

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒/๒๕๕๔



Technical Paper No. 2/2011

ผลิตภัณฑ์สร้างมูลค่าจากปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*)
Value-Creation Products from Cobia (*Rachycentron canadum*)

อรวรรณ คงพันธุ์
วัชร congrat
นลินรัตน์ จิระเดชประไพ

Orawan Kongpun
Watcharee Kongrat
Nalinrat Chiradetprapai

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง
๒๕๕๔

Fishery Technological Development Division
Department of Fisheries
2011

รหัสงานวิจัย 52-0803-52084

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	11
สรุปผลการทดลอง	43
ข้อเสนอแนะ	43
คำขอบคุณ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	62

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ	9
ภาพที่ 2 การตัดแต่งเนื้อปลาช่อนทะเล	10
ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตปลาช่อนทะเลทูบ	23
ภาพที่ 4 ปลาช่อนทะเลทูบและการบรรจุ	25
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของปลาช่อนทะเลทูบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	26
ภาพที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสปลาช่อนทะเลทูบระหว่างการเก็บรักษา	27
ภาพที่ 7 คุณภาพทางเคมีของปลาช่อนทะเลทูบระหว่างการเก็บรักษา	28
ภาพที่ 8 กระบวนการผลิตปลาช่อนทะเลทอดกรอบ	29
ภาพที่ 9 ปลาช่อนทะเลทอดกรอบสมุนไพร	31
ภาพที่ 10 กระบวนการผลิตปลาช่อนทะเลของรสผัดพริกขิง	32
ภาพที่ 11 ปลาช่อนทะเลของรสผัดพริกขิง	33
ภาพที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสปลาช่อนทะเลของรสผัดพริกขิงระหว่างการเก็บรักษา	34
ภาพที่ 13 คุณภาพทางเคมีของปลาช่อนทะเลของรสผัดพริกขิงระหว่างการเก็บรักษา	35
ภาพที่ 14 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน	36
ภาพที่ 15 ไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน	37
ภาพที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควันระหว่างการเก็บรักษา	38
ภาพที่ 17 คุณภาพทางเคมีของไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควันระหว่างการเก็บรักษา	38

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี ของปลาช่อนทะเลสด	47
ตารางที่ 2 ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปลาช่อนทะเล (มก./100ก.)	48
ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปลาช่อนทะเล (มก./100ก.)	49
ตารางที่ 4 ผลการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาช่อนทะเลหุบ	50
ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมี และค่าวอเตอร์แอ็คติวิตีของปลาช่อนทะเลหุบ	50
ตารางที่ 6 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาช่อนทะเลหุบ	50
ตารางที่ 7 ผลการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสปลาช่อนทะเลหุบระหว่างการเก็บรักษา	51
ตารางที่ 8 คุณภาพทางเคมี และ ค่าวอเตอร์แอ็คติวิตี ของปลาช่อนทะเลหุบระหว่างการเก็บรักษา	52
ตารางที่ 9 ผลการตรวจทางประสาทสัมผัสปลาช่อนทะเลหุดกรอบระหว่างการเก็บรักษา	53
ตารางที่ 10 คุณภาพทางเคมี และ ค่าวอเตอร์แอ็คติวิตี ของปลาช่อนทะเลหุดกรอบ	53
ตารางที่ 11 คุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และจุลชีววิทยาของปลาช่อนทะเลหุดกรอบรสผัดพริกขิง	54
ตารางที่ 12 ผลการตรวจทางประสาทสัมผัสปลาช่อนทะเลหุดกรอบรสผัดพริกขิงระหว่างการเก็บรักษา	55
ตารางที่ 13 คุณภาพทางเคมี และ ค่าวอเตอร์แอ็คติวิตี ของปลาช่อนทะเลหุดกรอบรสผัดพริกขิงระหว่างการเก็บรักษา	56
ตารางที่ 14 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของปลาช่อนทะเลหุดกรอบรสผัดพริกขิงระหว่างการเก็บรักษา	57
ตารางที่ 15 คุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และจุลชีววิทยาของไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน	58
ตารางที่ 16 ผลการตรวจทางประสาทสัมผัสไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควันระหว่างการเก็บรักษา	59
ตารางที่ 17 คุณภาพทางเคมี ของไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควันระหว่างการเก็บรักษา	60
ตารางที่ 18 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควันระหว่างการเก็บรักษา	61

ผลิตภัณฑ์สร้างมูลค่าจากปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*)

อรวรรณ คงพันธุ์* วชิร คงรัตน์ และนลินรัตน์ จิระเดชประไพ
กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

พัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาช่อนทะเลเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค 4 ชนิด ได้แก่ ปลาทุบ ปลาทอดกรอบ (ในสถานะสุญญากาศ) ปลาหยองรสผัดพริกขิง และไส้กรอกปลารมควัน ทดลองบรรจุและเก็บรักษาในสภาวะต่าง ๆ เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่า เนื้อปลาช่อนทะเลมีกลิ่นคาวแรง จำเป็นต้องตัดแต่งเอาหนังและเนื้อดำออกก่อนนำไปทำผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมทั้งการเพิ่มเครื่องเทศและสมุนไพรในสูตรของผลิตภัณฑ์ และการรมควันก็ช่วยลดกลิ่นคาวของเนื้อปลาด้วย ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ทั้งหมดได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสในระดับดีถึงดีมาก มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะโปรตีนและกรดไขมันที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ EPA และ DHA ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยาพบว่า ทุกผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนี/ก. โคลิฟอร์มน้อยกว่า 500 เอ็มพีเอ็น/ก. อี โคไลน้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็น/ก. สตาฟิโลคอคคัส ออเรียสน้อยกว่า 100 เอ็มพีเอ็น/ก. ไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคต่อผู้บริโภค ได้แก่ ซาลโมเนลลา และ vibrio คลอเรฟา ผลผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์เมื่อเทียบกับปลาสดทั้งตัวได้เท่ากับ 9.5%, 5.3%, 27.3% และ 76.6% ตามลำดับ ทดลองบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาทุบบรรจุในถุงพลาสติก (Nylon/PE) พร้อมใส่สารดูดซับออกซิเจน สามารถเก็บรักษาได้นาน 1 เดือนที่อุณหภูมิห้องและที่ $5 \pm 2^\circ\text{C}$ ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพดีตลอดเวลาการเก็บ 5 เดือน ปลาทอดกรอบ (ในสถานะสุญญากาศ) นำมาบรรจุใส่กระป๋องอลูมิเนียมแบบ easy open พบว่ามีคุณภาพดีตลอดการเก็บนาน 12 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ปลาหยองรสผัดพริกขิงทดลองบรรจุ 2 รูปแบบ คือ ใส่ถุงพลาสติก Nylon/PE อัดก๊าซไนโตรเจน และถุงเมทิลลอคซ์อัดก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาได้นาน 10 และ 25 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนไส้กรอกปลารมควันบรรจุถุงพลาสติก Nylon/PE ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาได้นาน 2 เดือนที่ $5 \pm 2^\circ\text{C}$ ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กิโลกรัม ของปลาช่อนทะเลทุบ ปลาช่อนทะเลทอดกรอบ ปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิง และไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน เท่ากับ 1,849.12 บาท 4,516.45 บาท 889.21 บาท และ 4,516.45 บาท ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์สร้างมูลค่า ปลาช่อนทะเล ปลาทุบ ปลาทอดกรอบ ปลาหยอง ไส้กรอกปลารมควัน
เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร.029406130-45 e-mail: orawankp@yahoo.com

Value-Creation Products from Cobia (*Rachycentron canadum*)

Orawan Kongpun* Watcharee Kongrat and Nalinrat Chiradetprapai
Fishery Technological Development Division

Abstract

The four types of ready-to eat products from Cobia were developed, namely: pounded fish jerky, vacuum fried fish, seasoned fish floss and smoked fish sausages. The packing and shelf life of each product were studied. Due to a strong smell of fish flesh, skin and dark meat were removed. Addition of spices and herbs in the products recipes and smoking also decreased that strong smell. All products were accepted by trained panelists at good to very good levels in terms of appearance, color, odor, flavor and texture. The products have high nutritive value especially protein and fatty acids including EPA and DHA. Microbiological analysis results of those products were total viable count $<1 \times 10^6$ cfu/g, coliform <500 MPN/g, *Escherichia coli* <3 MPN/g, *Staphylococcus aureus* <100 MPN/g, Salmonella and *Vibrio cholera* were not detected. Yields of all products from whole fresh fish were 9.5%, 5.32%, 27.3% and 76.6%, respectively. Packaging and shelf-life study indicated that pounded fish jerky packed in plastic bag (Nylon/PE) corporate with oxygen absorber could be kept for 1 month at room temperature and at $5 \pm 2^\circ\text{C}$, the product quality was good throughout 5 months of storage. The vacuum fried fish packed in aluminum can was accepted at good level during 12 months at room temperature. In case of seasoned fish floss packed in plastic bag (Nylon/PE) under N_2 and metalized bag under N_2 , their shelf-life was 10 and 25 weeks, respectively. The smoked fish sausages vacuum packed in plastic bag (Nylon/PE) could be stored for 2 months at $5 \pm 2^\circ\text{C}$. Moreover, the production cost of pounded Cobia jerky, vacuum fried Cobia, seasoned Cobia floss and smoked Cobia sausages were 1,849.12 baht 4,516.45 baht 889.21 baht และ 4,516.45 baht, respectively.

