

ผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในขั้นตอนการล้างเนื้อปลาบด
ต่อคุณภาพซูริมิจากปลาตะเพียน

Effect of sodium chloride concentration in washing step of fish mince
on quality of surimi from *Barbonymus gonionotus*

ศศิพร รัตนสุวรรณ* และ วิชญา เพียรเวช

Sasiporn Rattanasuwan and Wichaya Phienvech

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

*Corresponding author: sasiporn@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

ปลาตะเพียน (common silver barb, *Barbonymus gonionotus*) จัดเป็นปลาน้ำจืดที่พบมากและมีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ห้วย หนองและคลอง ประกอบกับพื้นที่ที่ที่อยู่ใกล้แม่น้ำป่าสัก จึงเกิดแนวคิดในการนำเนื้อปลาตะเพียนมาแปรรูปเป็นซูริมิเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ในการล้างเนื้อปลาตะเพียนบดที่ระดับความเข้มข้น 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% ผลการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในการล้างซูริมิสดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความขาวและค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความแข็งแรงและค่าความยืดหยุ่น (ทดสอบโดยการพับ) ของเจลมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเจลซูริมิสดจากปลาตะเพียนด้วยผู้ทดสอบชิม พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยซูริมิสดจากปลาตะเพียนที่เตรียมโดยการล้างน้ำที่ระดับโซเดียมคลอไรด์ 0.3% ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด

คำสำคัญ: การล้าง, ซูริมิสด, ปลาตะเพียน, สารละลายโซเดียมคลอไรด์

Abstract

Barbonymus gonionotus is a freshwater fish which is commonly found in natural ponds including river, creek, swamp and canal. Moreover, Subdistrict Administrative Organization of Tadindam is located in near Pasak river, thus this research is aimed to process the product of fresh surimi from common silver barb for easies applications. The effect of washing with NaCl solution on the surimi production was studied in this research. NaCl solution at levels of 0 (control) 0.1%, 0.2% and 0.3% were investigated. The result was found that the whiteness and water holding capacity of the surimi were increased ($p \leq 0.05$) but the gel strength and resilience (folding test) were decreased ($p \leq 0.05$), with an increasing of NaCl concentration. According to sensory evaluation, panelists preferred fresh surimi from common silver barb by washing with 0.3% NaCl solution.

Keywords: washing, fresh surimi, common silver carb, *Barbonymus gonionotus*, NaCl solution

คำนำ

สืบเนื่องจากการลงพื้นที่และสำรวจกลุ่มชุมชน ตำบลท่าดินดำ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี พบว่าพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ คือ แม่น้ำป่าสักและเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ทำให้มีปริมาณของปลาออกสู่ท้องตลาดเป็นจำนวนมาก เป็นผลให้ปลามีราคาถูกลงและมีวิธีการบริโภคไม่หลากหลาย ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของปลา เช่น ปลาสร้อย ปลาตะเพียน ซึ่งมีก้างในเนื้อขนาดเล็กจำนวนมาก โดยปลาชนิดนี้จะมีมากในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม กลุ่มชุมชนจึงนำมาแปรรูปส่วนใหญ่จะเป็นปลาร้า ปลาต้ม หรือปลาตะเพียนต้มเค็ม กลุ่มชุมชนตำบลท่าดินดำ ต้องการให้ผู้วิจัยช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบที่สามารถหาได้ในกลุ่มชุมชนและใช้กระบวนการแปรรูปอาหารอย่างง่ายที่กลุ่มชุมชนมีเครื่องมืออุปกรณ์อยู่แล้วหรือสามารถซื้อได้ในราคาต้นทุนไม่สูงนัก ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปของซูริมิสดจากปลาตะเพียน

