

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๖๑



Technical Paper No. 9/2018

ผลของสารทดแทนไขมันต่อคุณสมบัติทางกายภาพของปลาเชียงที่ผลิตจากปลาน้ำจืด
The Effects of Fat Replacers on Physical Properties of Fish Chinese
Sausage from Freshwater Fish

สุทธินี สีสังข์

Sutthinee Seesung

อาภาณุพล ธนะศรีสุธาร์รัตน์

Arphanuan Thanasrisutarat

วัชรีย์ คงรัตน์

Watcharee Kongrat

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fisheries Industrial Technology Research
and Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๖๑



Technical Paper No. 9/2018

ผลของสารทดแทนไขมันต่อคุณสมบัติทางกายภาพของปลาเชียงที่ผลิตจากปลาน้ำจืด
The Effects of Fat Replacers on Physical Properties of Fish Chinese
Sausage from Freshwater Fish

สุทธินี สีสั่งข์

Sutthinee Seesung

อาภาณุพล ธนะศรีสุธาร์รัตน์

Arphanuan Thanasrisutarat

วัชรีย์ คงรัตน์

Watcharee Kongrat

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fisheries Industrial Technology Research
and Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๖๑

2018

รหัสทะเบียนวิจัย 59-0803-59024

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	9
วิธีดำเนินการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	15
สรุปผลการทดลอง	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	32

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนผสมของปลาเซียงที่ผสมสารทดแทนไขมัน 4 ชนิดในปริมาณต่าง ๆ	13
2	คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และคะแนนความชอบเฉลี่ยของปลาเซียงทางการค้าจำนวน 4 ยี่ห้อ	16
3	ร้อยละองค์ประกอบทางเคมีของปลานวลจันทร์เทศและปลายี่สกที่ใช้ผลิตปลาเซียง	17
4	ค่าแรงเหวี่ยงและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมคาราจีแนน และแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ในปริมาณต่าง ๆ	18
5	ค่าแรงเหวี่ยงและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่งในปริมาณต่าง ๆ	19
6	ค่าแรงเหวี่ยงและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองในปริมาณต่าง ๆ	20
7	ค่าแรงเหวี่ยงและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมไข่ขาวผงในปริมาณต่าง ๆ	21
8	คะแนนความชอบเฉลี่ยและลำดับความชอบของปลาเซียงที่ผสมสารทดแทนไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม	22
9	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน	23
10	คะแนนความชอบของผู้บริโภคและจำนวนผู้ทดสอบที่ชอบตัวอย่างปลาเซียงหลังทอดที่เติมสารทดแทนไขมัน	25

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาเชียงสูตรที่ใช้ส่วนผสมคาร์ราจีเนนและแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ปริมาณร้อยละ 0.4 (0.4CX), 0.6 (0.6CX) และ 0.8 (0.8CX)	18
2	ปลาเชียงผสมแป้งมันฝรั่งปริมาณร้อยละ 2 (2PF), 4 (4PF) และ 6 (6PF)	19
3	ปลาเชียงผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองปริมาณร้อยละ 0.4 (0.4SP), 0.6 (0.6SP) และ 0.8 (0.8SP)	20
4	ปลาเชียงผสมไข่ขาวผงปริมาณร้อยละ 0.5 (0.5EW), 1.0 (1.0EW) และ 1.5 (1.5EW)	21
5	ทัศนคติของผู้ทดสอบต่อการรับประทานอาหารประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียง	24
6	ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ	24
7	การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาเชียง	25
8	ปลาเชียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8	26
9	ค่าแรงเฉือนของปลาเชียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์	27
10	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อปลาเชียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์	28
11	การเปลี่ยนแปลงของสีปลาเชียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์	28

ผลของสารทดแทนไขมันต่อคุณสมบัติทางกายภาพของปลาเซียงที่ผลิตจากปลาน้ำจืด

สุทธิณี สีสั่งข้* อภาณวล ณะศรีสุธารัตน์ และวัชร ังรัตน์

กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

จากการสำรวจปลาเซียงทางการค้า 4 ยี่ห้อ พบว่าปลาเซียงส่วนใหญ่มีปริมาณไขมันสูงประมาณร้อยละ 30-40 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ไขมันสัตว์เป็นส่วนผสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้น้ำมันพืชแทนไขมันสัตว์ในการผลิตปลาเซียง และศึกษาผลของการใช้สารทดแทนไขมันในปลาเซียงที่ผลิตจากปลานวลจันทร์เทศร่วมกับปลาอีสก ในอัตราส่วนร้อยละ 70:30 โดยน้ำหนัก แปรชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันต่าง ๆ ดังนี้ คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 (0.4CX, 0.6CX และ 0.8CX ตามลำดับ) แป้งมันฝรั่งร้อยละ 2, 4 และ 6 (2PF, 4PF และ 6PF ตามลำดับ) โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 (0.4SP, 0.6SP และ 0.8SP ตามลำดับ) และไข่ขาวผงร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 (0.5EW, 1.0EW และ 1.5EW ตามลำดับ) พิจารณาค่าแรงเฉือนด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสและทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวัดความชอบด้านลักษณะปรากฏในปลาเซียง พบว่า ปลาเซียงที่ผสมคาราจีแนนร่วมกับแซนแทนกัม แป้งมันฝรั่ง และไข่ขาวผงที่ปริมาณต่าง ๆ กัน มีค่าแรงเฉือนและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในทุกชนิดสารทดแทนไขมัน อย่างไรก็ตามปลาเซียงสูตร 6PF, 0.8SP และ 1.0EW มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มที่สุด (ค่าแรงเฉือน $1,470.00\pm 24.00$ กรัม $1,105.24\pm 48.01$ กรัม และ $1,364.31\pm 41.61$ กรัม ตามลำดับ) ในขณะที่ปลาเซียงสูตร 0.4CX มีคะแนนความชอบมากที่สุด จึงนำปลาเซียงทั้ง 4 สูตร (0.4CX, 6PF, 0.8SP และ 1.0EW) มาทดสอบความชอบด้านต่าง ๆ และเรียงลำดับความชอบ (preference ranking test) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (CT) พบว่าผู้ทดสอบชอบปลาเซียงสูตร 6PF และ 0.8SP มากที่สุด ดังนั้นจึงนำทั้ง 2 สูตรมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของปลาเซียงทอด พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบของคุณลักษณะไม่ต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อให้ผู้ทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (paired preference test) พบว่า ผู้ทดสอบเลือกสูตร 0.8SP มากที่สุด จึงนำสูตร 0.8SP มาศึกษาต่อในด้านคุณสมบัติทางกายและทางเคมี พบว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ไฟเบอร์ และความชื้นเท่ากับร้อยละ 21.14 ± 0.89 , 15.55 ± 1.90 , 4.24 ± 0.06 , 0.40 ± 0.08 และ 23.09 ± 0.43 ตามลำดับ ปริมาณคอเลสเทอรอล 54.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และไขมันทรานส์ 0.01 กรัมต่อ 100 กรัม ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เท่ากับ 0.80 ± 0.02 และ 6.61 ± 0.04 ตามลำดับ จากนั้นนำไปศึกษาการเก็บรักษาปลาเซียงในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต/พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (PET12/LLDPE70) ในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่า ปลาเซียงสูตร 0.8SP มี pH ($6.55-6.81$) ความชื้น (ร้อยละ $22.12-24.25$) และ a_w ($0.78-0.80$) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับปลาเซียงก่อนการเก็บรักษา และผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์กำหนด

ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (กระทรวงอุตสาหกรรม) เรื่องกุ้งแช่เย็นปลา (มพช.104/2555) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าแรงเดือนมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ผู้ทดสอบยังให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นปลาแช่เยงสูตร 0.8SP มีคุณภาพที่ดีในช่วงการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์

คำสำคัญ : ปลาแช่เย็น คาราจีแนน แชนแทนกัม แป้งมันฝรั่ง โพรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ไข่ขาวผง

*ผู้รับผิดชอบ : ๕๐ เขตตรงกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐ โทร: ๐-๒๙๔๐-๖๓๓๐-๔๕ ต่อ ๔๔๐๘

e-mail: m_sutthinee@hotmail.com

Effects of Fat Replacer on Physical Properties of Fish Chinese Sausage from Freshwater Fish

Sutthinee Seesung* Arphanuan Thanasrisutarat and Watcharee Kongrat

Fisheries Industrial Technology Research and Development Division, Department of Fisheries

Abstract

A survey of 4 brands of the fish Chinese sausages in commercial was conducted and the results showed that most of fish Chinese sausages contained very high fat about 30-40%, which usually were animal fat. Thus, this research used vegetable oil to replace animal fat in fish Chinese sausage formulations. The objective of this study was to investigate the effect of fat replacers on physical properties of fish Chinese sausage made from Mrigal (*Cirrhinus mrigala*) and Rohu (*Labeo rohita*) mixture at ratio 70:30. The fat replacers were varied at 0.4%, 0.6% and 0.8% of carrageenan and xanthan gum mixture (the ratio was 1:1) (0.4CX, 0.6CX and 0.8CX, respectively), 2%, 4% and 6% of potato flour (2PF, 4PF and 6PF, respectively) 0.4%, 0.6% and 0.8% of soy protein isolate (0.4SP, 0.6SP and 0.8SP, respectively) and 0.5%, 1.0% and 1.5% of egg white powder (0.5EW, 1.0EW and 1.5EW, respectively). Shear force by texture analyzer and appearance by sensory evaluation were studied. There was no significant difference ($p>0.05$) in texture and appearance attributes among the samples of each fat replacers. However, 6PF, 0.8SP and 1.0EW showed the softest texture (shear force was $1,470.00\pm 24.00$ g, $1,105.24\pm 12.17$ g and $1,364.31\pm 41.61$ g, respectively) while 0.4CX obtained the highest sensory score. Sensory evaluation and preference ranking test of the 4 formulas (0.4CX, 6PF, 0.8SP and 1.0EW) were studied and compared with control sample. The panelists gave the best score of 6PF and 0.8SP. Thus, both treatments were investigated for consumer test. Panelists were asked to indicate how much they liked or disliked each fish Chinese sausages cooked in terms of appearance, color, taste, texture and overall acceptance. No different scores of all attributes were observed ($p>0.05$). Paired preference test showed consumers preferred 0.8SP to 6PF. Accordingly, 0.8SP was analyzed physical and chemical properties. Protein, fat, ash, fiber, moisture content, cholesterol and trans-fat were $21.14\pm 0.89\%$, $15.55\pm 1.90\%$, $4.24\pm 0.06\%$, $0.40\pm 0.08\%$, $23.09\pm 0.43\%$, 54.93 mg/100 g and 0.01 g/100 g, respectively. The a_w and pH values were 0.80 ± 0.02 and 6.61 ± 0.04 , respectively. The 0.8SP were packed in polyethylene

terephthalate/linear low density polyethylene plastic bags (PET12/LLDPE70) under vacuum and stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. After 24 weeks, its pH (6.55-6.81), moisture content (22.12%-24.25%) and a_w values (0.78-0.80) were non significant ($p>0.05$) compared with the sample before storage and microbiological analysis was conformed to Thai Community Product Standard (Ministry of Industry) of dried fish sausages (TISI 104/2555). As the storage period increased, shear force value decreased. However, sensory evaluation for appearance, color, taste, texture and overall acceptance scored at a “slightly like” to “moderately like” (average scores were 6.51 ± 0.37 , 6.60 ± 0.46 and 6.89 ± 0.37 , respectively). Therefore, fish Chinese sausage containing 0.8% soy protein isolate provided good quality and could be stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 24 weeks.

