

ผลของชนิดน้ำมันที่มีต่อสมบัติของเจลโปรตีนในลูกชิ้นอิมัลชัน

Effect of Oil Types on Protein Gel Properties in Emulsion Fish Ball

จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร* และ ดวงเดือน วาริระนิช

Jiraporn Runglerdkriangkrai and Duangduen Wareewanich

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* E-mail : ffsjpr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ไขมันปลาแซลมอนประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพอยู่มาก จึงได้นำส่วนท้องปลาผสมในลูกชิ้นปลาอิมัลชัน (EFB) โดยศึกษาเปรียบเทียบกับการใช้ไขมันถั่วเหลือง วิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ของ EFB ที่สภาวะศึกษา a) แป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ 5 และ 10) ร่วมกับน้ำมันถั่วเหลือง (ร้อยละ 3, 5, 10 และ 15) และ b) ไขมันจากท้องปลาแซลมอน (SB) (ร้อยละ 10, 4 และ 3) โดยน้ำหนักของซูริมิ ผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบมากที่สุดกับ EFB ที่เติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 และน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 5 และ 10 โดยปริมาณน้ำมันมากทำให้ มีค่าระยะทางที่เริ่มกดก่อนทะลุ ความแข็งแรงของเจลน้อยกว่า แต่ค่าความแข็ง และความขาวมากกว่า ขณะที่ค่าของแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ ความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำ ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ชนิดของไขมันมีอิทธิพลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของ EFB โดยสามารถเติมไขมันจาก SB ได้เพียงร้อยละ 3 เพื่อให้ได้ EFB ที่มีค่า ความแข็ง ความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัว และ ความสามารถในการอุ้มน้ำใกล้เคียงกับ EFB ที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10

คำสำคัญ : ท้องปลาแซลมอน ลูกชิ้นปลาอิมัลชัน การเกิดเจลโปรตีน สมบัติเชิงหน้าที่

Abstract

Salmon fat contains polyunsaturated fatty acids which are very beneficial to health. Thus, the salmon belly was brought to mix in emulsion fish ball (EFB) comparing with soybean oil addition. Functional properties of EFB were measured from the studied conditions which were a) mixed tapioca flour (5 and 10 %) and soybean oil (3, 5, 10 and 15 %) and b) fat from salmon belly (SB) (10, 4 and 3 %) by the percentage of surimi weight. The consumer was satisfied with EFB added 5% tapioca flour and 5 and 10 % soybean oil. The higher oil amount tended to decrease breaking distance, gel strength but increase hardness and whiteness, whereas, breaking force, springiness, cohesiveness and water holding capacity were not different ($p>0.05$). Lipid type had an influence on the texture of EFB. The SB fat could be added at only 3 % to get the hardness, springiness, cohesiveness and water holding capacity closely to those of EFB with 10 % soybean oil.

Keywords : Salmon belly, Emulsion fish ball, Gelation, Functional properties

1. บทนำ

ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย สามารถบริโภคได้ทุกวัย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ความยืดหยุ่น สี และกลิ่นรส ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทยืดหยุ่น (fish jelly product) โดยที่เนื้อสัมผัสมีความเหนียวและยืดหยุ่นอันเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลง

ของโปรตีนเมื่อได้รับความร้อนเกิดเป็นเจล การเกิดเจลของโปรตีนปลาเริ่มจากการเติมเกลือร้อยละ 2-3 ลงไปในเนื้อปลาสด ไอออนของเกลือที่มีโมเลกุลน้ำล้อมรอบ (hydrated salt ion) ถูกดูดซึมไว้ที่พื้นผิวของโปรตีนไมโอไฟบริล ทำให้เกิดสัมพรรคภาพ (affinity) ระหว่างโปรตีนกับโมเลกุลน้ำมากขึ้น จึงทำให้เกิดเพส (paste) ที่มีความหนืด (Niwa, 1992) จากนั้นเมื่อให้ความร้อนกับเพส โมเลกุลของโปรตีนคลายตัว (unfolding) แล้วเกิดการรวมตัวกันหรือจับกันอย่างช้า ๆ ด้วยพันธะชนิดต่าง ๆ เป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติที่สามารถจับน้ำหรือสารอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำไว้ภายในได้ จะได้เจลที่มีสมบัติเป็นของแข็งที่มีความยืดหยุ่น