ซูริมิ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างเนื้อปลาบดด้วยน้ำ เพื่อขจัดไขมันและองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ โปรตีนที่ละลายน้ำได้ และการบีบอัดน้ำส่วนเกินออกจากเนื้อปลาบดหลังการล้าง ส่งผลให้ซูริมามีคุณลักษณะที่สำคัญ คือ มีสีขาว ไม่มีกลิ่นคาว และมีความสามารถเกิดเจลที่ดี (Thongruang, 2001) โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการผลิตซูริมิต้องมีการผสมสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีน การแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง หากไม่มีสารดังกล่าวและไม่เก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็งจะเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า ซูริมิสด (Fresh surimi or Raw surimi) (Pipatsattayanuwong, *et al.*, 1995) ซึ่งปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์จากซูริมิหรือเนื้อปลาบดมีมากขึ้นเนื่องจากเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยโปรตีนที่ย่อยง่ายและมีผลดีต่อสุขภาพ ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตซูริมิที่สำคัญของโลก และพันธุ์ปลาที่เป็นวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ปลาทูลายแดง ปลาปากคม ปลาเข็ม ปลาจวด โดยทั่วไปปลาที่นิยมใช้ในการทำซูริมิมากที่สุดคือ Alaska Pollock เนื่องจากเป็นปลาทะเลที่มีไขมันน้อยราคาถูก และมีปริมาณมาก ส่วนในประเทศไทยพบว่ามีการใช้ปลาหลายชนิดเช่น ปลาทูลายแดง ปลาตาหวาน (bigeye snapper) ปลาจวด (croaker) ปลาปากคม ปลาเข็ม ปลาตาโต เป็นต้น (Benjakul, 2006) การผลิตซูริมิมีข้อดีหลายประการ เช่น ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องเตรียมเนื้อปลาทุกวัน ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายและสามารถสำรองวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมในปริมาณมากๆ และเป็นเวลานาน (Miyake *et al.*, 1985; MFRD, 1987; Noitup, 1996)

ในกระบวนการผลิตซูริมิมีปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการเกิดเจลโปรตีนซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความสดของวัตถุดิบ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาวัตถุดิบ (Park and Morrissey, 2000) นอกจากนี้กระบวนการล้างเนื้อปลาบดส่งผลต่อคุณภาพของซูริมิเช่นกัน การล้างเนื้อปลาโดยใช้น้ำเย็นและน้ำเกลือเจือจางเพื่อการกำจัดเลือด เม็ดสี เอนไซม์ และส่วนที่เป็นโปรตีนที่ละลายน้ำออกเหลือไว้แต่โปรตีนส่วนที่มีประสิทธิภาพในการเกิดโครงสร้างที่สำคัญของโปรตีน ได้แก่ ไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดเจล (Suzuki, 1981) Tongcom (1997) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตซูริมิจากปลานิล ได้แก่ เกลือที่ใช้ในน้ำล้างเนื้อปลาบด พบว่า ปริมาณเกลือในน้ำล้างมีผลต่อค่า gel strength โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.4% ให้คุณภาพของ gel strength ที่ดี

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของปลาตะเพียน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูริมิสดจากปลาตะเพียน โดยศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในการล้างเนื้อปลาตะเพียนสด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเนื้อปลาตะเพียนสด

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือ ปลาตะเพียน (*Barbonymus gonionotus*) นำมาจากตำบลท่าดินดำ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ในลักษณะของปลาสดทั้งตัว บรรจุในถังน้ำแข็ง โดยอัตราส่วนของปลาต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:1 ใช้ระยะเวลาในการขนส่งประมาณ 2 ชั่วโมง ควบคุมคุณภาพของปลาโดยกำหนดขนาดของตัวปลา จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด ขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ชูดเนื้อปลาและบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อ (Moulinex DFB341, France)

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทำได้โดยนำศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า โดยวิธี AOAC (2000) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณ และวัดค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อปลาตะเพียนด้วยเครื่อง pH meter (Model UB-10, USA) (Phetploy, 2005)

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสี $L^*a^*b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR -10 Japan) และปริมาณผลผลิตที่ได้ (% yield)

2. ศึกษาความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการล้างซูริมิสดจากปลาตะเพียน