Keywords : Value-creation products, Cobia (*Rachycentron canadum*), pounded fish jerky, vacuum fried fish, fish floss, smoked fish sausages

Kaset-klang, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel.029406130-45 e-mail: orawankp@yahoo.com

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2548 กรมประมงมีโครงการนำร่องการเลี้ยงปลาในกระชังขนาดใหญ่กลางทะเล เพื่อให้ชาวประมงหันมาเลี้ยงปลาในทะเลเป็นอาชีพ แก่วิกฤติราคาน้ำมันแพง โดยมีรัฐบาลอนุรักษ์ให้การสนับสนุน ภายใต้โครงการความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยสึนามิและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ ได้ดำเนินการ ณ บริเวณแหลมวิง อ.เมือง จ.ภูเก็ต โดยเลือกปลาช่อนทะเลมาทดลองเลี้ยง เนื่องจากเห็นว่าปลาช่อนทะเลเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่น่าสนใจ คือ ตัวปลามีขนาดใหญ่ โตเร็ว ภายในเวลา 1 ปี สามารถเจริญเติบโตมีน้ำหนักตัวละ 5-6 กิโลกรัม มีเนื้อมาก เนื้อของปลาช่อนทะเลมีสีขาว รสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะ ญี่ปุ่น ไต้หวัน และกลุ่มสหภาพยุโรป มีราคาจำหน่ายสูงถึงกิโลกรัมละ 100-120 บาท ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ตประสบความสำเร็จสามารถเพาะลูกปลาช่อนทะเลและวิจัยอาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงได้ และได้ส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงปลาช่อนทะเลเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเพิ่มรายได้ โดยเกษตรกรที่เลี้ยงเริ่มมีผลผลิตออกมาจำหน่าย (ทวี, 2551) อาหารที่ทำจากปลาช่อนทะเลที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จัก ได้แก่ เนื้อปลาดิบ สเต็ก ต้มยำ เป็นต้น สำหรับประเทศไทยไต้หวันมีการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับอุตสาหกรรมและนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เนื้อปลาแล่แช่แข็ง เนื้อปลาแล่รมควัน ไส้กรอกปลา และไข่ปลาช่อนทะเลแช่แข็ง จำหน่ายทั้งภายในประเทศและส่งจำหน่ายต่างประเทศ

ปลาช่อนทะเลมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษที่เรียกแตกต่างกันไปแต่ละท้องถิ่น เช่น cobia, black kingfish, black salmon, cabio, crab eater, kingfish, lemonfish และ sergeant fish เป็นต้น (ทวี, 2551 cited after Bester, 2004) เป็นปลาที่มีเนื้อมาก ลักษณะเนื้อแน่นและมีสีขาว น่าจะเหมาะที่จะนำปลาช่อนทะเลมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มมูลค่า มีคุณค่าทางอาหารเพื่อเสริมสุขภาพและสามารถรับประทานได้เลย โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทปลาทุบ ปลาปรุงรสทอดกรอบ ไส้กรอกปลา และปลาหยอง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ มีโปรตีนที่ย่อยง่าย มีกรดไขมันที่มีประโยชน์ เหมาะกับผู้บริโภคทุกเพศ ทุกวัย ผลิตภัณฑ์ปลาทุบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์เนื้อหรือหมูทุบ (Beef or pork jerky) ซึ่งมีการบันทึกไว้ว่าในปี ค.ศ.1550 ชนเผ่า Quechua ในอเมริกาใต้ได้นำเนื้อมาทุบด้วยก้อนหินแล้วปรุงรสและหมักแล้วจึงทำให้แห้ง เรียกอาหารชนิดนี้ว่า Charqui (ภาษาสเปน) และเรียกเป็น jerky (ในภาษาอังกฤษ) ในเวลาต่อมา ปัจจุบันในสหรัฐอเมริกาผลิตภัณฑ์ jerky ที่ทำจากเนื้อหรือหมู มีขายทั่วไปในร้านสะดวกซื้อ จัดเป็นอาหารที่มีไขมันต่ำ มีโปรตีนสูงและเหมาะเป็นอาหารว่าง (Snack) แต่มีราคาค่อนข้างแพง (McLerran, 2010) สำหรับประเทศไทยมีผู้ผลิตปลาทุบออกมาจำหน่ายบ้างแล้วโดยทำจากปลาชนิดต่าง ๆ ทั้งน้ำจืดและทะเล เช่น ปลาช่อน ปลาเก๋า เป็นต้น ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ยังมีราคาค่อนข้างแพงเช่นกัน นอกจากนั้นมีการกำหนดมาตรฐานโดยเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาทุบ (มผช. 98/2546) เพื่อรองรับการผลิตปลาทุบเพื่อการจำหน่าย

สำหรับผลิตภัณฑ์ทอดกรอบ มีวิธีการทอดหลายวิธี เช่น ทอดด้วยน้ำมันในบรรยากาศปกติ ทอดด้วยน้ำมันในสภาพสุญญากาศ (Vacuum frying) เป็นต้น วิธีการทอดแบบ Vacuum frying เป็นการทอดภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศซึ่งจะทำให้อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำมันที่ใช้ทอดและน้ำในอาหารที่นำมาทอดต่ำลง ดังนั้นอาหารที่ทอดด้วยวิธีนี้จึงไม่อมน้ำมัน ช่วยลดไขมัน กลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติไว้ได้ คงคุณค่าทางอาหาร และคงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด (Dueik et al., 2010; Mariscal and Bouchon, 2008; Shyu et al., 1998) อรชรธรณ และคณะ (2552) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์หอยแครงปรุงรสทอดกรอบโดยใช้วิธีการทอดและสกัดน้ำมันภายใต้สุญญากาศ พบว่าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับในระดับดีถึงดีมากทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่กรอบไม่อมน้ำมัน

ปลาหยองเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งที่พัฒนามาจากหมูหยอง เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีการนำเอาเนื้อปลามาผลิตเป็นปลาหยอง แต่ปลาหยองยังไม่เป็นที่นิยมและยอมรับจากผู้บริโภคมากนักในด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น เพราะกลิ่นเนื้อปลาจะสั้นและเหนียวน้อยกว่าเนื้อหมูทำให้ปลาหยองมีลักษณะสั้นสั้นและบางส่วนปนเป็นผง นอกจากนี้กลิ่นคาวของปลาก็ค่อนข้างแรง ถ้านำปลาที่ไม่สดมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต และถ้าใช้ปลาที่มีไขมันน้อยเป็นวัตถุดิบลักษณะเนื้อปลาหยองที่ได้ก็จะค่อนข้างร่วนคล้ายปลาป่น แต่ถ้าเป็นปลาที่มีไขมันสูงเนื้อปลาหยองก็จะนุ่มกว่าและเนื้อไม่แห้ง แต่จะมีปัญหาการเกิดกลิ่นหืนของไขมันระหว่างการเก็บ ซึ่งก็พบว่าในประเทศไทยอินโดนีเซีย มีการส่งเสริมให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในหมู่บ้าน Kampong Lele จังหวัด Boyolali ผลิตปลาหยองจากปลาอุกจำหน่ายในท้องถิ่น ลักษณะของปลาหยองที่ได้ เนื้อจะไม่แห้งร่วน สีสวย มีกลิ่นหอมของเครื่องปรุงรส แต่เส้นของปลาหยองจะสั้น (ภาคผนวกที่ 1) สำหรับกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ได้ให้คำแนะนำ ส่งเสริม และให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรในการทำปลาหยอง อย่างสม่ำเสมอ โดยทำจากปลาทะเลและปลาน้ำจืด เช่น ปลากระเบน ปลาอุก เป็นต้น แต่จะเป็นปลาหยองรสดั้งเดิมแบบหมูหยอง

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่บริโภคอาหารจากปลาในระดับต้น ๆ ของโลก ใ้กรอกปลาก็เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่คนญี่ปุ่นนิยมบริโภคมาตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยผลิตได้จากปลาหลายชนิดทั้งปลาเนื้อขาวและปลาเนื้อแดงเพราะไม่จำเป็นต้องมีความเหนียวมากเหมือนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความเหนียวทั่วไป เช่น คามาโบโกะ และลูกชิ้น (Tanikawa, 1985) และการรมควันก็เป็นการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง นอกจากจะลดปริมาณความชื้นของอาหารแล้วยังช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติ ป้องกันการเจริญของแบคทีเรียและป้องกันการเกิดกลิ่นหืนของไขมัน (oxidation) เนื่องจากสารประกอบ phenol ในควันที่ใช้รม (Bligh *et al.*, 1989) ดังนั้นการทำใ้กรอกปลาแล้วนำไปรมควัน จะช่วยให้กลิ่นและรสชาติดีขึ้นและเก็บรักษาได้นานขึ้น

จากการที่ประเทศไทยเพิ่งเริ่มส่งเสริมให้มีการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับอุตสาหกรรม แต่ยังไม่มีการนำเอาปลาช่อนทะเลมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับผลผลิตจากการเลี้ยงดังกล่าว ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาช่อนทะเลให้มีความหลากหลาย เพิ่มมูลค่า มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ได้แก่ ปลาทุบ ปลาทอดกรอบ ปลาหยองรสผัดพริกขิง และใ้กรอกปลารมควัน
2. เพื่อเพิ่มทางเลือกให้ผู้ประกอบการนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปผลิตเพื่อจำหน่าย ทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์

- 1.1 วัตถุดิบ ใช้ปลาช่อนทะเลสดขนาดตัวละ 2-6 กิโลกรัม ซื้อจากตลาดทะเลไทย จังหวัดสมุทรสาคร เก็บรักษาโดยแช่น้ำแข็งในถังฉนวน ขนส่งด้วยรถยนต์มายังกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
- 1.2 ส่วนผสม ได้แก่ น้ำตาลทราย เกลือ ซีอิ๊วญี่ปุ่น ซีอิ๊วดำ ซีอิ๊วขาว เหล้าญี่ปุ่น (มิริน) เครื่องแกงผัดพริกขิง
- 1.3 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูป ได้แก่ เครื่องผสม (ยี่ห้อ Bear รุ่น AR 10) ตู้อบลมร้อน (บริษัทกล้วยน้ำไทย จำกัด) เครื่องทอดและสกัดน้ำมันแบบสูญญากาศ (บริษัทไอออนเนอร์ฟูดส์ จำกัด) เครื่องบด

เนื้อ (ยี่ห้อ Talsa รุ่น 22) เครื่องสับผสม (Stephan รุ่น UM5 Universal) ตู้อบรมควัน (ยี่ห้อ Kerres รุ่น CS 350 EL "G") เครื่องอัดไส้กรอก (ยี่ห้อ Dick)

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ เครื่องย่อยและกลั่นเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (Tecator รุ่น 2002) เครื่องสกัดไขมัน (Tecator Soxtec System HT6) เครื่องวิเคราะห์ไฟเบอร์ (Tecator Fibertec System M) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, Radiometer รุ่น PHM 210) ตู้อบ (Hot air oven, Termaks รุ่น TS 8265) เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี Aw (Thermoconstanter Novasina รุ่น TH 500) เครื่องปั่นผสม (Homogenizer, Ystral รุ่น X10/25)

