เรื่อง

การใช้ประโยชน์เศษเนื้อปลาทูน่าในการผลิตแฮมปลา

(Utilization of Flake and Grated Tuna Meat in Fish Ham Production)

โดย

สุทธวัฒน์ เบญจกุล

ไพรัตน์ โสภโณดร

พรชัย ศรีไพบูลย์

Order Key 15273

BIB Key 141784

เลขหมู่ SH336.5 T85 ส43

เลขทะเบียน 2541 ฉ. 1

10 เม.ย. 2541

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร/คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลา โดยใช้เศษเนื้อสีดำและเศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่าจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋องในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อสีดำต่อเศษเนื้อสีขาวต่อเนื้อปลาบด พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้บริโภค คือ 10 : 10 : 80 ตามลำดับ สูตรเครื่องปรุงรสของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยเกลือร้อยละ 1.5 เจลาติน ร้อยละ 9.6 แป้งข้าวโพดร้อยละ 8.6 มาร์การีนร้อยละ 5.3 ผงชูรสร้อยละ 0.2 บีฟเอกซแทรกร้อยละ 0.2 กลิ่นควันเหลวร้อยละ 0.05 สีร้อยละ 0.001 พริกไทยป่น ร้อยละ 0.4 ขิงป่นร้อยละ 0.2 และกระเทียมป่นร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมด นำไปขึ้นรูปและให้ความร้อนโดยการต้มหลังจากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ร้อยละ 68.20, 13.15, 15.25, 3.13 ตามลำดับ ค่าพีเอชเท่ากับ 6.2 ความแข็งแรงของเจล 221.26 กรัม.ซม. และความขาวร้อยละ 28

ผลการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค จำนวน 100 คนพบว่า ผู้บริโภคมีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากผู้บริโภคร้อยละ 73 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อวางจำหน่าย ผู้บริโภคร้อยละ 95 เห็นว่าการบรรจุแบบสุญญากาศมีความเหมาะสม และผู้บริโภคร้อยละ 70 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 35 บาท ต่อ น้ำหนัก 100 กรัม โดยต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา (เฉพาะวัสดุสิ้นเปลือง) มีค่าเท่ากับ 12.69 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์แฮมปลาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วัน ในการบรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศ พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า พีเอช และฮีสตามีน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยที่บรรจุแบบธรรมดามีการสูญเสียความชื้นมากกว่าแบบสุญญากาศ ($p<0.01$) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศมีค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น แต่มีค่าต่ำกว่าค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) และไม่พบ Coliforms, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella spp. และ Vibrio parahaemolyticus ตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบเชิงยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดา และแบบสุญญากาศได้จนถึงวันที่ 9 และ 15 ตามลำดับ

Abstract

Development of fish ham from dark and white meat remainder from tuna canning industry was studied. It was found that the most acceptable product made from the mixture of dark meat, white meat and surimi in the proportion of 10:10:80 and contained various seasonings as follows : 1.5% salt, 9.6% gelatin, 8.6% corn starch, 5.3% margarine, 0.2% monosodium glutamate, 0.2% beef extract, 0.05% liquid smoke flavor, 0.001% color, 0.4% pepper, 0.2% ginger and 0.2% garlic (w/w). All meats and seasonings were mixed, mold and cooked. After cooling, the products were packed in retailed cryovac bag and stored at 5^{0}C. Fish ham product contained 68.20% moisture, 13.15% protein, 15.25% fat and 3.13% ash. The product with pH 6.2 showed the gel strength of 221.26 g. cm and the whiteness of 28%. Consumer test using 100 people showed that the developed product was moderately accepted. In addition, 73% of consumers would be willing to buy if the product is available. About 95% of consumer said that vacuum packaging of the product was more suitable than atmospheric packaging and 70% would be willing to pay 35 Baht per 100 g. of the product.

The stroage stability of the developed product at 5^{0}C for 30 days in 2 types of packaging, atmospheric and vacuum packaging, showed that changes in chemical composition of the product e.g. protein, fat, ash, pH and histamine content were not significantly different ($p>0.05$). The decrease in moisture content of the atmospheric was significantly higher than that of vacuum packed product ($p<0.01$). TBA value of vacuum packed product was significantly increased when the storage time increased ($p<0.01$), but the rate of increase was less than that of atmospheric packed product. The microbiological quality of atmospheric and vacuum packed product were slightly changed during storage. The total viable count of both packed products increased significantly ($p<0.01$) and pathogenic microorganism e.g. Coliforms, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella spp. and Vibrio parahaemolyticus were not detected during the storage period. Sensory evaluation of the product showed that both atmospheric and vacuum packed product were accepted until 9 and 15 days of storage, respectively. The product cost, calculated from only the cost of consumable materials, was 12.69 Baht per 100 g. of the product.

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบาญ	(4)
รายการตาราง	(5)
รายการภาพ	(7)
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	12
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	13
ผล และวิจารณ์	19
สรุป	50
ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	57

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. อัตราส่วนระหว่างปริมาณเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ กำหนดให้เนื้อปลาบดคงที่..... 16
2. สูตรเครื่องปรุงรสที่ทำการพัฒนา..... 17
3. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อสีดำและเศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่าชนิดโอดำที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว..... 20
4. องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง..... 21
5. คะแนนรวมจากการเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่มีอัตราส่วนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบดที่ต่างกัน..... 22
6. คะแนนรวมจากการเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่มีอัตราส่วนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำต่อเนื้อปลาบดที่ต่างกัน..... 23
7. ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)..... 24
8. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)..... 26
9. ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ทำการพัฒนาเครื่องปรุงรส และผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ..... 28
10. องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลา..... 30
11. ความถี่และคะแนนของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แฮมปลามารับประทานของผู้บริโภค..... 32
12. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา..... 36
13. ความคิดเห็นของผู้บริโภคภายในจังหวัดสงขลาที่มีต่อชนิดภาชนะบรรจุและราคาของผลิตภัณฑ์แฮมปลา..... 37
14. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมปลาระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 39

รายการตาราง (ต่อ

ตารางที่ หน้า

15. ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดา ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส..... 47
16. ค่าอัตราส่วนของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส..... 48

ตารางภาคผนวก

1. ราคาต้นทุนที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์..... 57
2. ค่าไฟฟ้าโดยคำนวณจากจำนวนกิโลวัตต์ - ชั่วโมงหรือยูนิต..... 58

รายการภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ขั้นตอนการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องและของเสียที่เกิดขึ้น..... 7
2. เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)..... 25
3. เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่พัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสแล้ว..... 29
4. คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แฮมปลาของผู้บริโภคภายในจังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน..... 33
5. ความถี่ของระดับคะแนนความชอบต่อปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แฮมปลา..... 34
6. ผลิตภัณฑ์แฮมปลา บรรจุในถุงคลัยโอแวค แบบธรรมดาและแบบสุญญากาศ..... 36
7. การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 40
8. การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 41
9. การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 42
10. การเปลี่ยนแปลงค่าฮีสตามีนของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 44
11. การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน..... 45

บทนำ

อุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ เป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้แก่ อาหารแช่เย็นและแช่เยือกแข็ง อาหารแห้ง อาหารกระป๋อง และอาหารแปรรูปอื่นๆ การผลิตและการส่งออกผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำของประเทศไทยได้มีการขยายตัวเป็นอย่างมาก ซึ่งมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นในอนาคตเนื่องจากความต้องการบริโภคสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น และสามารถใช้บริโภคทดแทนอาหารเนื้อสัตว์ประเภทอื่นได้ อุตสาหกรรมปลาทูน่าบรรจุกระป๋องของประเทศไทยสามารถนำรายได้เข้าประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 13,000 ล้านบาท ในช่วงปี 2534-2537 (กันตา จิตตั้งสมบูรณ์, 2537) และในปี 2537 มีมูลค่าส่งออกประมาณร้อยละ 55.0 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ได้ประเมินว่าความต้องการอาหารปลาทูน่าบรรจุกระป๋องในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 140,000 ตัน ในปี 2538 (คณะทำงานศึกษาการประมงปลาทูน่า, 2534) ทำให้ตลาดการค้าปลาทูน่ากระป๋องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จากแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มีการใช้วัตถุดิบเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันจะมีวัสดุเศษเหลือเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ได้แก่ หัว เครื่องใน น้ำนึ่งปลา กระดูกปลา เศษเนื้อสีขาวและเศษเนื้อสีดำ การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือเหล่านี้ได้มีการนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ ปลาป่น อาหารแมวบรรจุกระป๋อง และเจลาติน การใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นอาหารสำหรับการบริโภคยังมีค่อนข้างน้อย แต่พบว่าได้มีการนำเศษเนื้อสีดำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งจากเศษเนื้อปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผัก (อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์, 2536) ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ และเนื้อปลาปรุงรส เป็นต้น (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2534)

นอกจากนี้ได้มีการใช้ประโยชน์จากเนื้อปลาทูน่า เพื่อผลิตแฮมปลาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น แต่ไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากพบว่ามีกลิ่นคาวปลา ต่อมาได้มีการศึกษาการผลิตไส้กรอกปลาและแฮมปลาจากเนื้อปลาวาฬ และใช้ไส้เทียมที่ทำจาก rubber hydrochloride film ประสบผลสำเร็จ และเป็นที่นิยมบริโภคของคนญี่ปุ่นเพิ่มขึ้น นับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (Tanikawa, et al., 1985)

การนำเศษเนื้อสีดำที่เป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋องมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการบริโภคในรูปผลิตภัณฑ์แฮมปลา จึงใช้การเลียนแบบลักษณะแฮม มีการใช้เศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่า เนื้อปลาบดและเครื่องปรุงอื่น ๆ เพื่อช่วยทำให้เกิดคุณลักษณะอันเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อันจะนำไปสู่แนวทางการใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าวัสดุเศษเหลือรวมทั้งการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการอีกทางหนึ่งด้วย

ตรวจเอกสาร

แฮมและชนิดของแฮม

แฮมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีมานานก่อนคริสต์กาล และใช้ชื่อตามรากศัพท์เดิมคือ ham หมายถึง โคนขาหลังของสุกร ในการทำแฮมจะใช้โคนขาหลังของสุกรหมักด้วยเกลือ น้ำตาลทราย เกลือไนไตรท์ หรือเกลือไนเตรท แล้วรมควัน ถ้าเป็นเนื้อสัตว์อื่นที่ใช้กรรมวิธีอย่างเดียวกันมักเรียกชื่อตามประเภทของเนื้อสัตว์ เช่น แฮมเนื้อวัว (beef hams) แฮมขาหน้าของสุกร (picnic hams) และแฮมไก่ (chicken hams) (Karmas, 1976)

แฮมสามารถจำแนกตามวิธีการผลิต (Kramlich et al., 1973) ดังนี้คือ

1. แฮมรมควัน (Smoked ham) คือ แฮมที่หมักจนได้ที่แล้วนำมารมควัน ซึ่งทำได้ 2 รูปแบบ คือ

1.1 แฮมรมควันสุก (Smoked cooked ham หรือ Tenderized ham) แฮมชนิดนี้มีเนื้อนุ่ม รสชาติดี บริโภคได้ทันทีโดยไม่ต้องทำให้สุกอีก เนื่องจากผ่านการรมควัน จนกระทั่งอุณหภูมิภายในประมาณ 68.5 - 71.0 องศาเซลเซียส แฮมที่รมควันจนสุกจะมีกลิ่นหอม สีภายนอกเหลืองสม่ำเสมอ

1.2 แฮมรมควันแต่ยังไม่สุก (smoked uncooked ham) แฮมชนิดนี้นำมารมควันเพื่อให้มีกลิ่นหอมและเนื้อแห้งลง แต่ภายในยังสุกไม่ทั่วถึง ใช้เวลารมควันสั้นกว่าวิธีแรก

2. แฮมต้ม (Boiled หรือ cooked ham) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาในปัจจุบัน ในประเทศไทยนิยมผลิตแฮมชนิดนี้มากเนื่องจากสามารถผลิตได้ในระยะเวลาสั้นและไม่ยุ่งยาก ทำกำไรดีกว่าแฮมรมควัน แฮมต้มยังจำแนกได้หลายรูปได้แก่

2.1 แฮมต้มแบบดั้งเดิม (Traditional cooked ham) เป็นแฮมที่ทำจากเนื้อสะโพกอาจถอดกระดูกหรือไม่ถอดก็ได้ ฉีดสารละลายเกลือไนไตรต์หรือส่วนผสมอื่น ๆ แล้วหมักในอุณหภูมิต่ำจนสารละลายซึมเข้าสู่ชิ้นเนื้ออย่างทั่วถึงนำไปต้มให้สุกโดยการบรรจุในแบบหรือพิมพ์ (mold) หรือต้มทั้งขา

2.2 แฮมที่มีโปรตีนชนิดอื่นปนอยู่ด้วย (Extended ham) หมายถึง แฮมที่มีส่วนผสมชนิดอื่นปนอยู่เพื่อเพิ่มน้ำหนัก มีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 16 แต่ทั้งนี้อาจมีข้อจำกัดบางประการแตกต่างกันออกไปตามกฎระเบียบของแต่ละประเทศ

2.3 แฮมที่ผลิตจากเนื้อเทียม (Simulated หรือ Analog ham) เป็นแฮมที่ทำเลียนแบบแฮมที่ทำจากเนื้อสัตว์ อาจมีการเติมสี และกลิ่นควันเทียม

2.4 แฮมที่ผลิตเลียนแบบ (Imitation ham) ได้จากแฮมที่ผลิตจากเนื้อส่วนอื่นที่ไม่ใช่ส่วนสะโพกและขาหน้า อาจใช้เนื้อจากสัตว์ชนิดอื่น เช่น แพะ แกะ

2.5 แฮมที่ผลิตขึ้นใหม่ (Reformed หรือ Reconstructed ham) ได้จากเนื้อบดหรือเนื้อที่ตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ผสมสารละลาย นำเข้าเครื่องนวด (massaging หรือ tumbling) ให้เข้ากัน นำเนื้อบรรจุใส่ในแบบแล้วต้มให้สุก

การหมักแฮม

การหมัก เป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตแฮม จุดประสงค์เพื่อให้เกลือแทรกซึมไปตามกล้ามเนื้ออย่างทั่วถึง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะและกลิ่นรสดี (Karmas, 1976)

Prince และ Schweigert (1973) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิธีการหมักแฮมไว้ดังนี้

1. การหมักแห้ง (dry cure) เป็นการหมักที่ใช้ส่วนประกอบ สำหรับหมักในรูปของแห้งโดยผสมส่วนต่าง ๆ ให้เข้ากันและคลุกเคล้าให้ทั่วบนผิวเนื้อสัตว์ การหมักแห้ง แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การหมักด้วยเกลือเพียงอย่างเดียวเรียก dry salt cure ความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 7 - 10 ของ น้ำหนักเนื้อ และการหมักด้วยเกลือร่วมกับน้ำตาลทรายเรียก dry sugar cure โดยใช้ความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 5 - 8 และความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณร้อยละ 2 - 5 หลังจากการหมักแล้วควรจะมีการบ่มเพื่อให้เกลือแทรกซึมได้ทั่วถึง อุณหภูมิที่นิยมใช้ในการบ่มไม่เกิน 0 - 4 องศาเซลเซียส เวลาในการบ่มขึ้นกับความเข้มข้นของเกลือและขนาดของชิ้นเนื้อ แต่ไม่ควรต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ข้อดีของวิธีหมักแห้งก็คือระยะการหมักสั้น เนื่องจากใช้ความเข้มข้นของเกลือค่อนข้างสูง เพื่อให้เกลือแทรกซึมเนื้อโดยตรงและสามารถหมักในอุณหภูมิห้องได้ แม้ไม่มีห้องเย็น

2. การหมักในน้ำเกลือ (pickle cure) โดยการละลายส่วนประกอบสำหรับหมักในน้ำสะอาด ต้มสารละลายให้เดือดและทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส สารละลายที่ได้เรียกว่าน้ำเกลือ ในการหมักควรแช่ให้ชิ้นเนื้อจมในสารละลาย และบ่มที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส 3 - 7 วัน สารต่าง ๆ จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อโดยการแพร่

3. การฉีด (Injection) เป็นวิธีที่ใช้น้ำเกลือฉีดเข้ากล้ามเนื้อหรือเส้นเลือดของสัตว์ การฉีด น้ำเกลือเข้าเส้นเลือดสัตว์ ในขณะเป็นซากช่วยให้น้ำเกลือแพร่กระจายได้เร็วขึ้น

4. การหมักแบบผสม (combination cure) เป็นการนำวิธีหมักข้างต้นมาใช้ร่วมกัน เช่น การหมักแบบ semi-dry-cure ซึ่งใช้วิธีหมักแห้งในช่วงแรกประมาณ 1 - 3 วัน และหมักในน้ำเกลือต่อจนครบกำหนดประมาณ 2 - 7 วัน อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักเนื้อไม่ควรเกิน 4 องศาเซลเซียส การหมักที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการหมักลงได้ แต่พบว่าผลิตภัณฑ์รสชาติไม่ดีเท่าที่ควร

อุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่า

ปลาทูน่าจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากผู้บริโภคตระหนักว่า ปลาทูน่าเป็นอาหารที่ทดแทนเนื้อสัตว์ประเภทอื่นที่มีราคาไม่แพง และให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด โอเมก้า-3 ซึ่งมีความสามารถช่วยลดปริมาณคลอเรสเตอรอลในเลือด (Eitenmiller, 1991) อุตสาหกรรมปลาทูน่าบรรจุกระป๋องของประเทศไทยสามารถนำรายได้เข้าประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท ในช่วงปี 2529-2532 โดยในปี 2532 พบว่า โรงงานผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง 22 โรงงาน มีปริมาณการใช้วัตถุดิบรวม 1,000 ตันต่อวัน และได้เพิ่มปริมาณเป็น 1,600 ตันต่อวัน ในปี 2533 หรือประมาณ 480,000 ตันต่อปี (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2534) ปริมาณการส่งออกในแต่ละปีได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว เพราะผู้ผลิตสามารถปรับปรุงสินค้าได้มาตรฐานความต้องการของตลาด จึงทำให้คุณภาพและราคาเป็นที่ยอมรับ การผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องของประเทศไทยจึงเจริญรุดหน้าอย่างรวดเร็ว จนกลายเป็นผู้นำอันดับหนึ่งของโลก

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องในประเทศได้มาจาก 2 แหล่ง คือ

