

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาชิวแก้วสามรสกรอบ

DEVELOPMENT OF THAI RIVER SPRAT SNACK PRODUCT

วันที่รับ : 19 พฤศจิกายน 2565

วันที่แก้ไข : 2 มีนาคม 2566

วันที่ตอบรับ : 13 มีนาคม 2566

กิตติพร สุพรรณผิว^{1*} และ กิตติวัช บุญทวี¹

Kittiporn Supunphew^{1*} and Kittawat Boonthawee¹

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34000

¹Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University,

Ubon Ratchathani 34000

*Corresponding author e-mail: kittiporn.s@ubru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสูตรมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาชิวแก้วสามรสกรอบและศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส สำหรับวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลคันไร่ อำเภอสรินธร จังหวัดอุบลราชธานี โดยได้ศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาชิวแก้วสามรส สูตรทางการค้าในพื้นที่ 3 ตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกเป็นสูตรควบคุมในการทดลองจากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาชิวแก้วสามรสกรอบ โดยศึกษาผลของปริมาณน้ำ (150 และ 250 กรัม) กลูโคสไซรัป (0 และ 20 กรัม) และเนย (2 และ 6 กรัม) ที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ 1 มีความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) จึงคัดเลือกมาเป็นสูตรควบคุม และการพัฒนาผลิตภัณฑ์พบว่าสูตรที่ 2 (น้ำเปล่า 150 กรัม, ไม่เติมกลูโคสไซรัป และเนย 2 กรัม) ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังมีค่าความแข็งและความกรอบต่ำ โดยมีค่า 1820.66 g และ 646.8 g ตามลำดับ และแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุม และมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าความชื้นต่ำ (ร้อยละ 5.03) ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตได้ 7 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง โดยยังคงมีปริมาณน้ำอิสระ ค่าเพอร์ออกไซด์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค ดังนั้น จากงานวิจัยนี้สามารถแก้ไขปัญหาด้านสูตรมาตรฐานที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ยังผลให้ชุมชนเกิดการพัฒนาและสามารถยกระดับรายได้ของชุมชนได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ปลาชิวแก้ว, ปลาอบกรอบ, ผลิตภัณฑ์ชุมชน

ABSTRACT

This research aimed to create a standard recipe for Thai river sprat snack product and to examine product quality in terms of physical, chemical, biological and sensory properties for community enterprises in the area of Khan Rai Subdistrict in Sirindhorn District of Ubon Ratchathani Province. A study of consumers' preferences towards commercial formulas of local products (3 formulas) was conducted to select accepted choice as control formula. After that, the product was developed. The effects of water (150 and 250 g), glucose syrup (0 and 20 g) and butter (2 and 6 g) on product quality were studied. The results showed that the commercial product formula 1 had the highest overall preference ($P \leq 0.05$), so it was selected as the control formula in the next step. As for product development, results showed formula 2 (150 g water, no glucose syrup added and 2g butter) was the highest accepted by consumers and significantly different from

the other samples ($P \leq 0.05$). It also had low hardness and low crispiness, with values of 1820.66 g and 646.8 g, respectively, and was significantly different from the control ($P \leq 0.05$), having lower fat content and higher protein content than the control formula ($P \leq 0.05$) with low moisture content (5.03%). The product could be stored under normal atmospheric conditions in aluminum foil laminated bags for 7 weeks at room temperature with still water activity, peroxide value. The total amount of microorganisms, yeast, and mold were in accordance with community product standards on ready-to-eat seasoned crispy fish. Therefore, from this research, the problem of standard formulations accepted by consumers was solved, resulting in a development within community and it could increase the community's income in the future.

Keywords: Thai River Sprat, Crispy baked fish, Community products

บทนำ

ปลาชิวแก้ว (Thai River Sprat) มีชื่อเรียกอื่น ๆ เช่น ปลาแก้ว ปลาแตบแก้ว หรือ ปลาแปบควาย มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Clupeichthys aesarnensis* เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งอยู่ในวงศ์ปลาหลังเขียว (Clupeidae) เป็นปลาขนาดเล็ก ขนาดลำตัวประมาณ 4 - 6 เซนติเมตร รูปร่างเพรียวยาว ตัวใส ที่ริมฝีปากมีขากรรไกร เป็นแผ่นแบนและมีเขี้ยวแหลมโค้งขนาดเล็กมาก เกล็ดบางมากและหลุดร่วงได้ง่าย (ขวลิต วิทยานนท์, 2544) ปลาชิวแก้ว เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ คือ มีโปรตีนและแคลเซียมสูง (สุทธิพันธุ์ แดงใจ, 2563, น.344) พบมากที่อ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนลำปาว เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนสิรินธร ปลาชิวแก้วนับเป็นปลาเศรษฐกิจในท้องถิ่นอีสาน สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายชนิด เช่น ปลาแห้ง ปลาเจ่า น้ำปลา เป็นต้น

