

การพัฒนาตำรับมาตรฐานปลานวลจันทร์ทะเล (*Chanos chanos*) ต้มซีอิ๊ว

The development of braised milkfish (*Chanos chanos*) in soy sauce standard recipe

โสมาตรมี กล้ากล่อมจิตร¹, มารศรี จันสี¹, พชร พิริยาพร¹, สุธิดา กิจจาวรเสถียร² และ นันทิดา แดงขาว^{1*}

Sommarat Klumklomjit¹, Marasri Jansi¹, Phatchara Phiriyaphorn¹ and Suthida Kitjavorasatien²

and Nantida Dangkhaw^{1*}

Received: 5 July 2024 ; Revised: 15 November 2024 ; Accepted: 8 January 2025

บทคัดย่อ

ปลานวลจันทร์ทะเลอายุต่ำกว่า 8 เดือนจะมีขนาดตัวเล็กและก้างในเนื้อปริมาณมากจึงเป็นข้อจำกัดในการประกอบอาหาร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับมาตรฐานปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วให้มีก้างนุ่ม โดยเก็บข้อมูลเชิงพรรณนาและข้อมูลเคมีกายภาพของปลา การพัฒนาตำรับมาตรฐานใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสวิธี 9-Points Hedonic scale และ just about right (JAR) ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพได้แก่ ค่าความชื้น ค่าสี (L^* , a^* , b^*) และเนื้อสัมผัสแบบ Texture profile analysis (TPA) และประเมินคุณค่าทางโภชนาการตามฉลากโภชนาการไทย พบว่าตำรับมาตรฐานที่พัฒนาได้เนื้อปลาท้มซีอิ๊วมีค่าความชื้นร้อยละ 59.59 มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 38.47 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 6.08 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 14.58 ค่าความแข็ง (Hardness) 110.47 N ค่าความเหนียวเป็นยาง (Gumminess) ความเหนียว (Chewiness) ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกใช้แรงขณะเคี้ยว 50.87 N และ 29.03 N ตามลำดับ ปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วที่พัฒนาขึ้นได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ กลิ่น-รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมคือ 8.7 8.4 8.6 8.3 7.6 และ 8.0 ตามลำดับ และมีคุณค่าทางโภชนาการในขนาดรับประทาน 125 กรัม (ปลา 1 ตัว) ให้พลังงานทั้งหมด 190 กิโลแคลอรี ให้โปรตีนสูง 21 กรัม มีแคลเซียมสูงร้อยละ 50 มีธาตุเหล็กร้อยละ 10 มีข้อควรระวังคือโซเดียมร้อยละ 40 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 37 การวิจัยนี้แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้ปลานวลจันทร์ทะเลที่มีขนาดตัวเล็กมีก้างในเนื้อมากในการประกอบอาหารรายการต้มซีอิ๊ว ที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบมาก มีโภชนาการโดดเด่นด้านโปรตีนและแคลเซียมสูง

คำสำคัญ : ปลานวลจันทร์ทะเล, ตำรับมาตรฐาน, ปลาท้มซีอิ๊ว, ปลาก้างนุ่ม

Abstract

Milkfish specimens under the age of 8 months typically exhibit a smaller size and a significant proportion of bones in their flesh, which presents a challenge in culinary applications. The objective of this research is to develop a standardized recipe for braised milkfish in soy sauce that results in a more tender bone texture. The descriptive data on the physical characteristics of fish were collected. The physicochemical properties of braised milkfish in soy sauce, including moisture content, color value (L^* , a^* , b^*), and Texture Profile Analysis (TPA), were determined. The sensory evaluation was applied to determine the preference of the standard recipes using 9-Point Hedonic scale and a just about right (JAR) scale. Nutritional value was evaluated according to Thai nutrition labeling standards. The results showed that the standard recipe for braised milkfish had a moisture content of 59.59%, and the color values L^* , a^* , and b^* were 38.47, 6.08, and 14.58, respectively. The hardness value was 110.47 N, while gumminess and chewiness, which

¹ สาขาวิชาศิลปะการประกอบอาหาร คณะศิลปการประกอบอาหาร วิทยาลัยดุสิตธานี โทรศัพท์: 02 361 7805

² สาขาวิชาอาหารโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ โทรศัพท์: 02 665 3777

¹ Culinary Arts, Faculty of Culinary Arts, Dusit Thani College Tel. 02 361 7805

² Foods and Nutrition Program, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok. Tel. 02 665 3777

* Corresponding Email: Nantida.da@dtc.ac.th

indicate the texture during chewing, were 50.87 N and 29.03 N, respectively. Sensory liking scores for overall appearance, aroma, taste, flavor, texture, and overall liking were 8.7, 8.4, 8.6, 8.3, 7.6, and 8.0, respectively, on the 9-point hedonic scale. The nutritional values according to the format of Thai nutrition labels showing this recipe (Serving size 125 grams) provided a total energy of 190 Kcal, 21 grams of protein, 50% of calcium, and 10% of iron. However, the recipe showed high sodium (40% of the daily value) and cholesterol (37% of the daily value). This research demonstrated that the potential for using small-sized, bone-rich milkfish to produce a braised milkfish in soy sauce had high sensory preference scores, high in protein and calcium content.

Keywords: Milkfish, *Chanos chanos*, braised milkfish in soy sauce, soft bone fish recipe

บทนำ

ปลานวลจันทร์ทะเลเป็นปลาเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะประเทศฟิลิปปินส์ มีชื่อเรียกตามภาษาตากาล็อกว่า บังกูส (Bungus) มีชื่อภาษาอังกฤษคือ Milkfish ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Chanos chanos* อาศัยในน้ำกร่อยหรือน้ำจืดได้ พบตามชายฝั่งทะเลแถบอบอุ่นทั่วภูมิภาคของโลก มักอยู่รวมกันเป็นฝูง มีรูปร่างกลม (Round Fish) เปรียวาวเกล็ดเล็กละเอียดสีเงินแวววาว ครีบท้องและครีบหลังเล็ก ครีบหางเว้าลึก มีความว่องไว ปราดเปรียว มีขนาดโตเต็มที่ยาวได้ถึง 1.5 เมตร กินปลาที่มีขนาดเล็กกว่า และสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ รวมถึงสาหร่ายทะเลเป็นอาหาร (Freyhof et al., 2019; Bagarinao, 1991) ในประเทศไทยปลานวลจันทร์ทะเลสามารถพบได้ในทะเลแถบจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และพบเล็กน้อยในจังหวัดตราด