1. จากการจับภายในประเทศ ซึ่งได้จากการประมงในน่านน้ำไทยเป็นสำคัญ ปลาทูน่าในน่านน้ำไทยเป็นปลาทูน่าขนาดเล็ก ซึ่งไทยเรียกว่า "ปลาโอ" ได้แก่

1.1 ปลาโอดำ หรือโอหม้อ (Longtail Tuna, Thunnus tonggol)

1.2 ปลาโอลาย (Kawakawa, Euthynus affinis)

1.3 ปลาโอแกลบ หรือโอกล้วย (Frigate Tuna, Auxis thazard)

1.4 ปลาโอหลอด (Bullet Tuna, Auxis rochei)

1.5 ปลาโอท้องแถบ (Skipjack Tuna, Katsuwonus pelamis)

โดยปลาโอหลอดและปลาโอท้องแถบจะพบเฉพาะในเขตทะเลอันดามันและจะพบปลาทูน่าครีบเหลือง (Yellowfin Tuna, Thunnus albacares) ในบางฤดูอีกด้วย (Chullasorn and Martosubroto, 1986)

2. จากการนำเข้าจากต่างประเทศสัดส่วนในการใช้วัตถุดิบภายในประเทศเริ่มลดลงจากร้อยละ 68.2 ในปี 2525 เป็นร้อยละ 23.0 ในปี 2531 ปัจจุบันประมาณร้อยละ 80 ของวัตถุดิบทั้งหมดเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ ในที่นี้เป็นปลาโอท้องแถบประมาณร้อยละ 90 ปลาทูน่าครีบเหลืองร้อยละ 8 ปลาทูน่าชนิดอัลบาคอร์ (Albacore, Thunnus alalunga) ไม่เกินร้อยละ 2 (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2534)

ปลาทูน่าส่วนใหญ่มักใช้แปรรูปเป็นปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน เช่น ปลาชิ้นใหญ่ (solid) ปลาชิ้นเล็ก (chunk) ปลาชิ้นย่อย (flake) และปลาชิ้นเศษ (grated or shreded) (มอก. 142 - 2530) นอกจากนี้ มีการแปรรูปปลาทูน่าในรูปแบบอื่น เช่น ปลาดิบ (sashimi) เนื้อปลาทูน่าแช่แข็งผลิตภัณฑ์แบบผสม ผลิตภัณฑ์รมควัน คัทซึโอบูชิ (kutsuobushi) ผลิตภัณฑ์แห้ง และไส้กรอก (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2534)

คุณสมบัติของกล้ามเนื้อปลาทูน่า

เนื้อปลาทูน่าจัดเป็นเนื้อที่มีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถึงกับได้สมญานามว่า ไก่ทะเล (chicken of sea) กล้ามเนื้อปลาทูน่าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กล้ามเนื้อสีขาว (ordinary muscle) และกล้ามเนื้อสีดำ (dark muscle) (Kanoh, et al., 1988) จะพบกล้ามเนื้อสีดำอยู่สองข้างตามเส้นข้างตัว (lateral line) ปลาผิวน้ำมีปริมาณกล้ามเนื้อสีดำมากกว่าปลาที่อาศัยบริเวณน้ำลึก (Ceucas, 1981) โดยทั่วไปปลาทูน่าและปลาชาร์ดีนจะมีปริมาณกล้ามเนื้อสีดำเกินร้อยละ 12 ของปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมด ซึ่งปลาชนิดอื่น ๆ จะมีส่วนของกล้ามเนื้อสีดำไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมด (Eskin, 1990)

กล้ามเนื้อสีดำมีปริมาณไขมันสูงกว่า แต่จะมีปริมาณโปรตีนในระดับที่ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสีขาว (Perez-Villarreal and Pozo, 1990)

กล้ามเนื้อสีขาวมีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนไหว ส่วนกล้ามเนื้อสีดำเป็นแหล่งสะสมไขมันและไกลโคเจน มีหน้าที่ช่วยส่งเสริม หรือมีส่วนร่วมกับตับในการให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อสีขาว (Breakkan, 1959) เนื้อปลาทูน่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็น เมื่อเทียบกับเนื้อวัวและเนื้อไก่พบว่า มีปริมาณกรดอะมิโนสูง (Eitenmiller, 1991)

กล้ามเนื้อสีดำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อเล็กกว่ากล้ามเนื้อสีขาวประมาณ 3.5 เท่า แต่มีปริมาณของโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อสูงกว่ากล้ามเนื้อสีขาวประมาณ 5 เท่า องค์ประกอบกรดอะมิโนในคอลลาเจนและอิลาสตินในกล้ามเนื้อสีขาวและสีดำมีลักษณะคล้ายกัน แต่กล้ามเนื้อสีดำมีปริมาณอิลาสตินสูงกว่า ทำให้มีผลต่อความเหนียวของเนื้อปลา (Kanoh et al., 1986)

กล้ามเนื้อสีดำของปลาทูน่าจะมีสีดำคล้ำ เนื่องจากในกล้ามเนื้อสีดำทั่วไปจะพบฮีโมโปรตีนในปริมาณสูงกว่ากล้ามเนื้อขาว (Kanoh, et al., 1986) การที่มีธาตุเหล็กมากจึงเป็นสารเริ่มต้นในการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนได้ง่าย ทำให้สีที่คล้ำมากยิ่งขึ้น จึงทำให้กล้ามเนื้อนี้มีสีที่เข้มกว่ากล้ามเนื้อสีขาว สีของเนื้อปลาจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงทันทีที่ปลาตายลง การเปลี่ยนแปลงสี โดยมีสาเหตุจากการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนที่มีเม็ดสีฮีโมโกลบินและไมโอโกลบินในเลือดปลาเกิดเป็นสารประกอบออกซีฮีโมโกลบิน และออกซีไมโอโกลบิน มีสีแดงสด แต่สารประกอบทั้งสองไม่คงตัวจะเปลี่ยนเป็นเมทฮีโมโกลบินและเมทไมโอโกลบิน ซึ่งเป็นสีน้ำตาลคล้ำจนเกือบดำ กล้ามเนื้อสีดำจะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนได้ดีกว่ากล้ามเนื้อสีขาว (Koizumi, et al., 1987)

กล้ามเนื้อสีดำจะมีกลิ่นคาวปลาที่รุนแรงกว่ากล้ามเนื้อสีขาว การเกิดกลิ่นคาวปลารุนแรงนั้น มีสาเหตุมาจากเลือดปลา โดยปกติแล้ว การกำจัดเลือดปลาออกจะทำให้เนื้อปลาที่นำไปปรุงอาหาร หรือทำให้สุกมีกลิ่นคาวหรือกลิ่นเหม็นน้อยลงมาก ในกล้ามเนื้อสีดำของปลาทูน่าที่ตายแล้วจะมีปริมาณของไตรเมทธิลลามีน ไดเมทธิลเอมีนและกรดไขมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องมาจากการย่อยสลายตัวเองของกล้ามเนื้อสีดำ (Murata, et al., 1980) เมื่อมีการให้ความร้อน

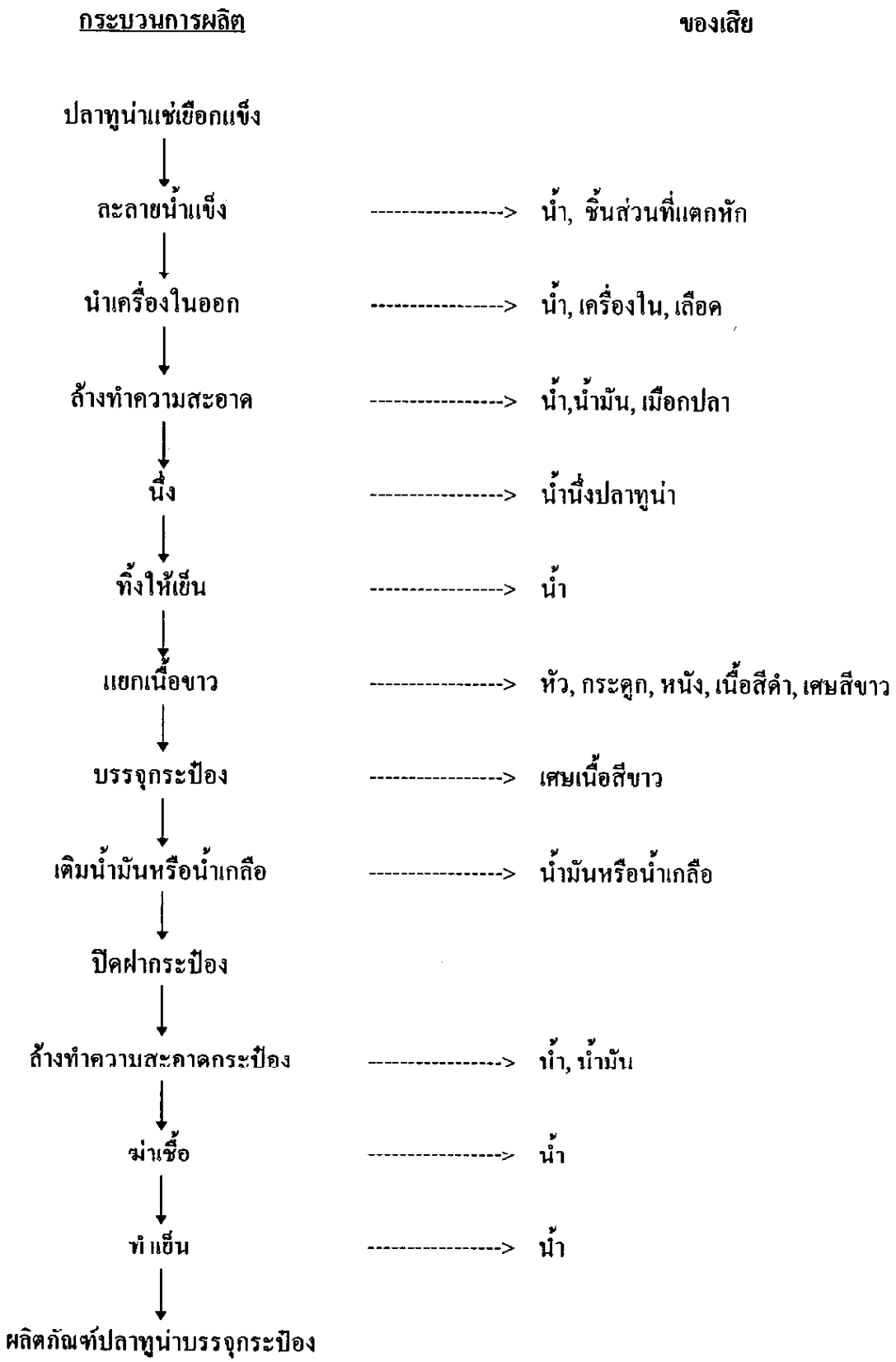
หรือทำให้สุก สารประกอบไตรเมทธิลลามีนออกไซด์เปลี่ยนเป็นไตรเมทธิลลามีน ซึ่งมีกลิ่นคล้ายกลิ่นแอมโมเนียแต่อ่อนกว่า (Suzuki, et al., 1987) การเกิดกลิ่นแปลกปลอมจะเกิดหลังจากการสูญเสียกลิ่นตามธรรมชาติไปแล้วกลิ่นที่เกิดขึ้นเสมอคือกลิ่นหืน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีของไขมันกับออกซิเจน การเกิดกลิ่นหืนในเนื้อปลาที่ผ่านการทำให้สุกระหว่างการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวและเม็ดสีในเลือด มากกว่าองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และพบว่าค่าทีบีเอมีอัตราการเพิ่มที่สูงขึ้นในกล้ามเนื้อสีดำมากกว่าในกล้ามเนื้อสีขาวที่ผ่านความร้อนมาแล้ว เป็นเพราะกล้ามเนื้อสีดำมีปริมาณไมโอโกลบินและไขมันในปริมาณที่สูงกว่า (Koizumi, et al., 1987)

สารประกอบที่ทำให้เกิดรสชาติจะเป็นพวกโปรตีนที่ละลายน้ำร่วมกับสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน โดยเฉพาะสารประกอบอีโนซีนโมโนฟอสเฟต สารประกอบพวกนี้ไม่มีความสำคัญเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ แต่มีความสำคัญต่อลักษณะของกลิ่นและรสชาติ (Murata and Sakaguchi, 1989) Kanoh และคณะ (1986) พบว่าในกล้ามเนื้อสีดำมีปริมาณของสารประกอบอีโนซีนโมโนฟอสเฟตที่ต่ำกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว คือ 2.73 และ 12.19 ไมโครโมลต่อกรัมตามลำดับ ในกล้ามเนื้อสีดำมีสารประกอบอีโนซีนเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ในกล้ามเนื้อสีขาวจะมีสารประกอบอีโนซีนโมโนฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลัก จึงเป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้อสีขาวมีรสชาติดีกว่ากล้ามเนื้อสีดำ การสูญเสียกลิ่นรสในกล้ามเนื้อสีดำเกิดขึ้นเร็วกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว การลดลงของสารประกอบอีโนซีนโมโนฟอสเฟต ระหว่างการเก็บรักษาของกล้ามเนื้อสีดำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าของกล้ามเนื้อสีขาว (Murata and Sakaguchi, 1989)

การใช้ประโยชน์วัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

จากแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้มีปริมาณของวัสดุเศษเหลือเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ได้แก่ หัวปลาและเครื่องในร้อยละ 10 น้ำเลือดปลาและน้ำนึ่งปลาร้อยละ 35 กระดูกปลาและหนังปลาร้อยละ 5 เศษเนื้อสีขาวและเศษเนื้อสีดำร้อยละ 20 (อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์, 2536) กระบวนการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องและของเสียที่เกิดขึ้นดังภาพที่ 1

ผลิตภัณฑ์จากวัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋องที่สามารถผลิตได้จนเป็นระดับอุตสาหกรรม (นิรนาม, 2534 ; Subasinghe, 1996)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องและของเสียที่เกิดขึ้น

ที่มา : ดัดแปลงจาก Marisa (1987)

1. น้ำมันปลา (fish oil)

น้ำมันปลาสามารถแยกจากส่วนของเครื่องในและของเหลวที่ออกจากตัวปลาในช่วงของการให้ความร้อน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น ใช้เป็นน้ำมันบริโภค ใช้ในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง ทำอาหารสัตว์ เช่น อาหารกุ้ง เป็นต้น น้ำมันปลาจะมีอยู่ในส่วนของเนื้อและเครื่องในปลาทูน่าพบว่าปลาทูน่าชนิดอัลบาคอร์มีน้ำมันอยู่ในเนื้อประมาณร้อยละ 0.7-13.2 ปลาทูน่าชนิดครีบฟ้ามีประมาณร้อยละ 0.5-14.1 และปลาทูน่าชนิดท้องแถบมีปริมาณร้อยละ 0.2 - 11.0

2. เจลาติน (gelatin)

เจลาตินเป็นสารประกอบโปรตีนที่ได้จากหนังปลานำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารอุตสาหกรรมฟิล์มถ่ายรูป เป็นต้น

3. อาหารแมวบรรจุกระป๋อง (canned pet food)

จะใช้วัตถุดิบจำพวก หัว หาง กระดูก หนัง และเศษเนื้อดำ โดยบรรจุลงกระป๋องและมีส่วนผสมของเหลว เช่น น้ำเกลือ เจลลี หรือน้ำเผัก เป็นต้น

4. น้ำสกัดเข้มข้นจากปลา (fish extract)

เมื่อนำปลาทูน่าไปนึ่งให้สุกจะมีน้ำและน้ำมันแยกออกมา ซึ่งของเหลวนี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำสกัดเข้มข้นจากปลา โดยนำไปผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์โปรตีเอส ซึ่งจะย่อยโปรตีนให้มีโมเลกุลเล็กลงจนได้ปริมาณสารที่ละลายได้เพียงพอจึงหยุดปฏิกิริยาด้วยความร้อน ทำการกรองเพื่อแยกกากออกไปแล้วจึงทำการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต่อจากนั้น นำมาแยกชั้นของเหลวเพื่อกำจัด ไขมันและสารแขวนลอยโดยการกรองละเอียด แล้วระเหยน้ำเพื่อให้เข้มข้น น้ำสกัดเข้มข้นจากปลานี้สามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส หรือทำเป็นเครื่องจิ้มอาหาร

5. เครื่องในผง(tuna viscera powder)

เครื่องในผงผลิตโดยการย่อยสลายเครื่องในด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีน ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ใช้สำหรับให้กลิ่น รส ในอาหารสัตว์มีลักษณะเป็นผงที่ดูดความชื้นได้รวดเร็ว มีสีน้ำตาลคล้ำ และละลายน้ำได้ดี ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย ประกอบด้วยความชื้นน้อยกว่า 10% โปรตีนมากกว่า 60% ไขมัน 8 - 18%

6. แคลเซียม (tuna calcium)

กระดูกหรือก้างของปลาทูน่าสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแคลเซียมสำหรับมนุษย์ การผลิตเริ่มจากการล้างกระดูกเพื่อแยกเศษเนื้อหรือหนัง แล้วบดทำการล้างอีกครั้งและกำจัดโปรตีนที่เหลือโดยใช้สารละลายด่างอ่อนภายหลังกระบวนการล้างหลายครั้ง ทำการฆ่าเชื้อทำแห้ง แล้วบดเป็นผง และร่อน

7. ตาปลาทูน่า (tuna eye)

ตาปลาทูน่าได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมีความเชื่อว่าเป็น "อาหารบำรุงสมอง" ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อของลูกตาปลาทูน่าประกอบด้วย DHA และ EPA สูง ซึ่งปัจจุบันมีการจำหน่ายในลักษณะที่ผ่านการให้ความร้อนหรือการบรรจุแบบสุญญากาศ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากเศษเนื้อปลาทูน่า

การผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋องแต่ละครั้งจะมีวัสดุเศษเหลือออกมา เช่น เศษเนื้อดำ เศษเนื้อขาว และอื่น ๆ ส่วนใหญ่ใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าค่อนข้างต่ำ จึงน่ามีการนำวัสดุเศษเหลือเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภค อันจะนำไปสู่แนวทางการใช้ประโยชน์ และเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเศษเหลือ ดังจะได้เห็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้เนื้อปลาเป็นวัตถุดิบ มีการใช้เครื่องเทศเพื่อกำจัดกลิ่นคาวปลาและเพิ่มรสชาติ เช่น Tanikawa และคณะ (1985) ได้ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลามีส่วนผสมของเนื้อปลาทูน่าร้อยละ 50 เนื้อปลาฉลามร้อยละ 30 เนื้อแดงของปลาวาฬร้อยละ 5 แป้งร้อยละ 10 น้ำตาลร้อยละ 1.6 เกลือร้อยละ 3 มันหมูหั่นเป็นลูกเต๋าร้อยละ 8 เครื่องเทศร้อยละ 0.4 จุมพฏเมฆศิขริน (2533) ได้ศึกษาถึงการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดปรุงรสบรรจุกระป๋อง มีส่วนผสมดังนี้ เนื้อปลาบดร้อยละ 67 เกลือร้อยละ 3 ไข่ขาวร้อยละ 10 ไข่แดงร้อยละ 8 เครื่องแกงร้อยละ 12 น้ำกะทิและใบมะกรูดเล็กน้อย อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์ (2536) ได้ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งจากเศษเนื้อปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผักโดยมีส่วนผสมดังนี้ เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำร้อยละ 46 และเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 30 เครื่องปรุงรสของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยน้ำกะทิ น้ำพริกแกง ไข่ไก่ และน้ำปลาร้อยละ 31.48, 9.26, 9.26 และ 3.70 โดยน้ำหนักตามลำดับ