Key words : fish Chinese sausage, carrageenan, xanthan gum, potato flour, soy protein isolate, egg white

*Corresponding author : 50 Kaset-klang Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: 0-2940-6130-45 ext. 4408
e-mail: m_sutthinee@hotmail.com

คำนำ

ปลาเชียง หรือกุนเชียงปลา คือ ใส้กรอกชนิดหนึ่งที่ทำจากเนื้อปลาและมันสัตว์ เช่น มันหมู มันปลา นำมาบดหยาบผสมเครื่องปรุงรส เช่น น้ำตาล เกลือ และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น เครื่องเทศ สมุนไพร ซีอิ๊ว นำไปบรรจุใส่โดยอาจหมักก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้ แล้วทำแห้งโดยใช้ลมร้อนหรือวิธีอื่นที่เหมาะสมให้เป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง โดยปลาเชียงที่ดีต้องมีเนื้อสัมผัสที่แน่น คงรูป มีความนุ่มพอเหมาะ ไม่แข็งกระด้างหรือยุ่ย เนื้อปลาและไขมันผสมกันอย่างทั่วถึง ไม่รวมกันเป็นก้อน ไม่มีน้ำมันไหลออกมาภายนอก อาจมีโพรงอากาศเล็กน้อย มีสีสม่ำเสมอตลอดทั้งชิ้น ไม่มีกลิ่นที่ผิดปกติ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นคาว กลิ่นหืน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555)

ส่วนผสมของปลาเชียงมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยหน้าที่ของส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตปลาเชียง ได้แก่

- เนื้อปลา เป็นส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์ ปลาที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตปลาเชียง เช่น ปลายี่สก ปลานวลจันทร์ ปลาดุก ปลานิล ปลาสลิด ปลาทราย ปลาอินทรี และปลาทรายแดง เนื้อปลาเป็นวัตถุดิบหลักที่ช่วยเพิ่มโปรตีนในปลาเชียง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.104/2555) ระบุว่า ปลาเชียงต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) และยังทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ช่วยเชื่อมน้ำและน้ำมันให้เข้ากันดี ทำให้เนื้อสัมผัสของปลาเชียงเนียนเป็นมวลเหนียว ไม่มีน้ำมันแยกออกมา

- ไขมัน มีความสำคัญต่อปลาเชียงเป็นอย่างมาก เพราะช่วยเพิ่มรสชาติ ช่วยกักเก็บกลิ่นรส เพิ่มความชุ่มฉ่ำให้ผลิตภัณฑ์ แต่ก็มีข้อเสียคืออาจทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ปลาเชียงนิยมผสมไขมันจากสัตว์ เช่น ไขมันหมู ไขมันเป็ด ไขมันไก่ และไขมันปลา โดยมักนิยมหั่นเป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกเต๋ารูปร่างเล็ก เพื่อทำให้มีเนื้อสัมผัสนุ่ม ไขมันสัตว์เป็นไขมันที่ประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ยาก ส่งผลให้เกิดการหืนได้ช้ากว่ากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) (Nestle professional, 2013) บางครั้งมีการใช้น้ำมันพืชแทนการใช้ไขมันสัตว์เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ เพราะน้ำมันพืชมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย พบได้ในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน และน้ำมันข้าวโพด และยังมีไขมันพืชที่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่น น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว ซึ่งจะเกิดการหืนได้ช้ากว่าไขมันไม่อิ่มตัว และมีปริมาณคอเลสเตอรอลน้อยกว่าไขมันสัตว์ (นิธิยา, 2548; Mukherjee and Mitra, 2009) การบริโภคไขมันจากสัตว์ที่มากเกินไป ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูงขึ้น และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (Cardiovascular disease, CVD) และโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ (Coronary heart disease, CHD) (Grundy, 1986) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2555) ระบุในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ 104/2555 ไขมันในผลิตภัณฑ์ปลาเชียงไม่ควรเกินร้อยละ 30 อีกทั้งการใส่มันหมูลงในปลาเชียงทำให้ผู้นับถือศาสนาอิสลามไม่สามารถบริโภคได้ อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยคุณสมบัติที่สำคัญของไขมันที่ใส่ไปในผลิตภัณฑ์ คือ ช่วยทำให้เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง เพิ่มกลิ่นรส และความอร่อยของอาหาร (Shao *et al.*, 2011) จึงมีผู้ศึกษาการใช้น้ำมันพืช

ทดแทนไขมันสัตว์ Marquez *et al.* (1989) พบว่า เมื่อใช้น้ำมันพืชใส่ลงในไส้กรอกเนื้อ ผู้ทดสอบยอมรับในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาของศรภา (2539) ที่ทดลองแปรชนิดของน้ำมันระหว่างไขมันหมูกับน้ำมันปาล์ม ในการผลิตปลาเซียงจากปลาตุ๋นเทศ พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของปลาเซียงที่ผลิตโดยใช้น้ำมันปาล์มสูงกว่าปลาเซียงที่ผลิตโดยใช้น้ำมันหมูเช่นกัน

- น้ำตาล ให้รสชาติหวานในผลิตภัณฑ์ปลาเซียง ช่วยป้องกันการสูญเสียบางส่วนในเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อสัตว์มีรสชาติดี ไม่แห้งแข็ง และทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลเข้มที่บริเวณผิวหนังของชิ้นเนื้อเมื่อให้ความร้อนในการอบแห้ง เนื่องจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโนของโปรตีน ด้วยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (maillard browning reaction)

- เกลือ ในผลิตภัณฑ์ปลาเซียงจะใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกง ทำหน้าที่ช่วยละลายโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้น ให้รสชาติ และลดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในผลิตภัณฑ์ จึงช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

- เครื่องเทศ ได้แก่ พริกไทย ผงพะโล้ มีหน้าที่ช่วยเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑ์ มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีส่วนช่วยเป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

- ไส้บรรจุ สามารถใช้ไส้ธรรมชาติ เช่น ไส้หมู ไส้แกะ ไส้แพะ หรือไส้เทียมที่รับประทานได้ เช่น ไส้รีเจนเนอเรเตดคอลลาเจน (regenerated collagen)

ปลาเซียงเป็นอาหารประเภทกึ่งแห้ง (intermediated moisture food) มี a_w ในช่วง 0.60-0.85 โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนระบุว่า ปลาเซียงต้องมี a_w น้อยกว่า 0.86 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) อาหารในกลุ่มนี้มีอายุการเก็บปานกลาง นิยมผลิตโดยการดึงน้ำออกด้วยการเติมตัวทำละลาย เช่น เกลือ น้ำตาล ร่วมกับกรรมวิธีการทำแห้งบางส่วน (วรภา และชิตชม, 2552) วิธีการทำแห้งอาศัยหลักการของการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ แล้วเคลื่อนย้ายออกจากผิวของอาหาร ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น (1) การตากแห้งด้วยแสงแดด เป็นวิธีที่ง่าย โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ (2) การเติมเกลือหรือน้ำตาลลงในสารละลาย เพื่อลดความดันออสโมติกในอาหาร ทำให้น้ำในอาหารเคลื่อนย้ายสู่น้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือข้างนอก ต่อมน้ำตาลหรือเกลือจะเคลื่อนเข้าแทนในชิ้นอาหาร แล้วนำชิ้นอาหารนั้นไปทำแห้งต่ออีกชั้นหนึ่ง เช่น การทำมะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง (3) การให้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ผ่านอาหาร เรียกว่า การพาความร้อน (convection) เช่น การทำหมูแผ่น การผลิตนมผง ปลาเซียง (4) การแผ่อาหารเป็นชั้นบาง ๆ บนพื้นผิวที่ร้อน แล้วทำให้อไอน้ำกระจายตัวสู่บรรยากาศเหนืออาหาร เรียกว่า การนำความร้อน (conduction) เช่น การคั่วขา การทำหมูหยอง (5) การให้ความร้อนแก่อาหารในเครื่องอบด้วยการนำความร้อนหรือการแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศที่มีไอน้ำออกไปควบแน่นข้างนอก เช่น ผักและผลไม้อบแห้ง เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง (6) การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิให้น้ำในอาหารเป็นของแข็ง แล้วให้พลังงานความร้อน หรือลดความดันจนเกิดการระเหิด ทำให้ปริมาณน้ำในอาหารลดลง เรียกว่า การทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (freeze drying) เช่น ผักอบแห้ง กุ้งอบแห้ง (วรภา และชิตชม, 2552)

โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ลดปริมาณไขมันลง มักจะมีกลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัสด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากไขมันมีบทบาทต่อกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม

ของผู้บริโภค และในปัจจุบันการขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการเลือกบริโภคอาหารที่ช่วยให้มีสุขภาพดี การเลือกใช้ไขมันพืชทดแทนการใช้ไขมันจากสัตว์ อาจส่งผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นต้องเลือกสารทดแทนไขมัน เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น

ปลาเลี้ยงที่ผลิตจากปลาน้ำจืด เช่น ปลายี่สก ปลาทับทิม ปลาช่อน และปลานวลจันทร์เทศ ซึ่งเป็นปลาเนื้อขาว ที่มีไขมันต่ำ จึงมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของปลาเลี้ยงมีความเหนียวนุ่มน้อยกว่าการใช้ปลาเนื้อแดงเป็นส่วนผสม เนื่องจากปลาเนื้อขาวจะเกิดเจลได้ช้ากว่าปลาเนื้อแดง เพราะโปรตีนแอคโตไมโอซิน มีความคงตัวต่อความร้อนมากกว่า ทำให้เกิดการสร้างพันธะระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นโครงสร้างหรือร่างแหสามมิติของโปรตีนได้ช้ากว่า และมีความทนต่อปฏิกิริยาโมโดริ (modori) หรือการสลายโครงสร้างของเจลเมื่อให้ความร้อนที่ 60-70 องศาเซลเซียสได้มากกว่า ดังนั้นลักษณะเจลของปลาเนื้อแดงที่เกิดขึ้นจึงมีความแข็งแรงสูงกว่า (นุชนารถ, 2550) ในขณะที่ปลาเลี้ยงบางชนิดมีการลดปริมาณไขมันลง จึงทำให้กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัสด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ ดังนั้นจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนปลาเลี้ยงที่ใช้ไขมันพืชทดแทนการใช้ไขมันจากสัตว์เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ การเก็บรักษาในระยะเวลานานอาจส่งผลให้อิมัลชันของผลิตภัณฑ์เสถียรภาพ น้ำมันเกิดการแยกชั้นออกมา ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นปลาเลี้ยงเหล่านี้จึงต้องใช้สารทดแทนไขมันเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยรักษาคุณภาพของอิมัลชันในระหว่างการเก็บรักษา และปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากขึ้น

สารทดแทนไขมันมีหลายชนิด โดยทั่วไปสารทดแทนไขมันจำแนกตามแหล่งที่มาออกเป็น 3 แหล่ง คือกลุ่มที่มาจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต (ดารณี, 2544)

(1) สารทดแทนไขมันที่มีแหล่งที่มาจากโปรตีน

สารทดแทนไขมันที่ได้จากผลิตภัณฑ์โปรตีน เช่น ไข่ นม ถั่วเหลือง ข้าวสาลี กลูเตน เป็นต้น ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการจับน้ำ การเกิดอิมัลชัน ปรับปรุงความรู้สึกระหว่างอยู่ในปากและเนื้อสัมผัส สารทดแทนไขมันกลุ่มนี้มีอนุภาคโปรตีนที่มีขนาดเล็ก (microparticulated protein) เช่น ไข่ขาวหางนม โมเลกุลของโปรตีนที่เป็นทรงกลมขนาดเล็ก จะเกาะรวมกับโมเลกุลน้ำ ทำให้เกิดอนุภาคทรงกลมที่มีขนาดสม่ำเสมอกลิ้งไปมาได้ง่าย ทำให้ต่อมรับรสรู้สึกถึงของเหลวคล้ายครีมที่มีความเนียนชั้นเช่นเดียวกับไขมัน จึงเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารประเภททอด อาหารที่มีลักษณะเป็นครีม (creamy) และผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสเหมือนไขมัน (fat-like texture) ตัวอย่างสารทดแทนไขมันในกลุ่มนี้ เช่น โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (soy protein isolate) และไข่ขาวผง โดยโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนจากพืช ซึ่งมีปริมาณโปรตีนมากกว่าร้อยละ 90 มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ และเป็นตัวยึดเกาะที่ดี (binding and emulsifying) ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น โดยโครงสร้างของโปรตีนจากถั่วเหลืองจะมีทั้งกลุ่มของลิพอฟิลิก (กลุ่มที่ยึดเกาะกับไขมัน) และไฮโดรฟิลิก (กลุ่มที่ยึดเกาะกับน้ำ) จึงมีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้สามารถยึดเกาะกับน้ำและไขมันได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถสร้างเจลเป็นโครงสร้างลักษณะคล้ายร่างแหที่สามารถห่อหุ้มน้ำไขมัน และของแข็งให้อยู่รวมกันได้ ซึ่งเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีขึ้น (Elizalde *et al.*, 1996; Akesson, 2008) ดังงานวิจัยของ Akesson (2008) ทดลองใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 1-2 ร่วมกับผงบุกในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำจากเนื้อหมู พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับการใส่โปรตีนสกัด