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ เครื่องตีผสม (AES Chemunex, รุ่น Smasher) เครื่องชั่ง (Sartorius รุ่น CP 3202S) ตู้บ่มเชื้อ (Mettler รุ่น UNE 200-800)

1.6 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

สารเคมี ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ กรดไฮโดรคลอริก กรดอะเซติก กรดบอริก กรดไทโอบาร์บิฟูริก กรดไตรคลอโรอะเซติก กรดทาร์ทาริก กรดเปอร์คลอริก คลอโรฟอร์ม เมทานอล โปแตสเซียมไอโอไดด์ โปแตสเซียมคาร์บอเนต โปแตสเซียมซัลเฟต โซเดียมไทโอซัลเฟต โซเดียมซัลเฟต โซเดียมซิเตรท โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต บิวทิลเลทไฮดรอกซีแอนนิลีน บิวทิลเลทไฮดรอกซีโทลูอิน โบรอนไตรฟลูออไรด์ ไอโซอ็อกเทน เอทานอล เฮกเซน

อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Plate Count Agar, Peptone, Tetrathionate Broth Base, Selenite Cystine Broth, Modified Semi-solid Rappaport Vassiliadis, Brilliant Green Agar, Bismuth Sulphite Agar, X.L.D Medium, Nutrient Agar, Triple Sugar Iron Agar, MIL Medium, Lauryl Tryptose Broth, E.C. Broth, Brilliant Green Bile Broth, Eosin Methylene Blue Agar, Tryptone, MR-VP Medium, Simmons Citrate Agar, Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar, Tetracycline Capsule 500 mg, Potato Dextrose Agar, T.C.B.S Cholera Medium, Beef Extract, Agar, Gelatin, Nutrient Broth, Baird-Parker Agar Base, Supplement Potassium Tellurite, Tryptic Soya Broth

1.7 บรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ ได้แก่

ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE ทำจาก laminated film โดยฟิล์มชั้นในเป็น polyethylene ฟิล์มชั้นนอกเป็น polyamide ป้องกันความชื้นและกลิ่นได้

ถุงเมทิลไลซ์ ทำจาก laminated film (OPP20/INK8C/MCPP25) เป็นฟิล์มชนิด metalized coated polypropylene ทำให้ทึบแสงและมีความแวววาวคล้ายโลหะ มีค่า water vapor transmission rate ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$) Max 0.14 และค่า Oxygen transmission rate ($\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{day}$) Max 6.0

กระป๋องพร้อมฝาแบบ easy open ขนาด 307 x 113

2. วิธีดำเนินงาน

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำปลาช่อนทะเลสดทั้งตัวมาล้างน้ำหนักและวัดความยาวตัว สุ่มตัวอย่างเนื้อปลาไปตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แล้วนำปลามาตัดหัวเอาไส้พุงออก ล้างน้ำให้สะอาด แล้เนื้อปลาเอาก้างกลางและหนังออก ได้เนื้อปลาแล้ที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป (ภาพที่ 1, 2)

2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.2.1 คณะผู้วิจัยทดลองผลิต (แบบ trial and error) ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคทั้ง 4 ชนิด โดยการหาส่วนผสม ขั้นตอน และวิธีการผลิต ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี มีรสชาติอร่อย

ปลาช่อนทะเลทูบ ใช้ส่วนผสมและวิธีการทำหมูทูบเป็นแนวทางในการพัฒนา ซึ่งความแตกต่างระหว่างเนื้อหมูและเนื้อปลา คือ ลักษณะของกล้ามเนื้อ โดยเนื้อหมูจะมีความเหนียวมากกว่าเนื้อปลา ดังนั้นขนาดของชิ้นเนื้อปลาและขั้นตอนการทูบเนื้อปลาก็จะแตกต่างกัน เนื้อปลาช่อนทะเลทูบที่ผลิตได้จัดวางบนถาดพลาสติกใสซึ่งน้ำหนัก 50 กรัม แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE และใส่สารดูดซับออกซิเจน (Oxygen absorber) แล้วปิดผนึก ทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิตู้เย็น ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$) ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้และในระหว่างการเก็บรักษา ทางกายภาพ คือ ด้านประสาทสัมผัส และวัดค่า Aw รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะสุ่มตัวอย่างสัปดาห์ละครั้ง ส่วนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ($5\pm 2^{\circ}\text{C}$) จะสุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์

ปลาช่อนทะเลทอดกรอบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ใช้หลักการทอดเนื้อปลาให้กรอบที่ทำกันทั่ว ๆ ไป แต่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์อมน้ำมันน้อยที่สุดและให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอ จึงเลือกใช้วิธีทอดกรอบด้วยเครื่องทอดสลัดน้ำมันแบบสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดลองบรรจุใส่กระป๋องปิดฝาแบบ easy open ขนาด 307x113 กระป๋องละ 35 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างเดือนละครั้งเพื่อตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางเคมี

ปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิง ใช้วิธีการผลิตเช่นเดียวกับหมูหยอง โดยใช้สูตรของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2554) ที่เผยแพร่ให้กับผู้สนใจทั่วไป การใส่เครื่องปรุงแต่งเป็นรสผัดพริกขิงเพื่อช่วยเพิ่มรสชาติและลดกลิ่นคาวปลา ปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิงที่ได้ บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE อัดก๊าซไนโตรเจนถุงละ 25 กรัม และใส่ถุงเมทัลไลซ์อัดก๊าซไนโตรเจนถุงละ 25 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างทั้ง 2 รูปแบบการบรรจุทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตรวจสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เคมีและจุลชีววิทยา

ไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน ใช้สูตรการทำไส้กรอกปลาของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, 2554) ที่เผยแพร่ให้กับผู้สนใจทั่วไป มาพัฒนาเป็นไส้กรอกปลาช่อนทะเล แล้วนำไปรมควันเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่น และรสชาติที่น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น การเก็บรักษา นำไส้กรอกรมควันที่ได้ใส่ในถุงพลาสติก Nylon/PE ปิดผนึกแบบสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ สุ่มตัวอย่างไส้กรอกทุก 7 วัน เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส โดยทางประสาทสัมผัสจะนำถุงที่บรรจุไส้กรอกจุ่มลงในน้ำอุณหภูมิ $90-100^{\circ}\text{C}$ นาน 3 นาที แล้วให้ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพ

2.2.2 ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (Watts *et al.*, 1989) โดยแบ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะประเมินเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส คะแนน 1-9 (9 คะแนน ดีที่สุด, 8 คะแนน ดีมาก 7 คะแนน ดี, 6 คะแนน เกือบดี, 5 คะแนน พอใช้, ≤ 4 คะแนน ไม่ยอมรับ) คัดเลือกผู้ทดสอบซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ที่มีความคุ้นเคยต่อผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำและผ่านการฝึกอบรมด้านการชิมมาแล้วจำนวน 8-10 คน เป็นผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ทั้ง 4 ชนิด

โดยผู้ทดสอบต้องให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับดีถึงดีมาก แล้วเลือกวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มาทดลองผลิตพร้อมทดลองบรรจุและเก็บรักษา

3. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

3.1 ทางกายภาพ

3.1.1 วัตถุดิบ นำปลาช่อนทะเลสดทั้งตัวมาวัดขนาดความยาวตัว และชั่งน้ำหนัก

3.1.2 ผลิตภัณฑ์

ตรวจสอบด้านประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ชิมที่ผ่านการฝึกอบรมและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ จำนวน 8-10 คน ชิมผลิตภัณฑ์แล้วประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1-9 คะแนน (ภาคผนวกที่ 2-5)

3.2 ทางเคมี

3.2.1 วัตถุดิบ ได้แก่ เนื้อปลา วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น ไฟเบอร์ ตามวิธีของ AOAC (1995) ปริมาณไขมันตามวิธีของ Bligh and Dyer (1959) ปริมาณเกลือตามวิธีของ FAO (1981) ปริมาณต่างระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile bases, TVB) ตามวิธีของ Miwa and Low (1992) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณกรดไขมันตามวิธีของ IUPAC (1979) และปริมาณกรดอะมิโนตามวิธีของ Shimadzu HPLC Amino Acid Analysis System (Application Data Book)

3.2.2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ นำมาตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่นเดียวกับวัตถุดิบ รวมทั้งค่ากรดไทโอบาร์บิฟูริก (Thiobarbituric acid value, TBA) ตามวิธีของ Tarladgis *et al.* (1960) และวัดค่าแอกติวิตี (Water activity, A_w) โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter Novasina TH 500

3.3 ทางจุลชีววิทยา

ทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count), Coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae* และ Yeast and Mold ตามวิธีของ FDA (1995)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

5. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

การทดลองนี้เลือกผลิตภัณฑ์เพียง 1 ชนิดไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิง โดยผู้ทดสอบเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนวัดประยูรวงศาวาส กรุงเทพฯ จำนวน 268 คน โดยให้รับประทานพร้อมทั้งนมสด และให้ตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวกที่ 6)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. วัตถุดิบ

ปลาช่อนทะเลสดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง เป็นปลาที่มีขนาดตัวค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 2.08-6.94 กิโลกรัม. ความยาวตัว 66.4-98.6 ซม. มีเนื้อมาก จากการเตรียมวัตถุดิบพบว่ามีผลผลิตของเนื้อสูงประมาณ 45% ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อดำที่มีอยู่ตรงแนวกลางตัวปลา 10% เนื้อขาว 35% ส่วนประกอบของปลาช่อนทะเลทั้งตัวมีดังนี้

หัวและไส้พุง	31%
หนัง	8%
ก้างกลาง	11%
เนื้อดำ	10%
เนื้อขาว	35%
เนื้อตรงผนังท้องและเนื้อติดก้าง	5%
รวม	100%