ผลิตภัณฑ์อิมัลชันจากเนื้อสัตว์ เช่น แยมไส้กรอก หมูยอ เบอเกอร์ มักเป็นประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีเม็ดไขมันกระจายอยู่ในน้ำ ซึ่งปกติน้ำกับน้ำมันจะไม่รวมตัวกัน จึงต้องมีตัวช่วยในการรวมตัวด้วยสารตั้งผิว (emulsifier) ซึ่งได้แก่โปรตีนไมโอซินที่ละลายอยู่ในเกลือทำหน้าที่หุ้มเม็ดไขมันไว้โดยการหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำของโมเลกุลโปรตีนสัมผัสกับไขมันภายใน และหันส่วนที่ชอบน้ำสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกเกิดอิมัลชันขึ้น ทำให้เกิดการผสมที่คงตัว รวมเป็นเนื้อเดียวกัน การเตรียมอิมัลชันที่ดีทำให้ได้อิมัลชันที่สมบูรณ์ มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีความนุ่มเนื้อ (tenderness) ความชุ่มเนื้อ (juiciness) ความยืดหยุ่น (springiness) ให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และสามารถยืดจับน้ำได้ดี ทำให้การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกลดลง (Ambrosiadis *et al.*, 1996)

ปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน เช่น การให้พลังงานไปปั่นผสม ความแรงของอออน อัตราการเติมน้ำมัน ความเป็นกรดเบส อุณหภูมิความสามารถของโปรตีนในการละลาย คุณภาพของสารตั้งผิว และชนิดของส่วนผสมอื่น ๆ ที่มีอยู่ในระบบ ในการผลิตผลิตภัณฑ์อิมัลชันทางการค้ามักนิยมใช้น้ำมันจากสัตว์ แต่ก็มีการศึกษาการใช้ไขมันพืชทดแทนซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสอาจแตกต่างกันบ้าง

ศุภชัย (2543) ศึกษาการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันโดยใช้เนื้อปลาดุกอุยเทศร้อยละ 40 ซูริมีร้อยละ 60 และไขมันไก่ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ไส้กรอกปลาอิมัลชันจะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด พรหมภา (2545) ศึกษาการผลิตแฮมปลาจากเศษเนื้อปลาแชลมอนและซูริมี โดยร้อยละโดยน้ำหนักขององค์ประกอบในสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด คือ เนื้อปลาแชลมอน 56.3 ซูริมี 20.0 แป้งมันฝรั่ง 5.0 คาร์ราจีแนน 0.5 เกลือ 2.0 น้ำตาล 3.0 น้ำมันพืช 2.5 น้ำเย็น 10.0 พริกไทย 0.5 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.2 ปัญจภรณ์ (2546) พัฒนาการผลิตแฮมจากปลาสาวยในรูปแบบของแฮมอัดที่มีส่วนชิ้นเนื้อปลาผสมกับแบดเตอร์ พบว่า อัตราส่วนเนื้อปลาต่อไขมันในการผลิตแบดเตอร์ที่ให้เสถียรภาพของแบดเตอร์ที่ดี คือ 1:1 และปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตคือไขมันร้อยละ 15 และ แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ของน้ำหนักเนื้อปลา เนื่องจากให้เสถียรภาพของแบดเตอร์และค่าแรงตัดขาดที่ดี จิรวัดน์ และคณะ (2547) รายงานว่า กล้ามเนื้อปลานิลและปลาดุกแอฟริกัน (*Clarias garispinus*) มีความสามารถในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ดีกว่าปลาเย่สกเทศและปลานวลจันทร์ การเพิ่มระดับน้ำมันจาก 15 ถึง 30% ในไส้กรอกปลานิล ปลาเย่สกเทศ และปลานวลจันทร์ มีผลต่อการเพิ่มค่าความสว่าง (L^*) ส่วนค่าแรง ณ จุดแตกหักและแรงเฉือนลดลง แต่จากการทดสอบโดยผู้บริโภค ไส้กรอกปลาดุกแอฟริกัน ไส้กรอกปลานวลจันทร์ และไส้กรอกปลาเย่สกเทศได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