ปลานวลจันทร์ทะเลเริ่มมีการเพาะเลี้ยงในโครงการพระราชดำริ และสนับสนุนให้มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทยจากที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงมีพระราชกระแสรับสั่งให้มีการเพาะเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลเชิงพาณิชย์ เนื่องจากใช้เงินทุนเลี้ยงต่ำกว่าการเลี้ยงปลาชนิดอื่นที่กินเนื้อ สามารถเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรค สามารถเลี้ยงโดยให้อาหารทั้งพืชและสัตว์ เช่น ปลาอื่นที่ขนาดเล็กกว่า สาหร่าย ตะไคร่น้ำ แพลงก์ตอน ไรน้ำ ไรข้าว ขี้แดด รวมถึงให้อาหารสำเร็จรูปได้ (นิริวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์, 2553) การที่ปลานวลจันทร์ทะเลกินพืช ไรน้ำ ขี้แดดต่าง ๆ ได้ จึงเป็นปลาที่ช่วยเรื่องระบบนิเวศได้ สามารถเลี้ยงในบ่อที่เล็กเลี้ยงกึ่งแล้ว เพื่อบำบัดน้ำเสียในบ่อ กุ้งให้คืนสภาพดีก่อนเลี้ยงกุ้งรอบใหม่ ซึ่งปลาจะเจริญเติบโตเร็ว เพราะได้รับสารอาหารที่ตกค้างในบ่อกุ้งอย่างสมบูรณ์ จากต้นทุนการเลี้ยงที่ต่ำปัจจุบันยังมีการเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลเพื่อใช้เป็นเหยื่อล่อปลาพันธุ์ต่าง ๆ ในการทำการประมงปลาหน้าด้วย (นิริวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์, 2553) มีรายงานว่าปลานวลจันทร์ทะเลมีรสชาติอร่อย คล้ายปลากะพงขาว และปลาชะบะ และมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเป็นของแหล่งโปรตีน

คุณภาพสูงที่ร่างกายย่อยง่ายกว่าเนื้อสัตว์ประเภทอื่น ๆ เนื้อปลาเมื่อโปรตีนประมาณร้อยละ 22 มีไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเลอิก (โอเมก้า 6) มีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินบีหนึ่ง บีสอง และไนอะซิน (มณีวรรณ วงศ์นอก, 2555) ดังนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 โครงการในพระราชดำริได้เริ่มถ่ายทอดความรู้โดยมีหลักสูตรฝึกอบรมเรื่องการเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเลแก่เกษตรกรชาวประมงให้สามารถสร้างอาชีพ สร้างรายได้ มีการส่งเสริมช่องทางการขายโดยสนับสนุนให้นำปลานวลจันทร์ทะเลเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ ได้เห็น สามารถพบเห็นผนังท้องหรือฟองปลานวลจันทร์ทั่วไปในท้องตลาด โดยเฉพาะในร้านข้าวต้ม และร้านอาหารตามสั่ง นอกจากนี้เนื้อที่แลและทอดก้างออกแล้วยังใช้เนื้อไปทำลูกชิ้น ใช้หนังปลาไปทอดได้ (วัชรวิทย์ คงรัตน์ และอรรณพ คงพันธุ์, 2558) ในประเทศไทยปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดจากปลาชนิดนี้ เช่น ปลานวลจันทร์ทอดก้าง ปลาอัดไส้ ปลาแกงนึ่ง ปลากระป๋อง มีงานวิจัยที่พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เป็นปลาโย เส้นก๋วยเตี๋ยวจากเนื้อปลา ปลาสาม และผลิตภัณฑ์อื่น (นันธิดา แดงขาว และคณะ, 2566; นันธิดา แดงขาว, 2561) ส่วนใหญ่เป็นการแปรรูปโดยใช้ปลาทอดก้าง หรือการลดขนาดของเนื้อปลา แต่ยังต้องการพัฒนาเพื่อนำไปใช้เป็นตำรับอาหารที่สามารถทำได้ง่ายในระดับครัวเรือน ตลอดจนสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ หรือวิสาหกิจชุมชนได้ เพื่อให้สามารถบริโภคได้หลากหลายตลอดจนเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในหมู่ผู้บริโภคเช่นเดียวกับปลาเศรษฐกิจสายพันธุ์อื่น ๆ ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดด้านมีก้างในเนื้อปลามาก จึงต้องใช้ระยะเวลาเลี้ยงนานประมาณ 8 เดือนให้มีขนาดเฉลี่ย 500-600 กรัม/ตัว เพื่อนำปลาไปทอดก้างก่อนมาประกอบอาหาร ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นรายการอาหารจากปลานวลจันทร์ทะเล โดยเลือกการการปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว (Braised Milkfish in Soy Sauce) เพื่อใช้วัตถุดิบเป็นปลานวลจันทร์ทะเลที่มีขนาดเล็กกว่าปกติ ไม่สามารถทอดก้างได้ หรืออาจเป็นปลาที่ใช้เวลาเลี้ยงสั้นลง

เหลือเพียง 4-6 เดือน เพื่อลดขั้นตอนการแปรรูปด้วยการถอดก้างปลา ก่อนนำมารับประทาน จึงพัฒนาเป็นตำรับมาตรฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จากนั้นทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาการยอมรับในผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค และประเมินคุณค่าทางโภชนาการของตำรับอาหาร

การทดลอง

1. การเตรียมปลานวลจันทร์ทะเล และการประกอบอาหารรายการปลาต้มซีอิ๊ว

ใช้ปลานวลจันทร์ที่เลี้ยงในบ่อดินตามวิธีของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี อายุประมาณ 3-4 เดือน น้ำหนักโดยประมาณ 150-200 กรัมต่อตัว ชนส่งโดยบรรจุลงน้ำแข็งไม่เกิน 24 ชั่วโมง ตัดแต่งปลารูปแบบทั้งตัว (Dressed) โดยนำปลามาขูดเกร็ด ตัดครีบ ตัดหัว ควักไส้ ก่อนล้างทำความสะอาด ดัง Figure 1



Figure 1 Milkfish (Dressed)