นำส่วนของเนื้อปลามาตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 1) พบว่ามีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ระหว่าง 18.20-20.25%, 0.68-2.90%, 1.09-1.39%, และ 78.28-81.57% ตามลำดับ ส่วนปริมาณไฟเบอร์และเกลือมีค่าต่ำกว่า 0.5% วัดค่าความเป็นกรดต่างได้ 6.2-6.4 ซึ่งสอดคล้องกับ Motohiro *et al.* (1990) ที่สรุปว่าองค์ประกอบทั่วไปของเนื้อปลา มีโปรตีน 15-25% ไขมัน 1-10% เถ้า 1-1.5% ความชื้น 70-85% สำหรับปริมาณต่างระเหยได้ทั้งหมด (TVB) และปริมาณไตรเมทิลลามีน (TMA) ของปลาช่อนทะเลที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีค่า 9.06-13.08 มก./100ก. และ 0.34-1.01 มก./100ก. ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปลาที่มีความสด Connell (1990) ก็ระบุว่าปลาคอดที่มีความสดสูงควรมีปริมาณ TMA ไม่เกิน 1.5 มก./100ก. และปลาที่มีปริมาณ TVB ไม่เกิน 20 มก./100ก. เป็นปลาที่มีความสดพอเหมาะที่จะนำไปทำปลากระป๋อง สำหรับไขมันปลาช่อนทะเลนี้เมื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมัน พบว่า ประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด ได้แก่ Myristic acid (C14:0), Palmitic acid (C16:0), Palmitoleic acid (C16:1), Stearic acid (C18:0), Elaidic acid (C18:1n9t), Linolelaidic acid (C18:2n6t), Arachidonic acid (C20:4n6), Eicosapentaenoic acid หรือ EPA (C22:6n3), และ Docosaehaenoic acid หรือ DHA (C20:5n3) โดยมี Palmitic acid (C16:0), Stearic acid (C18:0), Elaidic acid (C18:1n9t), EPA (C22:6n3) และ DHA (C20:5n3) ปริมาณค่อนข้างสูง คือ 76.62-678.72, 39.31-294.59, 50.92-459.79, 10.04-59.90 และ 89.36-465.02 มก./100ก. ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากรายงานของ FRDC (2008) พบว่า ปลาช่อนทะเลมีปริมาณไขมัน 1.1% EPA 44 มก./100ก. และ DHA 238 มก./100ก. นอกจากนี้ ผลการตรวจวิเคราะห์กรดอะมิโนในเนื้อปลา พบมีปริมาณอาร์จินีน ฮีสติดีน อะลานีน โกลซีน ไลซีน และกรดกลูตามิก 325.50, 93.63, 32.63, 25.82, 25.03 และ 23.10 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วน ทรีโอนีน ซีรีน โปรลีน วาลีน ลูซีน เมทไทโอนีน ไอโซลูซีน ไทโรซีน และเฟนิลอะลานีน มีค่าระหว่าง 2-10 มก./100ก. (ตารางที่ 3)

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์

การนำเนื้อปลาช่อนทะเลมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของโครงการวิจัยนี้ ในเบื้องต้นได้ทดลองเอาเนื้อปลาที่มีทั้งหนังและเนื้อดำติดอยู่ด้วยมาทำผลิตภัณฑ์ พบว่าหนังปลาช่อนทะเลค่อนข้างหนาทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีความสม่ำเสมอในด้านความกรอบ ส่วนเนื้อดำจะมีกลิ่นคาวแรงผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีกลิ่นคาวที่ผู้บริโภคไม่ชอบและไม่ยอมรับ ดังนั้นจึงเอาเฉพาะเนื้อปลามาตัดแต่งเอาส่วนของเนื้อดำออกก่อนที่จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งได้ผลดังนี้

2.1 ปลาช่อนทะเลทุบ (Pounded fish jerky)

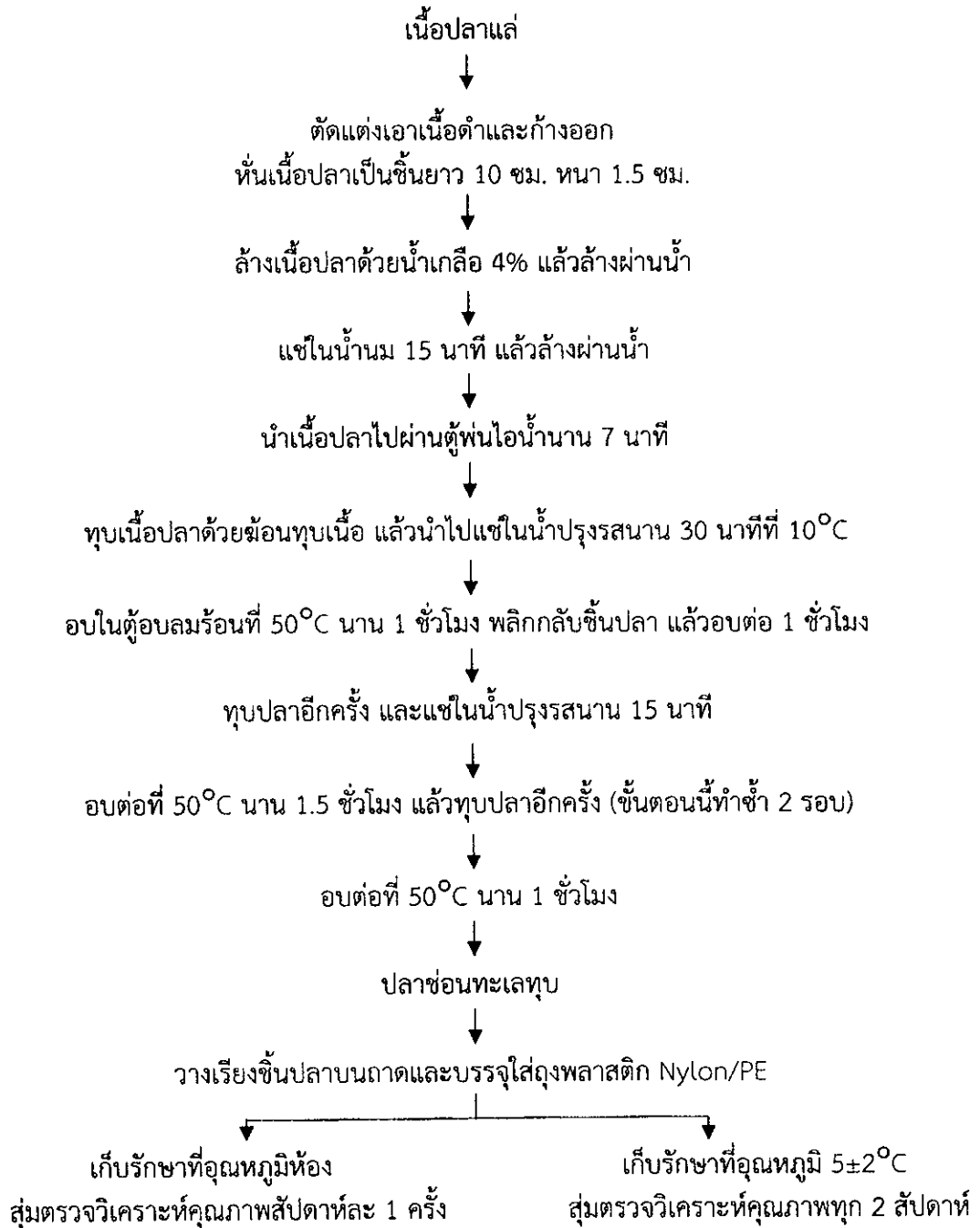
ได้วิธีการผลิต (แผนภูมิที่ 1 และภาพที่ 3) โดยนำเนื้อปลาช่อนทะเลแล่มาตัดแต่งเอาเฉพาะเนื้อขาวมาผลิต ตัดเนื้อปลาเป็นชิ้นยาว 10 ซม. หนา 1.5 ซม. ล้างเนื้อปลาด้วยน้ำเกลือ 4% แล้วล้างผ่านน้ำ นำไปแช่ในน้ำนม 15 นาที ล้างผ่านน้ำอีกครั้ง วางผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนนำเนื้อปลาไปให้ความร้อนโดยการผ่านตู้น้ำนํานานประมาณ 7 นาที ทุบเนื้อปลาด้วยช้อนทุบเนื้อเบา ๆ แล้วแช่ในน้ำปรุงรสนาน 30 นาที ที่ 10°C โดยส่วนผสมน้ำปรุงรสเนื้อปลาช่อนทะเลทุบ (ต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม) มีดังต่อไปนี้

1. น้ำ	348 กรัม	3. ซีอิ๊วญี่ปุ่น	150 กรัม
2. น้ำตาลทราย	120 กรัม	4. ซีอิ๊วดำ	5 กรัม

และนำไปอบต่อในตู้อบลมร้อนที่ 50°C นาน 1 ชั่วโมง พลิกกลับชิ้นปลา แล้วอบต่อ 1 ชั่วโมง เอาชิ้นปลามาทุบด้วยช้อนทุบแล้วแช่ในน้ำปรุงรสอีกครั้งนาน 15 นาที ก่อนเอาเข้าอบต่อที่ 50°C นาน 1.5 ชั่วโมง นำชิ้นปลามาทุบอีกครั้งแล้วอบต่อที่ 50°C นาน 1.5 ชั่วโมง แล้วเอาชิ้นปลามาทุบอีกแล้วอบต่อที่ 50°C อีก 1 ชั่วโมง เอาออกจากตู้อบวางผึ่งให้เย็น จะได้เนื้อปลาช่อนทะเลทุบและพร้อมบริโภค