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล (2534) กล่าวว่า ได้มีการนำปลาทูน่าที่เป็นส่วนของเนื้อดำมาผลิตไส้กรอกชนิดแฟรงเฟอร์เตอร์เพื่อการบริโภค ผลิตภัณฑ์นี้ถูกส่งไปขายยังสหรัฐอเมริกา และมีการใช้ปลาทูน่าเนื้อดำผสมกับเครื่องปรุงต่าง ๆ เป็น seasoning fish wafers นอกจากนี้มีการใช้กระเพาะของปลาทูน่าชนิดปลาโอท้องแถบนำมาหมักเป็นผลิตภัณฑ์ shiokara และผลิตอินซูลินจากลำไส้ของปลาทูน่า

Tanikawa และคณะ (1985) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์แฮมปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อปลา เช่น เนื้อปลาวาฬ ปลาทูน่า ปลาแมคเคอรอล และมีการใช้เนื้อหมู เนื้อวัว หรือเนื้อสัตว์ปีกร่วมด้วย หมักด้วยเกลือ แล้วผสมรวมกับเนื้อปลาบด มีการใช้เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสน้ำมันและแป้งเป็นส่วนประกอบเพื่อให้เกิดกลิ่นรสและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี จากนั้นนำมาขึ้นรูป แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์แฮมปลา

Sakiura (1990) ได้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาโดยใช้เนื้อปลา เช่น ปลาทูน่า ปลาแมคเคอรอล มาผสมกับเครื่องปรุงรสเป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แล้วนำเนื้อที่ได้ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทำให้เย็น แล้วตัดให้เป็นชิ้นหนา 5 ซม. จากนั้นนำเนื้อปลานี้มาผสมกับเนื้อปลาบด และเครื่องปรุงที่ใช้ผลิตแฮมปลานำไปขึ้นรูป แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ทำให้เย็น ก็จะได้ผลิตภัณฑ์แฮมปลา

ลักษณะของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ต้องการ

1. กลิ่นและรสชาติ

ผลิตภัณฑ์แฮมปลาเป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบแฮมใช้เนื้อปลาบดและเศษเนื้อปลาทูน่าเป็นวัตถุดิบในการผลิตเนื่องจากการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาว จึงมีการใช้เครื่องเทศ กลิ่นควันเหลว ในการปรับปรุงกลิ่นและรสชาติโดย

เครื่องเทศ จะช่วยบดบังกลิ่นคาวปลา ทำให้มีกลิ่นดี ส่วนผสมของเครื่องเทศ ประกอบด้วย ขิงป่น พริกไทยป่น กระเทียมป่น ซึ่งพวกนี้จะมีรสเผ็ดร้อน (ชัยโรจน์ ภัทรโกวิทย์, 2531)

กลิ่นควันเหลว ควันเหลวเป็นสารประกอบเคมีที่ผลิตเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารรมควัน เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการผลิตลดเวลาที่ใช้ในการรมควันได้มาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทไส้กรอก แฮม ในปัจจุบันการผลิตควันเหลวมีคุณภาพสูง เนื่องจากบริสุทธิ์ ปลอดภัย สารประกอบที่สำคัญในควันเหลว ได้แก่ สารประกอบพวกฟีนอล สารประกอบพวกคาร์โบนิล และกรดอินทรีย์บางชนิด สารประกอบพวกนี้จะมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืน และสารช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Daun, 1979)

เกลือจะช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้ดีขึ้นนอกจากนี้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบด เกลือจะทำหน้าที่ในการละลายโปรตีนพวกเอกโตไมโอซิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่แข็งแรงและมีการจับยึดกันของโมเลกุลโปรตีนได้ดี (Lee, 1984)

2. การเกาะตัวของผลิตภัณฑ์

เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำและสีขาวที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ เป็นเศษเนื้อที่ผ่านความร้อนมาแล้ว ดังนั้นโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบหลักจึงเสื่อมสภาพคุณสมบัติในการเกาะตัว ทำให้ลักษณะเนื้อ

ค่อนข้างแห้งและกระด้าง ดังนั้นจึงนำเอาเนื้อปลาบด มาการีน และแป้งมาช่วยทำให้เกิดลักษณะการเกาะรวมตัวกัน

เนื้อปลาบดเป็นแหล่งโปรตีน และมีโคเลสเตอรอลต่ำ เนื้อปลาบดประกอบด้วยโปรตีนเอกโตไมโอซินเป็นองค์ประกอบหลัก มีคุณสมบัติการเกิดเจล ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น (Lee, 1986) กลไกการเกิดเจลของเนื้อปลาบดเริ่มจากการสัมผสมเนื้อปลาบดกับเกลือร้อยละ 3 โปรตีนเอกโตไมโอซินถูกสกัดออกมาอยู่ในสารละลายเกลือ โปรตีนอยู่ในสภาพโซล เมื่อให้ความร้อนไม่สูงกว่า 50 องศาเซลเซียส โซลจะเปลี่ยนเป็นเจลใสเรียกว่า ซูวาริเจล มีลักษณะค่อนข้างยืดหยุ่น เมื่อเจลได้รับความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าโครงสร้างเจลจะอ่อนตัวปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่า โมโดริ เนื่องจากโครงสร้างบางส่วนถูกทำลาย โดยเอนไซม์อัลคาไลน์โปรตีเอส เอนไซม์ชนิดนี้พบมากในปลาหลายชนิด เช่น Atlantic croaker, white croaker, mullet, Atlantic menhaden เป็นต้น เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาการอ่อนตัวของโครงสร้างของเจลในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนื้อ ซึ่งผ่านการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูง 80 - 90 องศาเซลเซียส เจลของโปรตีนที่ได้มีลักษณะทึบแสง และยืดหยุ่นเนื่องจาก โปรตีนไมโอไฟบริลลาจัดเรียงตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง (Lanier, et al., 1981)

มาการีนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากน้ำมันพืชและไม่มีโคเลสเตอรอล ประกอบด้วยส่วนของไขมันไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 (Weiss, 1980) ก่อให้เกิดระบบอีมัลชั่นในลักษณะของน้ำมันในน้ำ นอกจากนี้มากาีรนยังช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารโดยเฉพาะรสมัน ทำให้อาหารมีรสดีขึ้น

แป้ง ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และความแข็งแรงของเจลในเนื้อปลาบด เนื่องจากการเกิดเจลลาติไนเซชันของเม็ดแป้ง Sikorski (1990) ได้อธิบายกลไกการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อปลาบดว่า เกิดจากปรากฏการณ์ "filler" ซึ่งแป้งเกิดเจลลาติไนซ์ในช่องว่างของโครงข่ายโปรตีนเจล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเหนียว

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

การผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลามักใช้อุณหภูมิต่ำเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส มีผลให้ความยืดหยุ่นลดลง และทำให้ไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบละลาย ดังนั้นผลิตภัณฑ์แฮมปลาจึงอาจเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูง หรือจุลินทรีย์ชนิดที่สร้างสปอร์ ลักษณะการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์แฮมปลาจะแตกต่างตามอุณหภูมิการเก็บรักษา เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 - 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ไขมันหมูจะเหลวและผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีกลิ่นที่ไม่ยอมรับ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน จะทำให้ไขมันหมูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและให้กลิ่นซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Tanikawa, et al., 1985)

Tanikawa และคณะ (1985) ได้รายงานว่า ชนิดของการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์แฮมปลาพอจำแนกได้ดังนี้

(1) การผลิตก๊าซทำให้เกิดการบวมของไส้บรรจุ เนื่องจากก๊าซแอมโมเนีย หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งผลิตจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ

(2) การผลิตกรดเกิดจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่สร้างก๊าซ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของ flat sour ในอาหารบรรจุกระป๋อง

(3) การนิ่มของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยโปรตีน

(4) การเปลี่ยนแปลงสี เริ่มจากบริเวณปลายไส้และแพร่ไปยังส่วนอื่น ๆ บางครั้งอาจพบลักษณะบวมของไส้บรรจุ

(5) การมีของเหลวไหลเยิ้ม ซึ่งจะเกิดขึ้นระหว่างไส้บรรจุกับผลิตภัณฑ์ บางครั้งอาจพบลักษณะบวมของไส้เกิดขึ้น

จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีผลต่อลักษณะการเสื่อมเสียที่แตกต่างกัน เช่น Clostridium sp. ชนิดที่สร้างสปอร์ จะเป็นสาเหตุของการผลิตก๊าซ ส่วน Lactobacillus sp. ชนิดที่ไม่สร้างสปอร์และไม่สร้างก๊าซเป็นสาเหตุของการผลิตกรดส่วน Streptococcus sp. จะเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสี

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษเหลือของเนื้อปลาทูน่ามาพัฒนาให้เป็นแฮมปลา
2. ศึกษาการยอมรับ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ระหว่างการเก็บรักษา
3. เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ

1. เศษเนื้อปลาทูน่าสุกที่แยกจากปลาทูน่าจากบริษัท ทรอปิคอลแคนนิ่ง จำกัด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ประกอบด้วย

- เศษเนื้อสีขาวจากปลาโอดำ ที่ผ่านการทำให้เป็นชิ้นขนาดสม่ำเสมอและผ่านการแยกก้างออกแล้ว
- เศษเนื้อสีดำที่ผ่านการทำให้เป็นชิ้นขนาดสม่ำเสมอและผ่านการแยกก้าง และก้อนเลือดออกแล้ว

2. เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งเกรด AA จากบริษัท แปซิฟิกแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3. เครื่องปรุงรส ประกอบด้วย เกลือ น้ำมันพืช ผงชูรส พริกไทยป่น มาร์การีน (ยี่ห้อเบสท์ฟู้ดส์) เจลาติน (ยี่ห้อเอ็นเบิก) แป้งข้าวโพด (ยี่ห้อไมซีน่า) กลิ่นควันเหลว (ยี่ห้อกริฟฟิท) บีฟเอกซแทร็ก (ยี่ห้อ ออกไซด์) สีผสมอาหาร (ยี่ห้อโรช) ขิงป่น กระเทียมป่น

4. บรรจุภัณฑ์

- ถุงคลัยโอแวค บี 700 ขนาด 140 x 120 มิลลิเมตร หนา 0.055 มิลลิเมตร จาก Duncan S.C. ประเทศแคนาดา

5. วัสดุ และเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณโปรตีน
- ปริมาณไขมัน
- ปริมาณฮีสตามีน
- ปริมาณทีบีเอ (thiobarbituric acid)
- ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen)

6. วัสดุและอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์ ได้แก่

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Variable Count)
- ปริมาณ Coliform และ Escherichia coli
- ปริมาณ Staphylococcus aureus
- ปริมาณ Salmonella spp.
- ปริมาณ Vibrio parahaemolyticus

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ มีดตัดแต่ง ชามสแตนเลส พิมพ์อัดบล๊อก เครื่องบดผสม

2. อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการแช่เย็น ประกอบด้วย

- ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส รุ่น FORDA 329 จากบริษัทพัฒน์กลการ จำกัด ประเทศไทย

3. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ประกอบด้วย

- เครื่องอบไฟฟ้า ยี่ห้อ Memmert รุ่น ULM50 จากบริษัท Memmert Co., Ltd. ประเทศเยอรมันตะวันตก

- เครื่องวัดพีเอช ยี่ห้อ PR รุ่น PHM 61a จาก Radiometer A/S Copenhagen Co., Ltd. ประเทศเดนมาร์ก

- เครื่องโฮโมจีไนซ์ ยี่ห้อ ALE รุ่น AM-8 จาก Nihoseiki Kaisha Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

- สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ LKB รุ่น Ultraspec II จาก LKB Biochrom Co., Ltd. ประเทศอังกฤษ

- เตาเผา ยี่ห้อ Carbolite รุ่น ELF 10/6 จากบริษัท BamEovd Co., Ltd จากประเทศอังกฤษ

4. อุปกรณ์และเครื่องมือ สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ประกอบด้วย

- ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์ ยี่ห้อ KSL รุ่น V.220 w. 1200 PHI. TYPE 1B-H3 จาก KSL Engineering Co., Ltd. ประเทศไทย

5. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

6. อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการประเมินคุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วย

- เครื่องวัดสี ยี่ห้อ CDM รุ่น ND-1001DP จาก Nippon Denshoku Kogyo Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

- เครื่องวัดเจล ยี่ห้อ RT รุ่น SD 305 จาก Sun Scientific Co., Ltd. ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการ

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหลัก

เก็บตัวอย่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำและเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดจะทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

1. เศษเนื้อสีดำและเศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่าที่ผ่านการทำให้สุกด้วยไอน้ำแล้ว

1.1 ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบในตู้ไฟฟ้า (A.O.A.C., 1990)

1.2 ปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลดาล (A.O.A.C., 1990)

1.3 ปริมาณไขมัน โดยวิธีซอคเลต (A.O.A.C., 1990)

1.4 ปริมาณเถ้า โดยวิธีเผาในเตาเผา (A.O.A.C., 1990)

1.5 ค่าพีเอช โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (A.O.A.C., 1990)

1.6 ค่าทีบีเอ (Egan, et al., 1981)

1.7 ปริมาณฮีสตามีน โดยวิธี Colorimetric method (Egan, et al., 1981)

1.8 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (A.O.A.C., 1990)

1.9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate (Seck., 1984)

2. เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง

ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของเศษเนื้อสีดำและเศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่าที่ผ่านการทำให้สุกด้วยไอน้ำแล้วในข้อ 1.1 - 1.5 และ 1.9 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ ณ ห้องปฏิบัติการของบริษัท แปซิฟิกแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด ประกอบด้วย ค่าความแข็งแรงของเจล ด้วยเครื่อง rheometer และความขาว ด้วยเครื่อง color difference meter (Min, et al., 1987)

2. การศึกษาสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบด

เพื่อหาอัตราส่วนพื้นฐานระหว่างเนื้อปลาทูน่าสีขาวกับเนื้อปลาบด โดยใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวที่ผ่านความร้อนมาแล้ว และเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งในอัตราส่วน คือ 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 และ 40 : 60 โดยรายละเอียดมีดังนี้

นำเศษเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านความร้อนมาแล้ว เอาหนัง กระดูกออก และแยกเนื้อสีดำ เนื้อสีขาวออกจากกัน นำเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวผสมกับเครื่องปรุงประกอบด้วย เกลือ น้ำมันพืช ผงชูรส พริกไทยป่น น้ำแข็ง โซเดียมไนไตรท์ และโพแทสเซียมซอร์เบท ร้อยละ 3, 12, 0.5, 1, 0.2, 12, 0.03 และ 0.2 โดยน้ำหนักตามลำดับ เป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่วนนี้เรียกว่าปลาทูน่าปรุงรส นำส่วนเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งมาผสมด้วยเครื่องสับผสมเป็นเวลา 4 นาที แล้วเติมเกลือบดผสมอีก 4 นาที แล้วจึงใส่น้ำที่ผสมน้ำแข็ง และเครื่องปรุงรสประกอบด้วยเจลลาติน แป้งข้าวโพด มาร์การีน ผงชูรส บีฟเยกซแทร็ก กลิ่นควันเทลว พริกไทยป่น ขิงป่น กระเทียมป่น สีผสมอาหาร และน้ำแข็ง ร้อยละ 9.5, 7.2, 4.8, 0.2, 0.2, 0.05, 0.3, 0.15, 0.15, 0.001 และ 14.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ แล้วนำเนื้อปลาบดที่ได้ มาผสมกับเนื้อปลาทูน่าปรุงรสในอัตราส่วนต่าง ๆ ตามชุดการทดลอง จากนั้นนำไปใส่ในพิมพ์อัดบล็อก แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีทำให้เย็นทันที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสขณะร้อน หลังจากการนึ่ง

เป็นเวลา 2 นาที ด้วยวิธีเรียงลำดับความชอบ (Dov. 1988) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเด็กน้อย จำนวน 40 คน คัดเลือกสัดส่วนที่ให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี รวมถึงการเกาะกันระหว่างเนื้อปลาทูน่ากับเนื้อปลาบด

3. การศึกษาสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำโดยกำหนดให้เนื้อปลาบดคงที่

ทำการศึกษาการผลิตแฮมปลาโดยใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำเพื่อลดการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว ทดลองผลิตแฮมปลาที่มีสัดส่วนของเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว : เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ และเนื้อปลาบดดังแสดงในตารางที่ 1 ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2 ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนเด็กน้อย จำนวน 40 คน เพื่อคัดเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด และใช้เป็นผลิตภัณฑ์พื้นฐานในการหาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของผู้บริโภคด้วยวิธีประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไฟล์ (Ratio Profile Test : RPT) (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2531) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 10 คน เปรียบเทียบ กับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ ในปัจจัยเรื่อง การยึดเกาะของเนื้อปลาบดกับเนื้อปลาทูน่า การกระจายตัวของเบื้ดปลาทูน่า กลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นคาวปลา ความเหนียว ความฉ่ำ รสเค็ม ความมันและความชอบรวม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) แต่ละปัจจัยที่ศึกษาค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I) ของแต่ละปัจจัยที่ได้จะนำมาแสดงผลในลักษณะแผนภาพใยแมงมุม เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด และนำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยที่ได้ไปวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับค่าการยอมรับ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างปริมาณเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ กำหนดให้เนื้อปลาบดคงที่

สูตรที่	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	เศษเนื้อสีขาว	เศษเนื้อสีดำ	เนื้อปลาบด
1	15	5	80
2	10	10	80
3	5	15	80
4	0	20	80

4. การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสแฮมปลา

ผลจากการเปรียบเทียบเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ในข้อ 3 ผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภค จะนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรเครื่องปรุงที่เหมาะสม โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณเครื่องปรุงรส ให้สอดคล้องกับลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ ได้สูตรเครื่องปรุงรสดังแสดงในตารางที่ 2 ทำการผลิตแฮมปลาตามชุดการทดลองดังกล่าวตามวิธี เช่นเดียวกับข้อ 2 ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไฟล์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 10 คน คะแนนการทดสอบที่ได้นำมาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) ของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ (S/I) และอัตราส่วนของค่าในอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-Test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) ปรับปรุงสูตรจนกระทั่งค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของ S/I มีค่าไม่แตกต่างจากค่าอัตราส่วนของ I/I เพื่อหาสูตรเครื่องปรุงรสที่สอดคล้องกับลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีดังข้อ 1.1 - 1.5 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพประกอบด้วย ค่าความแข็งแรงของเจลและความขาว (Min, et al., 1987)

ตารางที่ 2 สูตรเครื่องปรุงรสที่ทำการพัฒนา

สูตรที่	ปริมาณโดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ)		
	มาร์การีน	เครื่องเทศ	แป้ง
สูตรพื้นฐาน	4.80	0.60	7.2
1	5.00	0.65	7.7
2	5.10	0.70	8.0
3	5.20	0.75	8.3
4	5.30	0.80	8.5
5	5.30	0.80	8.6

5. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แฮมปลา

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วจากข้อ 4 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเป็นประชาชนในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน โดยการออกแบบสอบถามเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการซื้อพฤติกรรมการบริโภค และความชอบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยการให้คะแนนความชอบ ประกอบด้วย 9 ระดับคะแนน กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ไปจนถึงระดับคะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด (Larmond, 1977)

6. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาแล้วมาบรรจุในถุงคลัยโอแวค ที่มีคุณสมบัติทนต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยบรรจุแบบสุญญากาศและแบบธรรมดา แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ทำการทดลองชุดละ 2 ซ้ำ ประเมินคุณภาพทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า (A.O.A.C., 1990) เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่ 0, 15 และ 30 วัน คุณภาพทางเคมีอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้น และค่าพีเอช (A.O.A.C., 1990) ค่าทีบีเอ และปริมาณฮีสตามิน (Egan, et al., 1981) ทุก ๆ 3 วัน

คุณภาพทางจุลินทรีย์ ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แฮมปลาทุก ๆ 3 วัน ดังนี้ คือ

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliform และ Escherichia coli Staphylococcus aureus Salmonella spp และ Vibrio parahaemolyticus (Speck, 1984) ทุก ๆ 3 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์แฮมปลาทุก ๆ 3 วัน โดยวิธีประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไพด์ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว 10 คน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี ลักษณะปรากฏที่ผิว (ความฉ่ำ) กลิ่นหืน กลิ่นคาวปลา กลิ่นรสผิดปกติ ความกระด้าง การยอมรับ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบกับระยะเริ่มต้นแล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟกตอเรียลในบล็อก (Factorial in RCB) (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ DMRT (Duncan, 1955) เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

7. การประเมินต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา

คำนวณหาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา โดยรวบรวมข้อมูลของราคาวัตถุดิบประกอบด้วยเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งเศษเนื้อปลาทูน่า เครื่องปรุงรสและส่วนผสมต่าง ๆ ราคาภาชนะบรรจุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าพลังงานที่ใช้ เป็นต้น

ผล และวิจารณ์

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของวัตถุดิบ

1.1 เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำและสีขาว

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ และสีขาวจากปลาโอดำที่ผ่านการให้ความร้อนดังแสดงในตารางที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองจากปลาโอดำของอารยา เชาว์เรืองฤทธิ์ (2536) และสอดคล้องกับผลการศึกษาจากปลาอัลบาคอร์ของ Perez-Villarreal และ Pozo (1990) โดยพบปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 18.34 และ 20.99 ในกล้ามเนื้อสีดำและสีขาวตามลำดับส่วนปริมาณไขมันพบร้อยละ 2.13 และ 0.86 ในกล้ามเนื้อสีดำ และสีขาวตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Perez-Villarreal และ Pozo (1990) คือ ร้อยละ 3.69 และ 2.98 ในกล้ามเนื้อสีดำและสีขาวตามลำดับ เนื่องจากเศษเนื้อปลาทูน่าที่นำมาทำการวิเคราะห์ผ่านการนึ่งจนสุก ไขมันส่วนหนึ่งจะละลายไปกับน้ำนึ่งปลา ส่วนปริมาณเถ้าพบว่า ผลการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Perez-Villarreal และ Pozo (1990) คือ ร้อยละ 1.32 และ 1.27 ในกล้ามเนื้อสีดำ และสีขาวตามลำดับ ปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน พบในเศษเนื้อสีขาวมากกว่าเศษเนื้อสีดำ ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Kanoh และคณะ (1986) คือ 400 และ 750 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อ 100 กรัมตัวอย่างของกล้ามเนื้อสีดำและสีขาวของปลาทูน่าครีบเหลืองหลังผ่านการให้ความร้อน ตามลำดับ มีผลทำให้กล้ามเนื้อสีดำมีรสชาติจางกว่ากล้ามเนื้อสีขาว เนื่องจากในกล้ามเนื้อสีขาวมีสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน อันได้แก่ อีโนซินโมโนฟอสเฟต ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีผลต่อกลิ่นรส (Murata and Sakaguchi, 1989) ค่าพีเอชของเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำสูงกว่าเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suyama และคณะ (1986) ; Suzuki และคณะ (1987) เนื่องจากในกล้ามเนื้อปลาทูน่าสีขาวมีสารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สารไนโตรเจน เช่น กรดแลคติก และกรดฟอสฟอริกที่สูงกว่า จึงมีส่วนทำให้ค่าพีเอชของกล้ามเนื้อสีขาวต่ำกว่ากล้ามเนื้อสีดำ

สำหรับการเกิดกลิ่นหืนสามารถประเมินโดยการหาค่าทีบีเอ จากการวิเคราะห์ พบว่าในเศษเนื้อสีดำมีค่าทีบีเอสูงกว่าในเศษเนื้อสีขาว กล่าวคือ ในกล้ามเนื้อสีดำของปลาทูน่าโดยทั่วไปจะมีปริมาณไขมันที่สูงกว่า และพบฮีโมโปรตีนเป็นโปรตีนให้สี ประกอบด้วยธาตุเหล็กและสารประกอบไนโตรเจนในปริมาณ ที่สูงกว่าในกล้ามเนื้อสีขาวอยู่ 10 - 40 เท่า ทำให้ธาตุเหล็กซึ่งเป็นสารเริ่มต้นในการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย ทำให้ค่าทีบีเอมีปริมาณเพิ่มที่สูงขึ้นมากกว่าในกล้ามเนื้อสีขาว (Koizumi, et al., 1987)

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณฮีสตามีนในเศษเนื้อสีดำมีปริมาณที่สูงกว่าในเศษเนื้อสีขาว แต่ยังอยู่ในระดับเกณฑ์กำหนดคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง (มอก. 42-2530) คือ ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ถือว่ายังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ฮิสตามีนเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายกรดอะมิโนฮีสติดีน ซึ่งมีอยู่ในเนื้อปลาทูน่าทุกชนิด เกิดจากการกระทำของแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ฮีสตามีนดีคาร์บอกซิเลสที่สามารถย่อยสลายฮีสติดีน ในกรณีที่มีการตรวจพบฮีสตามีนในเนื้อปลาทูน่าในปริมาณสูง แสดงว่าเนื้อปลานั้นเสื่อมคุณภาพ (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล, 2534)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของเศษเนื้อปลาทูน่าทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง $4.5 - 5.8 \times 10^4$ โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อสีดำและเศษเนื้อสีขาวของปลาทูน่าชนิดโอดำที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว

องค์ประกอบ	เศษเนื้อสีดำ	เศษเนื้อสีขาว
ความชื้น (ร้อยละ)	68.46 ± 0.48[1]	67.04 ± 0.03
โปรตีน[2] (ร้อยละ)	19.74 ± 0.16	21.69 ± 0.24
ไขมัน[2] (ร้อยละ)	2.13 ± 0.07	0.86 ± 0.04
เถ้า[2] (ร้อยละ)	1.80 ± 0.07	1.73 ± 0.02
สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน[2] (มก.ไนโตรเจนต่อ 100 ก. ตัวอย่าง)	485.81 ± 3.86	739.71 ± 0.12
พีเอช	6.6	6.4
ทีบีเอ[2] (มก. มาโลนอัลดีไฮด์ ต่อ กก.ตัวอย่าง)	6.85 ± 0.09	3.97 ± 0.19
ฮีสตามีน[2] (มก. ต่อ 100 ก.ตัวอย่าง)	$8.04 \perp 0.07$	6.14 ± 0.23

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จาก 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 2 ซ้ำ

[2] คำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

1.2 เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง

ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง ที่ผลิตจากปลาทรายแดงดังตารางที่ 4 พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ร้อยละ 76.70, 15.51, 1.67 และ 1.89 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของปนัดดา เจริญกิจ (2536) ที่ได้ทดลองกับเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลาทรายแดงเช่นเดียวกัน ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าพีเอชมีค่า 7.1 ค่าความแข็งแรงของเจล เท่ากับ 741.05 กรัม.ซม. อยู่ในระดับเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง (มอก. 935-2533) คือมากกว่า 400 กรัม ซม. ความขาวมีค่าร้อยละโลวิบอลด์ 57.90

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งพบว่า มีค่า 3.24×10^4 โคโลนีต่อกรัม แต่ยังอยู่ในเกณฑ์กำหนดคุณภาพมาตรฐาน (มอก. 935-2533) คือ 1×10^7 โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง

องค์ประกอบ	เนื้อปลาบด
ความชื้น (ร้อยละ)	76.70 ± 0.04[1]
โปรตีน[2] (ร้อยละ)	15.51 ± 0.60
ไขมัน[2] (ร้อยละ)	1.67 ± 0.12
เถ้า[2] (ร้อยละ)	1.89 ± 0.07
พีเอช	7.10
ความแข็งแรงของเจล (กรัม.ซม)	741.05 ± 13.20
ความขาว (ร้อยละโลวีบอนด์)	57.90

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จาก 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 2 ซ้ำ

[2] คำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

2. การศึกษาหาสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบด

การคัดเลือกสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบดในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาโดยใช้อัตราส่วนของ เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว : เนื้อปลาบดเป็น 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 และ 40 : 60 พบว่าคะแนนรวมจากการเรียงลำดับความชอบของผู้ทดสอบชิม เมื่อใช้เศษเนื้อปลาทูน่า สีขาวร้อยละ 20 และเนื้อปลาบดร้อยละ 80 มีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่าได้รับการยอมรับมากที่สุด (ตารางที่ 5) และพบว่าเมื่อใช้สัดส่วนของเนื้อปลาทูน่าสีขาวมากขึ้น เกิดการแตกหักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเนื่องจากการเกาะกันระหว่างเนื้อปลาบดกับเนื้อปลาทูน่าลดลง มีผลให้คะแนนความชอบรวมลดลง ส่วนการใช้เศษเนื้อสีขาวร้อยละ 10 และเนื้อปลาบดร้อยละ 90 ได้คะแนนรวมเรียงลำดับความชอบน้อย เนื่องจากการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 10 มีปริมาณเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวน้อย ทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความรู้สึกว่าได้เนื้อสัมผัสปลาทูน่าน้อย ทำให้มีคะแนนความชอบลดลง จึงได้คัดเลือกสัดส่วนผสมเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 20 และเนื้อปลาบดร้อยละ 80 สำหรับการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนรวมจากการเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่มีอัตราส่วนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบดที่ต่างกัน

อัตราส่วน เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว : เนื้อปลาบด	คะแนนรวม[1]
20 : 80	128[a]
30 : 70	97[b]
10 : 90	94[b]
40 : 60	85[b]

[1] คะแนนรวมจากผู้ทดสอบ 40 คน กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด ไปจนถึงคะแนน 4 หมายถึงชอบมากที่สุด

ตัวอักษร a, b ที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

3. การศึกษาหาสัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ โดยกำหนดให้ปริมาณเนื้อปลาบดคงที่

จากผลการทดลองในข้อ 2 สามารถกำหนดสัดส่วนของเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเนื้อปลาบดในการผลิตแฮมปลา ต่อมาจึงได้ศึกษาเพื่อเพิ่มการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำในการทดแทนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว ทำการทดลองผลิตแฮมปลาโดยการใช้สัดส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำที่แตกต่างกัน คือ 15 : 5, 10 : 10, 5 : 15 และ 0 : 20 และกำหนดให้ปริมาณเนื้อปลาบดคงที่ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนรวมเรียงลำดับความชอบเมื่อใช้อัตราส่วนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ : เนื้อปลาบดเป็น 10 : 10 : 80 มีค่ามากกว่าชุดทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่าได้รับการยอมรับมากที่สุด (ตารางที่ 6) และเมื่อมีการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำในปริมาณสูงขึ้น ผู้บริโภคจะมีความชอบน้อยลงเป็นผลมาจากอิทธิพลของลักษณะด้อยของเศษเนื้อสีดำ เช่น กลิ่นคาวปลา สีคล้ำ เป็นต้น ส่วนการใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 15 และเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำร้อยละ 5 คะแนนรวมความชอบน้อยกว่าเมื่อใช้เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 10 และ เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำร้อยละ 10 เนื่องจากชุดการทดลองหลังให้ลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราส่วนผสมระหว่างเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวร้อยละ 10 เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำร้อยละ 10 และเนื้อปลาบดร้อยละ 80 เป็นสูตรพื้นฐานที่นำไปหาเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของผู้บริโภคต่อไป

ตารางที่ 6 คะแนนรวมจากการเรียงลำดับความชอบของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่มีอัตราส่วนเศษเนื้อปลาทูน่าสีขาวต่อเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำต่อเนื้อปลาบดที่ต่างกัน

อัตราส่วน เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว : เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ : เนื้อปลาบด	คะแนนรวม[1]
10 : 10 : 80	132[a]
15 : 5 : 80	101[b]
5 : 15 : 80	88[b]
0 : 20 : 80	74[b]

[1] คะแนนรวมจากผู้ทดสอบ 40 คน กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุดไปถึงคะแนน 4 หมายถึงชอบมากที่สุด

ตัวอักษร a, b ที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

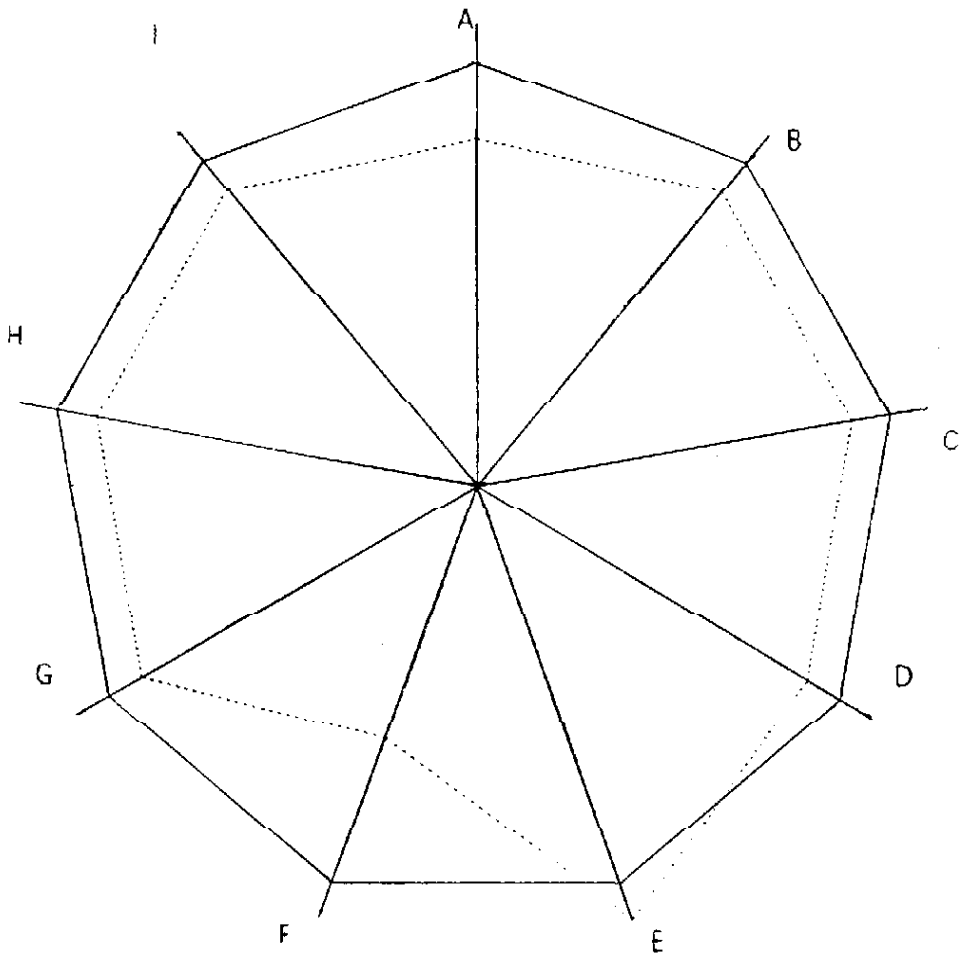
เมื่อนำผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐานไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมพร้อมกับการสอบถามความต้องการผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภค ปรากฏว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) (Ratio mean : S/I) ของแต่ละคุณลักษณะที่ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพใยแมงมุม (ภาพที่ 2) พบว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.0 ซึ่ง ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2531) ได้อธิบายไว้ว่าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะใดมีค่าเท่ากับ 1.0 หมายความว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่ศึกษานั้นถ้าค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมากกว่า 1.0 หมายความว่ามีความจำเป็นต้องลดระดับความเข้มของคุณลักษณะนั้น และถ้ามีค่าน้อยกว่า 1.0 จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นหรือความแรงของคุณลักษณะนั้น เพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติของผู้บริโภค ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำการเพิ่มความเข้มหรือความแรงของทุกคุณลักษณะที่ทำการทดสอบ ยกเว้นกลิ่นคาวปลาซึ่งมีค่าอัตราส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 1.1 จึงต้องทำการลดกลิ่นคาวปลาลง

ตารางที่ 7 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)

