

Received: December 23, 2023; Revised: May 25, 2024; Accepted: July 8, 2024

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาน้ำจืด

Development of freshwater fish emulsion sausages

กัญญา รัชตชัยยศ^{1*} บำเพ็ญ นิ้มเขียน¹ สุภัทรา กล้าสกุล¹ และประกาศ ชมภูทอง¹Kanya Ratchatachaiyos^{1*}, Bumpen Nimkian¹, Supatra Klamsakul¹and Prakard Chomphuthong¹¹คณะเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี¹Faculty of Agriculture, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi Province

*Corresponding Author E-mail Address : kanya.satit@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาน้ำจืดและศึกษาชนิดของสารยัดเกาะที่เหมาะสม จากการผลิตไส้กรอกจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด คือ ปลากRAY ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลความชอบ 9 ระดับ พบว่า ไส้กรอกปลาช่อนมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.17 คะแนน) เมื่อนำไปศึกษาชนิดของสารยัดเกาะที่เหมาะสมในการผลิตจากสารยัดเกาะ 5 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด พบว่า ไส้กรอกสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดและไส้กรอกสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วง 7.72-7.73 ส่วนค่าแรงเคียนและค่าความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 2.68-3.03 นิวตัน และ 0.35-0.38 นิวตัน ตามลำดับ ทุกสูตรการผลิตไส้กรอกมีค่าสี L^* , a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเนื่องจากมีปริมาณโปรตีนมากกว่าแป้งมันสำปะหลัง จากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ไส้กรอกปลาช่อนที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 77.66, 15.30, 2.75, 1.92, 0.60 และ 1.77 ตามลำดับ คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องไส้กรอกปลา (มผช.143/2555)

คำสำคัญ: ไส้กรอกปลา ปลาน้ำจืด โปรตีนถั่วเหลืองสกัด

Abstract

The purposes of this study were to develop emulsion sausages from freshwater fish and to study the optimum binder. Fish sausages were produced from 5 types of freshwater fish, including clown featherback, snakehead fish, catfish, Nile tilapia and red tilapia. The sensory analysis were using 9-point hedonic scale test. The result revealed that the liking score of the snakehead fish sausages was the highest (7.17 scores). After that, the study of the optimum binder such as tapioca flour, corn flour, rice flour, wheat flour and soy protein isolated found that both sausages which added soy protein isolate and tapioca flour showed the highest sensory score ($p \leq 0.05$) varied from 7.72-7.73 as indicated of moderately like. The shear force and firmness were 2.68-3.03 newtons and 0.35-0.38 newtons respectively. The colors of L^* , a^* and b^* were not different significantly ($p > 0.05$). The soy protein isolated was chosen because it had higher amount of protein than tapioca flour. Proximate analysis of snakehead fish sausages added soy protein isolated showed that moisture content, protein, fat, ash, fiber and carbohydrate were 77.66, 15.30, 2.75, 1.92, 0.60 and 1.77% respectively. The microbiological properties of the product met the Thai Community Product Standards as fish sausages (TCPS 143/2012).

Keywords: Fish sausages, Freshwater fish, Soy protein isolated

บทนำ

การผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันเริ่มจากการนำเนื้อปลาสดที่มีโปรตีนสูงไขมันต่ำมาผสมกับเกลือ ไขมัน น้ำแข็ง และส่วนผสมอื่นที่ช่วยในการเกิดเจลและทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะ (Binder) เช่น สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ กัม แป้ง และโปรตีนอื่น ๆ สารยึดเกาะจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและเพิ่มปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์ (จักรี, 2544) การผสมต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำ ส่วนผสมเหนียวที่ได้เรียกว่าแบตเตอร์ (Batter) มีลักษณะคล้ายการเกิดอิมัลชัน การเกิดอิมัลชันของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ไม่จัดเป็นอิมัลชันอย่างแท้จริงเนื่องจากส่วนผสมไม่ได้เป็นของเหลวทั้งหมด แต่มีลักษณะคล้ายการเกิดอิมัลชันแบบไขมันที่กระจายตัวอยู่ในน้ำ (Fat in water emulsion) ในขั้นตอนการอัดไส้ต้องอัดด้วยแรงที่สม่ำเสมอเพื่อให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลามีความนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป ไม่มีโพรงอากาศ ไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำหรือน้ำมันออกจากเนื้อไส้กรอกปลา (วันเพ็ญ, 2560; จารุวรรณ, 2564)