กระบวนการผลิตซูริมิ : ผลิตซูริมิปลาตะเพียน โดยการนำปลาตะเพียนมาตัดหัว ขอดเกล็ด ควักไส้ ชูดเนื้อปลาและบดให้ละเอียด ทำการล้างเนื้อปลา 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ล้างด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (อัตราส่วนเนื้อปลา : น้ำเย็น เท่ากับ 1:4) แยกน้ำออกจากเนื้อปลาบดด้วยผ้าขาวบางและบีบน้ำออกด้วยมือ ล้างครั้งที่ 2 โดยใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ระดับ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% (อัตราส่วนเนื้อปลา : สารละลายโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 1:4) แยกน้ำออกจากเนื้อปลาบดด้วยผ้าขาวบางและบีบน้ำออกด้วยมือ (ดัดแปลงจาก Motohiro, 1981)

จากนั้นนำเนื้อปลาบดมาผลิตเป็นเจลซูริมิสด โดยสับผสมเข้ากับโซเดียมคลอไรด์ 3% ของน้ำหนักเนื้อปลาบด แบ่งโซเดียมคลอไรด์เป็นสองส่วน ครึ่งแรกเติมในช่วงแรกของการผสมและอีกครึ่งหนึ่งเมื่อสับผสมนาน 10 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิในการสับผสมไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส นำมาขึ้นรูปในลักษณะหลอดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร นำมาให้ความร้อนในน้ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ให้เกิดการคงตัวก่อนให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และนำมาลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วในอ่างผสมน้ำแข็ง 10 นาที ได้เจลซูริมิสดจากปลาตะเพียน (ดัดแปลงจาก Khantaphant and Kaewchada, 2013)

วิเคราะห์คุณภาพซูริมิสดจากปลาตะเพียน

1. วัดค่าสี (ความขาว) โดยการตัดเจลซูริมิเป็นชิ้นให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเต็มพื้นที่หน้าตัดของเครื่องวัดสี อ่านผลเป็นค่า $L^* a^* b^*$ และนำมาคำนวณเป็นค่าความขาวจากสูตร (ดัดแปลงจาก Lanier and Lee, 1992)

$$\text{Whiteness} = 100 - [(100 - L^{*2}) + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

2. ความแข็งแรงของเจล (gel strength) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, รุ่น TA.XTplus, Stable Micro Systems, UK) นำเจลซูริมิมาตัดเป็นท่อนยาว 25 มิลลิเมตร ใช้เทคนิค puncture test อัตราเร็วในการกด 60 มิลลิเมตรต่อวินาที ในการวิเคราะห์ให้ใช้หัววัด cylinder probe (P/5S) ทำการวิเคราะห์หัวแปรทางด้านเนื้อสัมผัสดังนี้ แรง (breaking force) เป็นแรงสูงสุดที่ใช้ในการเจาะทะลุตัวอย่างมีหน่วยเป็นกรัม (g) และระยะทาง (deformation) ที่หัววัดเคลื่อนที่จากผิวหน้าจนเจาะทะลุมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) (ดัดแปลงวิธีของจาก Phatcharat, *et. al.*, 2006)

3. ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) (ดัดแปลงจากวิธีของ Murphy *et al.*, 2004) นำตัวอย่างเจลซูริมิใส่กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำมาใส่ในหลอดและเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักกระดาษกรอง

$$\text{WHC} = \frac{\text{น้ำหนักกระดาษกรองหลังเหวี่ยง} - \text{น้ำหนักกระดาษกรองเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

4. วัดการพับ (folding test) (MFRD, 1987) นำเจลซูริมิมาตัดเป็นชิ้นบางๆ ให้มีความหนา 4-5 มม. แล้วทำการทดสอบการพับ โดยใช้เจลซูริมิที่เตรียมไว้ นำมาพับเป็น 2 ส่วน ถ้าไม่มีรอยแตกให้พับต่อไปเป็น 4 ส่วนแล้วให้ระดับชั้นคุณภาพตามเกณฑ์ ดังนี้