คุณลักษณะประสาทสัมผัส	ค่าคะแนนในอุดมคติ (I)	ค่าคะแนนตัวอย่างสูตรพื้นฐาน (S)	ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย (S/I)
สี	3.58 ± 1.1[1]	3.01 ± 0.7	0.84 ± 0.2
การยึดเกาะของเนื้อปลาทูน่า	5.45 ± 0.5	5.00 ± 0.5	0.91 ± 0.1
การกระจายของเนื้อปลาทูน่า	5.70 ± 0.4	5.44 ± 0.9	0.95 ± 0.1
กลิ่นรสเครื่องเทศ	5.23 ± 0.7	4.71 ± 0.9	0.90 ± 0.1
กลิ่นคาวปลา	4.81 ± 0.8	5.38 ± 1.1	1.12 + 0.1
ความเหนียว	5.85 ± 0.9	3.51 ± 1.3	0.60 ± 0.3
ความฉ่ำ	5.05 ± 0.9	4.64 ± 0.9	0.92 ± 0.1
รสเค็ม	5.55 ± 0.8	5.21 ± 0.8	0.94 ± 0.1
ความมัน	4.40 ⊥ 0.7	4.00 ± 1.1	0.91 ± 0.1
ความชอบรวม	7.53 ±0.7	5.27 ± 1.0	0.69 ± 0.1

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบชิม 10 คน

เมื่อนำค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของลักษณะสี การยึดเกาะของเนื้อปลาบดกับปลาทูน่า การกระจายของเนื้อปลาทูน่า กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นคาวปลา ความเหนียว ความฉ่ำ รสเค็ม ความมัน และความชอบรวมมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะดังกล่าวกับค่าความชอบรวมพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความชอบรวม กับกลิ่นรสเครื่องเทศ ความเหนียว รสเค็ม และความมัน มีความสัมพันธ์กัน ($P < 0.05$) และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 8) แสดงว่า การเพิ่มกลิ่นรสเครื่องเทศ ความเหนียว รสเค็ม และความมัน ทำให้ความชอบรวมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นไปด้วย ดังนั้น ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขั้นต่อไปจึงนำปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาร่วม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด



A - สี
B - การยึดเกาะของเนื้อปลาบดกับปลาทูน่า
C - การกระจายของเนื้อปลาทู่นา
D - กลิ่นรสเครื่องเทศ
E - กลิ่นรสดาวปลา
F - ความเหนียว
G - ความฉ่ำ
H - ความเค็ม
I - ความมัน

——— อุดมคติ ····· สูตรพื้นฐาน

ภาพที่ 2 เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา (สูตรพื้นฐาน)

	สี	การยึดเกาะระหว่างเนื้อปลาบดกับเนื้อปลาทูน่า	การกระจายตัวของเนื้อปลาทูน่า	กลิ่นรสเครื่องเทศ	กลิ่นรสคาวปลา	ความเหนียว	ความฉ่ำ	รสเค็ม	ความมัน
การยึดเกาะระหว่างเนื้อปลาบดกับเนื้อปลาทูน่า	0.273								
การกระจายตัวของเนื้อปลาทูน่า	0.047	0.404							
กลิ่นรสเครื่องเทศ	0.326	0.415	0.208						
กลิ่นรสคาวปลา	0.007	-0.289	-0.072	-0.036					
ความเหนียว	0.073	-0.329	0.274	0.373	-0.117				
ความฉ่ำ	0.410	-0.059	0.049	0.269	0.249	0.192			
รสเค็ม	0.556	0.358	-0.015	0.404	0.070	-0.110	0.651*		
รสมัน	0.352	-0.215	0.218	0.293	0.276	0.786*	0.434	0.288	
ความชอบรวม	0.348	0.301	0.419	0.800*	0.047	0.486	0.441	0.620*	0.611*

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

4. การพัฒนาสูตรเครื่องปรุงรส

ลักษณะกลิ่นรสเครื่องเทศ ความเหนียว และความมันมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับความชอบรวมของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ดังนั้นเมื่อเพิ่มลักษณะดังกล่าวควรทำให้การยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นด้วย จึงได้เพิ่มปริมาณของเครื่องปรุงรส ได้แก่ เครื่องเทศ แป้ง และมาร์การีนลงในสูตรการผลิตแฮมปลา ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีประเมินแบบเรโชโพรไฟล์คะแนนการทดสอบที่ได้นำมาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าอุดมคติ (I) ของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษา วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าในอุดมคติ (S/I) และอัตราส่วนของค่าอุดมคติ (I/I) โดยวิธี T-Test (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2535) ซึ่งทำการทดสอบครั้งละหนึ่งชุดการทดลอง จนกระทั่งได้อัตราส่วนเฉลี่ยของ S/I มีค่าไม่แตกต่างจากค่าอัตราส่วนของ I/I จึงได้หยุดการพัฒนาเครื่องปรุงรสเมื่อได้สูตรที่ 5 (ตารางที่ 9) การเพิ่มปริมาณเครื่องเทศทำให้ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์มากขึ้น ขณะเดียวกันจะช่วยลดกลิ่นรสคาวปลาลงได้ เนื่องจากกลิ่นรสคาวปลาและกลิ่นรสเครื่องเทศมีความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม สำหรับการเพิ่มปริมาณแป้งช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดเจลาติไนซ์ และแทรกตัวตามช่องว่างของโครงสร้างโปรตีนมีผลทำให้โครงสร้างแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Sikorski, 1990) ซึ่งเมื่อผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวขึ้น ทำให้ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มปริมาณมาร์การีนในผลิตภัณฑ์ก่อให้เกิดระบบอีมัลชันในลักษณะของน้ำมันในน้ำ และมาร์การีนจะช่วยเพิ่มปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในมาร์การีนมีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 80 (Weiss, 1980) จึงส่งผลให้ความมันของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทำให้ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาจากแผนภาพใยแมงมุมในภาพที่ 3 พบว่า เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เข้าใกล้เค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมากที่สุด

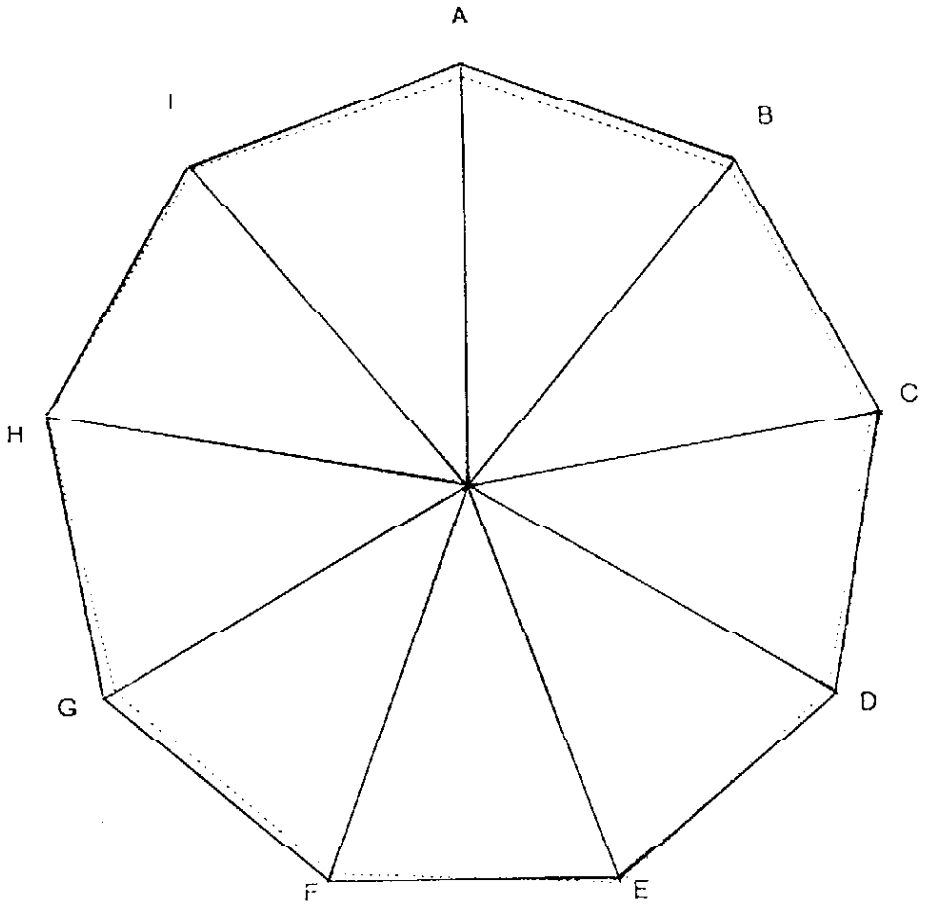
จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 10 พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ร้อยละ 68.20, 13.15, 15.25 และ 3.13 ตามลำดับ ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงของเจลเท่ากับ 221.26 กรัม ซม. และความขาวร้อยละโลวีบอลด์ 28 ผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมีส่วนประกอบที่เหมาะสมดังนี้คือ

ตารางที่ 9 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ทำการพัฒนาเครื่องปรุงรส และผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

	สี	การยึดเกาะระหว่างเนื้อปลาบดกับเนื้อปลาทูน่า	การกระจายตัวของเนื้อปลาทูน่า	กลิ่นรสเครื่องเทศ	กลิ่นรสคาวปลา	ความเหนียว	ความฉ่ำ	รสเค็ม	ความมัน
สูตรพื้นฐาน	0.84±0.11a[1]	0.91±0.72b	0.95±0.30a	0.90±0.16a	1.12±0.06c	0.60±0.05a	0.92±0.04a	0.94±0.05a	0.91±0.07a
1	0.87± 0.02a	0.93±0.06ab	0.96±0.10a	0.91±0.18a	1.10±0.04cd	0.71±0.04a	0.93±0.11a	0.95±0.07a	0.91±0.02a
2	0.92±0.04ab	0.95±0.10ab	0.96±0.11a	0.92±0.08a	1.12±0.16d	0.77±0.08ab	0.96±0.03a	0.98±0.03a	0.94±0.03ab
3	0.94±0.04bc	0.96±0.14a	0.98±0.06a	0.94±0.05ab	1.06±0.11bc	0.82±0.02b	1.02±0.11a	0.98±0.08a	0.97±0.03ab
4	0.96±0.05bc	0.96±0.03ab	0.98±0.05a	0.97±0.07ab	1.05±0.04bc	0.91±0.03c	0.96±0.06a	0.98±0.08a	0.99±0.04ab
5	0.97±0.07bc	0.98±0.03b	0.98±0.05a	0.98±0.08ab	1.01±0.07ab	0.98±0.03d	0.97±0.06a	1.00±0.07a	0.99±0.03ab
อุดมคติ	1.00±0.00cd	1.00±0.00b	1.00±0.00a	1.00±0.00ab	1.00±0.00a	1.00±0.00d	1.00±0.00a	1.00±0.00a	1.00±0.00ab

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 2 ซ้ำ

ตัวอักษร a, b, c, d ในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)



A - สี
B - การยึดเกาะของเนื้อปลาบดกับปลาทูน่า
C - การกระจายของเนื้อปลาทูน่า
D - กลิ่นรสเครื่องเทศ
E - กลิ่นรสคาวปลา
F - ความเหนียว
G - ความฉ่ำ
H - ความเค็ม
I - ความมัน

——— อุดมคติ ..... สูตรที่ 5

ภาพที่ 3 เค้าโครงลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่พัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสแล้ว

ตารางที่ 10 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

องค์ประกอบ	ผลิตภัณฑ์แฮมปลา
ความชื้น (ร้อยละ)	68.20 ± 0.69[1]
โปรตีน[2] (ร้อยละ)	13.15 ± 0.09
ไขมัน[2] (ร้อยละ)	15.25 ± 0.54
เถ้า[2] (ร้อยละ)	3.13 ± 0.01
พีเอช	6.20
ความแข็งแรงของเจล (กรัม.ซม)	221.26 ± 0.65
ความขาว (ร้อยละโลวีบอลด์)	28

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จาก 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 2 ซ้ำ

[2] คำนวณจากน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

ส่วนผสม	ร้อยละ
เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ : เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว : เนื้อปลาบด (10 : 10 : 80)	60.6
เกลือ	1.5
เจลาติน	9.6
แป้งข้าวโพด	8.6
มาร์การีน	5.3
ผงชูรส	0.2
บีฟเอกซแทร็ก	0.2
กลิ่นควันเหลว	0.05
พริกไทยป่น : ขิงป่น : กระเทียมป่น (2 : 1 : 1)	0.8
สีผสมอาหาร	0.001
น้ำเย็น	14.5

5. การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แฮมปลาของผู้บริโภค

5.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นบุคคลภายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน ได้ผลพอสรุปได้ดังนี้คือ ผู้บริโภคเป็นเพศชายและเพศหญิงร้อยละ 50 จำนวนเท่ากัน ผู้บริโภคจำนวนดังกล่าวมีอายุทุกช่วงอายุการศึกษาของผู้บริโภคส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 56 รายได้อยู่ในช่วง 4,001 ถึง 6,000 บาท และมีอาชีพข้าราชการเป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 27

5.2 พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อและการบริโภคแฮมของผู้บริโภค พบว่ามื้ออาหารที่ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์แฮมมารับประทาน ได้แก่ ระหว่างมื้อร้อยละ 75 มื้อเช้าร้อยละ 15 มื้อกลางวันร้อยละ 8 และมื้อเย็นร้อยละ 2 สถานที่ที่ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์แฮมบากที่สุดคือ ร้านค้าร้อยละ 61 สำหรับความชอบรับประทาน ผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาพบว่าผู้บริโภคชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ที่ปรุงจาก เนื้อปลาถึงร้อยละ 94 และทุกคนเคยรับประทานผลิตภัณฑ์แฮม โดยรับประทานผลิตภัณฑ์แฮมในลักษณะเป็นอาหารว่างถึงร้อยละ 85 และร้อยละ 15 นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้าจากการให้คะแนนลำดับความสำคัญต่อปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แฮมมารับประทาน พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับลักษณะปรากฏมากที่สุด รองลงมาคือ รสชาติ คุณค่าทางอาหาร ราคา ความสะดวกในการซื้อและการบริโภคและภาชนะบรรจุตามลำดับ (ตารางที่ 11)

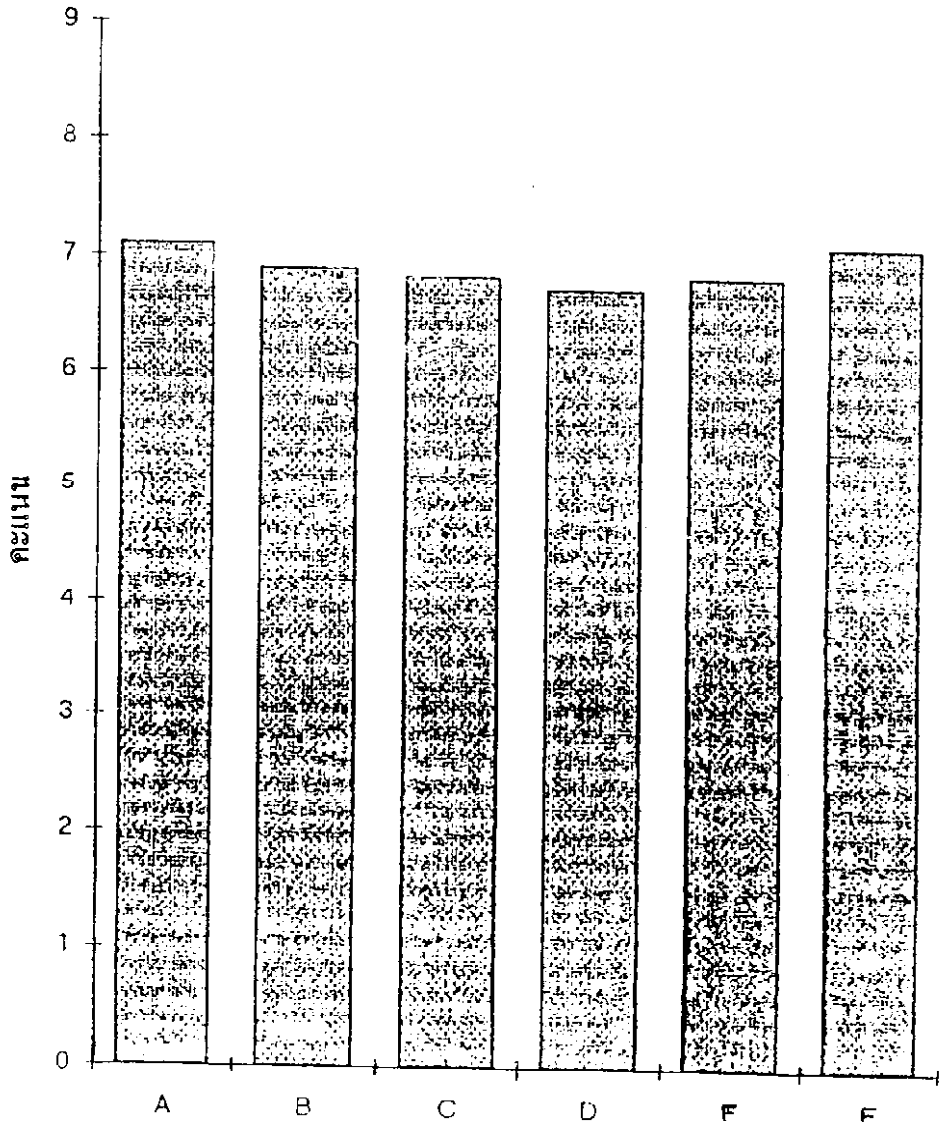
5.3 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แฮมปลา

ผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์โดยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scale) ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 4 ปรากฏว่าผู้บริโภคมีความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลางในปัจจัยของลักษณะปรากฏทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.1, 6.9, 6.8, 6.7, 6.8 และ 7.1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความถี่ของแต่ละปัจจัยคุณภาพ พบว่า ปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส พบว่าความถี่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับชอบปานปลางถึงชอบมาก ปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่าความถี่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมพบว่าความถี่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ภาพที่ 5)

ตารางที่ 11 ความถี่และคะแนนของเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แฮมปลามารับประทานของผู้บริโภคภายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน

คะแนนความสำคัญ	ความถี่					
	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	คุณค่าทางอาหร	ราคา	ความสะดวกในการซื้อและการบริโภค	ภาชนะบรรจุ
1 = สำคัญมากที่สุด	26	30	14	12	16	2
2 = สำคัญมาก	32	11	19	17	15	6
3 = สำคัญพอสมควร	18	13	20	24	21	4
4 = สำคัญน้อย	15	17	20	27	14	7
5 = สำคัญน้อยมาก	8	17	25	15	22	13
6 = สำคัญน้อยที่สุด	1	12	2	5	12	68
คะแนนรวม[1]	250	316	329	331	347	504