วิธีที่นิยมใช้ในการดัดแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลโปรตีนคือการเติมแป้งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเจล จึงสามารถใช้เนื้อปลาลดลงได้ ในอุตสาหกรรมมักใช้แป้งหลายชนิดรวมกันประมาณร้อยละ 4 - 12 (Park, 2000) การใช้แป้งปริมาณสูงเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์ประะและแตกหักได้ง่าย ในระหว่างการให้ความร้อน แป้งจะดูดซับน้ำจากเนื้อปลาดิบแล้วเกิดเจลาตินในซึ่บางส่วนและจะไปแทรกตามช่องว่างของโครงสร้างโปรตีน มีผลให้โครงสร้างแข็งแรงขึ้น นอกจากนี้แป้งจะทำหน้าที่เป็นสารดูดความชื้น (humectant) และเพิ่มความคงตัวของเนื้อปลาดิบในกระบวนการแช่แข็งและทำละลาย

การผลิตลูกชิ้นปลาส่วนใหญ่ยังไม่มีการเติมไขมันลงไป แต่เนื่องจากน้ำมันจากปลาแชลมอนประกอบด้วยกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในกลุ่มโอเมก้า 3 คือ กรดไขมัน eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูง อีกทั้งยังมีแอสตาแซนทิน (astaxanthin) ที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำท้องปลาแชลมอนที่เป็นแหล่งของน้ำมันปลาผลิตเป็นลูกชิ้นปลาแชลมอน

อิมัลชัน อย่างไรก็ตามชนิดของน้ำมันและปริมาณแป้งอาจมีผลต่อเสถียรภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อิมัลชัน จึงได้ศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมของการใช้แป้งมันสำปะหลัง และน้ำมันถั่วเหลือง ที่เหมาะสม จากนั้นเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมมาเปรียบเทียบกับการใช้ท้องปลาแชลมอนทดแทนน้ำมันถั่วเหลือง โดยวัดสมบัติเชิงหน้าที่ของเจลลูกชิ้นปลาอิมัลชัน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มทางเลือกในการบริโภคให้กับผู้บริโภค และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์อิมัลชันชนิดอื่น เช่น ไส้กรอกปลา ปลาเยลลี่ ต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

ท้องปลาแชลมอน (Trout Harasu) จากบริษัท ไทยยูเนี่ยนฟรอสเซ่นโปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ซูริมิ (เนื้อปลาสด) เกรด SA ผลิตจากปลาทรายแดง (บริษัทแปซิฟิกมารีนฟู้ดโปรดักส์ จำกัด) แป้งมันสำปะหลัง ตราใบหยก และ น้ำมันพืชสกัดจากถั่วเหลือง ตรางุ่น

2.2 วิธีการ

1) การเตรียมเนื้อท้องปลาแชลมอน

นำท้องปลามาล้างน้ำ ตัดครีบ แยกหนังออก และหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18°C เพื่อใช้ในการศึกษาภายใน 6 เดือน สุ่มตัวอย่างท้องปลาไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมัน (AOAC, 2006)

2) การเตรียมลูกชิ้นปลาอิมัลชัน

ซึ่งส่วนผสม ได้แก่ ซูริมิ 100 กรัม เกลือ 2.5 กรัม พริกไทย 0.5 กรัม แป้งมันสำปะหลัง และ น้ำมัน (ตามแผนการศึกษาข้อ 3) ปั่นผสมซูริมิกับเกลือด้วยเครื่องบดสับเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมส่วนผสมที่เหลือ ปั่นผสมอีก 5 นาที พร้อมทั้งปรับความชื้นเป็นร้อยละ 80 ด้วยน้ำแข็งบดละเอียด ควบคุมอุณหภูมิไม่สูงกว่า 10°C นำส่วนผสมที่นวดแล้วส่วนหนึ่งมาปั้นเป็นลูกทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร และอีกส่วนหนึ่งนำไปบรรจุไม่ให้เกิดฟองอากาศในแท่งโลหะปลอดสนิม เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร แล้วห่อด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติก มัดหัวท้ายให้แน่น จากนั้นนำทั้งสองส่วนไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 40°C นาน 30 นาที ตามด้วยที่ 90°C นาน 20 นาที (อุณหภูมิมีความแปรปรวน $+1^{\circ}\text{C}$) ทำให้เย็นทันทีโดยแช่ในน้ำเย็นผสมน้ำแข็งนาน 10 นาที นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ วางให้สะเด็ดน้ำแล้วบรรจุในถุงพลาสติก และเก็บที่ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) แผนการศึกษา