ลักษณะของตัวอย่างที่ผ่านการพับ	ระดับชั้นคุณภาพ
1. ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	AA
2. มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	A
3. มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	B
4. มีรอยแตกแต่ไม่แยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	C
5. มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	D

5. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเจลซูริมิทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝน จำนวน 30 คน (เป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร) ด้วยวิธี 9 point- hedonic scale (1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) (Wiryacharee, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัสผังแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเนื้อปลาตะเพียนบด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเนื้อปลาตะเพียน ได้ผลการทดลองดังแสดงใน Table 1 พบว่าปลาตะเพียนมีขนาดของลำตัวขนาดกลาง มีความกว้าง 13.65 และความยาว 29.90 เซนติเมตร เนื้อปลาตะเพียนที่ผ่านการตัดแต่ง แยกก้างและบดแล้วจะเหลือส่วนที่บริโภคได้เพียง 32.74% นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาตะเพียน เท่ากับ 6.25 เนื้อปลาตะเพียนประกอบด้วยไขมัน โปรตีน ไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรต 74.36, 18.91, 3.27, 1.25 และ 0.18% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองมีความสอดคล้องกับคุณค่าทางโภชนาการของปลาตะเพียน 100 กรัม (Bureau of Nutrition, 2001)

เนื้อปลาตะเพียนบดที่ได้มีลักษณะสีค่อนข้างคล้ำเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยนำมาวัดด้วยเครื่องวัดค่าสี จะได้ค่าความสว่างเท่ากับ 52.06 ค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 47.50 และค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 40.90

Table 1 Chemical component and physical properties of *Barbonymus gonionotus* mince

	Value
Yield (%)	32.74 ± 1.68
Chemical component	
Moisture (%)	74.36 ± 0.57
Protein (%)	18.91 ± 0.32
Fat (%)	3.27 ± 0.28
Ash (%)	1.25 ± 0.02
Carbohydrate (%)	0.18 ± 0.01
Physical properties	
Color	
L*	52.06 ± 1.83
a*	47.50 ± 0.96
b*	40.90 ± 1.35

2. ผลการศึกษาความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการล้างซูริมิสดจากปลาตะเพียน

จากการศึกษาความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% ในการล้างซูริมิปลาตะเพียน นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าความขาวและความสามารถในการอุ้มน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความแข็งแรงของเจลมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Table 2

จากผลการทดสอบการพับ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ความเหนียวลดลง (ซูริมิแตกเล็กน้อยเมื่อพับครึ่ง)

Table 2 Whiteness, WHC, gel strength and folding test of surimi washed by different NaCl conditions

NaCl (conc. %)	Whiteness	WHC (%)	Gel strength (g.cm)	Folding test
0	63.54 ^d ± 0.43	42.90 ^d ± 1.68	358.52 ^a ± 30.46	A
0.1	64.70 ^c ± 0.12	47.04 ^c ± 1.77	352.11 ^a ± 28.89	AA
0.2	66.28 ^b ± 0.62	51.53 ^b ± 1.33	288.81 ^b ± 47.25	A
0.3	71.14 ^a ± 1.09	55.27 ^a ± 1.03	279.00 ^b ± 12.54	B

Means within the column followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของเจลซูริมิจากปลาตะเพียนที่ระดับการล้างด้วยโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน แสดงดัง Table 3 พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการล้างเนื้อปลาสดมีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี

Table 3 The sensory evaluation scores of surimi from *Barbonymus gonionotus*

Attribute	NaCl (%)			
	0	0.1	0.2	0.3
Color ^{ns}	7.03 ± 0.76	7.03 ± 0.78	7.06 ± 0.80	7.16 ± 0.74
Odor	5.76 ^b ± 0.62	5.83 ^b ± 0.69	7.00 ^a ± 0.78	7.33 ^a ± 0.92
Texture	7.40 ^a ± 0.62	7.23 ^a ± 0.62	6.00 ^a ± 0.74	5.99 ^b ± 0.66
Overall preference	6.86 ^b ± 0.62	7.06 ^{ab} ± 0.58	6.80 ^{ab} ± 0.55	7.13 ^a ± 0.62