ชาวประมงในเขตรอบเขื่อนสิรินธร บ้านโคกศรีสุพรรณ ตำบลคันไร่ สามารถทำการจับปลาชิวแก้วได้เพียงในช่วงที่มีการเปิดให้จับปลาเพียง 8 เดือน (กันยายน-เมษายน) วิธีการจับปลาชิวแก้วทำได้โดยใช้ไฟล่อปลา ในตอนกลางคืนเฉพาะในวังข้างแรมเนื่องจากข้างขึ้นท้องฟ้ามีความสว่างทำให้ปลาไม่มาเข้ายอที่ใช้ไฟล่อ โดยสามารถจับปลาชิวแก้วได้ เฉลี่ยครอบครัวละ 500 กิโลกรัมต่อครั้ง นิยมทำการแปรรูปโดยวิธีการตากแห้งโดยใช้แสงแดดตามธรรมชาติ เพื่อขายส่งพ่อค้าคนกลางโดยมีราคาเฉลี่ย กิโลกรัมละ 200 บาท นอกจากนี้บางส่วนยังนำมาแปรรูปเป็นปลาชิวแก้วสามรสกรอบจำหน่าย เพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าซึ่งสามารถจำหน่ายได้ในเฉลี่ยราคากิโลกรัมละ 350 บาท แต่ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตปลาชิวแก้วสามรสกรอบ กลุ่มวิสาหกิจประสบปัญหาในขั้นตอนการแปรรูป เนื่องจาก ใช้เวลานานในการผลิตเนื่องจากสูตรและเครื่องมือผลิตไม่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีรสชาติไม่คงที่ บรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสมทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้ขาดศักยภาพในการแข่งขันทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ในแต่ละประเทศมีการแปรรูปและถนอมอาหารจากปลาที่หลากหลายและมีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นแตกต่างกันไป ประเทศในทวีปเอเชียนิยมการถนอมอาหารจากปลาด้วยวิธี ตากแห้ง ร่มควัน หมัก โดยไม่ต้องอาศัยการแช่แข็ง (Thapa, 2016, p.69) ในประเทศไทยมีการศึกษาด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากปลาเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนอย่างหลากหลาย เช่น นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากปลาชิวแก้วตากแห้ง (จักรินทร์ ตรีอินทอง และวุฒิ รัตนวิชัย, 2564) ไก่จืดเสริมผักทองและปลาชิวแก้ว (สุทธิพันธุ์ แดงใจ, 2563, น.343) ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นอบแห้งจากเศษเหลือปลาแซลมอน (จิรวรรณ มณีโรจน์ และนันทิภา พันธุ์สวัสดิ์, 2561) ปลาสาวยอบกรอบ (วันชัย วรรณเมธิกุล, 2560) ปลาแผ่นเสริมผักข้าว (ณัฐนิชา ทวีแสง, 2560, น.412) ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด (ผกาดี เอี่ยมกำแพง และโสรัจ วรชุม อินเกต, 2559) นอกจากนี้ รัตนประเสริฐวารี (2552) ได้ทำการศึกษาอาหารท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย 80 ชนิด พบว่า อาหารปรุงสำเร็จที่มีส่วนประกอบหลักเป็นกุ้งและปลาตัวเล็กที่กินได้ทั้งกระดูกจะมีปริมาณแคลเซียมสูง แต่ก็มีปริมาณโซเดียมสูงเช่นกัน จึงได้ทำการศึกษาการปรับเปลี่ยนส่วนประกอบบางส่วนให้เป็นอาหารที่มีแคลเซียมสูง 180 มิลลิกรัมต่อหนึ่งส่วนบริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าประชาชนไทยสามารถบริโภคแคลเซียมได้เพียงพอจากการบริโภคอาหารไทยที่มีการพัฒนาสูตรจากอาหารท้องถิ่น การศึกษาด้านเทคนิคที่ใช้ในการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคงคุณภาพผลิตภัณฑ์ คอก และคนอื่น ๆ (Kok et al., 2004, p.397) ใช้เทคนิคการอบลมร้อนและการอบแห้งในระบบสุญญากาศแทนการตากแห้ง

ด้วยแสงแดด และการทอดแบบน้ำมันท่วม เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา กฤติยา และคนอื่น ๆ (2562) ทำการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตข้าวพอง เคลือบสารละลายไรซ์เบอร์รี่ โดยสูตรต้นแบบใช้ส่วนผสม คือ ผงข้าวไรซ์เบอร์รี่ น้ำมันมะพร้าว น้ำผึ้ง กลูโคสไซรัป น้ำลูกหม่อน ครีมเทียมข้นหวาน เนย น้ำมันมะพร้าว อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์ (2534) ได้ใช้กลูโคสไซรัปรวมกับซอพิทอลเป็นสารดูดความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งเพื่อลดเวลาในการอบแห้ง

อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่การศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นทำการศึกษาปัญหาตลอดกระบวนการการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสูตรมาตรฐานของปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อให้วิสาหกิจชุมชนได้สูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการยกระดับมาตรฐาน คุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า OTOP ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างสูตรมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส สำหรับวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลคันไร่ อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมในท้องถิ่นเพื่อให้ทราบข้อมูลด้านคุณภาพและเพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรมาตรฐาน จากนั้นศึกษาพัฒนาสูตรปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ ออกแบบการทดลองแบบ 23-1 Fractional Factorial Design และทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีขอบเขตพื้นที่ในการศึกษาคือ เขตตำบลคันไร่ อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี

1. วัตถุประสงค์

ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ สูตรทางการค้า 3 สูตร (อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี) ปลาชีวก้าวแห้ง (อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี) เครื่องปรุงรสปลาสามรส (น้ำตาลทรายแดง เกลือ มะขามเปียก พริกป่น พริกปาปริกา กลูโคสไซรัป ผงปรุงรส เนย) สมุนไพร (พริกแห้ง ตะไคร้ ใบมะกรูด ใบเตย จาก ตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี)

2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อปลาชีวก้าวสามารถสูตรดั้งเดิม

ใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ สูตรดั้งเดิม จำนวน 3 สูตร โดยทำการประเมินคะแนนการยอมรับทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ กลิ่นรสสมุนไพร และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด) (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) และข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อให้ได้สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดมาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

2.2 การสร้างสูตรมาตรฐานสำหรับปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ

นำสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากการทดลองที่ 1 และข้อเสนอแนะจากผู้ประเมิน มาทำการพัฒนาสูตรน้ำซอสสำหรับผลิตปลาชีวก้าวสามารถสอบกรอบ โดยศึกษาตัวแปรคือ ปริมาณน้ำ ปริมาณกลูโคสไซรัป และเนย (ตาราง 1) โดยมีขั้นตอน ซึ่งส่วนผสมที่จะทำน้ำปรุงรสตามสูตร (น้ำตาล เกลือ มะขามเปียก พริกป่น ปาปริกา ผงปรุงรส น้ำเปล่า กลูโคสไซรัป เนย) หั่นเครื่องเทศสมุนไพร (ใบมะกรูด ใบเตย ตะไคร้) เดมน้ำลงในหม้อจนน้ำเดือด เติมส่วนผสมอื่น คนให้ส่วนผสมทุกอย่างละลายเข้ากัน นำน้ำปรุงรสมาคลุกผสมกับปลาชีวก้าวแห้ง เติมน้ำขาว ถั่วลิสง และเครื่องเทศสมุนไพร ที่เตรียมไว้มาคลุกผสม อบด้วยตู้อบ (180 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 นาที ผึ่งให้เย็น บรรจุด้วยถุงอูมิเนียมพอยล์ลามิเนต เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 - 8 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาทำการวิเคราะห์ขั้นต่อไป



สำหรับการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ ค่าเพอร์ออกไซด์ ทำการบรรจุตัวอย่างภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ ในถุงอลูมิเนียมพอยล์ลามิเนต เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการสุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ทุกสัปดาห์

2.3 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

2.3.1 การศึกษาทางกายภาพ ค่าสี โดยวัดค่า $L^* a^* b^*$ โดยเครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Quest XE
 2) วัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าความแข็ง ความกรอบ โดยวิธี Texture profile analyzer ใช้หัว T18 Sphere 12.7 mm D ใช้ฐาน TA-TRB (Three Point Bending)

2.3.2 การศึกษาทางเคมี ปริมาณ โปรตีน ไขมัน เส้นใย ความชื้น และน้ำอิสระ ตามวิธี AOAC (2000)
 การศึกษา ค่าเพอร์ออกไซด์ (P.V.) ตามวิธีการของกิตติพงษ์ จิระพงษ์สุวรรณ และคนอื่น ๆ (2563)

2.3.3 การศึกษาทางจุลชีววิทยา จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online, 2001a) ยีสต์และรา (Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online, 2001b)

2.3.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน โดยทำการประเมินคะแนนการยอมรับทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ กลิ่นรสสมุนไพร และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9 คะแนน (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาด้านการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภควางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) การทดสอบลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์ ของปลาช่อนแก้วสามารถรอบ ใช้แผนการทดลองแบบ 23-1 Fractional Factorial ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแก้วสามารถรอบสูตรทดลอง

สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแก้วสามารถ (กรัม)					
ส่วนผสม	สูตรควบคุม (ทางการค้า)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปลาแก้วแห้ง	250	250	250	250	250
น้ำตาล	12	75	75	75	75
เกลือ	-	15	15	15	15
มะขามเปียก	9	30	30	30	30
พริกป่น	3	8	8	8	8
ปาปริกา	-	10	10	10	10
ผงปรุงรส	-	5	5	5	5
น้ำเปล่า	250	250	150	250	150
กลูโคสไซรัป	-	-	-	20	20
เนย	3	2	2	6	6
งาขาว	3	60	60	60	60
ใบมะกรูด	-	60	60	60	60
ใบเตย	3	60	60	60	60
ถั่วลิสง	12	150	150	150	150
ตะไคร้	-	60	60	60	60
น้ำมันพืช	12	-	-	-	-

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อปลาชีวแก้วสามารถสรุปได้ดังเดิมเพื่อสร้างสูตรมาตรฐาน

การศึกษารายการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสรุปสูตรได้ดังเดิม จำนวน 3 สูตร (ตาราง 2) พบว่า ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนความชอบด้าน กลิ่น ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ 3 ส่วนด้าน รสชาติ สมุนไพร มีคะแนนสูงที่สุด และแตกต่างกับตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผู้ทดสอบได้มีข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น ต้องการลดความเค็มของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์มีน้ำมันเยิ้ม อยากให้เพิ่มสมุนไพร สีของผลิตภัณฑ์ไม่สด อยากให้มีรสชาติเข้มข้นขึ้น เป็นต้น ดังนั้นจึงได้คัดเลือกตัวอย่างที่ 1 ในการเป็นสูตรควบคุม และนำข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรปลาชีวแก้วสามารถในวัตถุประสงค์ต่อไป

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสปลาชีวแก้วสามารถสรุปสูตรได้ดังเดิม

ตัวอย่าง	คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	กลิ่น	รสชาติ	สมุนไพร	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ตัวอย่างที่ 1	7.00±1.71 ^a	7.46±1.86 ^a	7.34±1.55 ^a	6.98±1.78 ^a	7.08±1.77 ^a	7.54±1.54 ^a
ตัวอย่างที่ 2	6.16±2.10 ^b	5.64±2.17 ^b	5.80±1.95 ^c	5.68±1.94 ^b	5.92±2.04 ^b	6.16±1.83 ^b
ตัวอย่างที่ 3	6.78±1.71 ^{ab}	6.66±1.94 ^b	6.64±1.73 ^b	6.76±1.76 ^a	6.74±1.52 ^a	7.08±1.63 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{a-c} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ

ค่าสี L^* a^* b^* ของปลาชีวแก้วสามารถสรุป (ตาราง 3) โดยค่า L^* เป็นค่าแสดงความสว่าง คือ มีค่าตั้งแต่ 0 แสดงความเป็นสีดำ ถึง 100 แสดงความเป็นสีขาว ค่า a^* ที่เป็น + สีเป็นไปในทิศทางของสีแดง a^* ที่เป็น - สีเป็นไปในทิศทางของสีเขียว ค่า b^* ที่เป็น + สีเป็นไปในทิศทางของสีเหลือง b^* ที่เป็น - สีเป็นไปในทิศทางของสีน้ำเงิน พบว่า ค่า L^* และ ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนค่า a^* สูตรที่ 4 มีค่าสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) กับสูตรที่ 2 และ 3

ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสรุป แสดงดังตาราง 3 โดยค่าความแข็ง (hardness) หมายถึง แรงสูงสุดที่ใช้ในการกดตัวอย่างครั้งแรก ค่าความกรอบ (fracturability) หมายถึง แรงที่จุดยอดแรกซึ่งทำให้ตัวอย่างหรืออาหารแตกในช่วงการกดหรือการเคี้ยวครั้งที่ 1 พบว่า สูตรที่ 2 และ สูตรควบคุมมีค่าความแข็งต่ำที่สุดและแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าความกรอบ สูตรที่ 2 มีค่าต่ำที่สุดและแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 3 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสรุป

ตัวอย่าง	ค่าสี			ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L^{*ns}	a^*	b^{*ns}	Hardness (g)	Fracturability(g)
ควบคุม	37.87±0.67	5.20±0.30 ^c	21.97±0.33	1819.33±85.62 ^c	1205.33±91.68 ^c
สูตร1	34.92±10.43	11.85±0.70 ^b	28.71±10.24	3718.66±445.19 ^a	2248.66±199.51 ^a
สูตร2	38.13±0.90	12.65±1.84 ^{ab}	24.93±1.06	1820.66±405.41 ^c	646.83±55.56 ^d
สูตร3	40.29±0.67	13.03±0.46 ^{ab}	24.65±0.63	3406.50±320.86 ^a	1955.50±442.88 ^{ab}
สูตร4	40.33±0.71	14.21±0.28 ^a	25.91±0.50	2490.33±125.30 ^b	1640.33±231.69 ^{bc}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{a-c} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{ns} แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการศึกษาคุณภาพด้านเคมี

การศึกษาคุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบ ทำการศึกษาด้านปริมาณไขมัน โปรตีน ความชื้น น้ำอิสระ และเถ้า ดังตาราง 4 และการศึกษาค่าเพอร์ออกไซด์ในระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 5 พบว่า

การศึกษาปริมาณไขมัน สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันสูงที่สุด คือ ร้อยละ 23.42 และแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) รองลงมาคือสูตรที่ 4 ส่วนสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณไขมันต่ำที่สุดและมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าโปรตีน พบว่า สูตรที่ 4 มีค่าโปรตีนสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) จากสูตรที่ 3 และสูตรควบคุม มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด ($p < 0.05$) ดังนั้นในการทดลองนี้พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ที่ได้รับการพัฒนานั้น มีค่าโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุม ค่าปริมาณความชื้น พบว่า สูตรที่ 1 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด ($p < 0.05$) (ร้อยละ 7.21) รองลงมาคือสูตรที่ 3 ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) พบว่าผลิตภัณฑ์ ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบที่ใช้น้ำและกลูโคสไซรัปในกระบวนการทดลองต่างกันมีผลทำให้ค่าปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งค่าความชื้นจะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่เติมลงไปในส่วนผสม ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร และมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบที่ใช้น้ำและกลูโคสไซรัป ในกระบวนการทดลองต่างกันมีผลทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุดคือ รองลงมาคือสูตรที่ 3, 2 และ 4 ตามลำดับ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น ปริมาณเถ้า พบว่า สูตรที่ 4 มีปริมาณเถ้าสูงที่สุดแต่ ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ($p > 0.05$) รองลงมาคือสูตรที่ 1, 2 และสูตรควบคุม ตามลำดับ