[1] คะแนนรวม = ความถี่ x ระดับคะแนนความสำคัญ

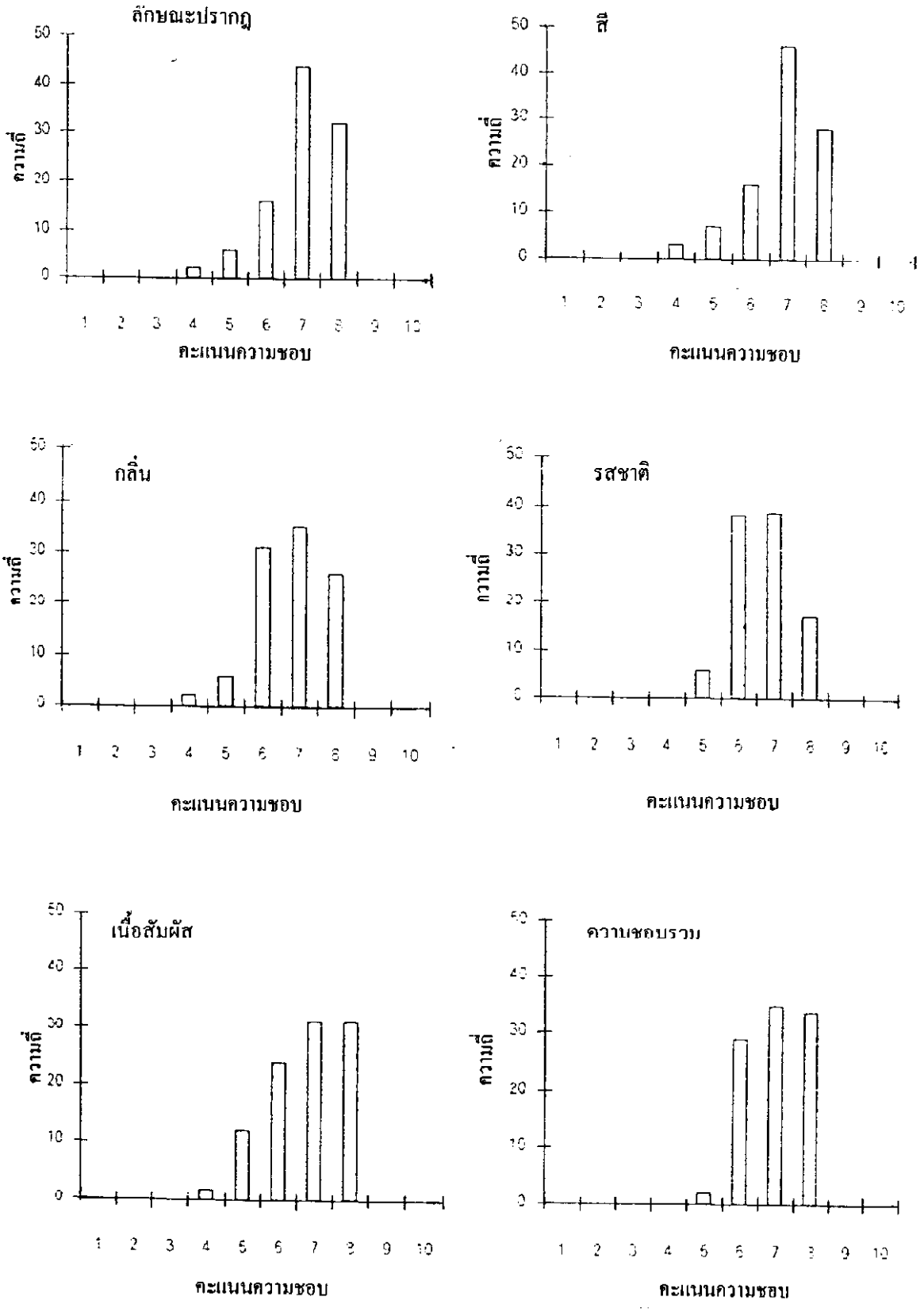


A = ลักษณะปรากฏทั่วไป B = สี

C = กลิ่น D = รสชาติ

E = เนื้อสัมผัส F = ความชอบรวม

ภาพที่ 4 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์แฮมปลาของผู้บริโภคภายในจังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน



ภาพที่ 5 ความถี่ของระดับคะแนนความชอบต่อปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

การยอมรับผลิตภัณฑ์แฮมปลาจากผู้บริโภคพบว่า อยู่ในระดับการยอมรับร้อยละ 92 เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการยอมรับผลิตภัณฑ์กับลักษณะประชากรศาสตร์ โดยวิธีไคสแควร์ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2533) พบว่า การยอมรับผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับช่วงอายุ รายได้ และอาชีพ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยในช่วงอายุ 15 - 25 ปี รายได้ 4,001 - 6,000 บาทต่อเดือน และอาชีพข้าราชการ ยอมรับผลิตภัณฑ์มากที่สุด ถึงร้อยละ 34.7 , 39.1 และ 29.3 ตามลำดับ แต่ไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะเพศและการศึกษา ผู้บริโภคเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นี้ถึงร้อยละ 73 ความไม่แน่ใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 22 เนื่องจากลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำของเศษเนื้อปลาทูน่าสีคำ และยังมีความพอใจในรสชาติระดับชอบเล็กน้อย ทำให้ผู้บริโภคไม่แน่ใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความชอบรวมกับลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 12) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าคะแนนความชอบรสชาติกับความชอบรวมจะมีความสัมพันธ์กันสูงกว่าคุณลักษณะอื่น ๆ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.712 นั่นแสดงว่าถ้าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรสชาติสูงจะทำให้คะแนนความชอบรวมสูงตามไปด้วยถึงร้อยละ 71.2 รองลงมาคือคะแนนความชอบลักษณะปรากฏเนื้อสัมผัส ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านรสชาติลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบรวมสูงขึ้น และโอกาสในการซื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้น นอกจากนี้การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นกับลักษณะเพศและช่วงอายุ แต่ขึ้นอยู่กับการศึกษา รายได้ และอาชีพอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยกลุ่มผู้บริโภคที่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี รายได้ 4,001 - 6,000 บาทต่อเดือน และอาชีพข้าราชการ มีโอกาสที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์แฮมปลามากที่สุดถึงร้อยละ 57.5, 36.9 และ 28.7 ตามลำดับ

ผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์แฮมปลามีความเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของภาชนะบรรจุ โดยใช้ถุงคลัยโอแวคมีการบรรจุทั้ง 2 แบบ คือ แบบปิดผนึกธรรมดาและแบบปิดผนึกสุญญากาศ (ภาพที่ 6) โดยพบว่าร้อยละ 95 เห็นว่าปิดผนึกสุญญากาศมีความเหมาะสมที่จะเป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
สี	0.007				
กลิ่น	0.047	0.151			
รสชาติ	0.218*	0.178	0.285**		
เนื้อสัมผัส	0.028	0.076	0.045	0.435**	
ความชอบรวม	0.653**	0.119	0.013	0.712	0.468**

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์แฮมปลา บรรจุในถุงคลัยโอแวค แบบธรรมดา และแบบสุญญากาศ

สำหรับความเหมาะสมของชิ้นผลิตภัณฑ์แฮมปลาต่อภาชนะบรรจุ 6 ชิ้นหรือเท่ากับน้ำหนัก 100 กรัม พบว่าร้อยละ 91 มีความเห็นว่าเหมาะสมแล้ว อีกร้อยละ 9 มีความเห็นว่าไม่เหมาะสม ควรเพิ่มจำนวนชิ้นของผลิตภัณฑ์เป็น 7 - 10 ชิ้น ในด้านของราคาของผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนัก 100 กรัม ผู้บริโภคร้อยละ 70 มีความเห็นว่าควรจำหน่ายในราคา 35 บาท ต่อน้ำหนัก 100 และส่วนผู้บริโภคที่มีร้อยละ 21 มีความเห็นว่าควรจำหน่ายในราคา 30 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม และ 25 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 7 ตามลำดับ ที่เหลืออีกร้อยละ 2 เห็นว่าควรจำหน่ายในราคา 10 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม และความเห็นด้านราคาของผลิตภัณฑ์ขึ้นกับรายได้ และอาชีพอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยรายได้ 4,001 - 6,000 บาทต่อเดือน และอาชีพข้าราชการ ยอมรับราคาของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในราคา 35 บาท ถึงร้อยละ 42.8 และ 31.4 ตามลำดับ แต่ไม่ขึ้นกับลักษณะเพศ อายุ และการศึกษา ผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความคิดเห็นของผู้บริโภคภายในจังหวัดสงขลาที่มีต่อชนิดภาชนะบรรจุ และราคาของผลิตภัณฑ์แฮมปลา

ปัจจัย	ร้อยละ
ความเหมาะสมของภาชนะบรรจุ	
ถุงพลาสติก ปิดผนึกธรรมดา	5
ถุงพลาสติกปิดผนึกสุญญากาศ	95
ความเหมาะสมของชิ้นผลิตภัณฑ์ต่อภาชนะบรรจุ 6 ชิ้น หรือเท่ากับน้ำหนัก 100 กรัม	
เหมาะสม	91
ไม่เหมาะสม	9
ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ควรจำหน่ายต่อหน่วยภาชนะบรรจุ 35 บาท	
ซื้อ	70
ไม่ซื้อ	30
ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ควรจำหน่ายต่อหน่วยภาชนะบรรจุ	
30 บาท	21
25 บาท	7
อื่น ๆ	2

6. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่ได้พัฒนาแล้วมาบรรจุในถุงคลัยโอแวค แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 14 - 16 และภาพที่ 7 - 11

จากตารางที่ 14 พบว่าปริมารโปรตีน ไขมัน และเถ้าในผลิตภัณฑ์แฮมปลาทั้ง 2 ชุดที่อายุการเก็บรักษา 0.15 และ 30 วัน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สำหรับค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบรรจุแบบธรรมดามีการสูญเสียความชื้นมากกว่าแบบสุญญากาศ ($P < 0.01$) (ภาพที่ 7) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงคลัยโอแวคที่มีการซึมผ่านของไอน้ำน้อยซึ่งค่าการซึมผ่านของไอน้ำของถุงคลัยโอแวคมีค่าเท่ากับ 0.6 กรัม/645 ซม.^{3} เวลา 24 ชั่วโมง 37 องศาเซลเซียส สำหรับค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศ เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าค่าพีเอชลดลงเล็กน้อย มีค่าอยู่ในช่วง 6.2 - 6.0 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 8)

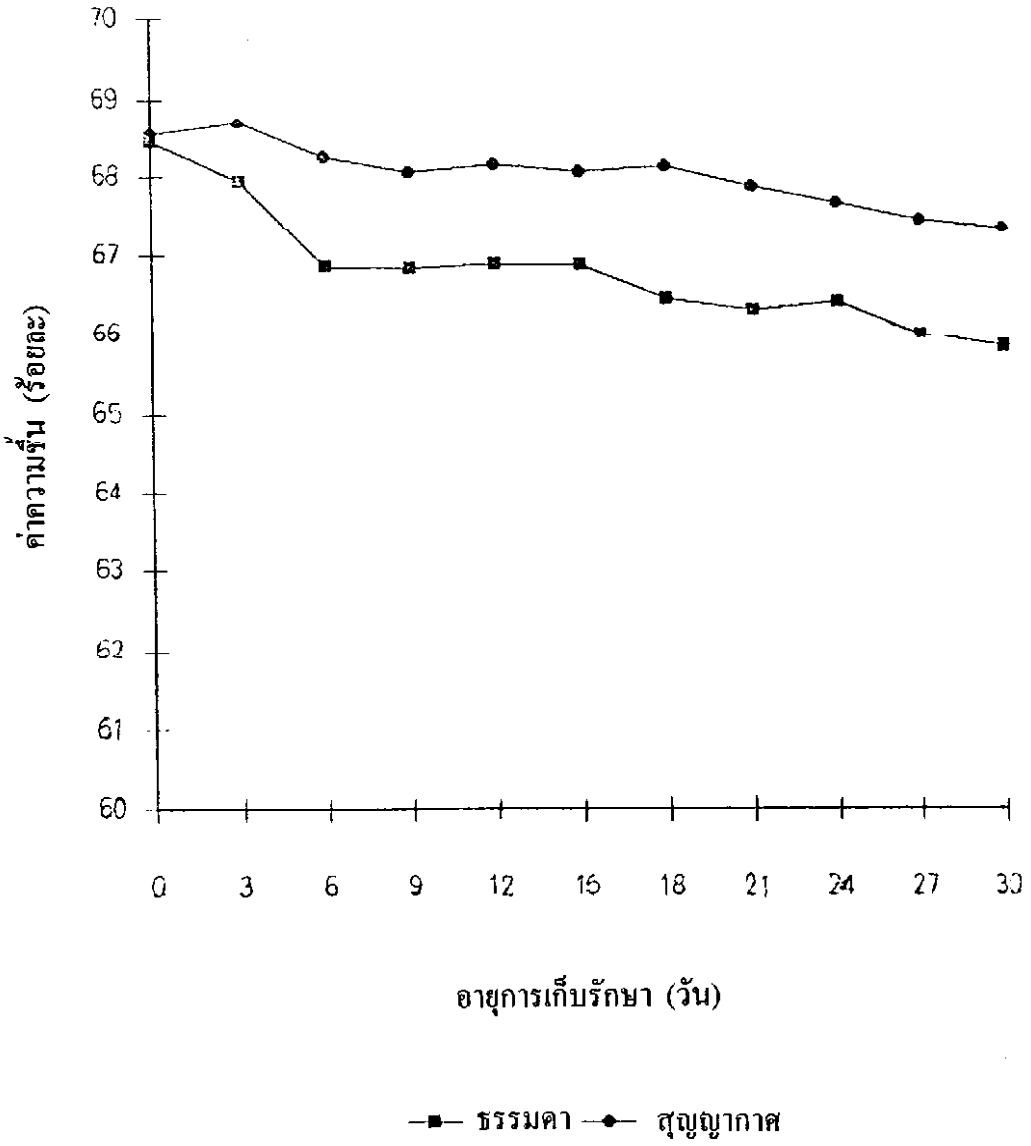
สำหรับค่าทีบีเอ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการเกิดกลิ่นหืนของไขมันที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศ มีค่าทีบีเอเริ่มต้นที่ใกล้เคียงกันคือ 0.70 มก. มาโลอัลดีไฮด์/กก. ตัวอย่าง เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าทีบีเอเพิ่มขึ้นตลอดช่วงอายุการเก็บ (ภาพที่ 9) แสดงว่ามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันไม่อิ่มตัวอย่างต่อเนื่อง ที่อายุการเก็บ 30 วัน ผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดามีค่าทีบีเอเพิ่มเป็น 4.31 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก. ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศมีค่าทีบีเอเพิ่มเป็น 2.63 มก. มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ผลว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีค่าทีบีเอมากกว่า 2 มก. มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง จะไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในแบบธรรมดาและสุญญากาศ มีค่าทีบีเอ 2.51 และ 2.29 มก. มาโลอัลดีไฮด์/กก. ตัวอย่าง ในวันที่ 12 และ 18 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปนัดดา เจริญกิจ (2536) ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูปที่มีซูริมิเป็นองค์ประกอบพบว่าค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 15 วัน ซึ่งระหว่างการเก็บรักษามีการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบชิม พบว่า ค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่า 2 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง ผู้ทดสอบชิมจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ อนุชิตา ชาวเหนือ (2534) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูยอที่เก็บรักษาภายใต้สภาพปกติ และสภาพปรับบรรยากาศพบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นค่าทีบีเอจะเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้ 28 วัน ผลิตภัณฑ์หมูยอที่เก็บภายใต้สภาพปกติมีค่าทีบีเอเป็น 4.21 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก. ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์หมูยอที่เก็บในสภาพปรับบรรยากาศมีค่าทีบีเอเป็น 2.27 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เช่นกัน

ตารางที่ 14 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมปลาระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

องค์ประกอบทางเคมี	อายุการเก็บรักษา (วัน)	การบรรจุ	
		แบบธรรมดา	แบบสุญญากาศ
โปรตีน[1]	0	13.08 ± 0.14 ns	13.11 ± 0.16
	15	13.19 ± 0.11	13.21 ± 0.46
	30	13.35 ± 0.28	13.24 ± 0.14
ไขมัน	0	15.12 ± 0.02 ns	15.41 ± 0.12
	15	15.45 ± 0.49	15.45 ± 0.40
	30	16.19 ± 0.07	15.81 ± 0.98
เถ้า	0	3.15 ± 0.14 ns	3.10 ± 0.02
	15	3.18 ± 0.04	3.14 ± 0.09
	30	3.32 ± 0.11	3.18 ± 0.01

[1] ปริมาณร้อยละของน้ำหนักแห้ง

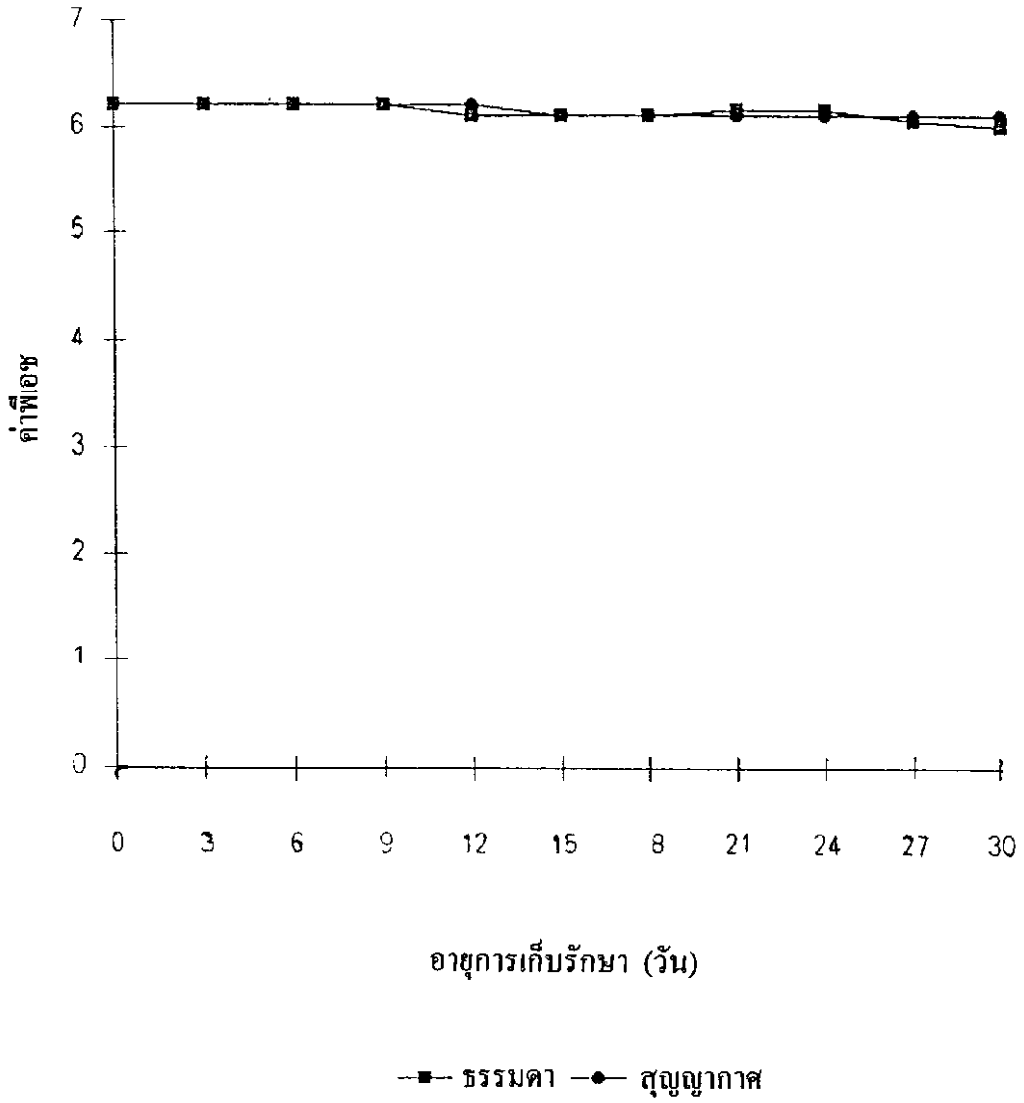
ns ตัวเลขในแนวตั้ง และแนวนอนขององค์ประกอบเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