จากการทดลองผลิต 3 ครั้ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนทะเลทุบที่ผลิตได้จะมีลักษณะคล้ายหมูทุบ มีสีเหลืองทองสวยน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมของเนื้อปลาและเครื่องปรุงที่สดใหม่ รสชาติอร่อย หวานเค็มกำลังดี เนื้อสัมผัสนุ่มและแน่น (ภาพที่ 4) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบชิมและให้คะแนนผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ในระดับดีมาก ให้คะแนนสูงกว่า 8 คะแนนทั้งหมด (ตารางที่ 4) ผู้ชิมให้ความเห็นว่าเหมาะที่จะรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานกับข้าวเหนียวร้อน ๆ สามารถจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 45.20-53.46% มีไขมัน 1.98-2.54% ปริมาณเถ้า ความชื้น เกลือ วิเคราะห์ได้ 4.83-5.10%, 26.53-29.39%, 3.30-3.55% วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw) อยู่ระหว่าง 6.1-6.3 และ 0.83-0.91 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) คุณภาพด้าน จุลชีววิทยา พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.0×10^4 - 9.3×10^5 โคโลนี/ก. โคลิฟอร์ม <3-460 เอ็มพีเอ็น/ก. อี โคไล <3 เอ็มพีเอ็น/ก. สตาฟฟีโลคอคคัส ออเรียส 4-39 เอ็มพีเอ็น/ก. ยีสต์และรา <100 โคโลนี/ก. ตรวจไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ ซาลโมเนลล่าและไวรัสโอ คลอเลรา (ตารางที่ 6) ซึ่งผลการตรวจนี้อยู่ในเกณฑ์กำหนดของอาหารปรุงสุกทั่วไป โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (พ.ศ.2536) ที่กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนี/ก. โคลิฟอร์ม พบได้สูงสุด 500 เอ็มพีเอ็น/ก. อี โคไล <3 เอ็มพีเอ็น/ก. สตาฟฟีโลคอคคัส ออเรียส น้อยกว่า 100 เอ็มพีเอ็น/ก. ต้องไม่พบซาลโมเนลล่าและไวรัสโอ คลอเลรา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาทุบ มผช. 98/2546 ที่กำหนดค่า Aw ไม่เกิน 0.6 จุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^3 โคโลนี/ก. ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนี/ก. (สมอ., 2546) จะพบว่าปลาทุบที่ได้จากการทดลองนี้ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งยีสต์และราสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มผช. อาจเป็นเพราะปลาช่อนทะเลทุบที่ทดลองผลิตยังมีค่า Aw สูงกว่า 0.6 สอดคล้องกับ Fellows

(1992) ที่ระบุว่า อาหารที่มีค่า A_w ต่ำกว่า 0.6 จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ A_w ต่ำกว่า 0.7 ราทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ A_w ต่ำกว่า 0.8 ยีสต์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ และ A_w ต่ำกว่า 0.9 แบคทีเรียทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ แต่การที่คณะผู้วิจัยไม่สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำเพื่อให้ค่า A_w ต่ำกว่า 0.6 ได้ เนื่องจากเนื้อปลาหุบที่ได้จะแห้งและแข็ง ผู้บริโภคไม่ยอมรับ



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการผลิตปลาช่อนทะเลหุบ

เมื่อนำปลาช่อนทะเลหุบไปทดลองบรรจุโดยวางบนถาดพลาสติกใสไนลอน Nylon/PE และใส่สารดูดซับออกซิเจน (Oxygen absorber) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($\sim 35^{\circ}\text{C}$) และที่ 5°C สุ่มตัวอย่างตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก ๆ 7 วัน สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่า เก็บได้ประมาณ 1 เดือน (ตารางที่ 7) เนื่องจากตลอดระยะเวลาการเก็บผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในทุกลักษณะลดลงตามลำดับ โดยเฉพาะสีของปลาช่อนทะเลหุบจะมีสีคล้ำมากขึ้น วันที่ 28 ของการเก็บ สีของปลาช่อนทะเลหุบจะมีสีน้ำตาลเข้ม ผู้ทดสอบให้คะแนนลักษณะปรากฏและสีอยู่ในระดับพอใช้ คือ 6.50 คะแนน แต่ยังให้คะแนนกลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสสูงกว่า คือ 6.61, 6.56 และ 6.83 คะแนน ตามลำดับ หลังจากเก็บได้ 35 วัน ปลาช่อนทะเลหุบมีสีน้ำตาลดำและพบมีราขึ้นบริเวณผิว ผู้ทดสอบไม่ยอมรับและยุติการทดสอบ (ภาพที่ 5, 6) ส่วนคุณภาพทางเคมีที่ตรวจติดตามระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงไม่มาก มีค่าระหว่าง 28.80-29.88% ค่า Aw และ pH มีแนวโน้มลดลงจากเริ่มต้นการเก็บที่มีค่า 0.91 และ 6.3 หลังจาก 28 วัน มีค่า 0.85 และ 6.1 ส่วนค่า TVB ที่บ่งชี้การเสื่อมสภาพของโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นจาก 54.26 เป็น 73.36 มก./100ก. ซึ่งค่า TVB สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาเค็มและปลาแห้งที่มีคุณภาพระดับดีมีค่าระหว่าง 100-200 มก./100ก. (Connell, 1990) ค่า TBA มีค่าลดลงและเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บ โดยค่าที่ตรวจวิเคราะห์ได้ไม่เกิน 3 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. (ภาพที่ 7 และตารางที่ 8) การที่ปลาช่อนทะเลหุบมีสีน้ำตาลดำจะเกิดจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนโดยกระบวนการ Maillard reaction เนื่องจากกรดอะมิโนในเนื้อปลาทำปฏิกิริยากับคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาลที่ใส่ปรุงแต่งรสชาติ (Coulter, 1992) ซึ่งการทดลองของ Takiguchi (1992) ก็สรุปว่าปลาจะดกดำตมตากแห้ง (*Engraulis japonica*) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (30° , 20° และ 0°C) มีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล (Browning reaction) โดยที่อุณหภูมิสูงกว่าสีก็จะเข้มมากกว่า เนื่องจากกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับคาร์โบไฮเดรต ยูพารณ์ และคณะ (2548) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาหมูหุบ พบว่า หมูหุบที่เก็บในถาดพลาสติกชนิด OPP/LDPE (Oriented Polypropylene/Low Density Polyethylene) ร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน สามารถเก็บได้อย่างน้อย 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าเก็บในถาดพลาสติกชนิดที่ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้จะเก็บได้ไม่เกิน 5 สัปดาห์เพราะเกิดการเหม็นหืนอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าปลาหุบที่ทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเก็บได้นานเพียง 1 เดือน ทั้ง ๆ ที่บรรจุในถาดพลาสติกชนิด Nylon/PE ซึ่งสามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้และใส่สารดูดซับออกซิเจนไว้ในถุงเช่นเดียวกัน สาเหตุที่ทำให้มีอายุการเก็บที่สั้นกว่าอาจเนื่องมาจากปลาหุบที่ทดลองผลิตยังมีความชื้นสูงและค่าออกซิเจนอิสระที่อยู่ในช่วง 0.83-0.91 ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญได้และปฏิกิริยาเคมีก็เกิดขึ้นได้ด้วย (Fellows, 1992) และ Dueik *et al.* (2010, cited after Adams and Moss, 1995) ก็พบว่าค่า Aw ที่ต่ำกว่า 0.6 อาหารอาจเกิดการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาทางเคมีได้ เช่น การเกิด oxidation เป็นต้น

ส่วนปลาช่อนทะเลหุบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C สุ่มตัวอย่างตรวจคุณภาพทุก 30 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับในทุก ๆ ด้านที่ประเมิน คือ ลักษณะปรากฏและสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส แต่คะแนนที่ได้หลังจากการเก็บ 2 เดือนจะลดลงจากระดับดีมากเป็นระดับดี และอยู่ในระดับดีตลอดการเก็บนาน 5 เดือน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนลักษณะปรากฏและสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส 7.5 7.25 7.60 และ 7.20 คะแนน ตามลำดับ (ภาพที่ 6 และตารางที่ 7) คุณภาพทางเคมีที่ตรวจติดตามระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ความชื้น เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 26.14-28.10% ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวอย่างชิ้นปลาหุบมีความหนาแตกต่างกันบ้างเนื่องจากขั้นตอนการแล่และตัดเนื้อปลาที่ทำโดยคน ค่า Aw และ pH มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-0.87 และ 6.0-6.1 ค่า TVB มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยตัวอย่างเริ่มต้นของการเก็บมีค่า 40.16 มก./100ก.แล้วเพิ่มสูงขึ้นทุกเดือนเป็น 46.35, 46.55, 47.97, 50.44 และเดือนที่ 5 มีค่า 51.65 มก./100ก. ส่วนค่า TBA ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเสื่อมสภาพของไขมัน มีค่าแปรปรวนเพิ่มสูงขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.57-2.85 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. ซึ่งอาจเกิดจาก TBA ทำปฏิกิริยากับ

สารประกอบตัวอื่นในเนื้อปลาที่ไม่ใช่เมลลอนีไฮด์จากไขมันอย่างเดียว (Khayat and Schwall, 1983) (ภาพที่ 7 และตารางที่ 8)

ผลผลิต (yield) พบว่าปลาช่อนทะเลทั้งตัวสด 42.72 กิโลกรัมสามารถผลิตเป็นปลาช่อนทะเลหุบได้ 4.06 กิโลกรัม หรือได้ผลผลิตเป็น 9.5%

2.2 ปลาช่อนทะเลทอดกรอบ (Vacuum fried fish)

วิธีการผลิตที่ได้ (แผนภูมิที่ 2 และภาพที่ 8) คือ นำเนื้อปลาช่อนทะเลที่แล่เอาหนังออกมามาตัดแต่งเอาเนื้อดำออก ตัดเนื้อปลาเป็นชิ้นตามขวางหนาประมาณ 5 ซม. ล้างเนื้อปลาด้วยน้ำเกลือ 4% แล้วล้างผ่านน้ำแช่ในน้ำนม 15 นาที ล้างผ่านน้ำวางผึ่งในตะแกรงให้สะเด็ดน้ำแล้วแช่ในน้ำปรุงรสนาน 10 นาที ส่วนผสมน้ำปรุงรสต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม ได้แก่