จากถั่วเหลืองร้อยละ 2 เนื่องจากไม่ทำให้สีและรสชาติของไส้กรอกเปลี่ยนไป ทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกแน่นขึ้น และยังเพิ่มปริมาณความชื้นและ cooking yield ได้อีกด้วย มีคุณสมบัติ คือ มีโปรตีนและไขมันสูง ไข่ขาวผงนำมาใช้มากในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น นำมาเป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมขนมปัง ลูกอม และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ซึ่งจุดประสงค์ในการใช้แตกต่างกันไป เช่น ใช้ปรับปรุงคุณภาพของเนื้อสัมผัส และช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันให้กับตัวผลิตภัณฑ์ ดังงานวิจัยของ Muthia *et al.* (2012) ที่ศึกษาการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากเนื้อเป็ด เช่น การใช้ไข่ขาวผง แป้งสาชู และแป้งมันสำปะหลัง พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับรวมในการใช้ไข่ขาวผงร้อยละ 1 ร่วมกับแป้งสาชูร้อยละ 3 ในการทำไส้กรอกจากเนื้อเป็ดมากที่สุด

(2) สารทดแทนไขมันที่มีแหล่งที่มาจากไขมัน

สารกลุ่มนี้ได้จากผลิตภัณฑ์ไขมันหรือน้ำมัน ซึ่งเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น lecithin, sucrose fatty acid esters, sodium stearoyl lactylates เป็นต้น สามารถใช้แทนไขมันได้โดยตรง ทำหน้าที่กักเก็บน้ำและอากาศ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม เกิดอิมัลชันที่ดีทั้งแบบน้ำมันในน้ำ (oil in water) และน้ำในน้ำมัน (water in oil) ช่วยเพิ่มความเหนียวและความชุ่มน้ำ

(3) สารทดแทนไขมันที่มีแหล่งที่มาจากคาร์โบไฮเดรต

สารทดแทนไขมันกลุ่มนี้ได้จากพืชและธัญชาติ เช่น แป้ง แป้งดัดแปร เซลลูโลส อนุพันธ์สตาร์ช และไฮโดรคอลลอยด์ เป็นสารที่สามารถดูดซับน้ำแล้วเกิดโครงสร้างคล้ายเจล เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับเจล เพิ่มความเหนียวและเนื้ออาหารในผลิตภัณฑ์ ทำให้อาหารมีลักษณะเป็นครีม และสามารถจับน้ำได้ดี ตัวอย่างสารทดแทนไขมันในกลุ่มนี้ เช่น คาราจีแนน (carrageenan), แซนแทนกัม (xanthan gum), แป้งมันฝรั่ง (potato flour) คาราจีแนน (carrageenan) สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง มีคุณสมบัติในการละลายหรือกระจายตัวในน้ำร้อนหรือน้ำเย็นได้ ทำให้ได้สารที่มีคุณสมบัติหลากหลาย เช่น ช่วยให้สารมีลักษณะข้นเหนียว (thickening agent) ทำให้เกิดเจลได้ (gel forming agent) ซึ่งคาราจีแนนให้ลักษณะของเจลที่แข็งแรงแต่เปราะรักษาความคงตัว (stability) ช่วยให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันดี (emulsifier) รวมทั้งเป็นสารในการช่วยจับน้ำ (water binder) หรือทำให้เกิดสารแขวนลอยได้อีกด้วย ชนิดของคาราจีแนนที่มีความสำคัญ ได้แก่ แคปปา คาราจีแนน ไอโอตา คาราจีแนน และแลมดา คาราจีแนน (Saha and Bhattacharya, 2010) แซนแทนกัม (xanthan gum) เป็นสารที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียชื่อ *Xanthomonas campestris* โดยใช้กลูโคสเป็นสารตั้งต้น แซนแทนกัมมีคุณสมบัติในการเป็นสารให้ความเหนียวที่ดี แต่ไม่สามารถทำให้เกิดเจลได้ อย่างไรก็ตามสารนี้สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ดี จึงช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม แป้งมันฝรั่ง (potato flour) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากพืชหัว มีหน้าที่เป็นสารช่วยเพิ่มน้ำหนัก (filler) ในผลิตภัณฑ์ ช่วยในการดูดซับน้ำ เป็นสารทดแทนไขมันชนิดหนึ่งที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักขณะทำให้สุก และช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่มีผลต่อการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเซียงให้มีความนุ่มมากขึ้น โดยใช้ไขมันปาล์มร่วมกับสารทดแทนไขมัน ได้แก่ คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม แป้งมันฝรั่ง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และไข่ขาวผง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมัน ที่เหมาะสมในการผลิตปลาเชิง เพื่อพัฒนาคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของปลาเชิง

วิธีดำเนินการ

1. วัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ

1.1 วัตถุดิบ

1.1.1 น้ำมันปาล์ม

1.1.2 ปลานวลจันทร์เทศ (*Cirrhinus cirrhosus*) ขนาด 1-2 ตัวต่อกิโลกรัม จากตลาดปลาคลองสี่ จ.ปทุมธานี

1.1.3 ปลายี่สก (*Labeo rohita*) ขนาด 1-2 ตัวต่อกิโลกรัม จากตลาดปลาคลองสี่ จ.ปทุมธานี

นำปลามาบรรจุในถังฉนวนที่มีน้ำแข็ง ขนส่งมายังกองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ แล้วนำปลาแต่ละชนิดมาขอดเกล็ด ตัดหัว ควกั๊ส แล่นื้อปลาเป็นชิ้น บดด้วยเครื่องแยกเนื้อปลา นำเนื้อปลาบดแต่ละชนิดมาผสมกับสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีน (ซูโครส ร้อยละ 2.5 ซอร์บิทอล ร้อยละ 2.5 โซเดียมไฟโรฟอสเฟต ร้อยละ 0.1 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ร้อยละ 0.1) จากนั้นนำมาแช่แข็งด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งแบบแผ่น (contact plate freezer) ที่อุณหภูมิ -40 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 ± 2 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปทดลองนำเนื้อปลาบดมาละลายในน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง

1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.2.1 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) (บริษัท Sigma-Aldrich)

1.2.2 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.3 แอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous Na_2SO_4) (บริษัท Sigma-Aldrich)

1.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.5 กรดบอริก (H_3BO_3) (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.6 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.7 เมทิลเรด (Methyl Red sodium salt) (บริษัท Sigma-Aldrich)

1.2.8 เมทิลีนบลู (Methylene Blue) (บริษัท Sigma-Aldrich)

1.2.9 เฮกเซน (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.10 เอทิลแอลกอฮอล์ (บริษัท Ajax Finechem)

1.2.11 Plate Count Agar (บริษัท Oxoid)

- 1.2.12 Baird-Parker Agar Base (บริษัท Oxoid)
- 1.2.13 Lauryl Tryptose Broth (บริษัท Oxoid)
- 1.2.14 E.C. Broth (บริษัท Oxoid)
- 1.2.15 EMB Agar (บริษัท Oxoid)
- 1.2.16 Tetrathionate Broth Base (บริษัท Oxoid)
- 1.2.17 Selenite Cystine Broth (บริษัท Oxoid)
- 1.2.18 Modified Semi-solid Rappaport Vassiliadis (บริษัท Oxoid)
- 1.2.19 Brilliant Green Agar (บริษัท Oxoid)
- 1.2.20 Bismuth Sulphite Agar (บริษัท Oxoid)
- 1.2.21 X.L.D. Medium Agar (บริษัท Oxoid)
- 1.2.22 Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar (บริษัท Oxoid)
- 1.2.23 Nutrient Agar (บริษัท Oxoid)

1.3 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1.3.1 เครื่องชั่งสารทศนิยม 2 ตำแหน่ง (รุ่น CP3202S ยี่ห้อ Sartorius)
- 1.3.2 เครื่องแยกเนื้อปลา (รุ่น CF-200 ยี่ห้อ CHYAU)
- 1.3.3 เครื่องปั่นผสม (รุ่น AR5 ยี่ห้อ Varimixer)
- 1.3.4 เครื่องอัดไส้กรอกมือหมุน (ยี่ห้อ Trespade)
- 1.3.5 ตู้อบลมร้อน
- 1.3.6 เครื่องบรรจุสุญญากาศ (รุ่น V-420T ยี่ห้อ SAMMIC)
- 1.3.7 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyser, รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro Systems)
- 1.3.8 เครื่องวัดสี (Chroma meter, รุ่น CM-5 ยี่ห้อ Minolta)
- 1.3.9 ถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต/พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (PET12/LLDPE70)
- 1.3.10 ไส้คอลลาเจน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร (เบอร์ 200 ยี่ห้อ Nippi)

2. วิธีดำเนินงาน

2.1 การสำรวจคุณภาพของปลาเชิงทางการค้า

สำรวจตัวอย่างปลาเชิงทางการค้าจำนวน 4 ยี่ห้อ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธี AOAC (1995) ทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ตามวิธี AOAC (1995) ค่า a_w ด้วยเครื่อง water activity meter และค่าสี (L^* , a^* , b^*) ด้วยเครื่อง Chroma meter

2.2 การศึกษาผลของสารทดแทนไขมันที่มีต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและการประเมินความชอบของปลาเชิง

2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบและผลิตปลาเชิง

ปลาเชิงผลิตตามสูตรที่ดัดแปลงมาจากสูตรของกองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (2558) ดังตารางที่ 1 วิธีทำ นำเนื้อปลาสดที่มีส่วนผสมของเนื้อปลานวลจันทร์เทศและเนื้อปลา ยี่สกในอัตราส่วนร้อยละ 70:30 โดยน้ำหนัก มาปั่นผสมกันนาน 1 นาที แล้วปั่นผสมกับเกลือนาน 3 นาที เติมส่วนผสมที่เป็นของแข็ง (น้ำตาลทราย ฟอสเฟต พริกไทย ผงพะโล้ และสารทดแทนไขมัน) ปั่นผสมกันนาน 5 นาที เติมส่วนผสมที่เป็นของเหลว (น้ำมันพืช ซีอิ๊วขาว น้ำ) ผสมกันนาน 5 นาที ตักใส่ถุง บรรจุแบบ สูญญากาศ เก็บในน้ำแข็ง นาน 48 ชั่วโมง นำมาบรรจุในไส้คอลลาเจนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร อบในตู้อบลมร้อน (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บรรจุใน ถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนเทเรพทาเลต/พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (PET12/LLDPE70) ในสภาวะ สูญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปทดลองขั้นต่อไป

2.2.2 การศึกษาปริมาณสารทดแทนไขมันในปลาเชิงที่มีต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและการประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏของปลาเชิง

ศึกษาผลของสารทดแทนไขมัน 4 ชนิดที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของปลาเชิงจากการศึกษาเบื้องต้น ได้แก่

1) คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของน้ำหนัก เนื้อปลาสด (0.4CX, 0.6CX และ 0.8CX ตามลำดับ) โดยใช้ส่วนผสมคาราจีแนนและแซนแทนกัมต่อน้ำใน อัตราส่วน 1:10

2) แป้งมันฝรั่งที่ร้อยละ 2, 4 และ 6 ของน้ำหนักเนื้อปลาสด (2PF, 4PF และ 6PF ตามลำดับ) โดยใช้แป้งมันฝรั่งต่อน้ำในอัตราส่วน 4:5

3) โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของน้ำหนักเนื้อปลาสด (0.4SP, 0.6SP และ 0.8SP ตามลำดับ) โดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองต่อน้ำในอัตราส่วน 1:4

4) ไข่ขาวผงร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ของน้ำหนักเนื้อปลาสด (0.5EW, 1.0EW และ 1.5EW ตามลำดับ) โดยใช้ไข่ขาวผงต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1.25

เตรียมปลาเชิงสูตรต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 วิเคราะห์ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส ด้วยค่า แรงเฉือน (shear force) (ภาคผนวกที่ 1) และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบด้านลักษณะ ปรากฏของปลาเชิงแท่งก่อนทอด (ภาคผนวกที่ 2) ให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1-9 คะแนน (9 คะแนน

คือชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน คือไม่ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ จำนวน 8 คน วางแผนการทดลองในการวิเคราะห์แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบค่าความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2.3 การศึกษาสารทดแทนไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมที่มีต่อการประเมินความชอบของปลาเซียง

นำปลาเซียงสูตรที่ผสมสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมที่สุดทั้ง 4 ชนิด จากข้อ 2.2.2 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (CT) มาศึกษาการประเมินความชอบด้วยผู้ทดสอบที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 8 คน โดยให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1-9 คะแนน ประเมินความชอบก่อนทอด 2 คุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ และสี ร่วมกับการประเมินความชอบหลังทอด โดยนำปลาเซียงมาต้มในน้ำเดือดนาน 2 นาที นำไปทอดในน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิ 150 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที หั่นหนา 0.5 เซนติเมตร เปรียบเทียบ 4 คุณลักษณะ ได้แก่ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ภาคผนวกที่ 2) วิเคราะห์ค่าทางสถิติแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของคะแนนความชอบเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พร้อมทั้งการเรียงลำดับความชอบ (Preference ranking test) (ลำดับที่ 4 ชอบมากที่สุด และลำดับที่ 1 ชอบน้อยที่สุด) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีของ Friedman ดังภาคผนวกที่ 3 เปรียบเทียบกับค่า χ^2 ตารางที่ $\alpha = 0.05$, $df = t-1$ (เพ็ญขวัญ, 2550)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของปลาเซียงที่ผสมสารทดแทนไขมัน 4 ชนิดในปริมาณต่าง ๆ

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรควบคุม CT	คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1)			แป้งมันฝรั่ง			โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง			ไข่ขาวผง		
		0.4CX	0.6CX	0.8CX	2PF	4PF	6PF	0.4SP	0.6SP	0.8SP	0.5EW	1.0EW	1.5EW
เนื้อปลาสด	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
น้ำมันปาล์ม	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
น้ำตาลทราย	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
ฟอสเฟต	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
พริกไทย	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ซีอิ๊วขาว	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
เกลือ	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
ผงพะโล้	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
คาราจีแนน		2	3	4									
แซนแทนกัม		2	3	4									
แป้งมันฝรั่ง					20	40	60						
โปรตีนสกัด- จากถั่วเหลือง								4	6	8			
ไข่ขาวผง											5	10	15
น้ำ		40	60	80	25	50	75	16	24	32	6.25	12.50	18.75

2.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อปลาเซียงที่เติมสารทดแทนไขมัน

คัดเลือกส่วนผสมของปลาเซียงที่ผสมสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 2.2.3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่รับประทานปลาเซียงจำนวน 100 คน (ภาคผนวกที่ 4) โดยเตรียมตัวอย่างปลาเซียงหลังทอดเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3 และให้ทดสอบตัวอย่างละ 2 ชิ้น (หนา 0.5 เซนติเมตร) กำหนดให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 1-9 คะแนน ทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พร้อมให้ผู้ทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (Paired preference test) โดยเลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย χ^2 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังภาคผนวกที่ 5 เปรียบเทียบกับค่า χ^2 ตารางที่ $\alpha = 0.05$, $df = 1$ (เพ็ญขวัญ, 2550)

2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาปลาเซียงที่เติมสารทดแทนไขมัน

คัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุดจากข้อ 2.3 มาวัดค่าสี และตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหาร ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ไฟเบอร์ ความชื้น และ pH ตามวิธี AOAC (1995) ค่า a_w ด้วยเครื่อง water activity meter คอเลสเตอร์อล (ภาคผนวกที่ 6) และไขมันทรานส์ (ภาคผนวกที่ 7) และศึกษาอายุการเก็บรักษาในถุงชนิด PET12/LLDPE70 ในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ pH ความชื้น a_w และลักษณะทางเนื้อสัมผัส ตามวิธีของ Feng *et al.* (2013) ค่าทางจุลชีววิทยา ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) แซลโมเนลลา (*Salmonella spp.*) สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธี FDA (1998) และทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อปลาเซียงก่อนทอด (ภาคผนวกที่ 2) โดยให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ และด้านสี ส่วนปลาเซียงหลังทอดให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3 พิจารณาความแตกต่างระหว่างการเก็บรักษาด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบค่าความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ผลการสำรวจคุณภาพปลาเชิงทางการค้าและการประเมินความชอบ

จากการสำรวจปลาเชิงที่จำหน่ายตามท้องตลาด พบว่าวัตถุดิบเนื้อปลาที่ใช้ในการผลิตปลาเชิงมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ มีทั้งปลาทะเลและปลาน้ำจืด ปลาน้ำจืดที่ใช้มีหลายชนิด เช่น ปลาชุก ปลานวลจันทร์เทศ ปลาทับทิม ปลาสลิด ปลาช่อน ปลาเยี่ยง และปลากราย ซึ่งปลาแต่ละชนิดจะให้เนื้อสัมผัสของปลาเชิงที่แตกต่างกัน จากการสุ่มตัวอย่างทางการค้า 4 ยี่ห้อ มาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น a_w และค่าสี ผลการสำรวจดังตารางที่ 2 พบว่าปลาเชิงยี่ห้อ 1 เป็นปลาเชิงผลิตจากปลาทับทิม มีโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น เท่ากับร้อยละ 12.78 ± 0.09 , 30.79 ± 0.48 , 3.80 ± 0.15 และ 15.67 ± 0.20 ตามลำดับ และมี a_w เท่ากับ 0.68 ± 0.00 จากการสังเกตเนื้อปลาเชิงมีสีแดงอมส้มออกคล้ำเล็กน้อย ค่า L^* a^* และ b^* เป็น 48.82 ± 0.81 , 9.60 ± 0.52 และ 23.29 ± 0.64 ตามลำดับ ส่วนปลาเชิงยี่ห้อ 2 ผลิตจากปลาสลิด ที่ใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนผสมร่วมกับการเติมแป้งมัน ทำให้ค่า L^* สูงถึง 52.19 ± 0.77 และค่า a^* เป็น 5.92 ± 0.33 ส่วนค่า b^* เป็น 20.74 ± 0.65 ทำให้ปลาเชิงที่ได้มีสีส้มออกเหลือง มีโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น เท่ากับร้อยละ 12.57 ± 0.09 , 35.26 ± 0.91 , 4.52 ± 0.04 และ 12.69 ± 0.21 ตามลำดับ และ a_w เท่ากับ 0.63 ± 0.00 ปลาเชิงยี่ห้อ 3 ผลิตจากปลาช่อน มีโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น เท่ากับร้อยละ 13.54 ± 0.26 , 32.57 ± 0.70 , 3.44 ± 0.09 และ 23.68 ± 0.16 ตามลำดับ และ a_w เป็น 0.82 ± 0.00 ส่วนค่า L^* a^* และ b^* มีค่า 50.74 ± 1.65 , 7.05 ± 0.36 และ 13.49 ± 0.32 ตามลำดับ ดังนั้นปลาเชิงจึงมีสีแดงออกเหลืองเล็กน้อย และปลาเชิงยี่ห้อ 4 ผลิตจากปลาเยี่ยงผสมปลากราย มีไขมันสูงถึงร้อยละ 40.04 ± 2.42 ส่วนโปรตีน เถ้า และความชื้น เท่ากับร้อยละ 12.96 ± 0.08 , 3.80 ± 0.11 และ 11.89 ± 0.10 ตามลำดับ และ a_w เท่ากับ 0.67 ± 0.00 และสีของเนื้อปลาเชิงมีสีแดงออกเหลืองเล็กน้อย โดยค่า L^* a^* และ b^* เป็น 46.13 ± 2.99 , 3.46 ± 0.51 และ 9.33 ± 1.02 ตามลำดับ ปลาเชิงทั้ง 4 ยี่ห้อ มีโปรตีนและไขมันไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดให้กุ้งเชียงปลา (มผช.104/2555) ต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ไขมันไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ส่วน a_w เป็นไปตามมาตรฐาน คือ a_w ต้องน้อยกว่า 0.86 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) จากผลการสำรวจปลาเชิงทางการค้าทำให้ทราบว่าปลาเชิงในบางยี่ห้อมีการผสมไขมันสัตว์ เช่น ไขมันปลา ไขมันไก่ และไขมันหมู เป็นต้น แต่บางยี่ห้อใช้น้ำมันพืชร่วมกับการใช้ไขมันสัตว์ การเติมไขมันในปลาเชิงทำให้กักเก็บกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ เนื้อสัมผัสนุ่มและชุ่มฉ่ำไม่แข็งกระด้าง (พนอจิต, 2543)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และคะแนนความชอบเฉลี่ยของปลาเชียงทางการค้าจำนวน 4 ยี่ห้อ

ลักษณะคุณภาพ	ปลาเชียง				เฉลี่ย
	ยี่ห้อ 1	ยี่ห้อ 2	ยี่ห้อ 3	ยี่ห้อ 4	
ชนิดของปลา	ปลาทับทิม	ปลาสลิต	ปลาช่อน	ปลายี่สกผสม ปลากราย	
โปรตีน (ร้อยละ)	12.78±0.09	12.57±0.09	13.54±0.26	12.96±0.08	12.96±0.42
ไขมัน (ร้อยละ)	30.79±0.48	35.26±0.91	32.57±0.70	40.04±2.42	34.67±4.03
เถ้า (ร้อยละ)	3.80±0.15	4.52±0.04	3.44±0.09	3.80±0.11	3.89±0.45
ความชื้น (ร้อยละ)	15.67±0.20	12.69±0.21	23.68±0.16	11.89±0.10	15.98±5.38
a_w	0.68±0.00	0.63±0.00	0.82±0.00	0.67±0.00	0.70±0.08
ค่าสี					
L*	48.82±0.81	52.19±0.77	50.74±1.65	46.13±2.99	49.47±2.62
a*	9.60±0.52	5.92±0.33	7.05±0.36	3.46±0.51	6.51±2.55
b*	23.29±0.64	20.74±0.65	13.49±0.32	9.33±1.02	16.71±6.44

2. ผลของสารทดแทนไขมันที่มีต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและการประเมินความชอบของปลาเชียง

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ปลานวลจันทร์เทศและปลายี่สกในการผลิตปลาเชียง เนื่องจากปลาทั้งสองชนิดนี้ เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของไทย มีคุณค่าทางอาหารสูง และไขมันต่ำ องค์ประกอบทางเคมีของปลานวลจันทร์เทศประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน โยอาหาร เถ้า และความชื้น ร้อยละ 15.82±0.25, 0.75±0.05, 0.02±0.01, 1.24±0.02 และ 78.46±0.16 ตามลำดับ และมี pH เท่ากับ 6.81±0.02 ซึ่งใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีของปลายี่สกที่มี โปรตีน ไขมัน โยอาหาร เถ้า และความชื้น ร้อยละ 14.85±0.24, 0.71±0.02, 0.03±0.01, 1.39±0.25 และ 79.38±0.08 ตามลำดับ และมี pH เท่ากับ 6.95±0.01 (ตารางที่ 3) จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าการใช้เนื้อปลายี่สกเพียงอย่างเดียวในการผลิตปลาเชียง ส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งกระด้าง ดังนั้นจึงผสมปลานวลจันทร์เทศเพื่อให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ ปลานวลจันทร์เทศผสมปลายี่สก 70:30 โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 3 ร้อยละองค์ประกอบทางเคมีของปลานวลจันทร์เทศและปลายี่สกที่ใช้ผลิตปลาเชียง

องค์ประกอบทางเคมี	ปลานวลจันทร์	ปลายี่สกเทศ
โปรตีน	15.82±0.25	14.85±0.24
ไขมัน	0.75±0.05	0.71±0.02
ใยอาหาร	0.02±0.01	0.03±0.01
เถ้า	1.24±0.02	1.39±0.25
ความชื้น	78.46±0.16	79.38±0.08
pH	6.81±0.02	6.95±0.01

2.2 ผลของปริมาณสารทดแทนไขมันที่มีต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและการประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏของปลาเชียง

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่มีผลต่อการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของปลาเชียงให้นุ่มมากขึ้นและความชอบทางด้านลักษณะปรากฏของปลาเชียงก่อนการนำไปทอด ผลการศึกษาดังนี้