ค่าเพอร์ออกไซด์ เป็นดัชนีเป็นค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (rancidity) เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูงโดยเป็นการวัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อติดตามการเกิดออกซิเดชันในระหว่างการผลิตและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Zhang et al., 2021, p.1-2) พบว่า ทุกตัวอย่างเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้นจะมีค่าเพอร์ออกไซด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ตัวอย่างควบคุมมีค่าเพอร์ออกไซด์สูงที่สุดตั้งแต่สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาไปจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ($p < 0.05$) ส่วนตัวอย่างสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์ สูตร 1 และ 2 มีค่าเพอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตาราง 4 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบ

ตัวอย่าง	คุณภาพทางเคมีกายภาพ				
	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	เถ้า (ร้อยละ)
ควบคุม	23.42±0.74 ^a	41.72±1.88 ^c	3.23±0.25 ^d	0.32±0.0042 ^d	7.64±0.20 ^d
สูตร1	12.78±0.06 ^c	45.10±0.88 ^b	7.21±0.06 ^a	0.41±0.0023 ^a	9.27±0.34 ^{bc}
สูตร2	12.74±0.69 ^c	45.43±0.20 ^b	5.03±0.13 ^c	0.34±0.0016 ^c	8.98±0.39 ^c
สูตร3	12.80±0.09 ^c	48.48±1.00 ^a	6.15±0.10 ^b	0.38±0.0011 ^b	9.76±0.08 ^{ab}
สูตร4	13.97±0.02 ^b	50.13±0.10 ^a	4.88±0.08 ^c	0.32±0.0020 ^d	9.87±0.26 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{a-c} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตาราง 5 ค่าเพอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบ (meq/kg oil)

สัปดาห์	ควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
1	9.56±0.00 ^{cA}	3.62±0.01 ^{aA}	4.27±1.85 ^{aA}	6.22±0.03 ^{bA}	6.56±0.09 ^{bA}
2	12.02±2.92 ^{bA}	8.51±0.32 ^{aB}	9.58±1.58 ^{aB}	9.64±0.28 ^{aB}	7.89±1.08 ^{aA}
3	24.22±3.98 ^{bB}	11.64±0.18 ^{aC}	11.34±0.11 ^{aB}	15.23±1.62 ^{aC}	11.97±1.88 ^{aB}

ลำดับที่	ควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
4	32.50±0.00 ^{dC}	13.93±0.71 ^{abD}	15.62±2.39 ^{bC}	17.91±0.98 ^{dD}	12.96±0.32 ^{aB}
5	35.59±3.47 ^{bC}	16.80±0.96 ^{aE}	17.51±0.22 ^{aC}	19.09±2.38 ^{aE}	16.99±1.75 ^{aC}
6	42.55±0.78 ^{dD}	19.03±0.24 ^{aF}	22.58±0.12 ^{bD}	23.92±0.06 ^{cF}	22.79±0.15 ^{bD}
7	43.02±5.41 ^{dD}	21.35±0.06 ^{aG}	24.84±0.19 ^{aD}	32.66±0.13 ^{bG}	30.19±1.27 ^{bE}
8	45.39±6.11 ^{bD}	31.14±3.29 ^{aH}	33.45±2.73 ^{aE}	41.72±2.06 ^{bH}	40.98±2.11 ^{bF}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{a-d} ที่แตกต่างกันในแถวแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

อักษรตัวพิมพ์ใหญ่^{A-H} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

4. ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์

การศึกษาคูณภาพด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา พบว่า ผลิตภัณฑ์ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 6.0×10^1 ถึง 5.40×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม โดยสูตรที่ 3 มีปริมาณมากที่สุด คือ 5.40×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม และทุกตัวอย่างตรวจไม่พบยีสต์และรา

5. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบทั้ง 5 สูตร มีคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ สมุนไพร ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านสมุนไพร และความชอบรวม สูงที่สุดและแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังนั้นจึงได้คัดเลือกสูตรที่ 2 ให้เป็นสูตรมาตรฐานเพื่อนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบให้กับวิสาหกิจชุมชนต่อไป

ตาราง 6 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบ

ตัวอย่าง	ค่าสี		ลักษณะเนื้อสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	สมุนไพร	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ควบคุม	6.16±1.92 ^c	6.12±1.79 ^b	6.68±1.63 ^{bc}	6.40±1.73 ^b	7.44±1.43 ^a	6.90±1.51 ^{ab}	7.00±1.47 ^b
สูตร1	7.08±1.46 ^b	6.52±1.55 ^b	6.82±1.54 ^b	6.34±1.58 ^b	5.70±1.76 ^d	6.18±1.58 ^d	6.68±1.34 ^b
สูตร2	7.82±0.94 ^a	7.40±1.37 ^a	7.66±1.36 ^a	7.28±1.40 ^a	6.94±1.70 ^{ab}	7.24±1.53 ^a	7.92±1.32 ^a
สูตร3	6.38±1.70 ^c	6.06±1.85 ^b	6.06±2.03 ^{cd}	6.22±1.76 ^b	6.12±1.56 ^{cd}	6.32±1.50 ^{bc}	6.60±1.55 ^b
สูตร4	6.70±1.70 ^c	6.14±1.71 ^b	5.94±1.54 ^d	6.08±1.72 ^b	6.38±1.58 ^{bc}	6.46±1.52 ^{bc}	6.52±1.52 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