Means within the row followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} means are not significantly different ($p > 0.05$)

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเนื้อปลาตะเพียน พบว่า ปลาตะเพียนจัดอยู่ในกลุ่มปลาที่มีก้างขนาดเล็กแทรกในเนื้อจำนวนมาก เมื่อนำมาตัดหัว ควักไส้ ขอดเกล็ดและแล่ส่วนเนื้อปลาจากจำนวนเนื้อปลาเริ่มต้น 5 กิโลกรัม ได้ส่วนของเนื้อปลาทั้งหมด 1.637 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณผลผลิตที่ได้ (% yield) เท่ากับ 32.74% วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรต

เท่ากับ 74.36, 18.91, 3.27, 1.25 และ 0.18% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองมีความสอดคล้องกับการรายงานของกองโภชนาการที่ระบุว่า ปลาตะเพียน 100 กรัม มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 74.7, 20.4, 3.2, 1.6 และ 0.1 ตามลำดับ (Bureau of Nutrition, 2001) วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.25 เพื่อวิเคราะห์ความสดของปลาตะเพียนที่ใช้ในการทดลอง โดยหลังจากปลาตายจะเกิดการใช้ไกลโคเจน (glycogen) ภายใต้ออกซิเจน (anaerobic condition) เกิดเป็นกรดแลคติกขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อปลาลดลง โดยทั่วไปค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลงต่ำที่สุดประมาณ 6.2 เพราะปริมาณของไกลโคเจนในเนื้อปลามีน้อย จึงทำให้ปริมาณกรดแลคติกมีไม่มากนัก และหลังจากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงหลังจากระยะการเกร็งตัว (postmortem) จะมีการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจน ที่มีคุณสมบัติเป็นเบส ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อปลาเพิ่มขึ้น โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-ด่างขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (Dalgaard *et al.*, 1993) และสอดคล้องกับ Khunsoongnern (2003) ได้ศึกษาคุณภาพความสดของเนื้อปลานิล ทำการวัดดัชนีคุณภาพการเสื่อมเสียของปลานิล โดยในตัวอย่างเนื้อปลานิลสดมีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.54 เมื่อทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง เนื้อปลามีลักษณะปรากฏเน่าเสีย คือ เนื้อสัมผัสนิ่มและ มีกลิ่นเหม็นเน่า สีของเนื้อปลาเปลี่ยนไป มีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเป็น 8.3

จากผลของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในการล้างเนื้อปลาที่ระดับความเข้มข้น 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% วิเคราะห์ค่าความขาว ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าความแข็งแรงของเจลและทดสอบการพับ ดังแสดงใน Table 2 พบว่า เนื้อปลาตะเพียนสดเริ่มต้นมีสีที่คล้ำ (ค่าสี L^* เท่ากับ 52.06) โดยมีสาเหตุจากเม็ดสีไมโอโกลบินที่จับตัวอยู่ในกล้ามเนื้อเนื้อปลา การล้างเนื้อปลาสดจะกำจัดเลือดและรงควัตถุที่ละลายในน้ำ ไขมัน เอนไซม์ โปรตีนที่ละลายน้ำออกจากโปรตีนไมโอไฟบริล (Thongruang, 2001) เมื่อนำเนื้อปลาตะเพียนสดมาผ่านการล้างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ มีผลให้ซูร์มีมีสีขาวขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์สามารถเกิดพันธะไอออน (ionic bond) กับไมโอโกลบินได้ จึงเกิดการชะล้างไมโอโกลบิน (Thummasorn, 1996)