$LSD_{(0.05)}$ มีค่าเท่ากับ 0.92

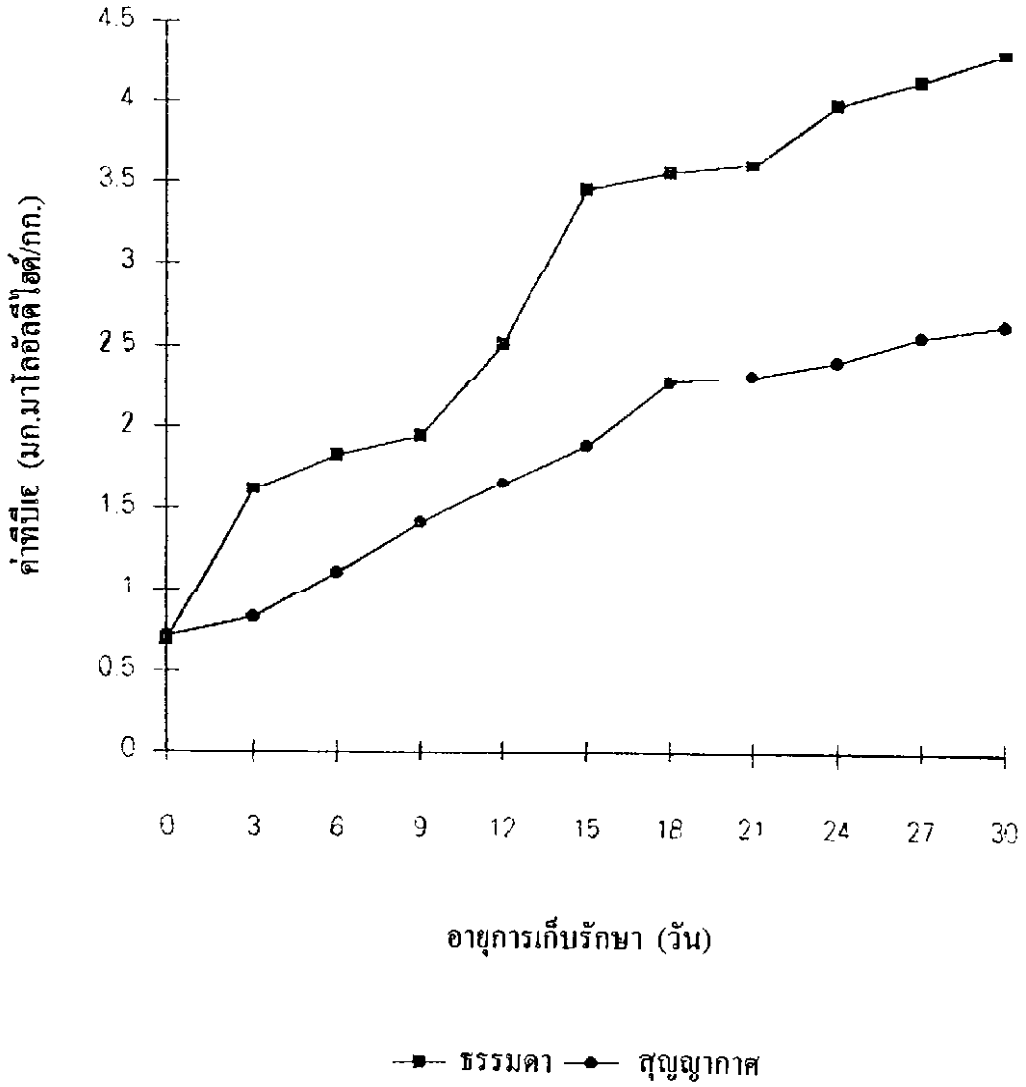
$LSD_{(0.01)}$ มีค่าเท่ากับ 1.24



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

$LSD_{(0.05)}$ มีค่าเท่ากับ 0.05

$LSD_{(0.01)}$ มีค่าเท่ากับ 0.07



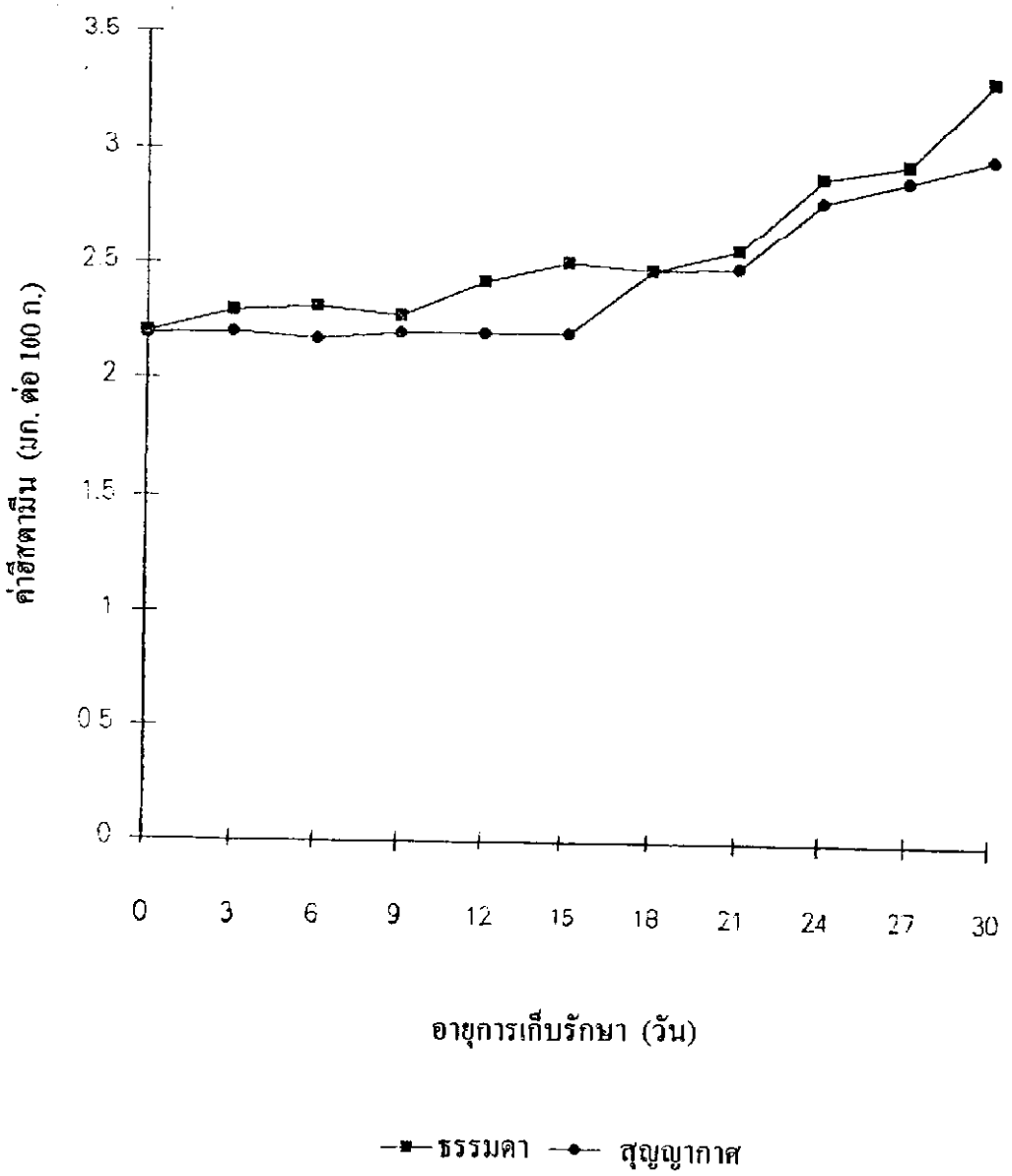
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าทีบีเอของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

$LSD_{(0.05)}$ มีค่าเท่ากับ 0.53

$LSD_{(0.01)}$ มีค่าเท่ากับ 0.72

สำหรับปริมาณฮีสตามีนซึ่งเป็นดัชนีบ่งบอกการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และอาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้จากการวิเคราะห์พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีปริมาณฮีสตามีนอยู่ในช่วง 2.2 - 3.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (ภาพที่ 10) ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์กำหนดคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง (มอก.142-2530) คือ ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่าง โอกาสที่จะก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า สคอมบรอยด์ พอยซันนิ่ง (scombroid poisoning) จึงมีน้อย เมื่อผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์

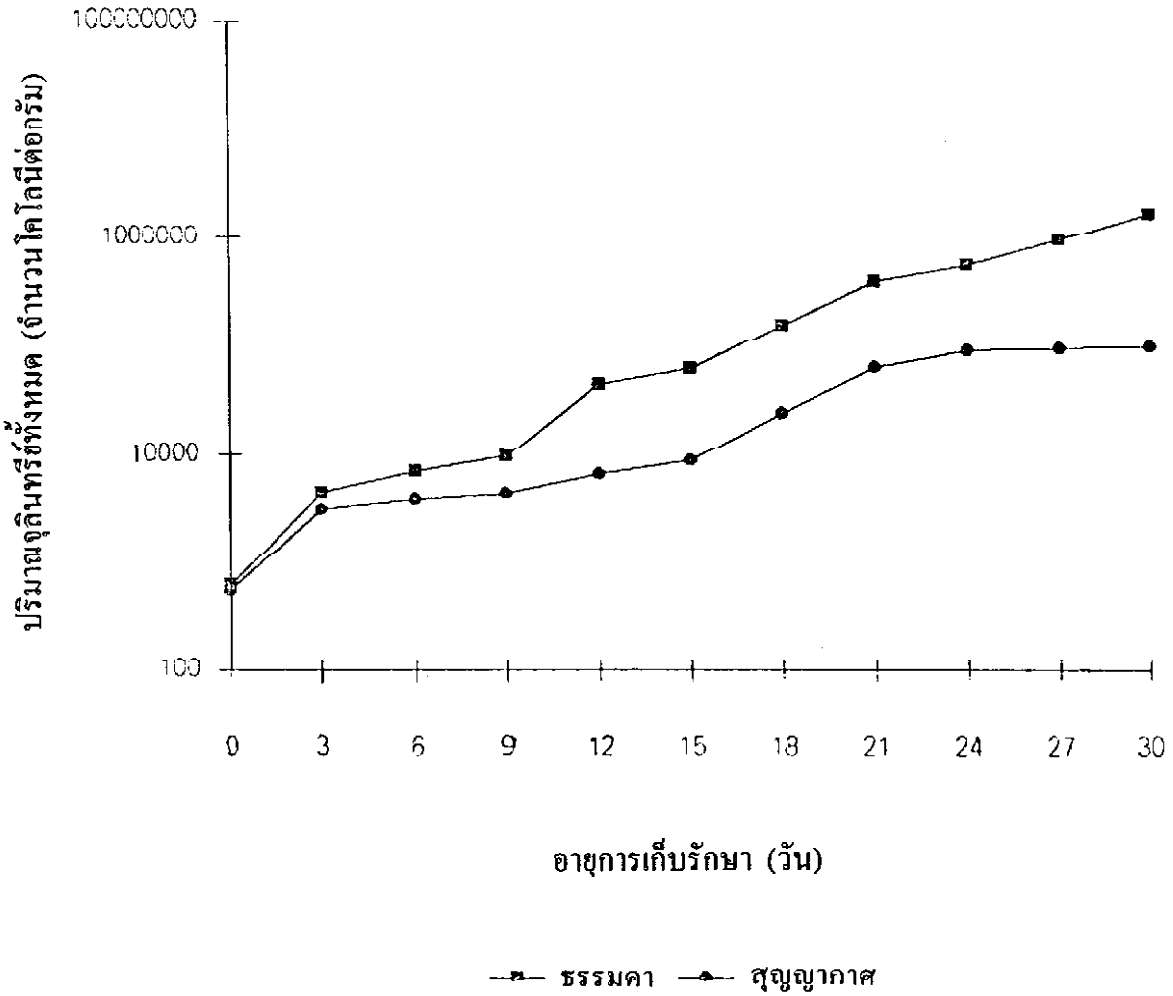
การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุทั้งแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศ ตลอดอายุการเก็บรักษา 30 วัน (ภาพที่ 11) พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกันคือ 5.5×10^2 โคโลนีต่อกรัม เมื่อเก็บรักษานานขึ้นผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะมากกว่าผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยวันที่ 30 ของการเก็บรักษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศที่มีค่าเท่ากับ 1.64×10^6 และ 9.50×10^4 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ชนิดของแบคทีเรีย ไม่พบ Coliforms, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella spp. และ Vibrio parahaemolyticus ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เหล่านี้ในผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการผลิตและระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าฮีสตามีนของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

$LSD_{(0.05)}$ มีค่าเท่ากับ 0.87

$LSD_{(0.01)}$ มีค่าเท่ากับ 1.18



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แฮมปลา ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

$LSD_{(0.05)}$ มีค่าเท่ากับ 2,274

$LSD_{(0.01)}$ มีค่าเท่ากับ 3,091

เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลา โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีประเมินคุณภาพแบบเรโซโพรไฟล์ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี ลักษณะปรากฏที่ผิว (ความฉ่ำ) กลิ่นหืน กลิ่นคาวปลา กลิ่นรสผิดปกติ ความกระด้าง และการยอมรับ แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่างค่าคะแนนตัวอย่าง (S) กับค่าคะแนนตัวอย่างที่วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (I) (ตารางที่ 15 และ 16) พบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดาได้จนถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในเรื่องกลิ่นหืน กลิ่นรส ผิดปกติ และความกระด้างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่าง S/I ของการยอมรับในวันที่ 12 มีค่าน้อยกว่า 0.66 (หรือค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผลิตภัณฑ์ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษามีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งเป็นช่วงคะแนนที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์) แสดงว่าผู้ทดสอบชิมเริ่มไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ผลการประเมินดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของค่าทีบีเอ ซึ่งค่าทีบีเอของวันที่ 12 มีค่าเท่ากับ 2.51 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง นอกจากนี้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในเรื่องสีค่อนข้างจางลง ความฉ่ำของผลิตภัณฑ์ลดลงและกลิ่นคาวปลาของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากเกิดกลิ่นหืน และกลิ่นผิดปกติเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่วนผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศ ผู้ทดสอบชิมยอมรับผลิตภัณฑ์ได้จนถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ซึ่งในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา ผู้ทดสอบชิมจะไม่ยอมรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในเรื่องกลิ่นหืน และกลิ่นรสผิดปกติซึ่งค่าอัตราส่วนเฉลี่ยระหว่าง S/I ของการยอมรับในวันที่ 18 มีค่าน้อยกว่า 0.66 หรือค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผลิตภัณฑ์ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษามีค่าน้อยกว่า 5 ผลการประเมินดังกล่าวนี้สอดคล้อง กับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของค่าทีบีเอ ซึ่งค่าทีบีเอของวันที่ 18 มีค่าเท่ากับ 2.28 มก.มาโลอัลดีไฮด์/กก.ตัวอย่าง นอกจากนี้คุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในเรื่องสีค่อนข้างจางลง ความฉ่ำลดลง กลิ่นคาวปลาลดลง และความกระด้างเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 15 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบธรรมดา ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	อัตราส่วนเฉลี่ยของคะแนน						
	สี	ความฉ่ำ	กลิ่นหืน	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นรสผิดปกติ	ความกระด้าง	การยอมรับ
0	0±0.07a[1]	1.00±0.06a	1.00±0.39b	1.00±0.11a	1.00±0.62b	1.00±0.31b	1.00±0.12a
3	0.99±0.06a	0.98±0.04a	1.05±0.63b	0.98±0.09a	1.03±0.51b	1.05±0.22b	0.97±0.09a
6	0.93±0.03ab	0.94±0.08a	1.16±0.34b	0.96±0.11a	1.11±0.51b	1.08±0.54b	0.85±0.06b
9	0.93±0.03ab	0.81±0.11b	1.27±0.16b	0.74±0.03a	1.19±0.50b	1.19±0.24b	0.75±0.03c
12	0.89±0.03b	0.73±0.05b	3.41±0.66a	0.63±0.08c	2.56±0.75a	3.38±0.48a	0.43±0.04d

[1] ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบ 10 คน

ตัวอักษร a, b, c และ d ในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 16 ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศ ระหว่างการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	อัตราส่วนเฉลี่ยของคะแนน						
	สี	ความฉ่ำ	กลิ่นหืน	กลิ่นคาวปลา	กลิ่นรสผิดปกติ	ความกระด้าง	การยอมรับ
0	1.00±0.07a[1]	1.00±0.06a	1.00±0.39b	1.00±0.11a	1.00±0.45b	1.00±0.30b	1.00±0.08a
3	0.99±0.07a	0.99±0.06a	1.03±0.40b	0.98±0.11a	1.03±0.51b	1.03±0.36b	0.99±0.09a
6	0.97±0.06ab	0.98±0.11ab	1.06±0.40b	0.97±0.09a	1.04±0.51b	1.10±0.46b	0.97±0.08a
9	0.97±0.05ab	0.96±0.19abc	1.18±0.41b	0.96±0.11a	1.06±0.63b	1.07±0.49b	0.96±0.04a
12	0.94±0.03ab	0.95±0.16abc	1.22±0.29b	0.94±0.15a	1.09±0.52b	1.17±0.62b	0.84±0.02b
15	0.92±0.02bc	0.91±0.09bcd	1.28±0.51b	0.75±0.03b	1.26±0.98b	1.33±0.22b	0.72±0.08c
18	0.92±0.06bc	0.91±0.10bcd	3.38±0.22a	0.66±0.06c	3.29±0.51a	2.58±0.18a	0.23±0.03d