2.2.1 ผลของปริมาณคาราจีแนนผสมแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1)

จากการใช้คาราจีแนนผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1:1 เพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมันในปลาเชียงที่ปริมาณร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ดังภาพที่ 1 พบว่าปลาเชียงดิบมีค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสทางด้านแรงเฉือนมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณคาราจีแนนผสมแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4 เนื่องจากคาราจีแนนมีการสร้างเจลเพื่อกักเก็บน้ำและน้ำมันไว้ในโครงสร้างของเจล ในขณะที่แซนแทนกัมช่วยคูดน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของปลาเชียงมีความอ่อนนุ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการประเมินความชอบทางด้านลักษณะปรากฏของปลาเชียงที่มีคาราจีแนนผสมแซนแทนกัมร้อยละ 0.4 มีคะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกใช้ปลาเชียงสูตรที่เติมคาราจีแนนผสมแซนแทนกัมน้อยที่สุดที่ปริมาณร้อยละ 0.4 เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของพนอจิต (2543) ที่ศึกษาการใช้แคปปาคาราจีแนน โซเดียมอัลจิเนต แซนแทนกัม แคปปาคาราจีแนนร่วมกับแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) และโซเดียมอัลจิเนต ร่วมกับแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ในกุนเชียงไขมันต่ำ พบว่าการใช้สูตรที่ใช้แคปปาคาราจีแนนร่วมกับแซนแทนกัม มีค่าแรงยึดเกาะและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวลดลง และเมื่อนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้แคปปาคาราจีแนนร่วมกับแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1:1 ที่ร้อยละ 0.5 มีความเหมาะสมในการผลิตกุนเชียงไขมันต่ำมากที่สุด



ภาพที่ 1 ปลาเซียงสูตรที่ใช้ส่วนผสมคาราจีแนนและแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ปริมาณร้อยละ 0.4 (0.4CX), 0.6 (0.6CX) และ 0.8 (0.8CX)

ตารางที่ 4 ค่าแรงเฉือนและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ใช้ส่วนผสมคาราจีแนนและแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ในปริมาณต่าง ๆ

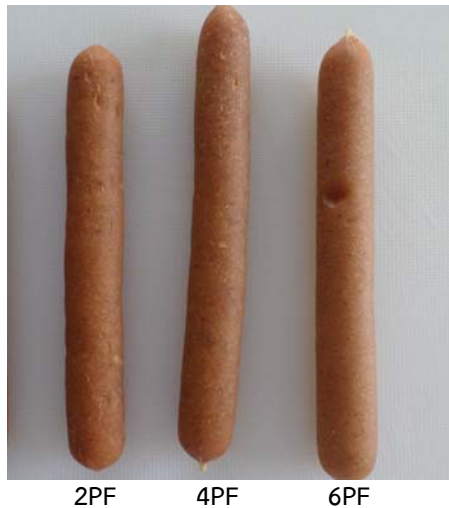
ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละ)	ค่าแรงเฉือน (กรัม)	ความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนน)
คาราจีแนนผสม	0.4	1,337.37±117.90 ^a	7.88±0.49 ^a
แซนแทนกัม	0.6	1,126.09±45.75 ^a	7.82±0.53 ^a
	0.8	1,238.10±45.94 ^a	7.65±0.49 ^a

^a ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2.2.2 ผลของปริมาณแป้งมันฝรั่ง

การใช้แป้งมันฝรั่งเพื่อเป็นสารทดแทนไขมันในปลาเซียงปริมาณร้อยละ 2, 4 และ 6 ดังภาพที่ 2 พบว่า ปลาเซียงก่อนการทอดมีค่าแรงเฉือนลดลง เมื่อปริมาณของแป้งมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ปริมาณแป้งมันฝรั่งร้อยละ 6 มีค่าแรงเฉือนน้อยที่สุดดังตารางที่ 5 อาจเนื่องจากในเม็ดแป้งมันฝรั่งเป็นพันธะอย่างอ่อน มีหมู่ฟอสเฟตสร้างพันธะเอสเทอร์กับคาร์บอนอะตอมตำแหน่งที่ 6 ของกลูโคสในโมเลกุลของอะไมโลเพกทิน ทำให้ส่วนของอะไมโลเพกทินในแป้งมันฝรั่งเป็นสารละลายที่มีไอออน (polyelectrolyte) จึงเกิดการพองตัวอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากแรงผลักทางไฟฟ้า (electrical repulsion) และมีกำลังการพองตัวที่สูงมาก โดยพันธะไฮโดรเจนในเม็ดแป้งมันฝรั่งส่วนหนึ่งจับกับโมเลกุลน้ำได้ดีกว่าการจับกับโมเลกุลของแป้งกันเอง ทำให้ละลายน้ำได้ง่าย เกิดเป็นโครงสร้างของเจลที่ไปขัดขวางการเกิดเจลระหว่างโปรตีนกับแป้ง ทำให้โครงสร้างภายในของปลาเซียงมีการยึดเกาะกันแบบหลวม ๆ (ชนิตา, 2551; Liu *et al.*, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu *et al.* (2008) ศึกษาการใช้แป้งมันฝรั่งตัดแปรทดแทนการใช้ไขมันในไส้กรอกลดไขมัน รายงานการใช้แป้งมันฝรั่งตัดแปรที่ 40 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 4) ให้ค่าความแข็ง (hardness) น้อยกว่าการใช้แป้งมันฝรั่งตัดแปรที่ 20 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 2) และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการขัดขวางการเกิดโครงสร้างของเจลระหว่างโปรตีนกับแป้ง ทำให้เจลมีความอ่อนนุ่มมากขึ้น ส่วนผล

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่งทั้ง 3 ระดับแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่งร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกสูตรปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่งร้อยละ 6 เพื่อศึกษาต่อไป



ภาพที่ 2 ปลาเซียงผสมแป้งมันฝรั่งปริมาณร้อยละ 2 (2PF), 4 (4PF) และ 6 (6PF)

ตารางที่ 5 ค่าแรงเหวี่ยงและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่งในปริมาณต่าง ๆ

ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละ)	ค่าแรงเหวี่ยง (กรัม)	ความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนน)
แป้งมันฝรั่ง	2	1,748.35±52.95 ^a	7.60±0.75 ^a
	4	1,698.05±84.45 ^a	7.65±0.59 ^a
	6	1,470.00±24.00 ^a	7.75±0.55 ^a

^a ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

2.2.3 ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง

โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่เติมในปลาเซียงร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ดังภาพที่ 3 พบว่าปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปลาเซียงก่อนการทอดมีค่าแรงเหวี่ยงลดลง การเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ร้อยละ 0.8 ส่งผลให้ค่าแรงเหวี่ยงน้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ดังตารางที่ 6 อาจเนื่องจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดี ทำให้สามารถยึดเกาะน้ำและน้ำมัน สร้างเจลเป็นโครงสร้างร่างแหห่อหุ้มน้ำ น้ำมัน และของแข็งให้อยู่รวมกันได้ (Elizalde *et al.*, 1996; Akesowan, 2008) ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองมากขึ้น ส่งผลให้ส่วนที่เป็นน้ำมันในเนื้อปลาเซียงถูกห่อหุ้มไว้ และกระจายตัวในส่วนที่เป็นน้ำได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสูตรที่ใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 มีปริมาณน้ำมากที่สุด ดังนั้นเนื้อสัมผัสของปลาเซียงก่อนทอดจึงมีความนุ่มมากที่สุดด้วยเช่นกัน จากงานวิจัยของ Akesowan (2008)

ศึกษาการเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองในไส้กรอกหมูลดไขมันที่ระดับร้อยละ 1, 1.5 และ 2 พบว่า การผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองกับน้ำในอัตราส่วน 1:4 ทำให้ไส้กรอกมีความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองทำหน้าที่จับน้ำ เกิดเป็นโครงสร้างเจล เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไส้กรอกให้ดีขึ้น ส่วนการทดสอบความชอบด้านลักษณะปรากฏของปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 มีคะแนนสูงแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มีค่าแรงเฉือนน้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรนี้เพื่อศึกษาต่อไป



ภาพที่ 3 ปลาเซียงผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองปริมาณร้อยละ 0.4 (0.4SP), 0.6 (0.6SP) และ 0.8 (0.8SP)

ตารางที่ 6 ค่าแรงเฉือนและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองในปริมาณต่าง ๆ

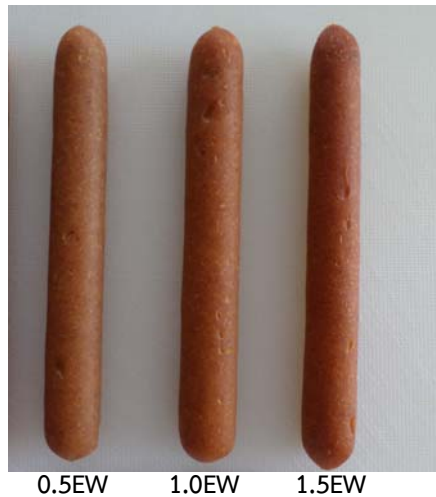
ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละ)	ค่าแรงเฉือน (กรัม)	ความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนน)
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	0.4	1482.23±42.29 ^a	7.67±0.69 ^a
	0.6	1372.37±48.58 ^b	7.61±0.61 ^a
	0.8	1105.24±48.01 ^c	7.72±0.46 ^a

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

2.2.4 ผลของปริมาณไข่ขาวผง

ไข่ขาวผงในอัตราส่วนร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 ถูกใช้เป็นสารทดแทนไขมันในปลาเซียงดังภาพที่ 4 พบว่าไข่ขาวผงทั้ง 3 สูตรมีค่าแรงเฉือนและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 7 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Colmenero *et al.* (1996) ศึกษาการผสมไข่ขาวผงในไส้กรอกโบลน่าปริมาณร้อยละ 0, 1.5 และ 3 พบว่าไส้กรอกผสมไข่ขาวผงมากที่สุดมีค่าแรงเจาะทะลุ (penetration force) สูงที่สุด แต่ไส้กรอกที่ผสมไข่ขาวผงที่ร้อยละ 0 และ 1.5 มีค่าแรง

เจาะทะลุแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นไข่ขาวผงที่เติมลงในปลาเซียงทั้ง 3 ระดับอาจมีปริมาณน้อยเกินกว่าจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่การใส่ไข่ขาวผงในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลต่อความแข็งของปลาเซียง เช่นค่าแรงเฉือนที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณไข่ขาวผงเพิ่มขึ้น (ดังตารางที่ 7) และอาจมีกลิ่นคาวของไข่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Muthia *et al.* (2012) ศึกษาสารปรับปรุงคุณภาพในไส้กรอกเบ็ด 4 สูตร ได้แก่ แป้งมันร้อยละ 4 แป้งสาคูร้อยละ 4 แป้งมันร้อยละ 3 ผสมกับไข่ขาวผงร้อยละ 1 และแป้งสาคูร้อยละ 3 ผสมกับไข่ขาวผงร้อยละ 1 พบว่าค่าความแข็ง (hardness) ของไส้กรอกเบ็ดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ไส้กรอกสูตรที่ผสมไข่ขาวผงมีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรที่ไม่ผสมไข่ขาวผง ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส ความยืดหยุ่น สี ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวมของไส้กรอกเบ็ดที่ผสมไข่ขาวผงมากที่สุด จากงานวิจัยนี้พบว่าปลาเซียงที่ผสมไข่ขาวผงร้อยละ 1.0 มีค่าแรงเฉือนน้อยที่สุดและมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด จึงนำปลาเซียงสูตรนี้ไปศึกษาต่อไป



ภาพที่ 4 ปลาเซียงผสมไข่ขาวผงปริมาณร้อยละ 0.5 (0.5EW), 1.0 (1.0EW) และ 1.5 (1.5EW)

ตารางที่ 7 ค่าแรงเฉือนและคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏที่มีต่อปลาเซียงที่ผสมไข่ขาวผงในปริมาณต่าง ๆ

ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละ)	ค่าแรงเฉือน (กรัม)	ความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนน)
ไข่ขาวผง	0.5	1,372.53±38.82 ^a	7.59±0.80 ^a
	1.0	1,364.31±41.61 ^a	7.65±0.49 ^a
	1.5	1,415.85±34.50 ^a	7.41±0.80 ^a