การล้างเจลซูร์มีปลาตะเพียนเป็นขั้นตอนที่สำคัญ นอกจากสามารถกำจัดโปรตีนและองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ออกจากเนื้อปลาสดแล้ว มีผลให้ปริมาณของไมโอไฟบริลเข้มข้นขึ้น และมีความคงตัวมากขึ้น ความแข็งแรงของเจล (gel strength) ก็เพิ่มขึ้น (Suzuki, 1981) แต่การล้างน้ำส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อปลาสด ทำให้กำจัดน้ำทำได้ยากขึ้นจาก Table 3 เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น หมายถึง การที่เจลซูร์มีมีปริมาณความชื้นสูงขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการเกิดเจลลดลงจากการเจือจางปริมาณโปรตีนในระบบของซูร์มี (Thongruang, 2001) ค่าความแข็งแรงของเจลจึงลดลงเมื่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากกระบวนการผลิตซูร์มีปลาตะเพียน ในขั้นตอนการกำจัดน้ำออกโดยใช้มือบีบมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากรณีที่กำลังน้ำออกโดยใช้เครื่องจักรส่งผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น โครงสร้างของเจลก็เก็บน้ำไว้มาก ลักษณะเนื้อสัมผัสของซูร์มีจึงมีลักษณะนิ่ม เป็นผลให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำลงดังแสดงผลใน Table 3

การทดสอบความเหนียวของเจลด้วยวิธีการพับ (folding test) พบว่า ความเหนียวของเจลซูริมิที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในการล้างที่ระดับ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 0.1, 0.2 และ 0.3% คือ A, AA, A และ B ตามลำดับ แสดงว่าความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 0.1% มีผลให้เจลซูริมิมีความเหนียวดีมากและที่ระดับโซเดียมคลอไรด์ 0.3% มีค่าความเหนียวน้อยกว่า โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าความแข็งแรงของเจล เมื่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น โครงสร้างตาข่ายจับกันอย่างหลวมๆ เพราะมีน้ำแทรกอยู่ภายใน เมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธีการพับ จึงเกิดรอยแตกเล็กน้อยเมื่อพับครึ่ง แสดงว่าเจลซูริมิมีความเหนียวปานกลาง

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของซูริมิสดจากปลาตะเพียนที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% ในขั้นตอนการล้างเนื้อปลาตะเพียนสด ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีของซูริมิสดจากปลาตะเพียน ($p>0.05$) ซึ่งผลการทดลองด้านความขาว (Table 2) แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีผลให้เจลซูริมิสดมีค่าความขาวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากซูริมิที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมเพิ่มขึ้น มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำที่สูงขึ้น อาจส่งผลต่อการสะท้อนของแสงให้ตัวอย่างมีความสว่างเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีของผู้ทดสอบชิม

คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของเจลซูริมิสด พบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) เนื่องจากน้ำล้างเนื้อปลาสดที่มีความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์สูงจะมีความสามารถในการชะล้างกลิ่นคาวส่งผลให้เจลซูริมิสดจากปลาตะเพียนได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Mendes และ Nunes (1992) พบว่าการล้างเนื้อปลาสำหรับทำซูริมิด้วยน้ำเกลือจะช่วยกำจัดไขมัน ซาร์โคพลาสมิกโปรตีน (sarcoplasmic protein) สารอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ได้แก่ เลือด สารสี (pigment) และสารประกอบให้กลิ่นออกจากเนื้อปลา

คะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลซูริมิสด พบว่า คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าความแข็งแรงของเจล (Table 2) โดยลักษณะของซูริมิสดจากปลาตะเพียนที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.3% มีลักษณะนิ่ม และ ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสลดลง

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวมของเจลซูริมิสดจากปลาตะเพียน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.3% นั้นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ($p\leq 0.05$) อาจเป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติเจลซูริมิที่ได้มีสีขาวและมีกลิ่นคาวน้อยที่สุด

สรุปผล

จากผลการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า การใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ตัวอย่างควบคุม) 0.1, 0.2 และ 0.3% มีผลให้เจลซูริมิสดมีค่าความขาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับค่าความสามารถอุ้มน้ำที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ในขณะที่