สูตรเพื่อการประกอบอาหารผู้วิจัยใช้สูตรปลาทุต้มซีอิ๊ว ซึ่งเรียกอีกชื่อว่าปลาทุต้มชาเตี๊ยะที่ผลิตเพื่อการจำหน่ายมาแล้วกว่า 10 ปี เป็นสูตรพื้นฐาน จากนั้นเปลี่ยนวัตถุดิบเป็นปลานวลจันทร์ทะเล ซึ่งสูตรพื้นฐานประกอบไปด้วยปลาที่ตัดแต่งแล้ว ร้อยละ 67.93 สับปะรด (หั่นตามขวางทั้งเปลือก) ร้อยละ 6.79 อ้อย ร้อยละ 4.53 ตะไคร้ ร้อยละ 2.26 รากผักชี ร้อยละ 0.45 กระเทียม ร้อยละ 0.68 พริกไทยขาว ร้อยละ 0.11 ขิงแก่ ร้อยละ 0.68 ใบเตยหอม ร้อยละ 0.68 น้ำตาลปี๊บ ร้อยละ 6.34 น้ำกระเทียมดอง ร้อยละ 2.26 น้ำปลา ร้อยละ 1.81 เกลือ ร้อยละ 0.45 ซีอิ๊วขาว ร้อยละ 1.13 น้ำมันหอย ร้อยละ 1.13 ซีอิ๊วดำ ร้อยละ 0.68 รายการวัตถุดิบสำหรับการตกแต่งได้แก่ พริกชี้ฟ้าแห้งทอด ร้อยละ 1.81 ใบผักชี ร้อยละ 0.07 ขิงแก่ ร้อยละ 0.07 และพริกชี้ฟ้าแดง ร้อยละ 0.11 โดยมีอัตราส่วนของน้ำหนักปลาต่อน้ำหนักน้ำเปล่าวัตถุดิบทั้งหมด 1:1.1 และมีขั้นตอนประกอบอาหาร ดังนี้ (1) ผสมน้ำปรุงต้มปลาใส่หม้อพร้อมกับส่วนผสมทั้งหมด นำไปตั้งไฟพอเดือด (100 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที) แล้วยกลง พักให้เย็น (2) วางสับปะรด อ้อยทุบ ตะไคร้ทุบ กระเทียมบุบ ใบเตย

ลงไปในก้นหม้อหรือภาชนะที่ใช้สำหรับปรุง (3) จัดวางวางปลานวลจันทร์ที่เตรียมไว้ให้เรียบร้อย (4) วางรากผักชี พริกไทย และขิงแก่ลงไป (5) ราดน้ำปรุงต้มปลาลงไปให้น้ำท่วมปริ่มขึ้นปลา แล้วนำไปต้มจนเดือด ตักฟองทิ้งแล้วเคี่ยวไฟอ่อนที่สุด (อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส) โดยการปิดฝาหม้อ เคี่ยวไปเรื่อย ๆ จนกว่าปลาจะสุกจนก้างนุ่มทุกส่วน (ใช้เวลานาน 14-15 ชั่วโมง) ระหว่างเคี่ยวถ้าจำเป็นต้องเติมน้ำลงไป ให้เติมเพิ่มเพื่อรักษาระดับน้ำต้มไว้ โดยควบคุมค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) อยู่ที่ 29 ± 1 °Brix (6) เสิร์ฟปลานวลจันทร์ต้มซีอิ๊ว ตกแต่งด้วยพริกชี้ฟ้าหนุทอด ใบผักชี ขิงแก่ และพริกชี้ฟ้าแดง วิธีการนำเสนอจานอาหาร คือ จัดใส่จานหรือภาชนะบรรจุ 2 ตัว (200 กรัม) ให้น้ำซอสลูกกลี (50 กรัม) แล้วใส่วัตถุดิบสำหรับตกแต่ง

2. การพัฒนาสูตรเพื่อใช้เป็นตำรับมาตรฐาน

การพัฒนามี 3 ขั้นตอน คือ (2.1) การให้ข้อมูลเชิงพรรณนาเนื้อปลานวลจันทร์ทะเลรูปแบบปลาทอดก้างหนึ่ง และให้นิยามคุณลักษณะที่ดีของปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว ด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) ด้านกลิ่น (Odor) รสชาติ (Taste) และเนื้อสัมผัส (Texture) โดยใช้แบบสอบถามกึ่งสัมภาษณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 ท่าน (อาจารย์ที่สอนในศาสตร์การประกอบอาหารอย่างน้อย 3 ชั้นปี และเคยเป็นเชฟที่ประกอบอาหารในครัวโรงแรมขนาดใหญ่ อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไปเช่นกัน)

(2.2) การพัฒนาสูตรเพื่อให้ได้รายการอาหารตามนิยามคุณลักษณะที่ดีในข้อ (2.1) ใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร ในระยะแรกใช้การทดสอบฮิโดนิค 9 ระดับ (9 Points Hedonic scale) สอบถามความชอบ (Meilgaard *et al.*, 2007) และทดสอบด้วยสเกลความพอดี (just about right; JAR) เพื่อการหาทิศทางปรับสูตร โดยเมื่อทดสอบชิม แล้วทำแบบทดสอบ Degree of change scale (DCS) (Pokorny & Davidek, 1986) เช่น ปรับให้เพิ่มขึ้นมาก ปรับให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย พอดี (ไม่ต้องปรับ) ปรับให้ลดลงเล็กน้อย หรือปรับให้ลดลงมาก โดยการแปลผลจากการใช้สเกลความพอดี (JAR) พิจารณาอย่างง่ายจากระดับความพอดีที่ตั้งเกณฑ์ไว้ (Rothman, 2007) หากความพอดีมีความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 70 (Cut-off point) ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะดังกล่าว แต่หากมีค่าไม่ถึงให้พิจารณาค่าขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง (Net effect หรือค่า Net scores) ซึ่งหาได้จากร้อยละของคำตอบที่บอกว่า “เข้มไป” ลบด้วยร้อยละของคำตอบที่บอกว่า “อ่อนไป” หากค่า

Net effect มีความแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 20 ยังไม่ต้องทำการปรับปรุงในคุณลักษณะนั้น ๆ (Rothman & Parker, 2009) แต่หากมีค่าความแตกต่างมากกว่าร้อยละ 20 ให้พิจารณาปรับตามทิศทางที่มีค่ามากกว่า และการพัฒนาสูตรระยะที่ 2 ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ศึกษาปริมาณเกลือ 3 ระดับ คือ 20 กรัม (F1:สูตรพื้นฐาน) 15 กรัม (F2) และ 10 กรัม (F3) และใช้การทดสอบฮิโดนิค 9 ระดับ สอบถามความชอบ และทดสอบด้วยสเกลความพอใจ เพื่อเลือกสูตรที่มีคุณลักษณะดีตามค่านิยม โดยมีคะแนนความชอบสูงสุด และมีค่าความพอใจด้าน กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสมาเป็นตัวรับมาตรฐานของปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว

(2.3) การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (Physicochemical properties) เนื้อปลานวลจันทร์ทะเลโดยนำเนื้อปลาที่ยังไม่ประกอบอาหารรูปแบบปลาทอดก้างแล้วทำให้สุกด้วยวิธีการึ่งในระยะเวลา 15 นาที และเนื้อปลาจากตัวรับมาตรฐานปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วที่พัฒนาได้ มาวิเคราะห์ดังนี้ วัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยเครื่องวัดสี (Color Global: Model Color Quest XE, America) วัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity) ตามวิธีของ AOAC (2005) ด้วยเครื่องวัดวอเตอร์แอคทิวิตี (TH-500, AW sprint novasina, Neuheinstrasse, Switzerland) วัดค่าความชื้นตามวิธีของ AOAC (2005) วัดค่า pH โดยเครื่อง pH meter (FiveEasy Benchtop F20, METTLER TOLEDO, Switzerland) วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (Polyvisc, Visco Basic Plus, Switzerland) โดยใช้หัววัด Spindle No. 61, Speed 200 rpm วัดค่าความหวาน (°Brix) ด้วยเครื่อง Refractometer วัดค่าความเค็ม (%Salinity) ด้วยเครื่อง Salinity Meter และวัดค่าเนื้อสัมผัสแบบ Texture profile analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA-XT Plus texture analyzer (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Surrey, UK) ใช้หัววัด aluminum cylinder P50, Compression 70% of the original weight, Speed 60 mm/min ขนาดชิ้นตัวอย่าง กว้าง×ยาว×สูง ที่ 3×3×1 ซม.)

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในตัวรับมาตรฐาน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยฮิโดนิค 9 ระดับ (9 Points Hedonic test) ให้คะแนนความชอบ (Meilgaard *et al.*, 2007) ด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) ด้านกลิ่น (Odor) ด้านรสชาติ (Taste) กลิ่นรส (Flavor) เนื้อสัมผัส (Texture)

และความชอบโดยรวม (Overall liking) โดยผู้เชี่ยวชาญ (เซฟที่ประกอบอาหารในครัวโรงแรมขนาดใหญ่ตำแหน่งหัวหน้างานขึ้นไปและมีอายุงานอย่างน้อย 5 ปี) จำนวน 10 ท่าน ในกระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์จากปลานวลจันทร์ทะเลผ่านกระบวนการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยรังสิต เลขที่ใบรับรองจริยธรรมในมนุษย์ RSUERB2022-018 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นบุคคลที่มีอายุมากกว่า 18 ปี ซึ่งเคยรู้จักและเคยรับประทานรายการอาหารประเภทปลานวลจันทร์ทะเล/ปลาทะเลมาก่อน ไม่มีประวัติการแพ้ปลา และส่วนผสมในรายการอาหาร ผู้วิจัยได้แจ้งส่วนผสม ข้อมูลที่อาจส่งผลต่อสุขภาพให้ผู้เชี่ยวชาญรับทราบก่อนการทดสอบ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่จัดเป็นอาหารก่อการแพ้ได้ และผู้วิจัยจะยุติการทดสอบทันทีเมื่อผู้เชี่ยวชาญมีอาการเจ็บป่วย หรือมีอาการแพ้จากอาหารดังกล่าว

4. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของตัวรับที่พัฒนาได้

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการตามรูปแบบของฉลากโภชนาการของประเทศไทยของงานวิจัยนี้ทั้งหมดผ่านการวิเคราะห์จากบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) อ้างอิงพื้นฐานตามวิธีการของ AOAC (2019) ทำการประเมินคุณค่าทางโภชนาการจำนวน 15 รายการตามกรอบข้อมูลโภชนาการ เพื่อใช้แสดงเป็นฉลากโภชนาการ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด (Total Calories) พลังงานจากไขมัน (Calories from fat) คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrates in clued dietary fiber) (by different) โปรตีน (Protein) / Total Nitrogen ไขมันทั้งหมด Total fat) ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat) คอเลสเตอรอล (Cholesterol) โยอาหาร (Dietary fiber) น้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) วิตามิน เอ (Vitamin A) วิตามิน บี1 (Vitamin B1) วิตามิน บี2 (Vitamin B2) โซเดียม (Sodium) แคลเซียม (Calcium) และเหล็ก (Iron)

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผู้วิจัยได้กำหนดค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สำหรับคะแนนความชอบของการศึกษาปริมาณเกลือ 3 ระดับ ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลานวลจันทร์ทะเลจากการต้มซีอิ๊วและการึ่งได้วิเคราะห์

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Paired sample t-test กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นตำรับมาตรฐาน

(1.1) ข้อมูลเชิงพรรณนาจากผู้เชี่ยวชาญของเนื้อปลานวลจันทร์ทะเล พบว่าเนื้อปลาดิบมีสีเทาอมชมพู หนึ่ ปลาหนาและเหนียว เมื่อหนึ่งสุกเนื้อปลามีสีค่อนข้างขาว และมีกลิ่นเนื้อดำตามแนวร่องกลางลำตัวหรือร่องข้างเล็กน้อย ผ่นในท้องปลาจะมีสีดำและกลิ่นความมากกว่าตระกูลปลาเนื้อขาว รสชาติเนื้อปลาหวาน มัน เปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อปลาเหนียวแน่น แต่ค่อนข้างหยาบ และร่วนง่าย คล้ายตระกูลปลาทุ่นหรือปลาโอ การทดลองนี้เมื่อนำเนื้อปลามาหนึ่งและทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (Physicochemical properties) พบว่าเนื้อปลาหนึ่งมีค่าความชื้นร้อยละ 70.87 มีค่าความสว่าง L^* เท่ากับ 75.77 ค่าสีแดง a^* เท่ากับ 5.59 และค่าสีเหลือง b^* เท่ากับ 7.59 ปลานวลจันทร์ทะเลมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามธรรมชาติของปลาทะเลผิวหน้า (Pelagic fishes) ที่อาศัยในทะเลตั้งแต่ระดับผิวน้ำลงไปถึงระดับกลางน้ำ เช่นเดียวกับปลาจำพวกปลาทุ่น ปลาอินทรี ปลาโอ ซึ่งปลาที่อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำต้องใช้ชีวิตกับคลื่นและศัตรูอื่น ๆ จึงมีกิจกรรมสูงเคลื่อนไหวตัวหรือว่ายน้ำได้ว่องไวในกล้ามเนื้อจึงมีเม็ดเลือดมีสารประกอบและเอนไซม์ต่าง ๆ ที่สนับสนุนให้มีการเคลื่อนไหวได้เร็ว ซึ่งเลือดและสารประกอบเหล่านั้นจะส่งผลต่อสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสของปลาเช่นกัน (Chaijan *et al.*, 2010)

กรณีที่นำปลานวลจันทร์ทะเลมาประกอบอาหารเป็นรายการต้มซีอิ๊ว ผู้เชี่ยวชาญให้นิยามว่า ควรมีคุณลักษณะที่ดีดังนี้ ปลาเป็นสีน้ำตาลทอง ผิวตึงแน่น ไม่เละ น้ารับประทาน ส่วนของน้ำต้มเป็นสีน้ำตาลดำ ชุ่นได้เล็กน้อยจากส่วนผสม และมีเจลาตินของปลา มีกลิ่นหอมของเครื่องปรุงรส (ซีอิ๊วดำ น้ำตาล และน้ำกระเทียมดอง) รสชาติหวานนำเค็มตาม กลมกล่อม มีรสเปรี้ยวจากสับปะรดเล็กน้อย เนื้อสัมผัสของปลานุ่มและแน่น เคี้ยวง่าย ก้างปลานิ่มจนสามารถเคี้ยวแล้วกลืนได้ทั้งหมด (ดังแสดงใน Figure 2)



Figure 2 Braised milkfish in soy sauce at serving size: 250 g. (Drain wt. 200 g.)

(1.2) การพัฒนาสูตรปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ดีตามค่านิยามจากผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร ในข้อ 1.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วสูตรพื้นฐานดังแสดงใน Table 1 พบว่าได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านกลิ่น ด้านรสชาติหวาน และเปรี้ยว ด้านกลิ่นรส ตั้งแต่ 7.5 คะแนนขึ้นไป และคะแนนความชอบโดยรวมที่ 7.8 แต่ด้านรสชาติเค็มและด้านเนื้อสัมผัสได้คะแนนความชอบที่ 6.5 และ 5.7 ตามลำดับ การทดสอบด้วยสเกลวัดความพอดี (JAR) ในการหาทิศทางเพื่อปรับสูตรได้ข้อมูลดังแสดงใน Table 2 พบว่าปลานวลจันทร์ต้มซีอิ๊วได้ค่าความพอดีจากผู้เชี่ยวชาญในด้านกลิ่น ด้านรสชาติหวาน รสชาติเปรี้ยว ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น ขณะที่รสชาติเค็มและเนื้อสัมผัสมีค่าความพอดีต่ำกว่าร้อยละ 70 และมีค่า Net effect ที่ร้อยละ 40 และ 50 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าร้อยละ 20 ควรต้องปรับปรุงโดยปรับรสชาติเค็มให้น้อยลง ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าปลาต้มซีอิ๊วใช้เวลาเคี้ยว/ตุนนานการมีรสเค็มมากไปจะส่งผลให้กลิ่นรส (Flavor) ของอาหาร มีรสชาติเค็มขึ้นจมูก (Top nose) มากเกินไป และด้านเนื้อสัมผัสต้องการให้ก้างปลาส่วนแกนกลางอ่อนนุ่มและเคี้ยวได้ง่ายขึ้น ดังนั้นแนวทางที่ต้องพัฒนาต่อประเด็นสำคัญคือ ต้องปรับลดรสชาติเค็ม และเพิ่มระยะเวลาในการเคี้ยว

Table 1 Liking score of braised milkfish in soy sauce
(Basic formular)

Attribute	Liking score
Appearance	8.1±0.63
Odor	7.5±0.82
Sweet	7.7±0.82
Salty	6.5±0.78
Sour	7.8±0.76
Flavor	7.5±0.82
Texture	5.7±0.67
Overall liking	7.8±0.84

Data are expressed as mean±SD (n = 10)

Table 2 The result of just about right scale (JAR) of
braised milkfish in soy sauce (Basic formular)

Attribute	just about right scale					Net effect
	Much too light	Too light	Just about right	Too strong	Much too strong	
Odor			90%	10%		
Sweet		10%	70%	20%		
Salty			60%	20%	20%	40
Sour		20%	80%			
Flavor			70%	30%		
Texture			50%	50%		50

การพัฒนาสูตรระยะที่ 2 ได้ใช้ระยะเวลาการต้มและเคี่ยวปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วที่ 15 ชั่วโมง จากสูตรที่ใช้ปลาทุกตัวไป 7 ชั่วโมง (พฤกษา สวาทสุข, 2559) ทั้งนี้ปลานวลจันทร์ทะเลมีก้างแกนลำตัวที่ค่อนข้างแข็งกว่าปลาหมาก ต้องใช้เวลาต้มเคี่ยวนานกว่า จึงจะสามารถทำให้ก้างนิ่มจนรับประทานด้วยการเคี้ยวได้ เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสตั้งแสดงใน Table 3 พบว่าปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วทั้ง 3 สูตรได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ หวาน และเปรี้ยว ด้านกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คะแนนความชอบด้านรสชาติเค็ม และความชอบโดยรวมของสูตร F1 (สูตรพื้นฐาน) ได้คะแนนความชอบที่ 6.8 และ 7.1 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าสูตร F2 และ F3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่คะแนนความชอบด้านรสชาติเค็มและความชอบโดยรวมของสูตร F2 และ F3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p>0.05$) ซึ่งคะแนนความชอบด้านรสชาติเค็มของสูตร F2 และ F3 มีค่า 8.1 และ 8.4 ตามลำดับ และคะแนนความชอบโดยรวมของสูตร F2 และ F3 มีค่า 8.1 และ 8.0 ตามลำดับ

Table 3 Liking score in three formulations of braised
milkfish in soy sauce

Attribute	Liking score		
	F1	F2	F3
Appearance	8.2±0.63 ^a	8.3±0.67 ^a	8.2±0.67 ^a
Odor	7.7±0.82 ^a	7.8±0.63 ^a	7.9±0.56 ^a
Sweet	7.5±1.17 ^a	7.7±0.94 ^a	7.7±0.67 ^a
Salty	6.8±0.78 ^b	8.1±0.73 ^a	8.4±0.52 ^a
Sour	7.6±0.84 ^a	7.7±1.05 ^a	7.7±1.25 ^a
Flavor	7.6±0.84 ^a	7.5±0.84 ^a	7.7±0.93 ^a
Texture	7.8±0.78 ^a	7.8±0.78 ^a	7.9±0.56 ^a
Overall liking	7.1±0.51 ^b	8.1±0.66 ^a	8.0±0.81 ^a

F1 means 20 g of salt; F2 means 15 g of salt; F3 means 10 g of salt. Within a row, the average values with different letters are significantly different ($p<0.05$). The values are expressed as mean±SD (n=10).