^a ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

2.3 ผลของสารทดแทนไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมที่มีต่อการประเมินความชอบของปลาเลี้ยง

จากผลการศึกษาในข้อ 2.2 ได้เลือกสูตรปลาเลี้ยงที่เติมสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดที่เหมาะสมที่สุดมาประเมินความชอบ ดังนี้ คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ร้อยละ 0.4 (0.4CX) แป้งมันฝรั่งร้อยละ 6 (6PF) โพรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 (0.8SP) และไข่ขาวผงร้อยละ 1.0 (1.0EW) นำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (CT) จากการทดสอบความชอบของปลาเลี้ยงทั้ง 5 สูตร ดังตารางที่ 8 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏของปลาเลี้ยงก่อนทอดสูตร 0.4CX, 6PF และ 0.8SP ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งทั้ง 3 สูตรมีคะแนนมากกว่าสูตร 1.0EW ในขณะที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านค่าสีของปลาเลี้ยงก่อนทอดสูตร 6PF มากที่สุด ($p\leq 0.05$) แต่ให้คะแนนปลาเลี้ยงสูตร 1.0EW น้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ส่วนความชอบทางด้านกลิ่นพบว่าผู้ทดสอบชอบปลาเลี้ยงหลังทอดสูตร CT, 0.4CX, 6PF และ 0.8SP แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในขณะที่ด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในทุกสูตร เมื่อผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบที่มีต่อปลาเลี้ยงในแต่ละสูตร พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบปลาเลี้ยงสูตร 6PF และ 0.8SP มากที่สุดและแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกปลาเลี้ยงสูตร 6PF และ 0.8SP เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบเฉลี่ยและลำดับความชอบของปลาเลี้ยงที่ผสมสารทดแทนไขมันชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

คุณลักษณะ	ชนิดสารทดแทนไขมัน				
	CT	0.4CX	6PF	0.8SP	1.0EW
ก่อนทอด					
ลักษณะปรากฏ	6.44±1.01 ^{bc}	7.22±0.67 ^a	7.11±1.27 ^{ab}	6.89±0.93 ^{ab}	6.11±1.27 ^c
สี	5.44±0.88 ^c	6.11±1.05 ^b	7.44±1.13 ^a	6.22±1.20 ^b	4.89±0.93 ^c
หลังทอด					
กลิ่น	6.78±0.67 ^{ab}	6.89±0.93 ^a	7.00±1.00 ^a	6.89±0.93 ^a	6.44±1.01 ^b
รสชาติ	6.67±1.00 ^a	6.67±0.71 ^a	6.78±1.09 ^a	6.78±0.83 ^a	6.44±0.88 ^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.00±1.00 ^a	5.89±1.36 ^a	6.67±1.12 ^a	6.67±1.12 ^a	6.56±1.13 ^a
ความชอบโดยรวม	6.33±1.12 ^a	6.11±0.93 ^a	6.89±1.27 ^a	6.67±0.87 ^a	6.11±0.60 ^a
ผลรวมลำดับความชอบ	22 ^b	21 ^b	37 ^a	40 ^a	15 ^b

^{a,b,c} ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

CT คือ ปลาเลี้ยงสูตรควบคุม

0.4CX คือ ปลาเลี้ยงที่ผสมคาราจีแนนและแซนแทนกัม (อัตราส่วน 1:1) ปริมาณร้อยละ 0.4

6PF คือ ปลาเลี้ยงที่ผสมแป้งมันฝรั่ง ปริมาณร้อยละ 6

0.8SP คือ ปลาเลี้ยงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ปริมาณร้อยละ 0.8

1.0EW คือ ปลาเลี้ยงที่ผสมไข่ขาวผง ปริมาณร้อยละ 1.0

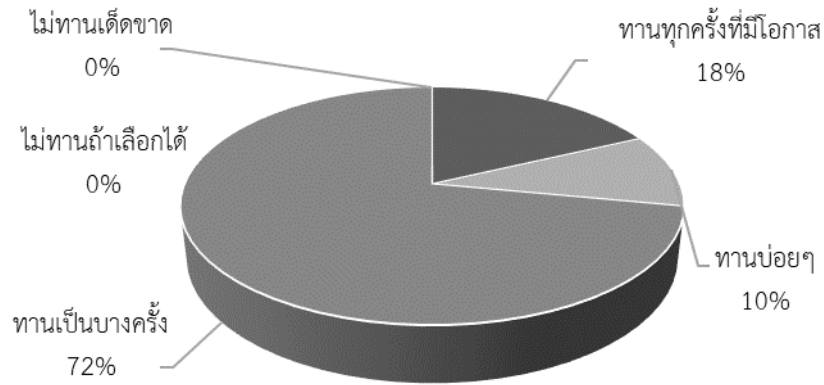
3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อปลาเชียงที่เติมสารทดแทนไขมัน

จากการศึกษาในข้อ 2.3 พบว่า ปลาเชียงที่ผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการชอบมากที่สุดคือ ปลาเชียงสูตรที่ผสมแป้งมันฝรั่งที่ร้อยละ 6 (6PF) และปลาเชียงสูตรที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ร้อยละ 0.8 (0.8SP) ดังนั้นจึงคัดเลือก 2 สูตรนี้มาใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่รับประทานอาหารประเภท กุนเชียง ไก่เชียง หรือปลาเชียงจำนวน 100 คน ดังตารางที่ 9 พบว่า ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 34 และเพศหญิงร้อยละ 66 ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 18-30 ปี จำนวนมากที่สุดคือ ร้อยละ 32 รองลงมาคือช่วงอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 29 ส่วนช่วงอายุ 41-50 ปี มีจำนวนร้อยละ 28 และอายุมากกว่า 50 ปี มีจำนวนร้อยละ 11 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 58 รองลงมาคือระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาโท และสูงกว่าปริญญาโท จำนวนร้อยละ 28, 13 และ 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน

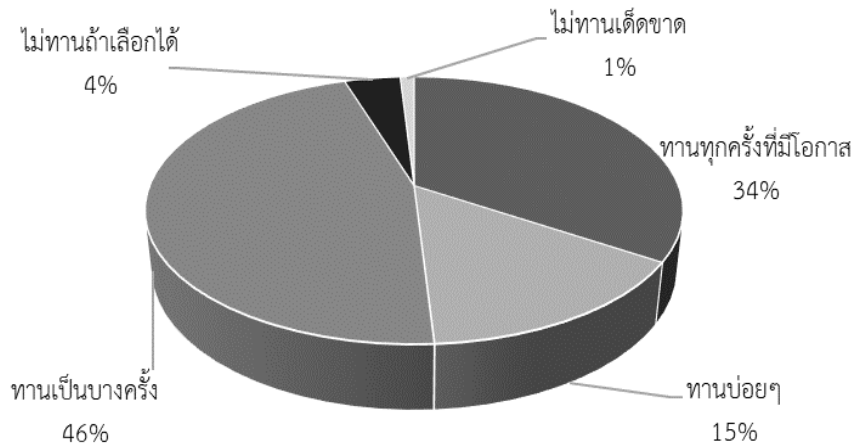
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ : ชาย	34
หญิง	66
อายุ : 18-30 ปี	32
31-40 ปี	29
41-50 ปี	28
มากกว่า 50 ปี	11
ระดับการศึกษา : ต่ำกว่าปริญญาตรี	28
ปริญญาตรี	58
ปริญญาโท	13
สูงกว่าปริญญาโท	1

เมื่อสำรวจทัศนคติของผู้ทดสอบที่มีต่อการรับประทานอาหารประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียง พบว่าส่วนใหญ่รับประทานอาหารประเภทนี้เป็นบางครั้งจำนวนร้อยละ 72 (ภาพที่ 5) รองลงมาคือรับประทานทุกครั้งที่มีโอกาส ร้อยละ 18 และมีกลุ่มผู้ที่เลือกรับประทานบ่อย ๆ ร้อยละ 10 แต่ไม่มีผู้ที่ไม่รับประทานถ้าเลือกได้และไม่รับประทานเด็ดขาด สาเหตุหลักที่ตัดสินใจซื้อปลาเชียงจะพิจารณาจากรสชาติ ลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัส



ภาพที่ 5 ทศนคติของผู้ทดสอบต่อการรับประทานอาหารประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียง

เมื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพดังภาพที่ 6 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพเป็นบางครั้ง (ร้อยละ 46) ในขณะที่กลุ่มที่สนใจรับประทานทุกครั้งที่มีโอกาสและทานบ่อย ๆ มีอยู่ร้อยละ 34 และ 15 ตามลำดับ มีผู้ที่ไม่รับประทานถ้าเลือกได้ ร้อยละ 4 และไม่รับประทานเด็ดขาด ร้อยละ 1 ผู้บริโภคสนใจกลุ่มผลิตภัณฑ์ปลาเชียง ประเภทไขมันต่ำ ไขมันปานกลาง และปลาเชียงผสมน้ำมันพืชแทนไขมันสัตว์มากที่สุด



ภาพที่ 6 ทศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ

ในการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อปลาเชียงสูตร 6PF และ 0.8SP พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของทั้ง 2 สูตรนี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 10 แต่คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของปลาเชียงสูตร 0.8SP มีคะแนนมากกว่า 6PF เมื่อให้ผู้ทดสอบตัดสินใจเลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ผู้ทดสอบส่วนใหญ่เลือกปลาเชียงสูตร 0.8SP มากกว่า 6PF ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 คะแนนความชอบของผู้บริโภคและจำนวนผู้ทดสอบที่ชอบตัวอย่างปลาเซียงหลังทอดที่เติมสารทดแทนไขมัน

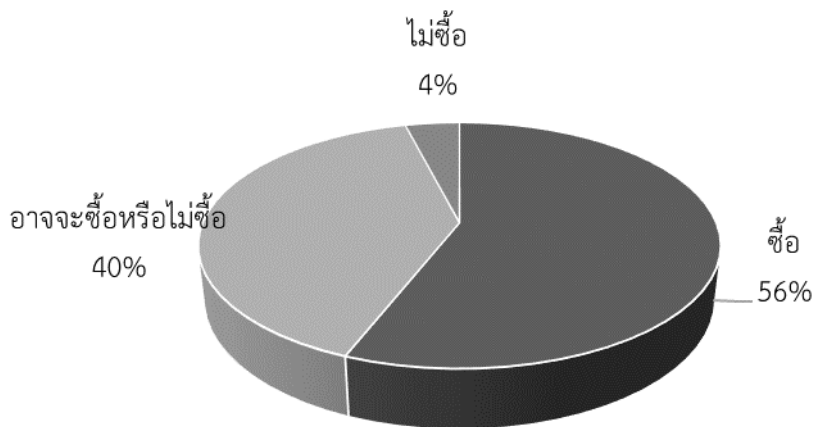
คุณลักษณะของ ปลาเซียงหลังทอด	ชนิดสารทดแทนไขมัน	
	6PF	0.8SP
ลักษณะปรากฏ	6.98±1.16 ^a	7.09±1.08 ^a
สี	7.04±1.18 ^a	7.04±1.16 ^a
รสชาติ	7.05±1.40 ^a	7.05±1.18 ^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.83±1.34 ^a	7.00±1.26 ^a
ความชอบโดยรวม	7.01±1.31 ^a	7.10±1.06 ^a
จำนวนผู้ทดสอบที่ชอบตัวอย่าง (คน)	38 ^b	62 ^a

^{a,b} ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

6PF คือ ปลาเซียงที่ผสมแป้งมันฝรั่ง ปริมาณร้อยละ 6

0.8SP คือ ปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ปริมาณร้อยละ 0.8

เมื่อสอบถามการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาเซียง พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 56 อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ 40 และไม่สนใจที่จะซื้อจำนวนร้อยละ 4 (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาเซียง

4. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาปลาเซียงที่เติมสารทดแทนไขมัน

จากการศึกษาในข้อที่ 3 พบว่า ปลาเซียงสูตร 0.8SP ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ปลาเซียงที่ได้มีลักษณะดังภาพที่ 8 ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่ง ผิวเรียบเนียน เนื้อภายในเนียนสม่ำเสมอ มีสีน้ำตาลแดง โดยมีค่า L^* , a^* และ b^* เป็น 48.21±3.12, 7.34±2.98 และ 22.34±0.57 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าสีของตัวอย่างทางการค้าที่มีค่าเฉลี่ยของ L^* , a^* และ b^* เป็น 49.47±2.62, 6.51±2.55 และ 16.71±6.44 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