อักษรตัวพิมพ์เล็ก^{a-d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบสูตรทางการค้าดั้งเดิม ที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่า มีระดับความชอบผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ 1 ได้รับการยอมรับสูงที่สุด มาเป็นสูตรต้นแบบในการพัฒนาสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถรอบต่อไป แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ชุมชนในแต่ละกลุ่ม มีความแตกต่างกันด้านคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสูตรและกรรมวิธีที่ใช้ในการผลิต จากการศึกษาข้างนี้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้านความชอบของผู้บริโภคอาจก่อให้เกิดการแข่งขันกันด้านการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของอำเภอสิรินธร เนื่องจากคุณภาพด้านรสชาตินั้นเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อผู้บริโภคในการเลือกซื้ออาหาร และส่งผลต่อการซื้อซ้ำ หรือการภักดีต่อตราสินค้าในอนาคต สอดคล้องกับการศึกษาของ

ตรีนันท์ โพธารส และหทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล (2559) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแป้นแก้วรวมควันทอดกรอบพร้อมรับประทานผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อการเลือกซื้อ ส่วนใหญ่พิจารณาจาก รสชาติ รองลงมาคือ ความนิยมในการบริโภคช่วงเทศกาล และประโยชน์ต่อสุขภาพ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ 1 ได้รับคะแนนการประเมินความชอบสูงที่สุดแต่ยังมีข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้นหากมีการรวมกลุ่มผู้ผลิตปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ มีรสชาติ เนื้อสัมผัส และเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่นมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน ไม่เหม็นหืน จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดภายในประเทศได้มากยิ่งขึ้น

การพัฒนาสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบ โดยได้มีการปรับ เพิ่ม ลด ปริมาณส่วนผสมตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยได้ทำการศึกษาสูตรที่พัฒนาขึ้น 4 สูตร โดยแปรปริมาณ น้ำ กลูโคสไฮรป และเนย เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ 1 ในคุณภาพด้าน ภายนอก เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพ พบว่า ค่าความกรอบ และความแข็ง มีความสัมพันธ์กับความชื้นซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณน้ำในส่วนผสมที่แตกต่างกัน ซึ่งค่านี้เป็นค่าที่แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยว ซึ่งมีผลกับการยอมรับของผู้บริโภค และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบกรอบ ส่วนการศึกษาค่าสี พบว่าปัจจัยที่ทำการศึกษา (ปริมาณน้ำ กลูโคสไฮรปและเนย) ไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามสูตรที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นสีแดงที่มากกว่าสูตรทางการค้าเนื่องจากได้มีการปรับส่วนผสมคือเพิ่มเติมปาล์มซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงสดขึ้นส่งผลให้ผู้บริโภคให้คะแนนด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่มากขึ้น

การศึกษาคุณภาพทางเคมี พบว่าปัจจัยด้านปริมาณน้ำ กลูโคสไฮรปและเนยไม่ส่งผลต่อปริมาณไขมันและเถ้าในผลิตภัณฑ์ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ เป็นผลมาจากปริมาณน้ำและกลูโคสไฮรปโดยส่งผลในเชิงบวกต่อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อุไรวรรณ ปิตาวรรณ (2534) รายงานว่าการใช้กลูโคสไฮรปร่วมกับซอบิทอล (สัดส่วน 1:1) เป็นสารดูดความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดค่าน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ ส่วนการใช้กลูโคสไฮรปเพียงอย่างเดียวส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จักรินทร์ ตรีอินทอง และวุฒิ รัตนวิชัย (2564) รายงานว่า น้ำพริกปลาชีวแก้วสูตรเศรษฐกิจมี ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันทั้งหมด เถ้า water activity (aw) เท่ากับ 4.73%, 30.12%, 36.69%, 5.93%, 0.36% ตามลำดับ การศึกษาคุณภาพการศึกษาปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ปลาสดแปรรูปในประเทศโปแลนด์ เช่น ปลาสดแปรรูปกระป๋องในซอสมะเขือเทศ ปลาสดแปรรูปคั่ว พบโปรตีนร้อยละ 11.5 และ 22 ตามลำดับ และยังมีโปรตีนที่สามารถย่อยและดูดซึมได้ร้อยละ 77.0 – 98.7 (Usydu et al., 2009, p. 141) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค (มพช. 106/2553) กำหนดปริมาณน้ำอิสระต้องไม่เกิน 0.6 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบจึงมีคุณภาพผ่านมาตรฐานตามที่ มพช. กำหนด นอกจากนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ (2541) ได้กำหนดการกล่าวอ้างการใช้คำว่า สูง หรือ อุดม ฉลากโภชนาการ จะต้องมิโปรตีน ไม่น้อยกว่า 10 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2541) ซึ่งในตัวอย่างมีโปรตีน ร้อยละ 41.72 – 50.13 ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถสอบกรอบสูตรมาตรฐานเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง

ผลการศึกษาค่าเปอร์ออกไซด์ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ ของผลิตภัณฑ์ปลาชีวแก้วสามารถมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บในทุกตัวอย่าง ($p < 0.05$) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค กำหนดค่าเปอร์ออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัม สมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อ กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2553) จากการศึกษาพบว่า สูตรควบคุมมีปริมาณเปอร์ออกไซด์เกินมาตรฐาน ในสัปดาห์ที่ 4 สูตรที่ 1 และ 2 มีค่าเกินในสัปดาห์ ที่ 8 และสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าเกินในสัปดาห์ ที่ 7 ทั้งนี้เป็นผลมาจากปัจจัยด้านปริมาณเนยที่แตกต่างกันในส่วนผสมจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของลิพิด (Lipid Oxidation) ที่แตกต่างกัน โดยค่าเปอร์ออกไซด์จะสูงในช่วงแรกเนื่องจากเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมัน เกิดเป็นสารประกอบ Hydroperoxides แล้วสามารถสลายตัวเป็นสารประกอบชนิดอื่นต่อไปได้ เช่น Aldehydes Ketone Hydrocarbons และ Alcohols เนื่องจากสารประกอบ Hydroperoxides เป็นสาร Intermediate ของปฏิกิริยา Oxidation (Zhang et al., 2021, p.2) สอดคล้องกับณัฐธิดา ทวีแสง (2560) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นเสริมผักขาว ผ่านการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟที่กำลังไมโครเวฟ 600 วัตต์ และเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตที่อุณหภูมิห้อง และค่า TBA หรือค่าความหืน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

(ตรีนันท์ โพธารส และหทัยทิพย์ นิमितเกียรติไกล, 2559, น.213) ส่วนภทรวดี และคนอื่น ๆ (2562, น.120) พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบมีปริมาณไนโตรเจน ที่ระเหยได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่วนค่า TBARS กลับมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลา เก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษานี้กล่าวได้ว่า ผลิตภัณฑ์ปลาแก้วสามารถกรอบ สูตรที่ 1 และ 2 มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 7 สัปดาห์

การที่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งที่ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำ (ร้อยละ 3.23-7.21) ปริมาณน้ำอิสระต่ำ (0.32-0.41) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิด ทั้งนี้อาจเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มาจากวัตถุดิบคือปลาสดที่แช่แข็งซึ่งยังไม่ได้รับมาตรฐานการผลิต จึงควรมีการระมัดระวังการปนเปื้อนจากวัตถุดิบ และมีการคัดเลือกอย่างเหมาะสม รวมถึงให้มีการอบแห้งเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำมาผลิตปลาสดที่แช่แข็งสามารถกรอบ ทั้งนี้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค (มผช. 106/2553) กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์ราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จึงกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ปลาสดที่แช่แข็งสามารถกรอบมีคุณภาพตามมาตรฐานอาหารที่กำหนด

ผลการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปลาสดที่แช่แข็งสามารถกรอบ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบรวม สี กลิ่น รสชาติ และสมุนไพรสูงที่สุดและแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความกรอบและเนื้อสัมผัสมีคะแนนสูงสุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยด้านปริมาณน้ำและปริมาณกลูโคสไซรัปที่มีปริมาณต่ำ (150 และ 0 กรัม ตามลำดับ) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งที่ต่ำและค่าความกรอบ ที่สูงซึ่งเป็นลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยวทำให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมาก สอดคล้องกับชุดนิมิตพารามิเตอร์ ทับทิมเขียว และนันทน์ท พวีรัตน์ธนนท์ (2551) รายงานว่า ลักษณะของขนมขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เน่าเสียได้ง่าย เก็บได้นาน มีรูปลักษณะที่ดูน่ารับประทาน มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่กรอบอร่อย พกพาได้ง่ายเป็นลักษณะที่ดึงดูดใจผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้บริโภคในประเทศไทยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาแปรรูป พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งกับผู้บริโภคและผลกระทบต่อผู้บริโภคของผู้บริโภคยังมีด้าน การรับรู้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความเห็นจากสมาชิกในครอบครัว และจิตสำนึกด้านสุขภาพด้วย (Chokenukul et al., 2019, p.6)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สูตรที่ 2 (น้ำเปล่า 150 กรัม, ไม่เติมน้ำกลูโคสไซรัป และเนย 2 กรัม) เป็นสูตรมาตรฐานสำหรับปลาสดที่แช่แข็งสามารถกรอบ เพื่อนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับ วิสาหกิจชุมชนต่อไป เนื่องจาก ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าความชอบในระดับชอบมาก ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม คือ ค่าความแข็งต่ำ และมีค่าความกรอบสูงกว่าสูตรควบคุม ($p < 0.05$) ค่าความเป็นสีแดงสูง มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุมและมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีค่าความชื้นร้อยละ 5.03 ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติในอุณหภูมิเย็นพอประมาณได้ 7 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง โดย ปริมาณน้ำอิสระค่าเพอร์ออกไซด์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค

จากงานวิจัยนี้สามารถแก้ไขปัญหาด้านสูตรมาตรฐานที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยมีการศึกษาวิจัยทดสอบกับผู้บริโภค ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานโดยกระบวนการวิจัย มีการระบุชนิดของเครื่องมือ สูตรที่เหมาะสม อุณหภูมิและระยะเวลาในการผลิต ยังผลให้ชุมชนเกิดการพัฒนาศักยภาพและสามารถยกระดับรายได้ของชุมชนได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. วิสาหกิจชุมชน ตำบลคันไร่ อำเภอสิรินธร ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยสูตรมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาสดที่แช่แข็งสามารถกรอบ 1 สูตร และสามารถนำไปผลิตเพื่อจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับชุมชน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสดที่แช่แข็งกรอบรสชาติดั้งเดิม ๆ เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคหลายช่วงวัย เช่น รสธรรมชาติ รสโนริสาหร่าย เป็นต้น



2. ศึกษาการยกระดับมาตรฐานสถานที่ผลิตให้มีมาตรฐานสถานที่ผลิตตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข
3. ศึกษาการพัฒนาตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์รวมถึงแนวทางการตลาด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยจาก ทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรม โดย กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และ นวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2564 สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤติยา เชื้อนเพชร, ณัฏชา จันทร์ศรีบุตร และภัสชญา ลิขิตสิทธิกุล. (2562). การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตข้าวพอง เคลือบ สารละลายไรซ์เบอร์รี่. *Thai Journal of Science and Technology*. 8(4), 411-428.
- กิตติพงษ์ จิระพงษ์สุวรรณ, เจนจิรา นิเวศน์, ดารชาต์ เทียมเมือง, กรรณ อรรถนิตย์ และกานต์ ทิพย์ไกรศรี. (2563). การเปรียบเทียบวิธีเตรียมอนุภาคนาโนต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและการเกิดออกซิเดชันของไขมัน. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 สาขาประมง* (น. 329-337). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรินทร์ ตรีอินทอง และวุฒิ รัตนวิชัย. (2564). *นวัตกรรมผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากปลาชิวแก้วตากแห้ง* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.
- จิรวรรณ มณีโรจน์ และนันทิภา พันธุ์สวัสดิ์. (2561). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นอบแห้งจากเศษเหลือปลาแซลมอน* (รายงานการวิจัย). สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- ชวลิต วิทยานนท์. (2544). *ปลาน้ำจืดไทย*. นานมีบุ๊คส์.
- ชุดิณณพารณ์ พัทธิมเขี้ยว และนัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนนท์. (2551). *ขนมขบเคี้ยวจากปลา* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- ณัฐนิชา ทวีแสง. (2560). การศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(3), 412-423.
- ตรีสินธุ์ โพธารส และหทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลารมควันจากปลาเบ็ดเตล็ดที่จับได้จากกว๊านพะเยา. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 13(2), 206-215.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ. (2541, 11 มิถุนายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 115 ตอนที่ 47 ง. หน้า 23-26.
- ผกาวิดี เอี่ยมกำแพง และโสรัจ วรชุม อินเกต. (2559). *ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสลัดโดยทำการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสลัด* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภัทรวดี เอียดเต็ม, กุรอชียะห์ ยามิรุเต็ง และจริยา สุขจันทร์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาสวรรค์แผ่นกรอบจากปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.*, 4(2), 113-121.
- รัตนา ประเสริฐวารี. (2552). *การพัฒนาตำหรับอาหารไทยแคลเซียมสูง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี]. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วันชัย วรวัฒนเมธิกุล. (2560). *การศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจของการแปรรูปและใช้ประโยชน์จากปลาสวาย* (รายงานการวิจัย). สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน).
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2553). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลากรอบปรุงรสพร้อมบริโภค* (มผช.106/2553). กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุทธิพันธุ์ แดงใจ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่จ๊อเสริมฟักทองและปลาชิวแก้ว. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*. 14(3), 343-354.
- อุไรวรรณ ปีตารานนท์. (2534). *ผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อ Water Activity และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis* (17th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online. (2001a). *Chapter 3*. Retrieved August 20, 2020, from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>.
- _____. (2001b). *Chapter 18*. Retrieved August 20, 2020, from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>.
- Chokenukul, P., Sukhabot, S., & Rinthaisong, I. (2019). A causal relationship model of purchasing behavior of consumers in Thailand regarding processed fish products. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(2), 366-372.
- Kok, T. N., Yeap, S. E., Lee, W. P., Lee, H. W., & Arig, G. T. (2004). Innovative techniques for traditional dried fish products. *Developments in food science*, 42, 397-406.
- Thapa, N. (2016). Ethnic fermented and preserved fish products of India and Nepal. *Journal of Ethnic Foods*, 3(1), 69-77.
- Usydus, Z., Szlinder-Richert, J., & Adamczyk, M. (2009). Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland. *Food Chemistry*, 112(1), 139-145.
- Zhang, N., Li, Y., Wen, S., Sun, Y., Chen, J., Gao, Y., Sagymbek, A., & Yu, X. (2021). Analytical methods for determining the peroxide value of edible oils: A mini-review. *Food Chemistry*, 358, 129834.