Table 4 The result of just about right scale (JAR) in three
formulations of braised milkfish in soy sauce

Attribute	just about right scale					Net effect
	Much too light	Too light	Just about right	Too strong	Much too strong	
Odor	F1		90%	10%		
	F2		90%	10%		
	F3	20%	80%			
Sweet	F1	10%	70%	20%		
	F2	10%	70%	20%		
	F3	10%	70%	20%		
Salty	F1		60%	10%	30%	20
	F2		70%	20%	10%	
	F3	10%	80%	10%		
Sour	F1	20%	80%			
	F2	10%	90%			
	F3		100%			
Flavor	F1		70%	30%		
	F2		80%	20%		
	F3	10%	80%	10%		
Texture	F1		100%			
	F2		90%	10%		
	F3	10%	80%	10%		

F1 means 20 g of salt; F2 means 15 g of salt; F3 means 10 g of salt.

การทดสอบด้วยสเกลวัดความพอดี (JAR) ทั้งสูตร F2 และ F3 มีค่าความพอดีโดยไม่ต้องปรับสูตรครบทุกด้าน (ด้านกลิ่น ด้านรสชาติหวาน เค็ม และเปรี้ยว ด้านกลิ่นรส และเนื้อสัมผัส) ดังแสดงใน Table 4 ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าคะแนนความชอบร่วมกับค่าความพอดี ผู้วิจัยคัดเลือกสูตร F3 ซึ่งมีคะแนนความชอบโดยรวมที่ 8.0 (ระดับชอบมาก) และมีความเค็มน้อยที่สุดเป็นตำรับมาตรฐาน เพื่อลดปริมาณเกลือในการปรุงรสอาหารซึ่งจะส่งผลให้ลดปริมาณโซเดียมในอาหารด้วย

(1.3) ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (Physicochemical properties) จากตำรับมาตรฐานที่พัฒนาได้แยกระหว่างส่วนของเนื้อปลาต้มซีอิ๊ว และส่วนของน้ำต้มซีอิ๊ว (ของเหลว) พบว่าส่วนของเนื้อปลาต้มซีอิ๊วมีค่าความชื้น (Moisture content) ร้อยละ 59.59 น้อยกว่าความชื้นของเนื้อปลาที่หนึ่งสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ด้านค่าสีพบว่าเนื้อปลาต้มซีอิ๊วมีค่าความสว่าง L^* เท่ากับ 38.47 ค่าสีแดง a^* เท่ากับ 6.08 และค่าสีเหลือง b^* เท่ากับ 14.58 เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่หนึ่งสุกมีค่าความสว่าง (L^*) น้อยกว่า ในขณะที่มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสปลาต้มซีอิ๊วมีค่าที่บ่งบอกความแข็ง (Hardness) เท่ากับ 110.47 N ค่าการยืดเกาะ (Cohesiveness) และค่าการยึดติด (Adhesiveness) เท่ากับ 0.41 และ 1.37 ตามลำดับ ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เท่ากับ 0.58 ค่าความเหนียวเป็นยาง (Gumminess) และความเหนียว (Chewiness) เท่ากับ 50.87 และ 29.03 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่หนึ่งสุกแล้วจะมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จึงบ่งชี้ถึงการใช้แรงในการเคี้ยวที่มากกว่าโดยเฉพาะค่าที่บ่งบอกความแข็ง (Hardness) ของชิ้นเนื้อปลาดังแสดงใน Table 5

ปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วส่วนที่เป็นของเหลวแสดงค่าสีที่มีค่าความสว่าง L^* เท่ากับ 21.83 ค่าสีแดง a^* เท่ากับ 1.16 และค่าสีเหลือง b^* เท่ากับ 0.79 มีค่าความหนืด เท่ากับ 6.90 cP ค่า pH เท่ากับ 5.01 ค่าความเค็มร้อยละ 25.8 และค่าความหวาน 29.0 °Brix ดังแสดงใน Table 6

Table 5 Physicochemical properties of braised milkfish and steam milkfish

Characteristics	Braised Milkfish in soy sauce	Steamed Milkfish
Moisture content (%)	59.59±0.61 ^b	70.87±0.59 ^a
Color		
L^*	38.47±2.32 ^b	75.77±1.51 ^a
a^*	6.08±0.45 ^a	5.59±0.54 ^b
b^*	14.58±1.91 ^a	7.59±0.29 ^b
Texture profiles		
Hardness (N)	110.47±8.07 ^a	75.02±0.95 ^b
Adhesiveness (N.sec)	1.37±0.14 ^a	0.03±0.00 ^b
Cohesiveness	0.41±0.02 ^a	0.19±0.01 ^b
Springiness	0.58±0.04 ^a	0.46±0.01 ^b
Gumminess (N)	50.87±2.36 ^a	17.87±0.49 ^b
Chewiness (N)	29.03±2.74 ^a	9.20±0.68 ^b
Resilience	0.15±0.02 ^a	0.07±0.01 ^b

Data are expressed as mean±SD. (n = 6 for moisture content; n = 8 for color; n = 8 for texture profiles), Values with the different superscripts in each row are significantly different ($p<0.05$).

Table 6 Physicochemical properties of soy sauce

Characteristics	Soy Sauce
Color	
L^*	21.83±0.02
a^*	1.16±0.03
b^*	0.79±0.03
Viscosity, cP	6.90±0.21
pH	5.01±0.02
Salinity, %	25.8±0.82
°Brix	29.0±0.45

Data are expressed as mean±SD (n =15 for color; n =5 for viscosity)

ในการทดลองนี้พบว่าเมื่อใช้ความร้อนต้มปลาให้เดือด 100 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการเคี้ยวปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วต่อไปด้วยไฟอ่อนที่อุณหภูมิโดยรวมไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 15 ชั่วโมง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับปลา

ที่ใช้ความร้อนด้วยการนึ่งให้สุกภายใน 15 นาที โดยปลาจะเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำทำให้มีความชื้นในเนื้อปลาลดลง ทำให้มีค่า Hardness สูงขึ้น สาเหตุเกิดจากในระหว่างการประกอบอาหารให้สุกด้วยการต้มและเคี่ยวเป็นการใช้ความร้อนในระยะเวลาอันยาวนานจะทำให้พันธะไฮโดรเจนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย ดังนั้นโปรตีนในเนื้อปลาจะเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติด้วยความร้อน (Thermal denaturation) เนื่องจากโปรตีนไมโอซิน (Myosin) ในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibril) ของปลาเกิดการคลายตัว และตกตะกอนทำให้เนื้อไม่มีสีและเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนไปแบบผันกลับไม่ได้ (Irreversible) หากการหุงต้มใช้อุณหภูมิสูงมากจะยิ่งทำลายโครงสร้างโปรตีนให้เสียหายได้มาก เมื่อโปรตีนถูกทำลายด้วยความร้อนจนเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจะสูญเสียคุณสมบัติการอุ้มน้ำ และจับตัวกันเหนียวแน่นมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อสัมผัสแข็งหรือเหนียวมากขึ้น เช่นเดียวกับรายงานของ Zhang *et al.* (2021) พบว่าอุณหภูมิส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของปลาอย่างเห็นได้ชัด โดยส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี เนื้อสัมผัส และส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการด้วย โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นตั้งแต่ 40 องศาเซลเซียสสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนไมโอซิน (Myosin) และคอลลาเจน (Collagen) ได้ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นตั้งแต่ 72 องศาเซลเซียส จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีนแอคติน (Actin) ได้ ด้านค่าสีของปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วทั้งส่วนของเนื้อปลาและส่วนของเหลว มีค่าความสว่าง (L^*) น้อยมากเกิดจากโปรตีนที่ตกตะกอนด้วยความร้อน ด้านค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าสูงจากส่วนผสมทั้งสีของซีอิ๊วดำและน้ำตาลที่ถูกเคี่ยวด้วยความร้อน เมื่อใช้เวลานานขึ้นส่วนผสมของน้ำตาลถูกดูดซึมเข้าเนื้อปลามากขึ้นสีจะเข้มขึ้น ร่วมกับปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดขึ้นระหว่างการลดอะมิโน (Amino acid) และน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ในเนื้อปลา (พฤกษา สวาทสุข, 2559; Bindu *et al.*, 2007)

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามมาตรฐานปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว

ปลานวลจันทร์ต้มซีอิ๊วได้คะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบมากที่สุด 8.0 เช่นเดียวกับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏโดยรวม กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส ขณะเคี้ยวและกลิ่นที่ระดับชอบมากที่สุด (8 คะแนนขึ้นไป) ในขณะที่ด้านเนื้อสัมผัสได้รับคะแนนระดับชอบปานกลางที่ 7.6 ดังแสดงใน Table 7 ทั้งนี้ผู้ทดสอบชิมให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าเนื้อปลาค่อนข้างเหนียวมากจึงต้องใช้แรงเคี้ยว และก้างแกนลำตัวของปลานวลจันทร์ทะเลค่อนข้างแข็งแต่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เพราะเนื้อปลามีรสชาติดี สอดคล้องกับค่า Hardness ของเนื้อปลาดมซีอิ๊วที่สูงถึง 110.47 N ต่างจากปลาทุ้มเค็มหรือต้มซีอิ๊วที่ต้มนาน 7 ชั่วโมง มีค่า Hardness เท่ากับ 1.54 N (156.53 gram force) (พฤกษา สวาทสุข, 2559) อย่างไรก็ตามคุณลักษณะทางเคมีกายภาพของปลานวลจันทร์ทะเลที่มีความเหนียวโดยเฉพาะค่า Hardness และค่า Gumminess และมีหนังปลาที่หนาและเหนียว เป็นปัจจัยสนับสนุนในการนำไปประกอบอาหารประเภทเคี้ยวตุ๋นได้ดี การมีหนังปลาหนาและเหนียวจะช่วยพยุงรูปร่างชิ้นอาหารไม่ให้เปื่อยยุ่ยได้ง่าย อีกทั้งหนังปลาจะมีโปรตีนคอลลาเจน (Chansomboon & Chankajornkul, 2023) และจะถูกเปลี่ยนเป็นเจลาตินเมื่อใช้เวลานานจะสนับสนุนให้ลดความกระด้างของเนื้อสัมผัสขณะเคี้ยวได้ดี ดังนั้นเมื่อประกอบอาหารรายการปลานวลจันทร์ต้มซีอิ๊วตามตำรับมาตรฐานที่พัฒนาได้ จึงได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ดีเป็นที่ยอมรับ

Table 7 Liking score of braised milkfish in soy sauce.

Characteristics	Liking score
Appearance	8.7±0.66
Odor	8.4±0.88
taste	8.6±0.55
Flavor	8.3±0.70
Texture	7.6±0.70
Overall liking	8.0±0.78

Data are expressed as mean±SD (n = 10)

3. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของ ผลิตภัณฑ์แต่ละตำรับที่พัฒนาได้ ตามรูปแบบของฉลาก โภชนาการไทย

ผลการประเมินคุณค่าทางโภชนาการ รายงานปริมาณสารอาหารใน 100 กรัม ดังแสดงใน Table 8 พบว่าปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วให้พลังงานทั้งหมดเพียง 144.70 กิโลแคลอรี ให้โปรตีนสูงถึง 16.45 กรัม ไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำ มีแร่ธาตุเหล็ก 1.10 มิลลิกรัม และแคลเซียมสูงถึง 309.95 มิลลิกรัม แต่มีข้อควรระวังเรื่องโซเดียมที่อยู่ 644.81 มิลลิกรัม ทั้งนี้เมื่อปริมาณเสิร์ฟที่ 125 กรัม จะมีปริมาณสารอาหารคิดเทียบปริมาณแนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป (Thai RDI) (กรอบข้อมูลโภชนาการ) ดังนี้ พลังงานทั้งหมด 190 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 20 กิโลแคลอรี) ไขมันทั้งหมดร้อยละ 4 เป็นไขมันอิ่มตัวร้อยละ 5 คอเลสเตอรอลร้อยละ 37 โปรตีน 21 กรัม คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7 โยอาหารร้อยละ 4 น้ำตาล 17 กรัม โซเดียมร้อยละ 40 วิตามินเอร้อยละ 6 วิตามินบีหนึ่งร้อยละ 4

เหล็กร้อยละ 10 และแคลเซียมร้อยละ 50 มีข้อควรระวังคือ โซเดียมสูงที่ร้อยละ 40 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 37 กล่าวได้ว่ารายการอาหารจากปลานวลจันทร์ทะเลมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี มีไขมันต่ำ หากรับประทานได้ทั้งตัวทั้งก้างจะได้รับแคลเซียมในปริมาณมาก แต่ต้องระวังปริมาณโซเดียมเนื่องจากเป็นอาหารทะเลจึงมีเกลือโซเดียม โดยธรรมชาติสูง สอดคล้องกับ Malle *et al.* (2019) รายงานคุณค่าทางอาหารของปลานวลจันทร์ (*Chanos Chanos, Forskal*) (Pangkep) ในประเทศอินโดนีเซีย ว่ามีแคลเซียม 54.92 ./100. โพแทสเซียม 320.01 ./100. แมกนีเซียม 39.97 ./100. วิตามินบีสิบสอง 3.81 ./100. โดยมีโปรตีน 22 ./100. ไขมันต่ำเพียง 3.0 ./100. จากคุณค่าโภชนาการที่ดีนี้จะส่งเสริมให้รับประทานปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค สามารถต่อยอดในการสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ดังรายงานของ จิราพร วิญญุตตานนท์ และคณะ (2566) ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้ความสนใจต่อข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการของอาหารในรูปแบบของฉลากโภชนาการ ซึ่งผู้ผลิตอาหารใช้ฉลากเป็นข้อมูลในการโฆษณาผลิตภัณฑ์ทั้งหน่วยงานภาครัฐใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพอาหารเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค อีกทั้งผู้บริโภคในยุคปัจจุบันเลือกรับประทานโดยพิจารณาจากฉลากที่มีการระบุวัน/เดือน/ปีที่ผลิตชัดเจน มีเครื่องหมายรับรองคุณภาพ และมาตรฐานสากลตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขเพื่อความปลอดภัยด้านสุขภาพ

Table 8 The nutrition facts of braised milkfish in soy sauce.