1. น้ำ 1 กิโลกรัม
2. น้ำตาลทราย 40 กรัม
3. เกลือ 35 กรัม

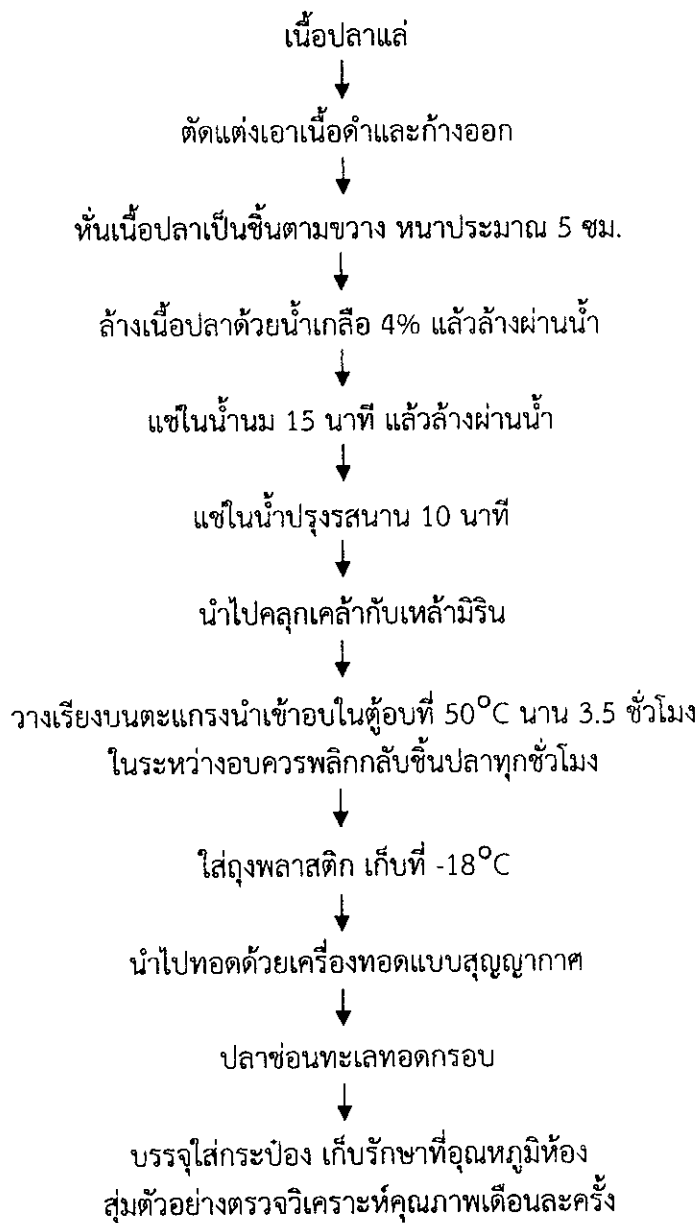
หลังจากนั้นนำเนื้อปลาไปคลุกเคล้ากับเหล้ามิริน ก่อนนำชิ้นปลาวางเรียงบนตะแกรงเข้าอบในตู้อบที่ 50°C นาน 3.5 ชั่วโมง โดยในระหว่างอบควรพลิกกลับชิ้นปลาทุกชั่วโมง เก็บชิ้นปลาที่อบแล้วใส่ถุงพลาสติกเก็บที่ -18°C หลังจากนั้นนำไปทอดกรอบด้วยเครื่องทอดสลัดน้ำมันแบบสุญญากาศ ก่อนนำชิ้นปลาไปทอดกรอบต้องนำออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เนื้อปลาหายแข็งแต่ยังไม่นิ่ม สภาวะในการทอดตัดแปลงจากการผลิตหอยแครงทอดกรอบของ อรวรรณ และคณะ (2552) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สภาวะการทอด	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ความเร็วของถังทอด (รอบ/นาที)	ความดัน (mmHg)
Preheat ให้ความร้อนน้ำมันก่อนทอด	105	-	-	-
Fry (ทอด) ชิ้นเล็ก	100	20	50	720
ชิ้นใหญ่	100	25	50	720
Spin step (สลัดน้ำมัน)				
1		2	150	720
2		3	300	720
3		5	700	720

บรรจุชิ้นเนื้อปลาที่ทอดได้ใส่กระป๋องปิดฝาแบบ easy open ขนาด 307x113 กระป๋องละ 35 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ปลาช่อนทะเลทอดกรอบที่ผลิตได้ (ภาพที่ 8) มีสีเหลืองน้ำตาลสวย รสชาติอร่อย มีเนื้อสัมผัสกรอบไม่อมน้ำมัน สามารถรับประทานได้เลย แต่ผลผลิตค่อนข้างต่ำ โดยปลาช่อนทะเลสดทั้งตัว 33.29 กิโลกรัม นำมาผลิตเป็นปลาช่อนทะเลทอดกรอบตามวิธีที่พัฒนาได้ข้างต้น ได้เป็นเนื้อปลาช่อนทะเลทอดกรอบเพียง 1.77 กิโลกรัม หรือ 5.32% เท่านั้น สอดคล้องกับงานทดลองของ Andres-Bello *et al.* (2010) ที่สรุปว่าการทอดเนื้อปลาแล่ (gilthead sea bream) ด้วยวิธี vacuum frying จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบาไม่อมน้ำมันและมีสีสวยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทอดแบบปกติ ดังนั้นถ้าจะผลิตปลาช่อนทะเลทอดกรอบด้วยวิธี vacuum frying เพื่อจำหน่ายก็จะมีราคาแพงเพราะต้นทุนการผลิตจะสูงมาก หลังจากให้ผู้ทดสอบชิมและประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัส ปรากฏว่าผู้ทดสอบให้คะแนนในระดับดีมาก

ในทุกด้าน (ตารางที่ 9) ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ตารางที่ 10) ปลาช่อนทะเลทอดกรอบที่ผลิตได้มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ ความชื้น TBA เป็น 74.96%, 5.72%, 7.49%, 5.54%, 4.64% 1.88 มก.มัลลอนด์ไฮโดร/กก. วัตค่า Aw และค่าความเป็นกรดต่างได้ 0.28 และ 6.3 ตามลำดับ ซึ่งค่า Aw เป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร ทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญและการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ ทำให้สามารถคาดคะเนอายุการเก็บอาหารได้ ค่า Aw ที่ต่ำกว่า 0.6 เป็นตัวบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จุลินทรีย์เกือบทุกชนิดไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ (Fellows, 1992) ดังนั้นจึงไม่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า Aw ต่ำมากเพียง 0.28 เท่านั้น แต่ค่า Aw ที่ต่ำกว่า 0.6 อาหารยังอาจเกิดการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาทางเคมีได้ เช่น การเกิด oxidation (Dueik *et al.*, 2010 cited after Adams and Moss, 1995) เป็นต้น นอกจากนี้ Dueik *et al.* (2010) สรุปว่าการทอดแครอทที่หันเป็นชิ้นบางด้วยวิธีทอดแบบ vacuum frying สามารถลดการร่อนน้ำมันได้เกือบ 50% (น้ำหนักแห้ง) และคงคุณค่าทางอาหารของแครอทได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทอดด้วยวิธีปกติ



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการผลิตปลาช่อนทะเลทอดกรอบ

ผลผลิต (yield) ปลาช่อนทะเลสดทั้งตัว 33.29 กก. นำมาผลิตเป็นปลาทอดกรอบโดยใช้วิธีทอดแบบ vacuum frying ได้ผลผลิต 1.77 กก. หรือ 5.32%

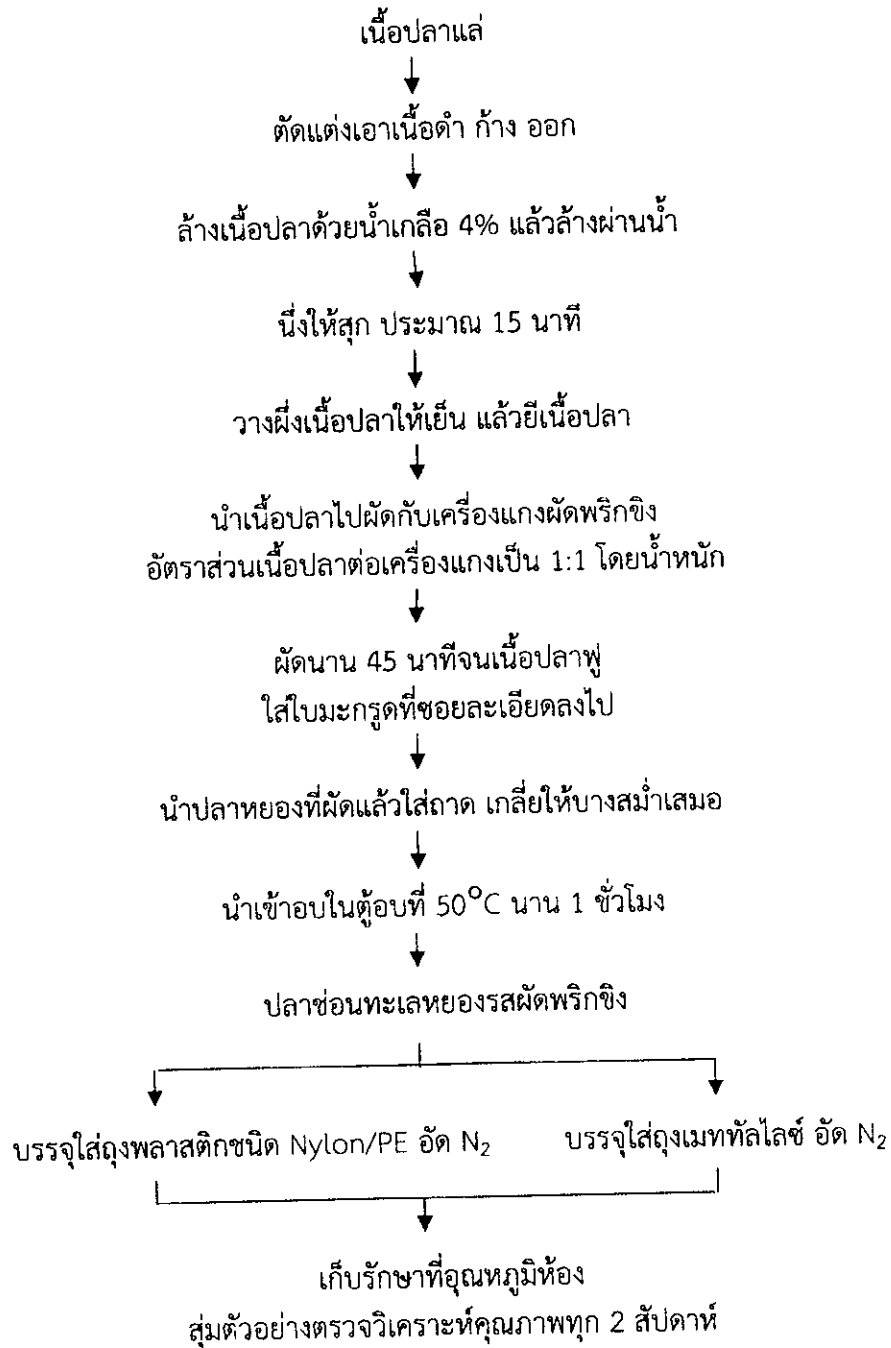
จากลักษณะของปลาช่อนทะเลทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์แห้งกรอบ เหมาะที่จะรับประทานเป็นอาหารว่างหรือของกินเล่นได้ มีประโยชน์ต่อร่างกายเพราะเป็นเนื้อปลาที่มีคุณค่าทางอาหาร แต่ผลผลิตค่อนข้างต่ำ คณะผู้วิจัยจึงหาวิธีการเพิ่มมูลค่าและพัฒนารูปแบบเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยทดลองนำปลาช่อนทะเลทอดกรอบที่ได้ไปผสมกับสมุนไพรต่าง ๆ ได้แก่ ใบมะกรูดอบกรอบ พริกแห้งทอดกรอบ กระเทียมทอดกรอบ และถั่วลิสงคั่วทอดกรอบ แล้วบรรจุใส่กระป๋องปิดฝาแบบ easy open (ภาพที่ 9) และให้ชื่อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า ปลาช่อนทะเลทอดกรอบสมุนไพร และทดลองเก็บรักษา พบว่า ตลอดระยะเวลา 1 ปีที่เก็บ สภาพของผลิตภัณฑ์ยังมีลักษณะเหมือนผลิตภัณฑ์สำเร็จใหม่ ๆ จากผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบยังคงให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสในระดับดีมากตลอดเวลา 1 ปี ด้านสี กลิ่น และรสชาติ ได้คะแนนระดับดีมากในช่วงแรก (8-8.8 คะแนน) และลดลงมาเล็กน้อยเป็นระดับดี (7.7-8 คะแนน) ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (ตารางที่ 9) สำหรับคุณภาพทางเคมีเฉพาะเนื้อปลาช่อนทะเลทอดกรอบ พบว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ ความชื้น TBA ค่า Aw และค่าความเป็นกรดต่าง ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้นที่เก็บรักษา คือ 76.54%, 4.56%, 7.30%, 5.13%, 6.02%, 0.95 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. วัตต์ได้ 0.37 และ 6.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