ส่วนที่ 1 ศึกษาผลของแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันพืช โดยแปรปริมาณแป้งมันสำปะหลัง เป็นร้อยละ 5 และ 10 และปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองเป็นร้อยละ 3, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของซูริมิ

ส่วนที่ 2 เนื่องจากท้องปลาประกอบด้วยโปรตีนและน้ำมัน (ท้องปลาที่มีไขมันร้อยละ 24.88 และ ซูริมิ มีโปรตีนร้อยละ 27) จึงศึกษาผลของน้ำมันปลาโดยคำนวณน้ำหนักของท้องปลา และซูริมิที่ต้องใช้เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันปลาเป็นร้อยละ 10 โดยเปรียบเทียบคุณภาพของตัวอย่างที่เตรียมจากวิธีการคำนวณ 2 วิธี ได้แก่

1) สูตรที่มีการปรับสมดุลของปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนให้ได้เท่ากับสูตรต้นแบบ (ส่วนที่ 1) (FPB) ประกอบด้วย ซูริมิ 78.40 กรัม ท้องปลา 40.19 กรัม เกลือ 3.6 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 5.9 กรัม พริกไทย 0.6 กรัม (คำนวณจากเกลือร้อยละ 3 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 พริกไทยร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักรวมซูริมิและท้องปลา) และ น้ำแข็ง

2) สูตรที่มีการปรับสมดุลของปริมาณไขมันเท่ากับสูตรต้นแบบแต่ไม่ได้ปรับปริมาณโปรตีน (FB) ประกอบด้วย ซูริมิ 100 กรัม ท้องปลา 40.19 กรัม เกลือ 3 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 5 กรัม พริกไทย 0.5 กรัม (คำนวณจากเกลือร้อยละ 3 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 พริกไทยร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักซูริมิ) และ น้ำแข็ง

ส่วนที่ 3 ศึกษาผลของน้ำมันปลาร้อยละ 3 และ 4 โดยน้ำหนักของซูริมิ คำนวณปริมาณตามสูตร FB

4) การวัดค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength)

นำเจลออกจากแท่งโลหะปลอดสนิม วัดความแข็งแรงเจลด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System TA-HD, UK) ด้วยหัวเจาะทรงกลมขนาด 5 มิลลิเมตร ความเร็วคงที่ 1.1 มิลลิเมตร/วินาที วัดค่าของแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ (breaking force) (กรัม) และระยะทางที่เข็มกดก่อนทะลุ (breaking distance) (เซนติเมตร) แล้วคำนวณค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) (กรัม.เซนติเมตร) จากแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ คูณด้วย ระยะทางเข็มกดก่อนทะลุ ทำ 5 ซ้ำ

5) การวัด โครงสร้างทางเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis; TPA)

นำเจลออกจากแท่งสเตนเลส วัด TPA ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System TA-HD) ด้วยหัวกดทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร กดไปในตัวอย่างขนาด 25 x 25 มิลลิเมตร² เป็นระยะทางร้อยละ 60 ของความสูงในรูปแบบของการกดสองครั้ง (two bite) ความเร็วคงที่ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที วัดค่าความแข็ง (hardness) ค่าการเกาะตัว (cohesiveness) ความยืดหยุ่น (springiness)

6) การวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity; WHC)

ตัดตัวอย่างเจลให้ได้ขนาดลูกบาศก์ 15 มิลลิเมตร³ นำไปวางระหว่างกระดาษกรองด้านละ 2 แผ่น กดด้วยแรงคงที่ 10 กก./ซม.² 2 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อน (W_1) และหลังการกด (W_2) วัดร้อยละปริมาณความชื้นของตัวอย่าง (M) คำนวณร้อยละของน้ำที่คงอยู่ในตัวอย่างภายหลังการกดตามสูตร (ดัดแปลงจากวิธีของ Motohiro, 1981)

$$WHC (\%) = \frac{(W_1 \times M) - (W_1 - W_2)}{(W_1 \times M)} \times 100$$

7) การวัดการพับ (folding test)

นำเจลมาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ให้มีความหนา 4-5 มิลลิเมตร แล้วทดสอบการพับ ให้คะแนนการพับโดยคะแนน AA เป็นคะแนนสูงสุดคือไม่มีรอยแตกเมื่อพับ 4 ส่วน และคะแนนต่ำสุดคือ D มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน (MFRD, 1987)

8) การวัดความขาว (whiteness)

ตัดตัวอย่างเป็นหนา 5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร นำไปวัดค่า CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CM-3500d, Japan) แล้วนำไปคำนวณค่าความขาวตามสูตร (Lanier, 1992)

$$Whiteness = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{0.5}$$

9) การเรียงลำดับทางประสาทสัมผัส (ranking test)

ผู้ทดสอบทั่วไป 20 คนเรียงลำดับตัวอย่างตามความชอบในแต่ละลักษณะทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ลำดับ 1 คือ ชอบมากที่สุด ลำดับ 8 คือ ชอบน้อยที่สุด

10) การวิเคราะห์ทางสถิติ

กรณีการเรียงลำดับ ทดสอบสมมติฐานด้วย Friedmans's test วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่าง 2 ตัวอย่างด้วย T-test ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

องค์ประกอบทางเคมีของท้องปลาแซลมอนมีความชื้น โปรตีน ไขมัน และ เถ้า เป็นร้อยละ 45.42, 14.52, 24.88 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำท้องปลาไปผสมกับซูริมิเพื่อผลิตลูกชิ้นอิมัลชันนั้น ลักษณะของผลิตภัณฑ์จะได้รับอิทธิพลบางส่วนทั้งจากไขมันและโปรตีนของท้องปลา

ส่วนที่ 1 ผลของแป้งมันสำปะหลังและน้ำมันพืชที่มีต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของเจลลูกชิ้นปลาอิมัลชัน

ผลการเรียงลำดับความชอบของลูกชิ้นปลาอิมัลชัน 8 สูตร (Table 1) พบว่า ลำดับความชอบในลักษณะด้านกลิ่น กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ขณะที่ความชอบรวมมีความแตกต่างกัน ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้ลูกชิ้นที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองและแป้งมันสำปะหลังที่มากขึ้น ผู้ทดสอบมีความชอบในลูกชิ้นน้อยลง ดังนั้นจึงได้คัดเลือก สูตรที่มีลำดับความชอบรวมสูงมา 2 สูตรคือ 1) สูตรที่มีการเติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 และน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 5 (T5%, O5%) และ 2) สูตรที่มีการเติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 และน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 (T5%, O10%) มาผลิตลูกชิ้นปลาอิมัลชันอีกครั้งเพื่อตรวจสอบสมบัติเชิงหน้าที่

เจลลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมน้ำมันร้อยละ 10 มีค่า ระยะทางที่เชื่อมกก่อนทะเล ความแข็งแรงของเจล น้อยกว่า และค่าความแข็ง ความขาว มากกว่าที่เติมน้ำมันร้อยละ 5 ($p\leq 0.05$) (Table 2) แต่ค่าแรงที่ใช้ในการเจาะทะเล ความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีค่าทดสอบการพับเท่ากันคือ AA ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน

Table 1 Preference rank sum of emulsion fish ball at different tapioca flour and soybean oil levels.

Sensory characteristics	Preference rank sum							
	Tapioca flour, Soybean oil (%)							
	5, 3	5, 5	5, 10	5, 15	10, 3	10, 5	10, 10	10, 15
Odour ^{ns}	91	78	75	98	72	94	83	81
Flavour ^{ns}	73	75	72	72	88	109	94	99
Texture ^{ns}	78	85	62	96	93	99	104	104
Overall liking	84 ^{ab}	79 ^{ab}	55 ^a	91 ^{bc}	92 ^{bc}	105 ^{bc}	115 ^c	99 ^{bc}

^{a,b} Different letters in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same row are not significantly different ($p>0.05$).