ไส้กรอกปลาเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากโปรตีนเนื้อปลากุ้ยย่อยและดูดซึมได้ง่ายกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ใหญ่ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกในการบริโภคในสภาวะการดำเนินชีวิตแบบเร่งรีบในปัจจุบันได้ คนไทยบริโภคไส้กรอกเฉลี่ย 5 กิโลกรัมต่อคนต่อปี โดยตลาดไส้กรอกมีมูลค่า 32,000 ล้านบาท เดบโตเฉลี่ยร้อยละ 1-2 ต่อปี ตลาดไส้กรอกแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ตลาดไส้กรอกพรีเมียมที่มีราคาขายกิโลกรัมละ 400 บาทขึ้นไป มีสัดส่วนร้อยละ 6 หรือมูลค่า 1,920 ล้านบาท ไส้กรอกเกรด A ที่มีราคาขายกิโลกรัมละ 200-400 บาท มีสัดส่วนร้อยละ 45 หรือมูลค่า 14,400 ล้านบาท ซึ่งไส้กรอกกลุ่มนี้มีอัตราการขยายตัวสูงสุด และไส้กรอกระดับกลาง-ล่าง ที่มีราคาขายกิโลกรัมละ 50-200 บาท มีสัดส่วน ร้อยละ 49 หรือประมาณ 15,680 ล้านบาท (ประชาชาติธุรกิจ, 2562)

จากรายงานของกรมประมง พบว่า ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาหัวทิม เป็นปลาเศรษฐกิจของไทย มีการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงปลาเหล่านี้อย่างแพร่หลายในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและชายฝั่งแม่น้ำ (กรมประมง, 2563) ซึ่งจังหวัดเพชรบุรีมีพื้นที่

การประกอบอาชีพทำการประมงน้ำจืดทั้งจากแหล่งน้ำธรรมชาติและการเพาะเลี้ยง การนำผลผลิตปลาน้ำจืดเหล่านี้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นับว่าเป็นการพัฒนาอาชีพอีกทางหนึ่ง คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำปลากลาย ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน จากงานวิจัยของ รสจรินทร์ (2553) ได้ศึกษาการผลิตไส้กรอกปลาที่เตรียมจากปลานวลจันทร์ พบว่า การเติมแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 3.5-10.5 ผู้ทดสอบชิมให้ความชอบด้านความแน่นเนื้อและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูผสมไก่เมื่อเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกและปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกได้ดีกว่าการใช้โซเดียมคาร์ซิเนต ร้อยละ 1 (นฤมล และคณะ, 2563) จากรายงานของ วรางคณา และคณะ (2561) พบว่าในการผลิตแพตต์จากปลาดุกบักอูย เมื่อเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ได้รับการยอมรับสูงกว่าการเติม ร้อยละ 4 และ 6 และยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ จักรินทร์ (2559) พบว่า การผลิตลูกชิ้นจากปลานิลที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 2 เป็นสารยึดเกาะจะทำให้ได้ลักษณะลูกชิ้นที่เป็นที่ยอมรับเทียบเท่าลูกชิ้นจากปลาทะเลคุณภาพดีที่มีวางขายตามท้องตลาด จะเห็นได้ว่าสารยึดเกาะมีส่วนช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเพื่อศึกษาการใช้ปลาน้ำจืดเศรษฐกิจได้แก่ปลากลาย ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน และศึกษาการใช้แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เป็นสารยึดเกาะที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชัน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

แล่นเนื้อปลาสด ลอกหนัง แยกก้างออกเอาเฉพาะเนื้อ ล้างทำความสะอาด นำเนื้อปลาที่แล่ได้ไปบดสับให้ละเอียด เติมน้ำเกลือและน้ำแข็งบางส่วนแล้วสับผสม 2 นาที เติมน้ำมันพืชและน้ำแข็งที่เหลือ ทำการสับผสมต่อเป็นเวลา 8 นาที จนเนื้อเนียนเป็นเนื้อเดียวกันไม่เกิดการแยกชั้น บรรจุลงในไส้เทียมที่ผลิตจากคอลลาเจน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9 เซนติเมตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และต้มต่อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้โปรตีนเกิดการฟอรั่มเจล จากนั้นทำการหล่อเย็น บรรจุถุงพอลิโพรพิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก วชิรี และอรรณ, 2558)

2. การคัดเลือกสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาตามสูตรต้นแบบ 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (ดัดแปลงจาก วชิรี และอรรณ, 2558) สูตรที่ 2 (ดัดแปลงจาก ประดิษฐ์, 2556) สูตรที่ 3 (ดัดแปลงจาก เฉลิมขวัญ, 2544) และ สูตรที่ 4 (ดัดแปลงจาก วลัย และคณะ, 2551) ส่วนผสมดังตารางที่ 1 โดยใช้ปลากลายเป็นวัตถุดิบหลัก แล้วทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบสเกลตัวเลข 9 จุด (9-Point hedonic scale) เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบที่ได้รับการยอมรับสูงสุด