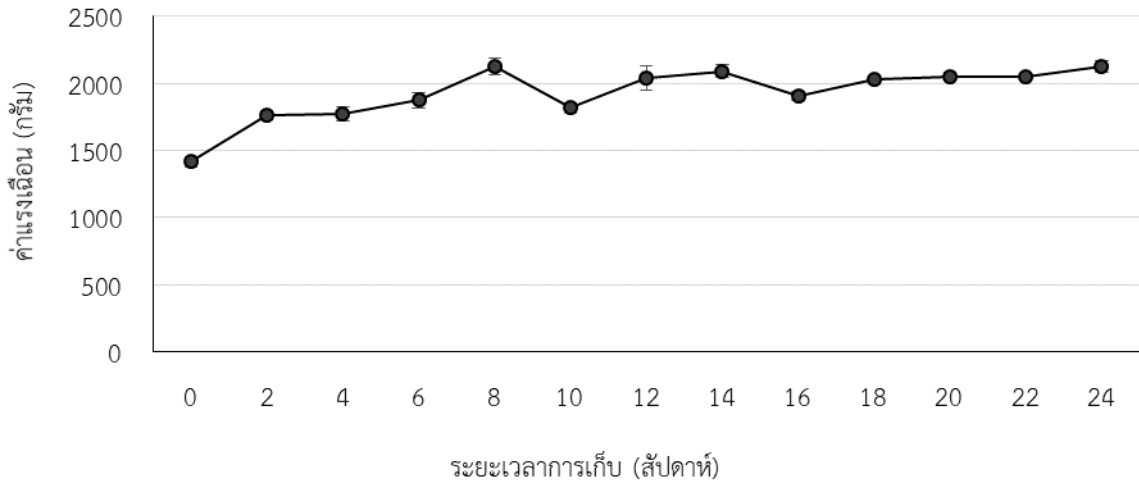


ภาพที่ 8 ปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8

เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของปลาเซียงสูตร 0.8SP พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด ไฟเบอร์ และความชื้น เท่ากับร้อยละ 21.14 ± 0.89 , 15.55 ± 1.90 , 4.24 ± 0.06 , 0.40 ± 0.08 และ 23.09 ± 0.43 ตามลำดับ มีปริมาณคอเลสเตอรอล 54.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ภาคผนวกที่ 6) และไขมันทรานส์ 0.01 กรัมต่อ 100 กรัม (ภาคผนวกที่ 7) มี a_w และ pH เท่ากับ 0.80 ± 0.02 และ 6.61 ± 0.04 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดให้กุ้งเซียงปลาต้องมีค่าโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ไขมันไม่เกินร้อยละ 30 และ a_w ต้องน้อยกว่า 0.86 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) และเมื่อเทียบกับปลาเซียงทางการค้าที่มีค่าเฉลี่ยของค่าโปรตีน ไขมัน และความชื้น เท่ากับร้อยละ 12.96 ± 0.42 , 34.67 ± 4.03 และ 15.98 ± 5.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) พบว่าปลาเซียงสูตร 0.8SP มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาเซียงทางการค้าร้อยละ 38.69 รวมทั้งยังมีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 55.15 อีกด้วย อย่างไรก็ตามปลาเซียงสูตรนี้มีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าปลาเซียงทางการค้า แต่ยังคงมี a_w เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.104/2555)

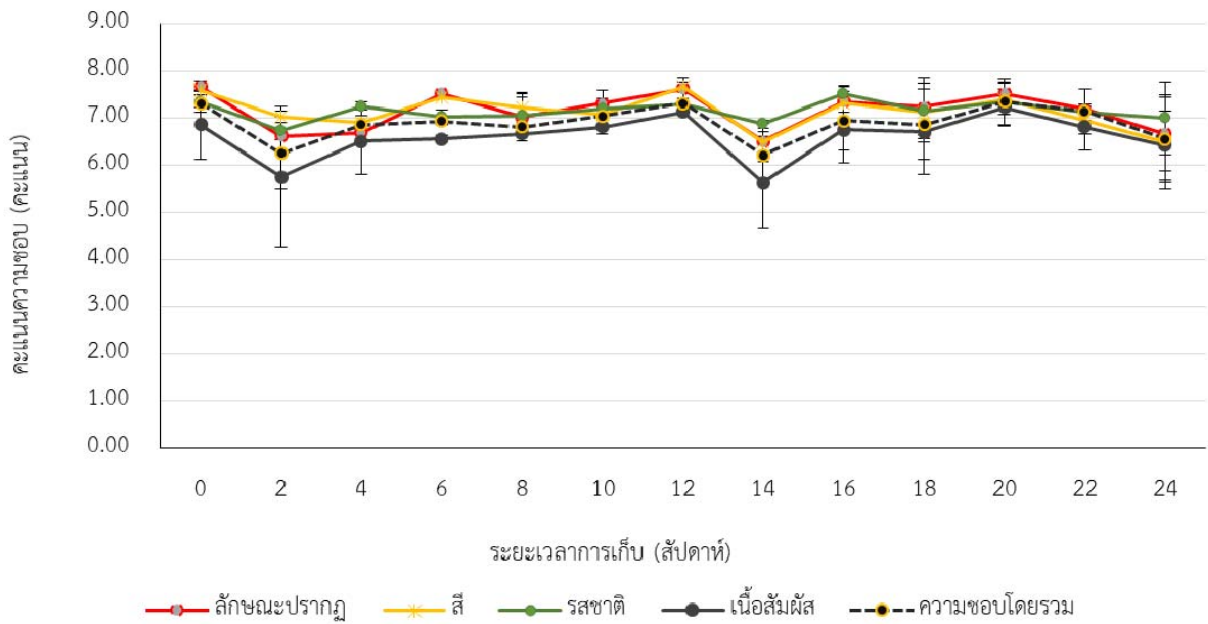
เมื่อนำปลาเซียงสูตร 0.8SP มาศึกษาผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาปลาเซียงมี pH อยู่ในช่วง 6.55-6.81 ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 22.12-24.25 และ a_w อยู่ในช่วง 0.78-0.80 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนและมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นในระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นบรรจุภัณฑ์ชนิด PET และ LLDPE ซึ่ง PET มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้เป็นอย่างดี และ LLDPE สามารถป้องกันความชื้นได้ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์นี้จึงมีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ปลาเซียง (ปูน และสมพร, 2541) ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $<10^1$ - 6.8×10^2 CFU ต่อกรัม เอสเชอริเชีย โคไล และ สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส มีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัม ยีสต์และราอยู่ในช่วง 10-100 CFU ต่อกรัม และตรวจไม่พบแซลโมเนลลา ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกุ้งเซียงปลา (มผช.104/2555) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) การทดสอบค่าแรงเหวี่ยง พบว่าปลาเซียงที่ระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่าแรงเหวี่ยงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 9 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $1,416.08 \pm 36.55$ ถึง $2,127.24 \pm 59.09$ กรัม อาจเนื่องมาจากเมื่อปลาเซียงได้รับความร้อนในระหว่างการอบ ทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพและโครงสร้างของโปรตีนเกิดการหดตัว เกิดช่องว่างและรูพรุนภายในโครงสร้างของปลาเซียง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นโปรตีนที่เสียสภาพบางส่วนจะมีประสิทธิภาพ

ในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ได้ลดลง ทำให้ค่าการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ลดลง เกิดการสูญเสียของเหลวออกมาบางส่วน เนื้อสัมผัสของปลาเซียงจึงแข็งมากขึ้น (Mizrahi, 2010)



ภาพที่ 9 ค่าแรงเหวี่ยงของปลาเซียงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์

ส่วนผลการทดสอบความชอบในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏและด้านสี มีแนวโน้มลดลงดังภาพที่ 10 โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) จาก 7.67 ± 0.12 คะแนน (สัปดาห์ที่ 0) เป็น 6.66 ± 0.77 คะแนน (สัปดาห์ที่ 24) และคะแนนความชอบด้านสีลดลงจาก 7.57 ± 0.01 คะแนน (สัปดาห์ที่ 0) เป็น 6.49 ± 1.01 คะแนน (สัปดาห์ที่ 24) เนื่องจากปลาเซียงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น สีของผลิตภัณฑ์จะมีสีคล้ำขึ้นเล็กน้อยและมีความสว่างลดลง ดังภาพที่ 11 ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีของปลาเซียงจากสัปดาห์ที่ 0 ค่า L^* , a^* และ b^* เป็น 48.21 ± 3.12 , 7.34 ± 2.98 และ 22.34 ± 0.57 ลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 24 เป็น 43.65 ± 2.11 , 4.86 ± 1.75 และ 17.84 ± 2.14 ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏและสีลดลง ส่วนความชอบด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 7.14 ± 0.21 , 6.60 ± 0.46 และ 6.89 ± 0.37 คะแนน ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังให้การยอมรับปลาเซียงในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นการเก็บปลาเซียงที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ ปลาเซียงยังคงมีคุณภาพที่ดีและเหมาะสมต่อการบริโภค



ภาพที่ 10 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อปลาเชิงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของสีปลาเชิงที่ผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 0.8 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์

สรุปผลการทดลอง

1. ปลาเชิงทางการค้าที่สุ่มมา 4 ยี่ห้อ พบว่ามีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าร้อยละ 15 (ร้อยละ 12.57 ± 0.09 ถึง 13.54 ± 0.26) และไขมันมากกว่าร้อยละ 30 (ร้อยละ 30.79 ± 0.48 ถึง 40.04 ± 2.42) ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องกุ้งเชิงปลา (มผช.104/2555) และไขมันส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตเป็นไขมันจากสัตว์

2. การศึกษาผลของสารทดแทนไขมันในปลาเชิง 4 ชนิด ได้แก่ คาราจีแนนผสมแซนแทนกัม แป้งมันฝรั่ง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และไข่ขาวผง พบว่าปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของสารทดแทนไขมันแต่ละชนิด เมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านความนุ่มและความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ คือ ปลาเชิงสูตรคาราจีแนนผสมแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.4 (0.4CX) แป้งมันฝรั่งที่ร้อยละ 6 (6PF) โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ร้อยละ 0.8 (0.8SP) และไข่ขาวผงที่ร้อยละ 1.0 (1.0EW) เมื่อนำทั้ง 4 สูตรมาทดสอบความชอบ พบว่าปลาเชิงสูตร 6PF และ 0.8SP มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด และมากกว่าสูตรควบคุม ($p\leq 0.05$) เมื่อผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบ พบว่าผู้ทดสอบชอบปลาเชิงทั้ง 2 สูตรมากที่สุดเช่นกัน

3. ปลาเชียงสูตร 6PF และ 0.8SP เมื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (paired preference test) พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบปลาเชียงสูตร 0.8SP มากที่สุด

4. ศึกษาการเก็บรักษาปลาเชียงสูตร 0.8SP ในถุงพลาสติกชนิด PET12/LLDPE70 ในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่า pH (6.55-6.81) ความชื้น (ร้อยละ 22.12-24.25) a_w (0.78-0.80) และผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกุ้งแช่เย็นปลา (มพช.104/2555) ส่วนค่าแรงเหวี่ยงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และผู้ทดสอบยังคงให้การยอมรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.66 ± 0.77 , 6.49 ± 1.01 , 7.14 ± 0.21 , 6.60 ± 0.46 และ 6.89 ± 0.37 คะแนนตามลำดับ)

เอกสารอ้างอิง

- กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2558. การแปรรูปสัตว์น้ำ. กรมประมง. 70 หน้า.
- ชนิดา หันสวาสดี. 2551. เคมีของแป้งและแป้งดัดแปร. สำนักพิมพ์คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 179 หน้า.
- ดารณี วัชรอมจิตร. 2544. การลดไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์โดยใช้สารทดแทนไขมันจำพวกคาร์โบไฮเดรต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 101 หน้า.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 244 หน้า.
- นุชนารถ เจริศพรพรรณ. 2550. สมบัติทางเคมีกายภาพของโปรตีนจากปลานวลจันทร์น้ำจืด (*Cirrhina microlepis*). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 94 หน้า.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. บริษัท โรงพิมพ์หิเอง จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 360 หน้า.
- พนอจิต ซองศิริ. 2543. การใช้แคปซูลคาราจีแนน โซเดียมอัลจิเนต และแซนแทนกัมในกุ้งแช่เย็นแช่เย็นต่ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 98 หน้า.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 268 หน้า.
- วราภา มหากาญจนกุล และ ชิดชม อีรางะ. 2552. แนวทางการผลิตอาหารให้ปลอดภัยสำหรับ SMEs: อาหารแห้งและกึ่งแห้ง. หจก.พีริ-วัน, กรุงเทพมหานคร. 42 หน้า.