Table 2 Properties of emulsion fish ball gel with soybean oil at different levels.

Functional properties	Mean \pm SD	
	5% soybean oil	10% soybean oil
	Breaking force (g) ^{ns}	486.37 \pm 15.12
Breaking distance (mm)	14.75 ^a \pm 0.41	12.89 ^b \pm 0.36
Gel strength (g.cm)	717.69 ^a \pm 41.30	538.45 ^b \pm 76.96
Hardness (N)	46.03 ^b \pm 4.10	54.04 ^a \pm 3.80
Springiness ^{ns}	0.931 \pm 0.011	0.923 \pm 0.004
Cohesiveness ^{ns}	0.729 \pm 0.008	0.738 \pm 0.009
Whiteness	69.85 ^b \pm 0.58	72.17 ^a \pm 0.99
Water holding capacity (%) ^{ns}	80.21 \pm 2.81	81.68 \pm 0.90
Folding test	AA	AA

^{a,b} Different letters in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same row are not significantly different ($p>0.05$).

การที่ลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 มีค่าระยะทางที่เชื่อมกตก่อนทะเลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ใช้ไขมันร้อยละ 5 อาจเนื่องจาก การเติมน้ำมันมากเปรียบเสมือนกับเป็นการลดความเข้มข้นของโปรตีนลงจึงส่งผลให้โครงข่ายของเจลโปรตีนมีความแข็งแรงน้อยลง ทำให้ลูกชิ้นปลาที่ได้มีความนิ่มมากขึ้น ขณะที่เจลโปรตีนที่เติมน้ำมันร้อยละ 10 กลับมีค่าความแข็งสูงขึ้น เห็นได้ว่าผลของวิธีทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยวิธีเจาะทะลุ (punch test) และวิธี TPA ให้ผลในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งวิธีทดสอบที่ต่างกันจะอธิบายผลได้แตกต่างกันด้วย โดยวิธีการทดสอบด้วย TPA จะใช้สำหรับการประเมินการยึดเกาะของเจล ขณะที่วิธีเจาะทะลุจะใช้ทดสอบความหนาแน่นและการอัดแน่น (compactness) ของโครงข่ายเจลโปรตีนซึ่งเป็นผลที่เกิดจากระดับการรวมกลุ่มกัน (aggregation) ของโปรตีน (Lee and Chung, 1989) โดยทั่วไปการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยวิธี TPA จะสัมพันธ์กับข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การที่ค่าความขาวเพิ่มขึ้นเมื่อลูกชิ้นปลาที่มีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นเกิดจากอนุภาคเม็ดน้ำมันในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการหักเหของแสงมากขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความยืดหยุ่น การเกาะตัว และความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลโปรตีน

ส่วนที่ 2 ผลของปริมาณท้องปลาที่ปริมาณไขมันร้อยละ 10 ของน้ำหนักชูริมิ ที่มีต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของเจลลูกชิ้นปลาอิมัลชัน

การสร้างเจลโปรตีนในลูกชิ้นปลาอิมัลชันส่วนใหญ่ได้จากชูริมิ ส่วนโปรตีนที่มีในท้องปลาที่นำมาผสมจะสามารถเสริมสมบัติเชิงหน้าที่หรือไม่ ยังไม่ทราบ จึงได้ศึกษาสัดส่วนของปริมาณชูริมิและท้องปลา โดยให้ใช้ไขมันที่มีในท้องปลาทดแทนปริมาณน้ำมันถั่วเหลือง (ร้อยละ 10) โดยปริมาณของท้องปลาและชูริมิคำนวณจากการปรับสมดุลของปริมาณไขมันและโปรตีนให้ได้เท่ากับสูตรต้นแบบ (ใน ส่วนที่ 1) (FPB) และ สูตรที่มีการปรับสมดุลของปริมาณไขมันเท่ากับสูตรต้นแบบแต่ไม่ได้ปรับปริมาณโปรตีน (FB)