3. การศึกษาชนิดปลาที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันด้วยสูตรต้นแบบที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้อ 2 โดยศึกษาการใช้ปลาน้ำจืดที่มีโปรตีนสูง 5 ชนิด คือ ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน โดยเปรียบเทียบกับปลากลายที่ใช้ในข้อที่ 2 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบสเกลตัวเลข 9 จุด และทดสอบทางกายภาพ คือ ค่าสี โดยเครื่อง Colorimeter

ใช้ระบบ CIE L*, a*, b* (บริษัท Hunter color lab รุ่น Ultra vis) และค่าเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture analyzer (บริษัท Stable micro system รุ่น TA.HD plus) ใช้หัวทดสอบชนิด Blade set with guillotine (HDP/BSG) โหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดค่า 5000 กรัม ความเร็วก่อนการวัดค่าตัวอย่าง 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทำการวัดค่าตัวอย่าง 1.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการวัดค่าตัวอย่าง 10.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ค่า Strain ร้อยละ 70

4. การคัดเลือกสารยึดเกาะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันด้วยสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 2 โดยใช้ชนิดของปลาที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุดจากข้อ 3 ศึกษาการใช้สารยึดเกาะ 5 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ปริมาณของสารยึดเกาะเติมทดแทนปริมาณแป้งมันสำปะหลังในสูตรที่ 2 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มา การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบสเกลตัวเลข 9 จุด และทดสอบทางกายภาพ คือ ค่าสี และค่าเนื้อสัมผัส รายละเอียดเช่นเดียวกับข้อ 3 เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของไส้กรอกปลาอิมัลชันจำนวน 4 สูตร

ส่วนผสม	สูตร 1 (ร้อยละ)	สูตร 2 (ร้อยละ)	สูตร 3 (ร้อยละ)	สูตร 4 (ร้อยละ)
1. เนื้อปลา	60.60	53.76	61.61	74.26
2. เกลือป่น	1.82	1.61	0.62	1.49
3. น้ำตาลทราย	2.12	1.88	0.62	0.52
4. ผงชูรส	0.60	0.54	0.20	0.19
5. น้ำมันปาล์ม	6.06	5.38	-	1.86
6. น้ำมันรำข้าว	-	-	13.69	-
7. พริกไทยป่น	-	2.15	0.80	0.37
8. หอมหัวใหญ่สับละเอียด	-	4.84	-	-
9. ลูกผักชี	-	1.08	-	0.18
10. กระเทียมผง	-	3.23	0.80	1.86
11. อบเชยป่น	-	-	0.07	-
12. ลูกจันทร์ป่น	-	-	0.07	0.12
13. ไข่ขาวสด	1.82	1.61	-	-
14. แป้งมันสำปะหลัง	2.74	2.42	-	3.71
15. น้ำแข็งป่น	24.24	21.50	20.53	14.85
16. ผงเพร็ก	-	-	0.18	0.22
17. ไตรโพลีฟอสเฟต	-	-	0.34	0.37
18. รีกัลเบส	-	-	0.47	-
รวม	100	100	100	100

5. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันตามสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดที่สุดจากข้อ 4 แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้

5.1 คุณภาพทางเคมี ทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ไขมัน โดยวิธี Soxhlet (AOAC, 2000) โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2000) เกลือ (AOAC, 2000) โยอาหาร (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) กรดแลคติก (AOAC, 2000) ความเป็นกรดต่าง โดยเครื่อง pH meter (บริษัท Eutech รุ่น Ph700) และปริมาณน้ำอิสระโดยเครื่อง Water activity meter (บริษัท Aqua Lab รุ่น aqualab)

5.2 คุณภาพทางกายภาพ ทำการวิเคราะห์หาค่าสี โดยเครื่อง Colorimeter (บริษัท Hunter color lab รุ่น Ultra vis) ใช้ระบบ CIE L*, a*, b* ค่าเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง Texture analyzer (บริษัท Stable micro system รุ่น TA.HD plus) รายละเอียดเช่นเดียวกับข้อ 3

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ทำการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ยีสต์ และรา (AOAC, 2000) *Staphylococcus aureus* (AOAC, 2000) *Escherichia coli* ด้วยเทคนิค Most probable number (MPN) (FDA, 2002)

5.4 ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบแบบสเกลตัวเลข 9 จุด กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely randomized design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized completely block design) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

1. การคัดเลือกสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจำนวน 4 สูตร (ตารางที่ 1) โดยในการทดลองจะใช้ปลาทรายเป็นวัตถุดิบหลัก แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด จากตารางที่ 2 พบว่า ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันทั้ง 4 สูตร ได้รับการยอมรับไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.80–7.27 มีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เนื่องจากขนาด รูปร่าง และสีของผลิตภัณฑ์ในทุกสูตรมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าก่อนการทดสอบชิม คือ มีความหนา 1 เซนติเมตร มีพื้นผิวที่เรียบเนียน ไม่มีโพรงอากาศ เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านสีของไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ 2 และ 4 พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 มีคะแนนอยู่ในช่วง 7.27–7.37 (ชอบปานกลาง) ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 โดยสูตรที่ 2 พบว่า มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.20 (ชอบปานกลาง) ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร เนื่องจากเกลือเป็นส่วนประกอบสำคัญทำหน้าที่สกัดไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในสารละลายเกลือ การสับผสมเนื้อปลากับเกลือทำให้ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนถูกสกัดออกมาระหว่างการสับผสมจึงทำให้ได้เนื้อปลาที่มีลักษณะที่เป็นมวลเหนียว ชุ่มชื้น เมื่อนำไปให้ความร้อนจะได้เจลที่ยึดหยุ่น

ความแข็งแรงของเจล พบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณเกลือที่ใช้เตรียมโซลเมื่อปริมาณของเกลือที่ใช้เพิ่มขึ้นพบว่า ความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณเกลือที่เหมาะสมในการเตรียมเจลซูริมียังขึ้นกับปัจจัยบางประการ เช่น ชนิดของปลา และสภาวะความเป็นกรดต่างของซูริมีอีกด้วย ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการสกัดโปรตีนอยู่ในช่วง ร้อยละ 2-3 ของน้ำหนักเนื้อปลาสด (จักรี, 2544) ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนน เท่ากับ 7.80 (ชอบปานกลาง) การที่ผู้บริโภคให้การยอมรับไส้กรอกสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรอื่น เป็นผลรวมจากความชอบด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสเป็นสำคัญ เนื่องจากสูตรที่ 2 มีส่วนผสมของชนิดและปริมาณเครื่องเทศต่าง ๆ ในสัดส่วนที่ลงตัวมากกว่าสูตรอื่นจึงทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดี อีกทั้งสูตรที่ 2 มีปริมาณไขมันสด แป้งมันสำปะหลัง และน้ำแข็งในสัดส่วนที่พอดีทำให้ได้เนื้อสัมผัสนุ่มและยืดหยุ่น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรต้นแบบเพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันจำนวน 4 สูตร

สูตรต้นแบบ	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สูตร 1	6.80±1.12	6.53±1.07 ^b	6.13±1.19 ^c	6.07±1.63 ^b	6.27±1.63 ^b	6.50±1.35 ^b
สูตร 2	6.87±1.04	7.27±0.78 ^a	7.70±0.98 ^a	7.63±1.15 ^a	7.20±1.18 ^a	7.80±0.99 ^a
สูตร 3	7.20±1.24	7.00±1.17 ^{ab}	6.73±1.04 ^b	6.27±1.48 ^b	6.60±1.45 ^{ab}	6.83±0.98 ^b
สูตร 4	7.27±1.36	7.37±1.37 ^a	7.03±1.21 ^b	6.47±1.40 ^b	6.63±1.18 ^{ab}	6.70±1.31 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a, b} ในแนวดังที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

2. การศึกษาชนิดปลาที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันตามสูตรที่ 2 พิจารณาจากการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด โดยศึกษาการใช้ปลาน้ำจืดที่มีโปรตีนสูง 5 ชนิด คือ ปลากลาย ปลาช่อน ปลาดุก ปลานิล และปลาตะเพียน แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และค่าเนื้อสัมผัส ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด

ชนิดของปลา	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี ^{ns}	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ปลากลาย	6.53±1.61 ^b	6.73±1.33	6.47±1.30 ^b	6.03±1.75 ^b	6.07±1.78 ^b	6.13±1.73 ^b
ปลาช่อน	7.17±1.05 ^a	7.00±1.01	7.07±1.31 ^a	7.13±1.19 ^a	7.33±1.15 ^a	7.17±1.11 ^a
ปลาดุก	6.83±1.26 ^{ab}	6.83±1.42	6.93±1.37 ^{ab}	6.60±1.35 ^{ab}	6.50±1.69 ^b	6.60±1.38 ^b
ปลานิล	6.90±1.18 ^{ab}	6.97±1.24	7.03±1.37 ^a	6.53±1.33 ^{ab}	6.40±1.56 ^b	6.53±1.27 ^b
ปลาตะเพียน	6.83±1.14 ^{ab}	6.80±1.14	6.80±1.33 ^{ab}	6.73±1.28 ^a	6.50±1.22 ^b	6.63±1.18 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a, b} ในแนวดังที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนเท่ากับ 7.17 อยู่ในระดับชอบปานกลาง รองลงมาเป็นไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลานิล ปลาดุก และปลาตะเพียน ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.83-6.90 (ชอบเล็กน้อย) โดยค่าคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ไส้กรอกสูตรที่ผลิตจากปลากลายมีคะแนนความชอบ เท่ากับ 6.53 (ชอบเล็กน้อย) ซึ่งน้อยกว่าไส้กรอกสูตรที่ผลิตจากปลาช่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าทุกสูตรมีลักษณะคล้ายกัน คือ มีขนาดหนาประมาณ 1 เซนติเมตร รูปร่างทรงกลม มีพื้นผิวที่เรียบเนียน ไม่มีโพรงอากาศ