2.3 ปลาช่อนทะเลหอยของรสผัดพริกขิง (Seasoned fish floss)

ได้วิธีการผลิตดังแสดงในแผนภูมิที่ 3 และภาพที่ 10 เนื้อปลาช่อนทะเลแห้งที่เตรียมไว้นำมาตัดแต่งเอาเนื้อดำและก้างออก ชั่งน้ำหนัก 1.7 กิโลกรัมนำมานึ่งให้สุก นานประมาณ 15 นาที จะได้เนื้อปลาที่นึ่งแล้วประมาณ 1 กิโลกรัม แล้วใช้ส้อมยีเนื้อปลาให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ผัดเนื้อปลาที่ยีแล้วกับเครื่องแกงผัดพริกขิงที่เตรียมไว้ ซึ่งวิธีการเตรียมเครื่องแกงผัดพริกขิง (3,500 กรัม) ทำโดยนำส่วนผสมทั้งหมดมาปั่นผสมให้เข้ากันแล้วผัดด้วยน้ำมันในขณะที่ผัดใส่เกลือ น้ำตาลปีป น้ำตาลทราย น้ำปลา ผัดจนแห้งได้ที่

พริกชี้ฟ้าแห้ง	114 กรัม	พริกไทยป่น	6 กรัม	} ใส่ในขณะผัดเครื่องแกง
พริกชี้หนูแห้ง	45 กรัม	กุ้งแห้งป่น	300 กรัม	
ผิวมะกรูด	60 กรัม	กะปิ	42 กรัม	
หอมแดง	153 กรัม	น้ำ	1,200 กรัม	
กระเทียม	390 กรัม	น้ำตาลปีป	1,218 กรัม	
ตะไคร้	231 กรัม	น้ำตาลทราย	120 กรัม	
ข่า	153 กรัม	น้ำปลา	350 กรัม	
รากผักชี	78 กรัม	เกลือ	50 กรัม	
น้ำมันพืช	970 กรัม (สำหรับผัดเครื่องแกง)			

ใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อเครื่องแกงเป็น 1:1 โดยน้ำหนัก ผัดเนื้อปลากับเครื่องแกงในกะทะ นาน 45 นาที จนเนื้อปลาฟูใสซีอิ๊วขาว 30 กรัมและใบมะกรูดที่ซอยละเอียดลงไป 5 กรัม นำปลาหอยของที่ผัดแล้วใส่ถาดเกลี่ยให้บางสม่ำเสมอเข้าอบในตู้อบที่ 50°C นาน 1 ชั่วโมง วางผึ่งให้เย็น บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE อัดก๊าซไนโตรเจนถุงละ 25 กรัมและใส่ถุงเมทิลไลซ์อัดก๊าซไนโตรเจนถุงละ 25 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการผลิตปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะคล้ายหมูหยองแต่มีเส้นใยสั้นกว่า มีสีออกส้มแดงซึ่งมาจากสีของเครื่องแกงผัดพริกขิงที่ใส่ผสมลงไปเพื่อเพิ่มรสชาติ สีสวยน่ารับประทาน ได้กลิ่นหอมของเครื่องแกงที่ใหม่สดและกลิ่นหอมของใบมะกรูด รสชาติอร่อยกลมกล่อมมีรสเผ็ดเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่มจากเนื้อปลาช่อนทะเลที่สด (ภาพที่ 10, 11) จากผลการตรวจทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 10 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสในระดับดีมาก (ตารางที่ 11) แต่เมื่อเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบชิมในรูปแบบแซนวิช โดยทานขนมปังด้วยมายองเนสแล้วโรยปลาหยองรสผัดพริกขิงจนทั่วแผ่นขนมปังแล้วนำขนมปังอีกแผ่นวางปิด หลังจากชิมแล้วผู้ทดสอบให้คะแนนสูงสุด คือ 9 คะแนน

ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีปลาช่อนทะเลหยองรสผัดพริกขิง มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ ความชื้น เท่ากับ 29.30%, 25.22%, 6.23% 4.71% 10.42% วัดค่า Aw และค่าความเป็นกรดต่างได้ 0.48 และ 6.12 ค่า TBA 1.09 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. ปริมาณ TVB 28.70 มก./100ก. (ตารางที่ 11) ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม อี โคไล รวมทั้งยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์กำหนดของอาหารพร้อมบริโภค (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) และตรวจไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (ตารางที่ 11)

ระหว่างการทดลองเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบการบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE และ ถุงเมทลโลลิสซ์ ปรากฏว่า ปลาหยองที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE เก็บได้นานประมาณ 10 สัปดาห์ โดยผู้ทดสอบไม่ยอมรับเรื่องกลิ่น เพราะมีกลิ่นอับและหืน (3.75 คะแนน) คะแนนด้านรสชาติก็ลดลงตามไปด้วยอยู่ในระดับพอใช้คือ 4.5 คะแนน ด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับเกือบดี (6.50 คะแนน) ส่วนลักษณะปรากฏและสียังได้คะแนนอยู่ในระดับดี (7.17 และ 7.25 คะแนน) สำหรับปลาหยองที่บรรจุในถุงเมทลโลลิสซ์สามารถเก็บได้นานมากกว่า 6 เดือน ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในทุก ๆ ด้านในระดับดีมาก (8 คะแนน) เมื่อเริ่มการเก็บจนถึงสัปดาห์ที่ 8 คะแนนลดลงเป็นระดับดี (7 คะแนน) และค่อนข้างคงที่ตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 17 ผู้ทดสอบเริ่มได้กลิ่นอับเล็กน้อยและให้คะแนนการยอมรับในทุกๆด้านระหว่าง 6-7 คะแนนถึงสัปดาห์ที่ 25 ในสัปดาห์ที่ 27 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ไม่ยอมรับด้านกลิ่นให้คะแนน 4.05 รสชาติ เนื้อสัมผัส สี และลักษณะปรากฏ 4.55 5.22 6.00 และ 6.44 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 12) สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของปลาหยองรสผัดพริกขิง (ภาพที่ 12) เนื่องจากมีกลิ่นอับและหืน เพราะค่า Aw ของผลิตภัณฑ์มีค่า 0.48 ปฏิกิริยาทางเคมี เช่น oxidation ยังเกิดขึ้นได้ (Dueik *et al.*, 2010 cited after Adams and Moss, 1995) ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาหยองที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มลดลงจาก 6.1 เป็น 5.9 ปริมาณความชื้นและค่า Aw เกือบไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณ TVB และค่า TBA เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยจาก 28.66 มก./100ก.และ 1.17 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. เป็น 31.45 มก./100ก.และ 3.19 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยายังอยู่ในเกณฑ์กำหนดของอาหารพร้อมบริโภค (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) สำหรับตัวอย่างที่บรรจุในถุงเมทลโลลิสซ์คุณภาพทางเคมีก็เปลี่ยนแปลงในแนวทางเดียวกับที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE แต่เกิดขึ้นช้ากว่า (ภาพที่ 13 และตารางที่ 13) ผลวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาระหว่างการเก็บรักษา พบว่าตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE และในถุงเมทลโลลิสซ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า 10^3 โคโลนี/ก. ปริมาณโคลิฟอร์ม อี โคไล และสตาฟิโลคอคคัส ออเรียส พบ <3 เอ็มพีเอ็น/ก. ส่วนปริมาณยีสต์และรา พบ <10 โคโลนี/ก. โดยตรวจไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค ได้แก่ ซาลโมเนลล่า และวิบริโอ คอลอเร่า (ตารางที่ 14)

ผลผลิต (yield) ปลาช่อนทะเลทั้งตัวสด 100 กก. นำมาผลิตเป็นปลาหยองรสผัดพริกขิงได้ 27.3 กก. หรือ 27.3%

เนื่องจากปลาหยองเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดยเลียนแบบหมูหยอง เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากปลา แต่ก็ยังมีผู้ผลิตและจำหน่ายไม่มากนัก ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังไม่เคยเห็นหรือรู้จักและไม่เคยบริโภค ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะนำวิธีการนำไปบริโภค ดังนี้

1. รับประทานกับข้าวสวยร้อน ๆ หรือข้าวต้มร้อน ๆ
2. ทำขนมปังใส่ปลาหยอง
3. ทำแซนวิชปลาหยอง
4. ทำข้าวเหนียวหน้าปลาหยอง

2.4 ไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน (Smoked fish sausages)