- ศรภา ฉันทิกุล. 2539. การผลิตกุนเชียงปลาจากปลาอุกอุยเทศและการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 102 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง กุนเชียงปลา (มพช.104/2555). กระทรวงอุตสาหกรรม. 7 หน้า.
- Akesowan, A. 2008. Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausage containing konjac flour. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 4586-4590.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis. 16th edition. Arlington, Virginia, USA.
- Colmenero, F.J., G. Barreto, P. Fernández and J. Carbolla. 1996. Frozen storage of bologna sausages as a function of fat content and of levels of added starch and egg white. *Meat Sci.* 42(3): 325-332.
- Elizalde, B.E., G.B. Bartholomai and A.M.R. Pilosof. 1996. The effect of pH on the relationship between hydrophilic/lipophilic characteristics and emulsification properties of soy proteins. *LWT-Food Sci. and Technol.* 29(4): 334-339.
- Feng, T., R. Ye, H. Zhuang, Z. Rong, Z. Fang, Y. Wang, Z. Gu and Z. Jin. 2013. Physicochemical properties and sensory evaluation of *Mesona Blumes* gum/rice starch mixed gels as fat-substitutes in Chinese Cantonese-style sausage. *Food Res. Int.* 50: 85-93.
- Grundy, S.M. 1986. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.* 314: 745-748.
- Liu, H. Y.L. Xiong, L. Jiang and B. Kong. 2008. Fat reduction in emulsion sausage using an enzyme-modified potato starch. *J. Sci. Food Agric.* 88: 1632-1637.
- Marquez, E.J., E.M. Ahmed, R.L. West and D.D. Johnson. 1989. Emulsion stability and sensory quality of beef frankfurters produced at different fat or peanut oil levels. *J. Food Sci.* 54(4): 867-873.
- Mizrahi, S. 2010. Chemical deterioration and physical instability of food and beverages. In: Skibsted, L.H., J. Risbo and M.L. Andersen (eds.). Woodhead Publishing Limited, Oxford. p. 324-348.
- Mukherjee, S. and A. Mitra. 2009. Health effects of palm oil. *J. Hum. Ecol.* 26(3): 197-203.
- Muthia, D., N. Huda, N. Ismail and A.M. Easa. 2012. The effects of egg white powder addition with tapioca and sago flours on physicochemical and sensory properties of duck sausage. *IFR.* 19(4): 1415-1421.
- Nestle professional. 2 0 1 3 . Fat oil and cholesterol. http://www.nestleprofessional.com/unitedstates/en/Documents/NUTRIPRO/2808_nutripro_3_fat_oil_cholesterol.pdf. Oct 31, 2013.

- Saha, D. and S. Bhattacharya. 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *J. Food Sci. Technol.* 46(6): 587-597.
- Shao, J.H., Y.F. Zou, X.L. Xu, J.Q. Wu and G.H. Zhou. 2011. Evaluation of structural changes in raw and heated meat batters prepared with different lipids using Raman spectroscopy. *Food Res. Int.* 44(9): 2955–2961.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA). 1998. Bacteriological Analytical Manual. 8th edition. Gaithersburg. MD 20877 USA.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 วิธีวิเคราะห์ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้วยค่าแรงเฉือน (shear force) (ดัดแปลงวิธีของ Feng *et al.*, 2013)

เตรียมตัวอย่าง: ตัดตัวอย่างปลาเซียงก่อนทอดหนา 0.5 เซนติเมตร

การตั้งค่าเครื่อง Texture analyser :

- Probe : BLADE SET (HDP/BSW) ประกอบด้วย Warner Bratzler blade, reversible blade, slotted blade insert และ blade holder
- Load cell : 5 kg
- Calibrate Probe : Return distance 40 mm
Contact force 70 g
- Test Mode and Option : Measure force in compression
Return to Start
- Parameters :
Pre-test speed : 2.0 mm/s
Test speed : 2.0 mm/s
Post-test speed : 10.0 mm/s
Distance : 30 mm
- Trigger :
Type : Auto
Force : 20 g
Stop plot at : Final
Auto tare : X
- Break :
Detect : off
- Units :
Force : Grams
Distance : Millimeters
- Run Macro : Max force (g)

ภาคผนวกที่ 2 แบบทดสอบการประเมินความชอบด้วยผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาเชียง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ปลาเชียง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ส่วนที่ 1

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างตามระดับความชอบที่กำหนด

ระดับความชอบ: 9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง
 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
 3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง							หมายเหตุ
ลักษณะปรากฏ								
สี								
กลิ่น								
รสชาติ								
ลักษณะเนื้อสัมผัส								
ความชอบโดยรวม								

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ส่วนที่ 2

คำแนะนำ: กรุณาเรียงลำดับความชอบของตัวอย่างตามที่ท่านรู้สึก โดย ลำดับที่ 4 คือชอบมากที่สุด และลำดับที่ 1 คือชอบน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง

ลำดับความชอบ

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลการเรียงลำดับความชอบ (Preference ranking test) ด้วยวิธีของ Friedman (เพ็ญขวัญ, 2550)

สมมติฐานหลัก (H_0) : ความชอบของตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานรอง (H_a) : ความชอบของตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ดังสมการที่ (1) เปรียบเทียบกับค่า $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ ที่ $\alpha = 0.05$, $df = t-1$

$$\chi^2_{\text{คำนวณ}} = \left\{ \left[\frac{12}{bt(t+1)} \right] \times \sum R_j^2 \right\} - 3b(t+1) \quad (1)$$

โดยที่ $j = 1$ ถึง t

$b =$ จำนวนผู้ทดสอบ

$t =$ จำนวนตัวอย่าง

$R_j =$ ผลรวมลำดับของแต่ละตัวอย่าง

ถ้า $\chi^2_{\text{คำนวณ}} > \chi^2_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ค่าความแตกต่างด้วยวิธี Analog Fisher's LSD_{rank} ดังสมการที่ (2)

$$LSD_{\text{rank}} = t_{(\alpha/2, \text{infinity})} \sqrt{\frac{bt(t+1)}{6}} \quad (2)$$

โดยที่ $t_{(\alpha/2, \text{infinity})} = 1.96$ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$b =$ จำนวนผู้ทดสอบ

$t =$ จำนวนตัวอย่าง

ภาคผนวกที่ 4 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อปลาเชียง

แบบทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อปลาเชียง

วันที่.....ชุดที่.....

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

เพศ : ชาย หญิงอายุ : ต่ำกว่า 18 ปี 18-30 ปี 31-40 ปี 41-50 ปี มากกว่า 50 ปีระดับการศึกษา : ต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี ปริญญาโท สูงกว่าปริญญาโท

ปกติท่านรับประทานอาหารประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียงหรือไม่ :

 ทาน ไม่ทาน

ปกติท่านรับประทานอาหารประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียงบ่อยแค่ไหน :

ทานทุกครั้งที่มีโอกาส ไม่ทานถ้าเลือกได้
 ทานบ่อยๆ ไม่ทานเด็ดขาด
 ทานเป็นบางครั้ง

การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ประเภทกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียงของท่านขึ้นอยู่กับสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) :

ลักษณะปรากฏ (ขนาด, สี, ปริมาณบรรจุ)
 ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์
 ปริมาณไขมัน
 ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม, ความแข็ง, ความแห้ง)
 รสชาติ
 ประโยชน์ต่อสุขภาพ
 อื่นๆ.....

ปกติท่านเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพหรือไม่ (เช่น ใช้น้ำมันพืชแทนไขมันหมู, คอเลสเทอรอลต่ำ):

ทานทุกครั้งที่มีโอกาส ไม่ทานถ้าเลือกได้
 ทานบ่อยๆ ไม่ทานเด็ดขาด
 ทานเป็นบางครั้ง

ถ้าแบ่งประเภทของกุนเชียง ไก่เชียง ปลาเชียง ตามปริมาณไขมัน ท่านสนใจผลิตภัณฑ์แบบใด:

เชียงผสมไขมันสัตว์ เชียงไขมันปานกลาง
 เชียงผสมน้ำมันพืชแทนไขมันสัตว์ เชียงไขมันสูง
 เชียงไขมันต่ำ

ส่วนที่ 2: แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

คำแนะนำ: โปรดให้คะแนนระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ปลาเชียง ที่ท่านกำลังทดสอบชิมโดยให้คะแนนความชอบของแต่ละลักษณะดังนี้

- | | | |
|-------------------|---------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 8 = ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 5 = เฉยๆ | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

หมายเหตุ กรุณาตมน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่าง

คุณภาพผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง		หมายเหตุ
	653	351	
ลักษณะปรากฏ			
สี			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ส่วนที่ 3: แบบทดสอบการเปรียบเทียบคู่ตัวอย่างเพื่อหาความชอบโดยรวม

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอ และเขียนวงกลมล้อมรอบรหัสตัวอย่างที่ท่านชอบมากกว่า (กรุณาตมน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่าง)

653

351

ข้อเสนอแนะ.....

ส่วนที่ 4: แบบทดสอบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค

ท่านคิดว่าถ้าผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีการออกจำหน่าย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคอเลสเทอรอลต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ปลาเชียงทั่วไป ท่านจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ :

- ซื่อ
- อาจจะซื้อ หรือ อาจจะไม่ซื้อ
- ไม่ซื้อ

ภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (Paired preference test) ด้วยวิธีวิเคราะห์ไควสแควร์ (χ^2) (เพ็ญขวัญ, 2550)

สมมติฐานหลัก (H_0) : ความชอบของ 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน

สมมติฐานรอง (H_a) : ความชอบของ 2 ตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย $\chi^2_{\text{คำนวณ}}$ ดังสมการที่ (3) เปรียบเทียบกับค่า $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ ที่ $\alpha = 0.05$, $df = 1$

$$\chi^2_{\text{คำนวณ}} = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad (3)$$

โดยที่ O = จำนวนคำตอบของผู้ทดสอบ

E = คำตอบที่คาดว่าจะตอบถูกหรือผิด = $\frac{1}{2}$ (O)

ถ้า $\chi^2_{\text{คำนวณ}} > \chi^2_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงว่าผู้ประเมินชอบผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

ภาคผนวกที่ 6 ใบรายงานผลการทดสอบปริมาณคอเลสเตอรอลของปลาเชียงสูตร 0.8SP



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4367-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 105147

Central Lab
One Stop & Fair Services

วันที่ออก : 02 สิงหาคม 2559

เลขที่รายงาน : TRBK59/26810

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
รายละเอียดตัวอย่าง	ปลาเชียง / 0.8 ISP
รหัสตัวอย่าง	BK59/15478-004
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ปลาเชียง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 190 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	22 กรกฎาคม 2559
วันที่ทดสอบ	25 กรกฎาคม 2559 - 02 สิงหาคม 2559

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Cholesterol	54.93	mg/100g	-	In-house method TE-CH-143 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003



ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(21/08/51)P1/1

ภาคผนวกที่ 7 ใบรายงานผลการทดสอบปริมาณไขมันทรานส์ของปลาเชียงใหม่สุตร 0.8SP



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jitujok, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 501 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Full Services

วันที่ออก : 17 มกราคม 2560

เลขที่รายงาน : TRBK60/01349

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
รายละเอียดตัวอย่าง	ปลาเชียงใหม่ A0
รหัสตัวอย่าง	BK60/00219-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ปลาเชียงใหม่ ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 300 กรัม. อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	06 มกราคม 2560
วันที่ทดสอบ	09 มกราคม 2560 - 17 มกราคม 2560

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Trans fat	0.01	g/100g	-	In-house method TE-CH-208 based on AOAC (2016) 996.06



อนันต์ผล โดย
(นางสาวอนันต์ ศรีเรือง)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(21/08/51)P1/1