ด้านสี พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลา 5 ชนิด ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.73-7.00 ความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ทั้งนี้ตามธรรมชาติแล้วปลาช่อน ปลานิล และปลาตะเพียน มีสีเนื้อค่อนข้างขาวกว่าปลากลาย และปลาดุก โดยปลาดุกนั้นมีสีออกขาวเหลือง ส่วนปลากลายมีสีเนื้อออกขาวปนเล็กน้อยแต่ไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ด้านกลิ่น พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนและปลานิลมากกว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลากลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยธรรมชาติแล้วปลาแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามปลาทั้ง 5 ชนิดนี้ก็เป็นที่ยอมรับด้านกลิ่นและได้รับความนิยมในการบริโภค

ด้านรสชาติ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนและปลาตะเพียน มากกว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลากลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องจากรสชาติตามธรรมชาติของปลาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ส่งผลให้เมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรการผลิตเดียวกัน รสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงอาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนน เท่ากับ 7.33 (ชอบปานกลาง) รองลงมาเป็นไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาตะเพียน ปลาดุก ปลานิล และปลากลาย มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.07-6.50 (ชอบเล็กน้อย) โปรตีนมีความสำคัญต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อิมัลชันเป็นอย่างมาก สำหรับโปรตีนที่มีความสำคัญต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์คือไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน โดยเฉพาะโปรตีนแอคโตไมโอซิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดเจลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม และยืดหยุ่น (จักรี, 2544)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนน เท่ากับ 7.17 (ชอบปานกลาง) รองลงมาเป็นไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาตะเพียน ปลาดุก ปลานิล และปลากลาย มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.13-6.63 (ชอบเล็กน้อย) เห็นได้ว่าไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนมีค่าการยอมรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสมากกว่าไส้กรอกสูตรที่ผลิตจากปลาอื่น ส่งผลให้ค่าความชอบโดยรวมมีค่าสูงสุด ($p \leq 0.05$) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกไส้กรอกสูตรที่ผลิตจากปลาช่อนเพื่อทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4 ค่าสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันจากปลาน้ำจืด 5 ชนิด

ลักษณะทางกายภาพ	ชนิดของปลาน้ำจืด				
	ปลากุร่าย	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	ปลาตะเพียน
สี					
L*	65.93±0.46 ^a	62.53±0.81 ^{bc}	62.03±1.91 ^c	64.29±2.38 ^{abc}	64.99±0.40 ^{ab}
a*	1.79±0.19 ^{bc}	2.52±0.39 ^a	2.10±0.15 ^{ab}	1.85±0.23 ^{bc}	1.59±0.10 ^c
b*	13.76±0.41 ^b	15.80±0.87 ^a	15.92±0.63 ^a	14.26±0.96 ^b	13.89±0.82 ^b
เนื้อสัมผัส (นิวตัน)					
ความแน่นเนื้อ	0.23±0.02 ^b	0.34±0.02 ^a	0.17±0.01 ^b	0.20±0.04 ^b	0.23±0.08 ^b
แรงเคียน	1.97±0.10 ^{ab}	2.41±0.28 ^a	1.49±0.21 ^b	1.75±0.48 ^b	1.91±0.41 ^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a, b, c} ในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4 พบว่า ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลากุร่ายมีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลาช่อนและปลาดุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาทั้ง 5 ชนิด มีค่า a* เป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า b* เป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนมีค่าสีแดง (a*) สูงกว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลากุร่าย ปลานิล และปลาตะเพียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.52 ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาดุกและปลาช่อนมีค่าสีเหลืองสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 15.92 และ 15.80 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสีที่วัดจากเครื่องมือ พบว่า มีความสัมพันธ์กับค่าคะแนนความชอบด้านสีจากการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าสีนั้นมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบชิมชอบและยอมรับ

ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนมีความแน่นเนื้อสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.34 นิวตัน และมีค่าแรงเคียนสูงกว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลาดุกและปลานิลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.41 นิวตัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับค่าคะแนนความชอบจากการประเมินทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตจากปลาช่อนสูงสุด ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับค่าที่ได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสคุณภาพและสัดส่วนโปรตีนไมโอซินและโปรตีนแอคตินมีผลต่อการเกิดเจลโปรตีน ปลาแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนไมโอซินและโปรตีนแอคตินแตกต่างกัน (จักรี, 2544) แสดงให้เห็นว่าไส้กรอกที่ผลิตจากปลาช่อนเกิดเจลโปรตีนได้ดีจึงให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคชอบ

3. การคัดเลือกสารยัดเกาะที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ทำการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจากเนื้อปลาช่อน โดยศึกษาการใช้สารยัดเกาะ 5 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และค่าเนื้อสัมผัส ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาช่อนอิมัลชันที่มีการใช้สารยัดเกาะชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสารยัด	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
แป้งมันสำปะหลัง	7.43±0.85 ^a	7.53±0.90 ^a	7.23±1.35 ^a	7.67±1.24 ^a	7.40±1.00 ^{ab}	7.73±0.98 ^a
แป้งข้าวโพด	7.20±0.88 ^{ab}	7.13±0.97 ^b	6.77±1.33 ^{bc}	6.80±1.15 ^c	6.77±1.25 ^c	7.07±1.14 ^b
แป้งข้าวเจ้า	7.27±1.08 ^{ab}	7.17±1.11 ^b	6.73±1.36 ^{bc}	6.97±1.18 ^{bc}	7.07±1.23 ^{bc}	7.13±1.25 ^b
แป้งข้าวสาลี	7.13±1.10 ^b	7.17±1.23 ^b	6.60±1.38 ^c	7.30±1.14 ^{ab}	7.40±1.22 ^{ab}	7.47±1.33 ^{ab}
โปรตีนถั่วเหลืองสกัด	7.23±0.89 ^{ab}	7.20±1.24 ^b	7.07±1.17 ^{ab}	7.47±0.93 ^a	7.62±0.92 ^a	7.72±0.98 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a, b, c} ในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) พบว่า ไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมากกว่าไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งข้าวสาลีย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนเท่ากับ 7.43 (ชอบปานกลาง) นอกจากนี้ยัง พบว่า ไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะด้านสี พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนเท่ากับ 7.53 (ชอบปานกลาง) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับคุณลักษณะด้านกลิ่นของไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมากกว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวสาลีย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านรสชาติ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมากกว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวโพดและสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมากกว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนเท่ากับ 7.62 (ชอบปานกลาง) เนื่องจากการใช้ประโยชน์เชิงหน้าที่ของโปรตีนถั่วเหลือง (Functional properties of protein) คือ เพิ่มการจับกันของเนื้อสัตว์ที่ผ่านการบดละเอียดช่วยในการจับกับน้ำ (Water binding capacity) ทำให้อิมัลชันคงตัวและทำให้เกิดเจลเป็นโครงสร้างคล้ายร่างแหที่สามารถห่อหุ้ม น้ำ ไขมัน และของแข็ง ทำให้อิมัลชันคงตัวดีขึ้น (นิธิยา, 2551; วชิร และจันทร์เพ็ญ, 2563)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมากกว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในการทดลองนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะคัดเลือกสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดไปทำการทดลองในตอนต่อไป เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน นฤมล และคณะ (2563) รายงานว่า การใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดร่วมกับโซเดียมเคซีนเตช่วยลดการสูญเสีย น้ำหนักหลังปรุงสุกของไส้กรอกหมูผสมไก่ สอดคล้องกับ Akesowan. (2008) รายงานว่า การใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ช่วยเพิ่มปริมาณความชื้นและร้อยละผลผลิต (Yield) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูไขมันต่ำ

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารยัดเกาะทั้ง 5 ชนิด พบว่า ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ได้มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยแป้งมันสำปะหลังมีแนวโน้มให้ค่าความสว่างสูงสุด ($p > 0.05$) รองลงมาคือแป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาช่อนอิมัลชันที่มีการใช้สารยัดเกาะแตกต่างกัน