สูตร FPB มีค่าแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ ระยะทางที่เชื่อมกตก่อนทะเล ความแข็งแรงของเจล และ ความสามารถในการอุ้มน้ำมากกว่าสูตร FB ($p < 0.05$) (Table 3) ซึ่งลูกชิ้นปลาสูตร FB น่าจะมีค่าดังกล่าวมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสุดท้ายมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใช้เกลือที่ใช้ในการสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์น้อยกว่า ทำให้ความเข้มข้นของไมโอไฟบริลลาร์ซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดเจลโปรตีนน้อยกว่า ส่งผลให้โครงข่ายเจลที่ได้มีความแข็งแรงเจลที่น้อยกว่า แสดงว่าโปรตีนจากส่วนท้องปลาเสริมสภาพดีช่วยเสริมสมบัติการเกิดเจลโปรตีนได้ เมื่อประเมินการยึดเกาะของเจลด้วย TPA พบว่า การปรับปริมาณโปรตีนและไม่ได้ปรับปริมาณโปรตีนให้เท่ากับสูตรต้นแบบไม่มีผลถึงความแตกต่างของค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัว ความขาวและการทดสอบการพับ คือ A (มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน) ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

เป็นที่น่าสังเกตว่าลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมท้องปลาเสริมอนมีค่าสมบัติทางเนื้อสัมผัส (ยกเว้น ความยืดหยุ่น) และความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำมันถั่วเหลืองที่ปริมาณน้ำมันเท่ากัน การเติมน้ำมันมีแนวโน้มทำให้เนื้อสัมผัสของเจลโปรตีนนิ่มลงซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นกับระดับของความอิมิตัวและการกระจาย (dispersion) ของน้ำมัน (Lee and Abdollahi, 1981) กรดไขมันที่ไม่อิมิตัวของน้ำมันปลาเป็นชนิดที่มีจำนวนพันธะคู่มากกว่าที่มีอยู่ในน้ำมันพืช ทำให้มีลักษณะเหลวกว่า ถ้าเติมในลูกชิ้นมากเนื้อสัมผัสจึงนุ่มออกเหลว ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่พึงพอใจ จึงควรลดปริมาณไขมันจากเนื้อท้องปลาเสริมลงเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น

ส่วนที่ 3 ผลของปริมาณท้องปลาที่ปริมาณไขมันร้อยละ 3 และ 4 ของน้ำหนักชูริมิที่มีต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของเจลลูกชิ้นปลาอิมัลชัน

ลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมไขมันจากท้องปลาเสริมอนร้อยละ 3 และ 4 (Table 4) มีค่าแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ ระยะทางที่เชื่อมกตก่อนทะเล ความแข็งแรงของเจล ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น ค่าการเกาะตัว ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการทดสอบการพับคือ AA ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ขณะที่ค่าความขาวของลูกชิ้นที่เติมไขมันร้อยละ 4 มากกว่าที่ร้อยละ 3 ($p < 0.05$) เนื่องจากอนุภาคไขมันจำนวนมาก เกิดการหักเหของแสง ทำให้ลูกชิ้นมีความขาวมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 กับ ที่เติมท้องปลาแซลมอนที่มีน้ำมันร้อยละ 3 เห็นได้ว่า สมบัติที่วัดได้จากวิธี TPA ทั้งสามค่า และ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ ค่าที่ได้จากการเจาะทะลุของลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมท้องปลาแซลมอนยังมีค่าน้อยกว่ามาก โดยค่าความแข็งแรงของเจลลูกชิ้นปลาอิมัลชันที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าเป็น 1.9 เท่าของที่เติมท้องปลาแซลมอน

Table 3 Properties of emulsion fish ball gel with 10 % salmon oil at different formulas.

Functional properties	Mean \pm SD*	
	FPB formula	FB formula
Breaking force (g)	139.36 ^a \pm 12.08	118.76 ^b \pm 5.88
Breaking distance (mm)	8.88 ^a \pm 0.87	7.23 ^b \pm 0.20
Gel strength (g.cm)	123.98 ^a \pm 17.13	85.89 ^b \pm 6.48
Hardness (N) ^{ns}	35.52 \pm 2.29	38.48 \pm 2.33
Springiness ^{ns}	0.923 \pm 0.002	0.924 \pm 0.014
Cohesiveness ^{ns}	0.669 \pm 0.039	0.615 \pm 0.019
Whiteness ^{ns}	72.76 \pm 0.73	72.64 \pm 0.68
Water holding capacity (%)	59.68 ^a \pm 1.53	53.13 ^b \pm 0.66
Folding test	A	A

^{a,b} Different letters in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same row are not significantly different ($p > 0.05$).