ค่าความแข็งแรงของเจลซูริมีสดมีแนวโน้มลดลง ($p>0.05$) ซึ่งมีการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสไปในทิศทางเดียวกัน และที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.3% ซูริมีสดจากปลาตะเพียนได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- A.O.A.C, 2000. Official Method of Analysis. 15th ed. The Association of Official Chemists, Arlington, Virginia. 1985p.
- Benjakul, S. 2006. Surimi : Science and Technology of minced fish. Odient store publishing. 336p. [In Thai]
- Bureau of Nutrition. 2001. Nutritive values of Thai foods. Nutrition division, Department of Health, Ministry of Public Health. Bangkok.
- Dalgaard, P., Gram, L., and Huss, H.H. 1993. Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmosphere. International Journal of Food Microbiology. 19 (4): 283-294.
- Khantaphant, S. and Kaewchada. A. 2013. Effect of washing cycles and phosphate compound on properties of Tilapia protein gel. The Journal of Applied Science, vol. 12, No. 2: 39-47. [in Thai]
- Khunsoongnern. 2003. Quality change of Tilapia Fillets Stored Under Modified Atmosphere. Master of Science in Food Technology, Department of Food Technology. Suranaree University of Technology. 105 p. [in Thai]
- Lanier, T.C. and C.M. Lee. 1992. Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Mendes R and Nunes ML. 1992. Characterization of sardine (*Sardina pichardus*) protein changes during surimi preparation. In: Quality Assurance in the Fish Industry. Huss HH, Jakobsen M and Liston J, eds. Elsevier Science, London, GB, pp. 63-71.
- MFRD (Marine Fisheries Research Department). 1987. Handbook on processing of frozen surimi and fish jelly products in Southeast Asia. SEAFDEC, Singapore.
- Miyake, Y., Hirasawa, Y., and Miyanabe, M. 1985. Technology of surimi manufacturing. INFOFISH. Inter. 5/85: 29-32.

- Motohiro, T. 1981. General aspect of processing marine food, cited in T. Motohiro., H. Kadota., K. Hashimoto., M. Kayama and T. Tokunaga Jr., eds. Science of Processing Marine Food Products vol. II. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency, Japan.
- Murphy, S.C., D., Gilroy., J.F., Kerry, D.J. Buckley and J.P., Kerry. 2004. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. Meat Science, 66, 689-701p.
- Noitup, P. 1996. Process development and storage of cuttlefish – fish ball. Master of Science (Fishery Products), Major field Fishery Products, Department of Fishery Products. Kasetsart University. 114p. [in Thai]
- Park, J. W. and Morrissey, M. T. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In Surimi and Surimi Seafood. Park, J. W. Marcel Dekker, New York, USA: 1-21.
- Pipatsattayawong, S., Park, J. W., and Morrissey, M. T. 1995. Functional properties and shelf life of fresh surimi from Pacific whiting. Journal of Food Science. 60: 1241-1244.
- Phetploy, J. 2005. Frozen stability of muscle protein from freshwater fish. Master of Science in Technology, Suranaree University of Technology. 79p. [in Thai]
- Phatcharat, S., Benjakul, S., and Visessanguan, W. 2006. Effects of washing with oxidizing agents on the gel-forming ability and physicochemical properties of surimi produced from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). Food Chemistry, 98, 431-439.
- Suzuki, T. 1981. Fish and krill protein processing technology, Applied Science Publisher. London.
- Thongruang, C. 2001. Surimi. Bangkok : Chulalongkorn Publisher University. [in Thai]
- Thummasorn, T. 1996. The preparation and Application of Mechanically Deboned Chicken Surimi in Restructured Beef. Master of Science (Food Science), Major field Food Science, Department of Food Science and Technology. Kasetsart University. 86 p. [in Thai]
- Tongcom, P. 1997. A Study on Qualities of Surimi from *Tilapia nilotica*. Master of Science (Food Science), Faculty of Agro-Industry. King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang. [in Thai]
- Wiryacharee, P. 2002. Sensory Evaluation. Department of Product Development Technology. Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mail. 412 p. [in Thai]