ลักษณะทางกายภาพ	ชนิดของสารยัดเกาะ				
	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งข้าวโพด	แป้งข้าวเจ้า	แป้งข้าวสาลี	โปรตีนถั่วเหลืองสกัด
สี					
L ^{*ns}	64.86±0.66	63.00±2.33	62.57±0.69	62.92±0.58	62.33±2.82
a ^{*ns}	1.99±0.08	1.86±0.15	2.01±0.13	1.93±0.23	1.70±0.21
b ^{*ns}	14.58±0.61	14.49±0.34	14.42±0.55	14.72±1.15	13.48±0.74
เนื้อสัมผัส (นิวตัน)					
ความแน่นเนื้อ	0.35±0.03 ^{ab}	0.31±0.01 ^{ab}	0.26±0.04 ^b	0.26±0.04 ^b	0.38±0.06 ^a
แรงเคียน	3.03±0.13 ^a	2.09±0.21 ^{bc}	1.84±0.25 ^c	1.87±0.56 ^c	2.68±0.56 ^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a, b, c} ในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ค่าที่แสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 6 พบว่า ไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีความแน่นเนื้อสูงสุด ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.38 นิวตัน รองลงมาเป็นไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและสูตรที่ใช้แป้งข้าวโพด มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 0.31-0.35 นิวตัน ส่วนไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าและสูตรที่ใช้แป้งสาลี มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดเท่ากับ 0.26 นิวตัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาสัมพันธ์กับค่าคะแนนความชอบจากการประเมินทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดสูงสุดเช่นเดียวกับค่าที่ได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส แสดงให้เห็นว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีคุณสมบัติช่วยในการเกิดเจลที่ดีกว่าไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง มีค่าแรงเคียนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.03 นิวตัน รองลงมาเป็นไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีค่าแรงเคียนเท่ากับ 2.68 นิวตัน ไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้ามีค่าแรงเคียนน้อยที่สุด ($p > 0.05$) เท่ากับ 1.84 นิวตัน เมื่อพิจารณาสัมพันธ์กับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสจากการประเมินทางประสาทสัมผัส แม้ว่าไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีค่าแรงเคียนที่น้อยกว่าไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง แต่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสูงกว่าเป็นได้ว่าค่าแรงเคียนมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบชิมชอบและยอมรับ การใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นสารยัดเกาะในไส้กรอกปลาช่อนให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของนฤมล และคณะ (2563) พบว่า การใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำสุกและปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูผสมไก่ได้ดีกว่าการใช้โซเดียมคาซิเนต ร้อยละ 1 แพตต์จากปลาตุ๋นที่ใส่โปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดและผลิตภัณฑ์มีโปรตีนสูงกว่าสูตรที่ใช้แป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญ (วรารัณ และคณะ, 2561) เช่นเดียวกับ จักรินทร์ (2559) พบว่าการผลิตลูกชิ้นจากเนื้อปลานิลที่ผ่านการล้างน้ำ และเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ร้อยละ 2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับเทียบเท่าลูกชิ้นจากปลาทะเลเกรด A ที่วางจำหน่ายในตลาด

ผลการศึกษาชนิดของสารยัดเกาะที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชันจากสารยัดเกาะทั้ง 5 ชนิด ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไส้กรอกปลาสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดและสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังสูงสุด จากการวัดค่าสีด้วยเครื่องพบว่า ทุกสูตรมีค่าสีไม่แตกต่างกัน และจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง พบว่า สูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีความแน่นเนื้อสูงกว่าสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง แต่มีค่าแรงเคียนน้อยกว่า จากผลการทดลองผู้วิจัยจึงคัดเลือกไส้กรอกปลาอิมัลชันสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากเห็นว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันได้มากกว่าเพราะโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง ในขณะที่แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และแป้งมันสำปะหลัง มีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 0.35, 0.40 และ 0.10 ตามลำดับ (สุทธิณี, 2563)

4. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน

ไส้กรอกปลาอ่อนที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นสารยึดเกาะมีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 7 เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันที่ผลิตได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องไส้กรอกปลา (มผช.143/2555) คือ มีโปรตีนมากกว่า ร้อยละ 13.0 และมีไขมันน้อยกว่า ร้อยละ 10.0 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า ไส้กรอกปลามีค่าสีในระบบ CIE L*a*b* เท่ากับ 61.67, 1.68 และ 13.54 ตามลำดับ ความแน่นเนื้อและแรงเคียน เท่ากับ 0.46 และ 2.76 นิวตัน ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณกรดแลคติก ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมัน เท่ากับ 6.86, 0.97 ร้อยละ 0.31 ร้อยละ 15.30 และ ร้อยละ 2.75 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโปรตีนและไขมันในผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chuapoehek et al. (2001) พบว่า ไส้กรอกปลาผสมซูริมีที่อัตราส่วน 40:60 มีปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 13.75 และ 3.16 ตามลำดับ

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์พบว่า ที่ความเจือจาง (Dilution) ระดับ 10^{-1} ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม และ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ซึ่งให้เห็นว่าในระหว่างการผลิตได้ปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะไม่มีการปนเปื้อนข้ามทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องไส้กรอกปลา (มผช.143/2555) จากตารางที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยผู้บริโภคมีความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลาง และให้คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.58