* FPB formula calculated from fat and protein balance, FB formula calculated from only fat balance.

Table 4 Properties of emulsion fish ball gel with salmon oil at different concentrations.

Functional properties	Mean \pm SD	
	3 % salmon oil	4 % salmon oil
Breaking force (g) ^{ns}	263.90 \pm 5.56	235.3 \pm 21.99
Breaking distance (mm) ^{ns}	10.56 \pm 0.30	10.56 \pm 0.56
Gel strength (g.cm) ^{ns}	278.88 \pm 13.38	249.47 \pm 36.31
Hardness (N) ^{ns}	48.46 \pm 1.11	46.52 \pm 0.62
Springiness ^{ns}	0.942 \pm 0.008	0.949 \pm 0.015
Cohesiveness ^{ns}	0.723 \pm 0.008	0.721 \pm 0.017
Whiteness	69.73 ^b \pm 0.19	70.34 ^a \pm 0.15
Water holding capacity (%) ^{ns}	71.27 \pm 1.12	70.44 \pm 1.76
Folding test	AA	AA

^{a,b} Different letters in the same row are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means in the same row are not significantly different ($p > 0.05$).

4. สรุป

ผู้ทดสอบชอบลูกชิ้นอิมัลชันที่เติมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 5 ชนิดของไขมันมีอิทธิพลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาอิมัลชัน โดยน้ำมันถั่วเหลืองทำให้ลูกชิ้นปลาอิมัลชันมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าเมื่อใช้ไขมันจากเนื้อท้องปลาแซลมอน ซึ่งทำให้ลูกชิ้นปลาอิมัลชันมีเนื้อไม่เหนียวและนุ่มลง และ ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงตามความเข้มข้นที่ใส่ แต่ไม่มีผลต่อค่าความยืดหยุ่น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล, กนกอร อินทราพิเชฐ, สุเวทย์ นิงสานนท์ และ หนึ่ง เตียอำรุง. 2547. รายงานการวิจัย การพัฒนากระบวนการผลิตลูกชิ้นและไส้กรอกจากปลาน้ำจืด. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ : กรุงเทพฯ
- ปัญญาภรณ์ ทัดพิชญางกูร. 2546. การพัฒนาการผลิตแฮมจากปลาชวาย (*Pangasius sutchi*) และการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรพกา โทณสิน. 2545. การผลิตแฮมปลาจากเศษเนื้อปลาแซลมอน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภชัย จุฑิน. 2543. การผลิตและการเก็บรักษาไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและซูริมิ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ambrosiadis, J., K. P. Vareltsis and S. A. Georgakis. 1996. Physical chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. J. Food Sci. and Tech. 31: 189-194.
- AOAC. 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg : Maryland.
- Lanier, T. C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. In T. C. Lanier and C. M. Lee, eds. *Surimi Technology*. Marcel Dekker, Inc. : New York.
- Lee, C .M. and A. Abdollahi, 1981. Effect of physical properties of plastic fat on structure and material properties of fish protein gel. J. Food Sci. 40: 1755.
- Lee, C. M., and K. H. Chung, 1989. Analysis of surimi gel properties by compression and penetration test. J. Texture Studies 20: 363-377
- MFRD (Marine Fisheries Research Department). 1987. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. SEAFDEC : Singapore
- Motohiro, T. 1981. General aspect of processing marine food. In T. Motohiro., H. Kadota., K. Hashimoto., M. Kayama and T. Tokunaga, eds. *Science of Processing Marine Food Products vol. II*. Kanagawa International Fisheries Training Center. Japan International Cooperation Agency : Japan.

Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation, pp. 389-427. *In* T. C. Lanier and C.M. Lee, eds. **Surimi Technology**. Marcel Dekker, Inc. : New York.

Park, J.W. 2000. Ingredient technology and formulation development, pp. 343-391. *In* J. W. Park, ed. **Surimi and Surimi Seafood**. Marcel Dekker, Inc. : New York.