Nutrition Facts	100 g. of sample
Total energy, Kcal	144.70
Energy form fat, Kcal	16.38
Total fat, gm.	1.82
Saturated fat, gm	0.73
Cholesterol, mg	87.09
Protein (factor 6.25), gm	16.45
Total carbohydrate, gm	15.63
Fiber, gm	0.86
Sugars, gm	13.61
Sodium, mg	644.81
Vitamin A, mcg RAE	40.24
Vitamin B1, mg	0.053
Vitamin B2, mg	Less than 0.020
Calcium, mg	309.95
Iron, mg	1.10
Ash, gm	3.45
Moisture, gm	62.65

สรุปผลการวิจัย

ปลานวลจันทร์ทะเลที่มีขนาดเล็กไม่สามารถทอดก้างก่อนนำมาประกอบอาหารได้เหมาะสมต่อการประกอบอาหารรายการปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊ว โดยตำรับมาตรฐานที่พัฒนาขึ้น เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้คะแนนความชอบโดยรวม ระดับชอบมาก ด้านข้อมูลตามฉลากโภชนาการปลานวลจันทร์ทะเลต้มซีอิ๊วขนาดรับประทาน 125 กรัม (ปลา 1 ตัว) ให้พลังงานทั้งหมด 190 กิโลแคลอรี ให้โปรตีนสูงถึง 21 กรัม แร่ธาตุเหล็กร้อยละ 10 โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียมสูงถึงร้อยละ 50 แต่มีข้อควรระวังเรื่องโซเดียมร้อยละ 40 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 37 อย่างไรก็ตามรายการอาหารนี้ให้พลังงานต่ำ ไขมันต่ำ อุดมไปด้วยโปรตีน และมีแคลเซียมสูงจัดเป็นรายการอาหารทางเลือกจากการใช้ปลานวลจันทร์เป็นวัตถุดิบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยดุสิตธานี และได้รับการสนับสนุนวัตถุดิบจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จิราพร วิญญุตตานนท์, ปัทมา หิรัญญิกาส, นันทิยา เฟื่องขจรพิง, ธิติรัตน์ แสนพรม และณฤมล เปียเชื้อ. (2566). การพัฒนาชุดอาหารกล่องพลังงานต่ำจากอาหารไทยวังสวนสุนันทา. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 15(1), 121–132.
- นันทิดา แดงขาว. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากปลานวลจันทร์เสริมสาหร่ายพวงองุ่น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(8), 1311–1324.
- นันทิดา แดงขาว, ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์, ฉวีวรรณ สุขศรี และโสภณรัตน์ กล้ากลมจิตร. (2566). ผลของปริมาณเกลือในกระบวนการหมักต่อคุณภาพของปลาสามจากปลานวลจันทร์ทะเล. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 28(2), 848–864.
- นิธิวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์. (2553). การศึกษาการเจริญเติบโตของปลานวลจันทร์ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดในบ่อดิน [ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่โจ้].
- พฤกษา สวาทสุข. (2559). ผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทุ้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์. *วารสารแก่นเกษตร*, 44(2), 257–264.

- มณีวรรณ วงศ์นอก. (2555). เมนูอาหารจากปลาคู้มค่าเพราะกินได้ทั้งตัว. สำนักงานประมงจังหวัดอุบลราชธานี.
- วัชรวิทย์ คงรัตน์ และอรรณพ คงพันธุ์. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลานวลจันทร์ (*Chanos chanos*, Forskal) (รายงานผลการวิจัยฉบับที่ 8/2558). กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.
- AOAC. (2005). Method 950.46. In W. Horwitz (Ed.), *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.
- AOAC. (2019). Method 937.09–981.12. In W. Horwitz (Ed.), *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.
- Bagarinao, T. U. (1991). *Biology of milkfish (Chanos chanos Forskal)*. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC).
- Bindu, J., Ravishankar, C. N., & Srinivasa Gopal, T. K. (2007). Physico-chemical and microbiological changes in farmed pearl spot (*Eetroplus suratensis*) during iced storage. *Journal of Food Science and Technology*, 44(5), 469–473.
- Chaijan, M., Panpipat, W., & Benjakul, S. (2010). Physicochemical properties and gel-forming ability of surimi from three species of mackerel caught in Southern Thailand. *Food Chemistry*, 121(1), 85–92.
- Chansomboon, C., & Chankajornkul, S. (2023). Production of biodegradable film from milkfish (*Chanos chanos*, Forskal) skin gelatin. In *Proceeding of the Annual Conference on Fisheries 2023* (pp. 70–79).
- Freyhof, J., Sparks, J. S., Kaymaram, F., Feary, D., Bishop, J., Al-Husaini, M., Almkhtar, M., Hartmann, S., Alam, S., & Al-Khalaf, K. (2019). *Chanos chanos*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T60324A151598011. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T60324A151598011.en>
- Malle, S., Tawali, A. B., Tahir, M. M., & Bilang, M. (2019). Nutrient composition of milkfish (*Chanos chanos*, Forskal) from Pangkep, South Sulawesi, Indonesia. *Malaysian Journal of Nutrition*, 25(1), 155–162.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Sensory evaluation techniques* (4th ed.). CRC Press.
- Pokorny, J., & Davidek, J. (1986). Application of hedonic sensory profiles for the characterization of food quality. *Die Nahrung*, 30(8), 757–763.
- Rothman, L. (2007). *The use of just-about-right (JAR) scales in food product development and reformulation*. Consumer-led food product development.
- Rothman, L., & Parker, M. J. (2009). *Just-about-right scales: Design, usage, benefits, and risks* (ASTM Manual MNL63). ASTM International.
- Zhang, Z., Pham, H., Tan, Y., Zhou, H., & McClements, D. J. (2021). Investigation of protein denaturation and textural changes of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during simulated cooking. *Food Biophysics*, 16, 512–519.