณ์ บุญมาไล่. (2561). *ความแม่นยำและความเที่ยงของการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเกลือโดยวิธี FAO (1981)*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2561 กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.
- [13] สกฤตคุณ มากคุณ. (2546). *การสกัดและผลของแอสตาแซนธินจากเปลือกกุ้งต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีและค่า TBA ของปลาทับทิม (Oreochromis sp.) แช่เย็น*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- [14] เมธาพร ขจรจรัสกุล, ขนิษฐา หาญจนวนวงศ์, วิศัลย์ศยา ศรีทองกลาง, กอบเกียรติ สอนใจ และกมลทิพย์ เสรีนนท์ชัย. (2563). *การวิเคราะห์ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์น้ำปลาไทย*. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(2), 208-218.