[1] ค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบ 10 คน

ตัวอักษร a, b, c และ d ในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)

7. การประเมินต้นทุนการผลิตแฮมปลา

ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาในการทดลองครั้งนี้ คำนวณจากต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง ที่แยกออกเป็นคือ วัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ประกอบด้วย ค่ากระแสไฟฟ้าใน การสับผสม การปิดผนึกภาชนะบรรจุ พลังงานที่ใช้ในการทำให้สุก ซึ่งไม่รวมค่าเครื่องมืออุปกรณ์ และค่าแรงงาน มีดังนี้

7.1 ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุ

วัตถุดิบที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์แฮมปลาประกอบด้วย เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง เศษเนื้อ ปลาทูน่าสีขาว เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ เกลือ น้ำมันพืช ผงชูรส พริกไทยป่น ขิงป่น กระเทียมป่น สีผสมอาหาร ถูกจันทน์ป่น โซเดียมไนไตรต์ โพแทสเซียมซอร์เบท เจลาติน แป้งข้าวโพด มาร์การีน บีฟเอคแทร็ก กลิ่นควันเหลว และถุงคลัยโอแวค มีต้นทุนการผลิต 12.46 บาท ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

7.2 ต้นทุนพลังงาน

พลังงานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าสำหรับการบดผสม เนื้อปลาบด การปิดผนึกภาชนะบรรจุ และค่าแก๊สสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ให้สุก ซึ่งต้นทุนค่า ไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตประมาณ 0.15 บาท และต้นทุนแก๊สที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์ให้สุก ประมาณ 0.07 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม

ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาพบว่า มีค่าเท่ากับ 12.69 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม ผลิตภัณฑ์แฮมปลาจึงมีความเป็นไปได้ในการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมการ แปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง และต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา จะต่ำกว่านี้ถ้ามีการผลิต ในปริมาณมาก เพราะราคาต้นทุนวัตถุดิบจะถูกลงเมื่อซื้อวัตถุดิบในปริมาณมาก รายละเอียดการ คำนวณต้นทุนสิ้นเปลืองในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา แสดงในภาคผนวก

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมปลาที่มีลักษณะคล้ายกับแฮมโดยใช้เศษเนื้อสีดำที่แยกออกในขั้นตอนการทำความสะอาด และเศษเนื้อสีขาวที่เหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาทูน่าบรรจุกระป๋องด้วยการใช้อัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาสัดส่วนผสมระหว่างเศษสีดำต่อเศษเนื้อสีขาวต่อเนื้อปลาบด พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ 10 : 10 : 80 ตามลำดับ โดยมีสูตรเครื่องปรุงรสประกอบด้วย เกลือร้อยละ 1.5 เจลาตินร้อยละ 9.6 แป้งข้าวโพดร้อยละ 8.6 มาร์การีนร้อยละ 5.3 ผงชูรสร้อยละ 0.2 บีฟเอกซเทร็กร้อยละ 0.2 กลิ่นควันเหลวร้อยละ 0.05 สีร้อยละ 0.001 พริกไทยป่นร้อยละ 0.4 ขิงป่นร้อยละ 0.2 และกระเทียมป่นร้อยละ 0.2 ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ผู้บริโภคร้อยละ 73 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีการวางจำหน่าย ผู้บริโภคร้อยละ 95 เห็นว่าการบรรจุแบบสุญญากาศมีความเหมาะสม ผู้บริโภคร้อยละ 91 มีความเห็นว่าจำนวนชิ้นผลิตภัณฑ์ 6 ชิ้น ต่อน้ำหนัก 100 กรัม มีความเหมาะสมและ ผู้บริโภคร้อยละ 70 ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 35 บาท ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

จากการประเมินคุณภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่าในผลิตภัณฑ์บรรจุแบบธรรมดาและแบบสุญญากาศมีองค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดามีการสูญเสียความชื้นมากกว่าแบบสุญญากาศเพียงเล็กน้อย และเมื่อยืดอายุการเก็บรักษานานขึ้น ค่าทีบีเอจะเพิ่มขึ้นตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดามีค่าสูงกว่าที่บรรจุแบบสุญญากาศประมาณ 2 เท่า และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมปลาเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะได้คะแนนการยอมรับลดลง เนื่องจากมีกลิ่นหืน และกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้น โดยผู้ทดสอบชิมยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบธรรมดา และแบบสุญญากาศได้ถึงวันที่ 9 และ 15 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์แฮมปลามีต้นทุนการผลิต (เฉพาะวัสดุสิ้นเปลือง) เท่ากับ 12.69 บาท ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ขั้นตอนการเตรียมเศษเนื้อปลาทูน่า ควรระวังการแยกก้างปลาออกให้หมด เพราะก้างปลาอาจทำให้ได้รับอันตรายในขณะรับประทานผลิตภัณฑ์ และไม่ควรให้ก้อนเลือดปลาปะปนไปกับเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ เพราะจะทำให้เศษเนื้อปลาเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย

2. การผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลาควรมีการควบคุมความต่อเนื่องของกระบวนการผลิตและคุณภาพระหว่างการผลิตตลอดถึงการเก็บรักษาที่ถูกสุขลักษณะซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับความมั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

3. เนื่องจากผลิตภัณฑ์แฮมปลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อจากภาชนะบรรจุที่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้นภาชนะบรรจุควรออกแบบให้ดึงดูด น่าสนใจ รวมทั้งมีภาพแสดงถึงรูปแบบการรับประทาน หรือการนำไปประกอบอาหารชนิดต่าง ๆ กำหนดให้มีน้ำหนักสุทธิต่อภาชนะบรรจุ ซึ่งจะทำให้สะดวกในการวางจำหน่ายในสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ ร้านค้า และซุปเปอร์มาร์เก็ต และยังเป็นการสะดวกในการเลือกซื้อ และนำพาของผู้บริโภคอีกด้วย

4. ในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา ควรจะมีการศึกษาวิธีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในทางการตลาดทั้งในประเทศและเพื่อการส่งออก โดยขยายขนาดของเครื่องสับบด หรืออาจจะพัฒนาการผลิตให้เป็นระบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะในขั้นตอนการผสมเครื่องปรุงรส และการทำให้สุก นอกจากนี้ควรจะมีการสำรวจความต้องการและการทดสอบผู้บริโภคทั่วไปให้กว้างขวางมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา โสภณพงษ์. 2535. ปัญหาการส่งออกผลิตภัณฑ์ประมง. ว.การประมง 45(6) : 1133-1143.

กันตา จิตตั้งสมบูรณ์. 2537. การส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารของไทย. ว. ผู้ส่งออก 8(178) : 44-54.

คณะทำงานศึกษาการประมงปลาทูน่า. 2534. แนวทางพัฒนาการประมงปลาทูน่าของไทย. ว.การประมง : 44(2) : 116-122.

จุมพฏ เมฆศิขริน. 2533. ผลของวัตถุให้ความคงตัวที่มีต่อเนื้อปลาบดปรุงรสบรรจุกระป๋อง ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยโรจน์ ภัทรโกวิทย์. 2531. การใช้น้ำสกัดจากขิงเป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อ. ปัญหาพิเศษ . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิรนาม. 2534. อุตสาหกรรมเกษตรสินค้าจากเศษเหลือ (by product) จากโรงงานปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง. เอกสารเผยแพร่จากกองพัฒนาอุตสาหกรรมกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ปนัดดา เจริญกิจ. 2536. ผลของซูริมิ สารกันหืน และอุณหภูมิภายในต่อคุณภาพของเนื้อขึ้นรูปกึ่งสุก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พฤทรัพย์ วิรุฬหกุล. 2534. เทคโนโลยีหลังการจับปลาทูน่า. ว.การประมง. 44(2) : 123-132.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินร์

มอก. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง (มอก.142) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

มอก. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง (มอก.935) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2531. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์. ว.อาหาร 18(1) : 11-22.

นิรนาม. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์. 2536. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เศษเนื้อปลาทูน่าปรุงรสห่อด้วยผักแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อนุชิตา ชาวเหนือ. 2534. การยืดอายุการเก็บรักษาหมูยอโดยวิธีการบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis The Association of Official Analytical Chemists 15th ed. Verginia Arlington.

Breakkan, O.R. 1959. A comparative study of vitamins in the trunk muscles of fishes. Fisk. Dir. Skr. Tekn Undersok. 3 : 1-42. Cited by Kanch, S., Polo, J.M.A., Kariya, Y., Kameko, T., Watebe, S. and Hashimoto, K. 1988. Heat-induced textural and histological changes of ordinary and dark muscle of yellowfin tuna. J. Food Sci. 53 : 673-678.

Chullasorn, S. and Martosubroto, P. 1986. Geographic Distribution of Habitat, Spawning and Fishing Groups of Major Species Groups. Rome : Food and Agriculture Organization of the Nations. Clucas, I.J. 1981. Fish Handling Preservation and Processing in the Tropics Part 1. G. 144. London : Tropical Products Inst.

Clucas. I. J. 1981. Fish Handling Preservation and Processing in the Tropics. Part 1. G 144. London : Tropical Products Inst.

Daun, H. 1979. Interactionof wood smoke components and foods. Food Technol. 42(1) : 66-71.

Dov, B. 1988. Critical values of differences among ranks sums for multiple cpmparisons Food Technol. 42(1) : 79-84.

Duncan, D.B. 1955. Multiplerange and multiple F test. Biometrices 11 : 1-42.

Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1981. Pearson's Chemical Analysis of Foods. London : Churchill Livingstone.

Eitenmiller, R.R. 1991. Chemistry and Biochemistry of Seafoods. The Seafood Technology Workshop. Prince of Songkhla University. Hat Yai.

Eskin, N.A.M. 1990. Biochemistry of Food. California : The Acedemic Press Publishing.

Kanoh, S., Suzuki, T., Maeyama, K., Takewa, T., Watabe, S. and Hashimoto, K. 1986. Comparative studies on ordinary and dark muscles of tuna fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52 : 1807-1816.

Karmas, E. 1976. Processed Meat Technology. London : The AVI Publishing Company.

Koizumi, C., Wada, S. and Ohshima, T. 1987. Factors affecting development of rancid off odor in cooked fish meats during storage at 5^{0}C . Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 53 : 2003-2009.

Kramlich, W.E., Person, W. and Kemp. J. 1973. Processed Meats. Connecticut : The AVI Publishing Company.

Lanier, T.C., Lin, T.S., Hamann, D and Thomas, F.B. 1981. Effect of alkaline protease in minced fish on texture of heat processed gels. J. Food Sci. 46 : 1647-1650.

Larmond, E. 1977. Laboratory Method for Sensory Evaluation of Food. Ottawa : Canadian Government Publishing Centre.

Lee, C.M. 1984. Surimi process technology Food Techol. 38(11) : 69-80.

Lee, C.M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. Food Technol. 40(3) : 115-124.

Marisa, H. 1987. The Survey of the Situation of Fishery Industry in Asean Countries. Volume II Canned Tuna. Ministry of Industry Thai Industrial Standards Institute. Office of National Codex Alimentarious.

Min, T.S., Chung. N.M., Fujiwara, T., Kuang, H.K. and Hasegawa, H. 1987. Handbook on the processing of frozen surimi and fish jelly products in Southeast Asia. Koon Wah Printing Ltd., Singapore. 30 pp.

Murata, M. and Sakaguchi, M. 1989. The effects of phosphatase treatment of yellow fin muscle extracts and subsequent additive of IMP on flavor intensity. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 55 : 1599-1603.

Murata, M., Sakaguchi, M. and Kawai, A. 1980. Formation of trimethylamine and dimethylamine in bloody muscle, ordinary muscle and liver of yellowtail during iced storage Bull. Res. Inst. Food Sci. 43 : 18.

Perez-Vilarreal, B. and Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of albacore J. Food Sci. 55 : 678-682.

Price, J.F. and Schweigert. 1973. The Science of Meat and Meat Products. San Francisco : Freeman Company.

Sakiura, M. 1990. Fish sausage and ham processing. Marine Fisheries Department. Singapore : SEAFDEC.

Sikorski, Z.E. 1990. Seafood : Resources, Nutrition Compositiion and Preservation. CRC Press, Inc. USA. 248 pp.

Speck, M.L. 1984. Compendium of Methods for the Microbiological Examinatino of Foods. 2nd ed. Washington D.C. American Public Heath Association.

Subasinghe, S. 1996. Innovative and value-added tuna products and markets. INFOFISH International 1/96 : 43-50.

Suyama, M., Hirano, T. and Suzuki, T. 1986. Buffering capacity of free histidine and its related dipeptides in white and dark muscle of yellowfin tuna. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 52 : 2171-2175.

Suzuki, T., Hirano, T and Suyama, M. 1987. Changes in extractive components of white and dark meats of bigeye tuna by thermal processing at high temperature of Fo value of 4. Bull. Jap. Soc. Sci. fish 53 : 1633-1636.

Tanikawa, E., Motohiro, T. and Akiba, M. 1985. Marine Products in Japan. Tanikawa : Koseisha Koseikaku Publishers.

Weiss, T.J. 1980. Food Oils and Their Uses. Westport Connecticut : The AVI Publishing Company.

ภาคผนวก

การประเมินต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา

1. ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แฮมปลา มีราคาดังภาคผนวก 1

ตารางภาคผนวก 1 ราคาต้นทุนที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบ	บาทต่อกิโลกรัม
เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว	27.00
เศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ	2.50
เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง	60.00
เกลือ	10.00
เจลาติน	1,400.00
น้ำมันพืช	29.00
แป้งข้าวโพด	30.00
ผงชูรส	50.00
มาร์การีน	66.00
พริกไทยป่น	55.00
บีฟเอดแทร็ก	5,400.00
ลูกจันทร์ป่น	60.00
สีผสมอาหาร	300.00
โซเดียมไนไตรต์	750.00
กลิ่นควันเหลว	400.00
โพแทสเซียมซอร์เบท	600.00
กระเทียมป่น	28.00
จิงเจ่ไบ	625.00

2. ต้นทุนบรรจุภัณฑ์

ถุงคลัยโอแวค บี 700 ราคา 1.25 บาทต่อ 1 ใบ

3. การคำนวณต้นทุนค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์

ตารางภาคผนวก 2 ค่าไฟฟ้าโดยคำนวณจากจำนวนกิโลวัตต์-ชั่งโมงหรือยูนิต

จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง (KW/hr)	ราคาต่อหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (บาท)
0 - 5	1.00
6 - 15	0.70
16 - 25	0.90

ที่มา : ข้อมูลจากการสอบถามเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าการผลิตแห่งประเทศไทย จังหวัดสงขลา (2538)

ค่าไฟฟ้า

- เครื่องสับผสม ยี่ห้อ SCHAREEN
  ใช้มอเตอร์ 1 แรงม้า หรือเท่ากับ 0.740 กิโลวัตต์ เวลาที่ใช้ในการสับผสม 20 นาที
  ค่าไฟฟ้าที่ใช้ – 1 บาท ต่อการผลิต 1 ครั้ง
- เครื่องปิดผนึก
  แบบสุญญากาศยี่ห้อ HENKOVAC ใช้ไฟฟ้า 1.85 กิโลวัตต์ เวลาที่ใช้ในการปิดผนึก 10 นาที
  ค่าไฟฟ้าที่ใช้ = 1 บาท ต่อการผลิต 1 ครั้ง
  แบบธรรมดายี่ห้อ YAMADAKO ใช้ไฟฟ้า 0.45 กิโลวัตต์ เวลาที่ใช้ในการปิดผนึก 10 นาที
  ค่าไฟฟ้าที่ใช้ = 1 บาท ต่อการผลิต 1 ครั้ง

4. การคำนวณต้นทุนราคาค่าแก๊สสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์

ราคาแก๊ส 160 บาท ต่อการใช้ 180 ชั่วโมง

ค่าแก๊ส : ขั้นตอนการต้ม ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

คิดเป็นเงิน 1/180 x 160 = 0.88 บาท ต่อการผลิต 1 ครั้ง

5. การคำนวณต้นทุนส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ 1327.96 กรัม ประกอบด้วยเศษเนื้อปลาทูน่าสีดำ 100 กรัม, เศษเนื้อปลาทูน่าสีขาว 100 กรัม, เนื้อปลาบด 800 กรัม, เกลือ 30 กรัม, เจลาติน 20 กรัม, แป้งข้าวโพด 143 กรัม, มาร์การีน 88.3 กรัม, ผงชูรส 5 กรัม, บีฟเอคแทร็ก 4 กรัม, กลิ่นควันเหลว 0.8 กรัม, พริกไทยป่น 8 กรัม, ขิงป่น 2 กรัม, กระเทียมป่น 2 กรัม, สีผสมอาหาร 0.005 กรัม, น้ำมันพืช 24 กรัม, ลูกจันทร์ป่น 0.4 กรัม, โซเดียมไนไตรต์ 0.06 กรัม, โพแทสเซียมซอร์เบท 0.4 กรัม, และถุงคลัยโอแวค 12 ถุง

ต้นทุนส่วนประกอบทั้งหมด = (100x0.0025) + (100x0.027) + (800x0.06) + (30x0.01)
+ (20x1.4) + (143x0.03) + (88.3x0.066) + (5x0.05)
+ (4x5.4) + (0.8x0.4) + (8x0.055) + (2x0.0625)
+ (0.005x0.3) + (24x0.029) + (0.4x0.06) + (0.06x0.75)
+ (0.4x0.6) + (1.25x12)
= 149.58 บาท ต่อการผลิต 1 ครั้ง

6. การคำนวณต้นทุนการผลิตแฮมปลา ส่วนผสม 1,327.96 กรัม สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ จำนวน 72 ชิ้น (1 ถุง บรรจุ 6 ชิ้น ต่อน้ำหนัก 100 กรัม)

ต้นทุนผลิตภัณฑ์แฮมปลา 100 กรัม

- ต้นทุนวัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ + ต้นทุนการดับผสม + ต้นทุนแก๊ส + ต้นทุนการปิดผนึก
= 12.46 + 0.08 + 0.07 + 0.08
= 12.69 บาท ต่อน้ำหนัก 100 กรัม