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอ่อนอิมัลชัน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	77.66
โปรตีน	15.30
ไขมัน	2.75
เถ้า	1.92
ใยอาหาร	0.60
คาร์โบไฮเดรต	1.77

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอ่อนอิมัลชันเมื่อใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นสารยึดเกาะ

ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ไส้กรอกปลา	7.40±0.94	7.22±1.04	6.99±1.38	7.64±0.93	7.20±1.08	7.58±0.89

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทสรุป

จากการศึกษาสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชันจำนวน 4 สูตร คัดเลือกสูตรที่ 2 พิจารณาจากการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุดเป็นสูตรต้นแบบเพื่อศึกษาชนิดปลาน้ำจืดที่เหมาะสมจากปลาจำนวน 5 ชนิด พบว่า สูตรที่ใช้ปลาช่อนได้รับการยอมรับสูงสุด และจากการศึกษาชนิดของสารยัดเกาะที่เหมาะสมจากสารยัดเกาะจำนวน 5 ชนิด พบว่า สูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดและแป้งมันสำปะหลังได้รับการยอมรับสูงสุด ผู้วิจัยคัดเลือกสูตรที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีโปรตีนสูงจะมีส่วนในการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาช่อนอิมัลชันที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นสารยัดเกาะมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องไส้กรอกปลา (มผช.143/2555)

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2563). สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ประจำปี 2561. ค้นเมื่อ 30 เมษายน 2567.
https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20210310111203_new.pdf.
- จักรินทร์ ตรีอินทอง. (2559). การปรับปรุงสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในลูกชิ้นจากปลาน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรี ทองเรือง. (2544). ชูริมิ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- จารุวรรณ วิชัยพรหม. (2564). ไส้กรอกปลา. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.
https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20210503160448_1_file.pdf.
- เฉลิมขวัญ แสงจันทร์. (2544). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาอิมัลชัน. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.
- นฤมล จอมมาก, สวรรักษ์ จันทรเทพนิมิต และปัทมา ระตะนนะอาพร. (2563). ผลของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและโซเดียมเคซีนในการทดแทนฟอสเฟตต่อคุณลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูผสมไก่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ. 1(2): 1-11.
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2551). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.
- ประชาชาติธุรกิจ. (2562). CPF-เบทาโกร ระเบิดศึกตลาดไส้กรอก 3 หมิ่นล้านเดือด. ประชาชาติธุรกิจออนไลน์.
- ประดิษฐ์ คำหนองไผ่. (2556). การผลิตไส้กรอกปลาคุณภาพดีเพื่อสุขภาพ. สำนักพิมพ์ทริบเบิลกรุ๊ป: กรุงเทพฯ.
- รสรินทร์ ปราบปรี. (2553). ผลของแป้งมันสำปะหลังและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาสดและแช่แข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรางคณา สมพงษ์, จักรพงศ์ จิตรหนัก, ฤกษ์ ปิ่นเย็น และภทิตรา สุดเลิศ. (2561). การผลิตแปดปลาดุกบักอูยเสริมว่านหางจระเข้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 7(6): 560-569.
- วลัย หุตะโกวิท, บุษรา สร้อยระย้า, ชญาภัทร สุทธิมิตร, น้อมจิตต์ สุธิบุตร, นพพร สกลยืนยงสุข, เจตนิพัทธ์ บุญสวัสดิ์ และธนภพ โสทรโยม. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากปลาน้ำจืดเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ. รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร กรุงเทพฯ.
- วัชร คุ้มรัตน์ และจันทร์เพ็ญ ชำมิน. (2563). ชูริมิและปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลจากชูริมิ. ค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2567. https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20201019155149_1_file.pdf

- วัชรวิ คงรัตน์ และอรรณพ คงพันธ์. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลานวลจันทร์ทะเล. (*Chanos chanos, Forskal*): เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2558. กรมประมง กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ: กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ นภาทิ้วอานวย. (2560). ไส้กรอกปลาอิมัลชัน. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.
<https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=41048>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2555). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไส้กรอกปลา. เอกสาร มผช.143/2555. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2566. https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0143_55.pdf
- สุทธิณี สีสังข์. (2563). คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2566.
https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200722153849_1_file.pdf
- Akesowan A. (2008). Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. *African Journal of Biotechnology*. 7(24): 4586-4590.
- AOAC. (2000). Official Methods of analysis. 16th Edition. Association Official analytical chemists: Washington. D.C.
- Chuapoe huk P., Raksakulthai N. and Worawattanamateekul W. (2001). Process development of fish sausage. *International Journal of Food Properties*. 4(3): 523-529.
- FDA. (2002). BAM chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform bacteria. Retrieved 10 April 2023. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>.