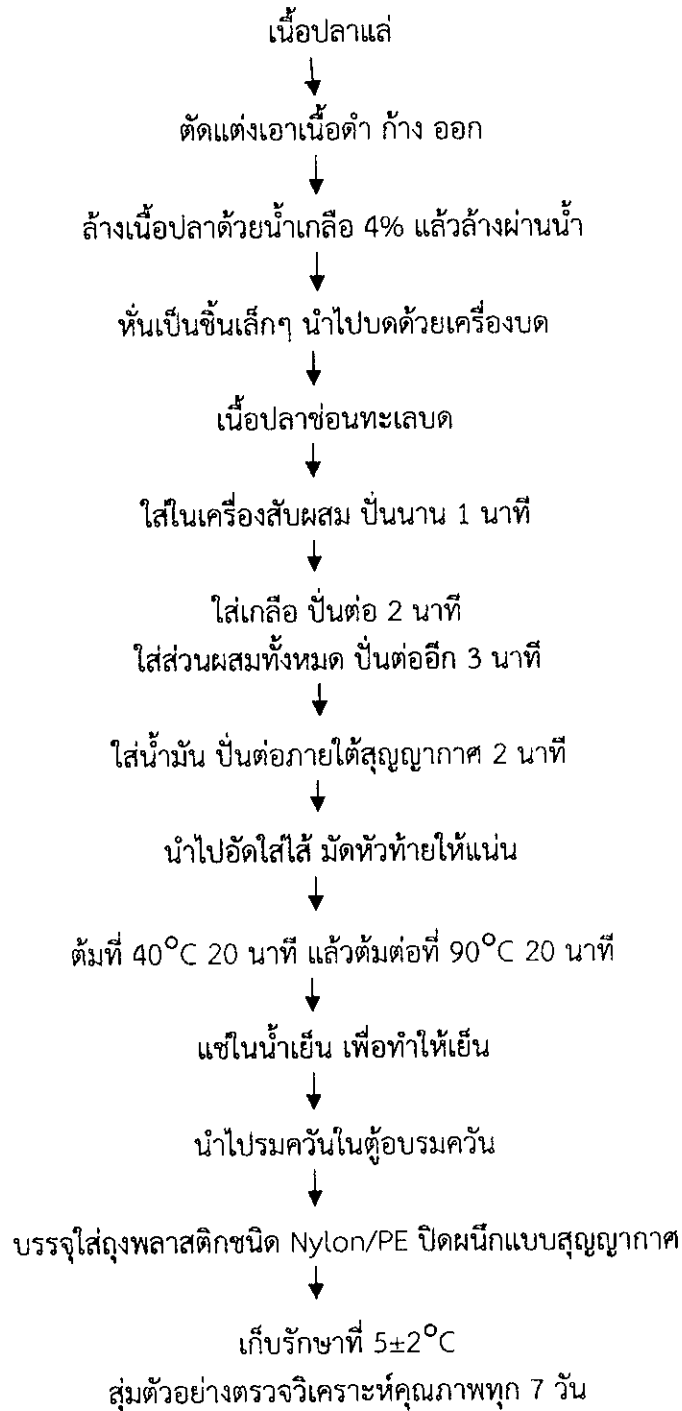
ได้วิธีการผลิตดังแผนภูมิที่ 4 และภาพที่ 14 โดยนำเนื้อปลาช่อนทะเลเฉพาะส่วนเนื้อขาวมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เนื้อตรงผนังท้องและเนื้อที่ติดก้าง นำมารวมกัน แล้วบดด้วยเครื่องบด ชั่งน้ำหนักเนื้อปลาที่บดได้ใส่ในเครื่องสับผสม เปิดเครื่องเพื่อสับผสมเนื้อปลาสดนาน 2 นาที เติมเกลือแล้วสับผสมต่ออีก 2 นาที เติมส่วนผสมทั้งหมด แล้วผสมต่ออีก 3 นาที ให้เนื้อปลาบดและส่วนผสม ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงเติมน้ำมัน ผสมต่ออีก 3 นาที ภายใต้สภาวะสุญญากาศ (ใช้เวลาผสมทั้งหมดประมาณ 10 นาที) ตลอดเวลาของการผสมจะควบคุมอุณหภูมิของโถปั่นไม่ให้สูงเกิน 10°C ส่วนผสมของไส้กรอกปลาช่อนทะเล มีดังนี้

เนื้อปลาช่อนทะเลบด	1,000 กรัม	เกลือ	35 กรัม
น้ำตาลทราย	25 กรัม	ไข่ขาวผง	14 กรัม
กระเทียมผง	23 กรัม	พริกไทยป่น	10 กรัม
ผงลูกจันทร์	0.4 กรัม	แป้งมัน	100 กรัม
ขอยโปรตีน	100 กรัม	ผงชูรส	1 กรัม
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	1 กรัม	โซเดียมไพโรฟอสเฟต	1 กรัม
น้ำมันพืช	250 กรัม	น้ำผสมน้ำแข็ง	650 กรัม

นำผลิตภัณฑ์ที่ผสมแล้วมาขึ้นรูปโดยบรรจุใส่ในไส้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. ด้วยเครื่องอัดไส้กรอก อัดไม่ให้หลวมหรือแน่นจนเกินไปและไม่ให้มีฟองอากาศ มัดเป็นท่อนยาวประมาณ 3 นิ้ว โดยมัดหัวท้ายให้แน่น นำไส้กรอกไปต้มโดยให้ความร้อนที่ 40°C นาน 20 นาที และต้มต่อที่ 90°C นาน 20 นาที ทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำเย็น แล้ววางให้สะเด็ดน้ำ ต่อกจากนั้นนำไปรมควันในตู้อบรมควันโดยใช้ชิ้นไม้ปืซเป็นเชื้อเพลิงในการรมควัน ซึ่งมีขั้นตอนในการรมควันดังนี้ อบลมร้อนที่ 50°C นาน 5 นาที แล้วรมควันที่ 60°C นาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นสเปรย์น้ำล้างประมาณ 3 นาที ก่อนเอาออกจากตู้อรมควัน วางผึ่งในตะแกรงจนแห้ง ใส่ในถุงพลาสติก Nylon/PE ปิดฉนวนแบบสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ไส้กรอกปลาทะเลรมควันที่ผลิตได้ มีสีน้ำตาลอ่อนของควันที่ใช้รม เนื้อแน่นนุ่มเหนียวมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของส่วนผสมที่ใช้ รสชาติอร่อยกลมกล่อม (ภาพที่ 15) นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ชิมที่ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 10 คน ชิม ผลปรากฏว่า คะแนนลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนในระดับดีมาก (>8 คะแนน) ผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบมีปริมาณโปรตีน 14.10% ไขมัน 11.50% เถ้า 1.44% ความชื้น 66.64% เกลือ 0.87% ค่าความเป็นกรดต่าง 6.6 คุณภาพทางจุลชีววิทยาตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพียง 30 โคโลนี/ก. โคลิฟอร์ม, อี โคไล และสตาฟิโลคอคคัส ออเรียส พบ <3 เอ็มพีเอ็น/ก. ตรวจไม่พบเชื้อที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ ซาลโมเนลลา และวิบริโอคลอเลอรา (ตารางที่ 15)

ผลผลิต (yield) ปลาช่อนทะเลทั้งตัวสด 25.7 กก. เมื่อนำมาผลิตเป็นไส้กรอกปลาช่อนทะเลรมควัน จะได้ผลิตภัณฑ์ 19.7 กก. หรือ 76.6%



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกปลาชอนทะเลรมควัน

หลังจากบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Nylon/PE ปิดผนึกแบบสุญญากาศเก็บรักษาที่ 5°C สุ่มตัวอย่างตรวจคุณภาพทุกสัปดาห์ พบว่า คะแนนการยอมรับในทุก ๆ ด้าน ลดลงทีละน้อยจากเดิมมากเป็นดีในสัปดาห์ที่ 5 และเมื่อเก็บนานขึ้นคะแนนการยอมรับก็ลดลงเรื่อย ๆ โดยลักษณะปรากฏและสีจะลดลงเป็นพอใช้ในสัปดาห์ที่ 9 กลิ่นและรสชาติมีคะแนนการยอมรับลดลงเป็นพอใช้ในสัปดาห์ที่ 6 และเริ่มไม่ยอมรับในสัปดาห์ที่ 9 ส่วนคะแนนการยอมรับเนื้อสัมผัสลดลงเป็นพอใช้ในสัปดาห์ที่ 7 และไม่ยอมรับในสัปดาห์ที่ 9 เช่นเดียวกัน โดยสาเหตุการไม่ยอมรับมาจากกลิ่นที่เริ่มเปรี้ยว รสชาติเริ่มเปรี้ยว และเนื้อสัมผัสเริ่มร่วนไม่นุ่มเหนียว (ภาพที่ 16

และตารางที่ 16) ซึ่งคุณภาพทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาที่สอดคล้องไปกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ ค่าความเป็นกรดต่างที่ลดลงตลอดการเก็บจากเริ่มต้นมีค่า 6.6 ลดลงเป็น 5.9 ในสัปดาห์ที่ 9 และ 5.7 ในสัปดาห์ที่ 10 ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด ความชื้น และเกลือ ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บ (ภาพที่ 17 และตารางที่ 17) คุณภาพทางจุลชีววิทยา เปลี่ยนแปลงเฉพาะปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บ โดยเพิ่มเป็น 5.2×10^8 โคโลนี/ก. นอกนั้นไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 18) การที่ค่าความเป็นกรดต่างลดลงนี้ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รสชาติของไส้กรอกเปรี้ยวและความเป็นกรดเพิ่มขึ้นก็ทำให้โปรตีนของเนื้อปลาเสื่อมสภาพเนื้อของไส้กรอกจึงร่วนไม่เหนียวเหมือนตอนเริ่มเก็บรักษา Cardoso et al. (2008) ทดลองเก็บรักษาไส้กรอกปลา South African hake (*Merluccius capensis*) โดยใส่กลิ่นควัน บรรจุไส้ถุงพลาสติกปิดผนึกแบบสุญญากาศเก็บรักษาที่ $2 \pm 1^\circ\text{C}$ นาน 80 วัน พบว่าปริมาณความชื้นและไขมันที่ตรวจพบ 71.3% และ 6.3% ไม่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ ($P > 0.05$) ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 6.28-6.44 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดค่อนข้างคงที่โดยมีประมาณ 10^2 โคโลนี/ก.ตลอดการเก็บ