

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง DEVELOPMENT OF BAKED PLANT-BASED HIGH PROTEIN CRISPY FISH CHIPS PRODUCT

อัจฉริยา นพวิญญวงค์^{1*} เพชรรัตน์ เจ๊ะหวั่น² ผกาพรรณ กองแก้ว³ สุนิสา สอนดี⁴

มนสิชา บุญท่าดี⁵ จุฑามาศ สังข์สินธุ์ไชย⁶ และปณิธิ สุวรรณอมรเลิศ⁷

Atchareeya Nopwinyuwong^{1*}, Petcharat Jewan², Phagapan Kongkaew³, Sunisa Sorndee⁴,

Monsicha Boontumdee⁵, Jutamash Sangsinchai⁶, and Panitee Suwanamornlert⁷

^{1,2,3,4,5,6} คณะการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

⁷ วิทยาลัยเฮลท์ แอนด์ เวลเนส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

^{1,2,3,4,5,6} Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

⁷ College of Health and Wellness, Dhurakij Pundit University

Received: October 2, 2024 / Revised: December 6, 2024 / Accepted: December 6, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวทดแทนการใช้เนื้อปลา โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียว ทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ 50:40:10 (สูตร 1) 70:20:10 (สูตร 2) 75:20:5 (สูตร 3) และ 70:25:5 (สูตร 4) ตามลำดับ จากนั้นภายหลังจากอบแห้งจะนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยมีผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่าภายหลังจากอบแห้งผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร มีความหนา 0.55-0.72 มิลลิเมตร และปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 5.56-6.75 โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเห็ดแครงมากขึ้น ทำให้ค่า a^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า สูตร 1 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี (7.28 ± 1.90) กลิ่นเห็ดแครง (7.20 ± 1.62) รสเค็ม (7.22 ± 1.37) รสหวาน (7.04 ± 1.74) และความชอบโดยรวม (7.20 ± 1.69) สูงที่สุด ถึงแม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นถั่วแดง และความกรอบในสูตร 1 น้อยกว่าสูตร 4 แต่ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์สูตร 1 มากที่สุด (ร้อยละ 32) รองลงมาคือสูตร 4 (ร้อยละ 26) สูตร 2 (ร้อยละ 20) และสูตร 3 (ร้อยละ 12) ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ได้รับการยอมรับคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้ทดสอบทั้งหมด ดังนั้นเนื้อปลาจากพืชสามารถใช้ส่วนผสมของเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียว ในอัตราส่วน 50:40:10 ทดแทนเนื้อปลาได้

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ปลาจากพืช ปลาแผ่นอบกรอบ พืชโปรตีนสูง

Abstract

This research aimed to develop baked crispy fish product from split-gill mushroom, red bean, and glutinous rice flour instead of using fish meat. In the study, four formulae of the ratio between split-gill mushroom, red bean, and glutinous rice flour were 50:40:10 (Formula 1), 70:20:10 (Formula 2), 75:20:5 (Formula 3), and 70:25:5 (Formula 4), respectively. Then, after

*Corresponding Author

E-mail: atchareeyanop@pim.ac.th

drying, their physical quality and sensory evaluation were analyzed. The sensory evaluation was carried out by fifty taste panelists using the 9-point hedonic scale. It was found that after drying, the thickness of products made from using all four formulae ranged from 0.55 to 0.72 mm; while their moisture quantities were between 5.56% to 6.75%, respectively. The a^* value decreased significantly with the increasing of split-gill mushroom ingredient ($p < 0.05$). As for the results of sensory evaluation, it was found that the Formula 1 product had the highest favorite scores for the color (7.28 ± 1.90), split-gill mushroom aroma (7.20 ± 1.62), salty taste (7.22 ± 1.37), sweet taste (7.04 ± 1.74), and overall liking (7.20 ± 1.69). Although the favorite scores for red bean aroma and the crispness of the Formula 1 product were less than those of the Formula 4 product, the Formula 1 product had the highest acceptability (32%), followed by those of the Formula 4 product (26%), Formula 2 product (20%), and Formula 3 product (12%), respectively. All four formula products were accepted by 90 percent of the testers. In conclusion, plant-based fish meat product can use a mixture of split-gill mushroom, red bean, and glutinous rice flour in the ratio of 50:40:10 as a substitute for fish meat.

Keywords: Plant-based Fish Product, Baked Crispy Fish Chips, High Protein Plant

บทนำ

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา ประชากรโลกเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทำให้มีการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะปลาซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่รู้จักกันดี จึงมีการเรียกร้องให้มีการผลิตปลาเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าจากเดิม (Ritchie & Roser, 2021) ส่งผลให้เกิดการประมงที่ไม่ได้รับการควบคุมหรือการทำประมงเกินขนาด ตามรายงาน World Wildlife Overfishing พื้นที่การทำประมงเกินขนาดทั่วโลกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ในช่วงศตวรรษก่อน ทำให้การประมงทั่วโลกหนึ่งในสามเกินขีดความสามารถในการรองรับทางชีวภาพ การรบกวนระบบนิเวศทางทะเลเป็นปัญหาหนึ่งที่แนวทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันต้องเผชิญ ตัวอย่างเช่น ปลาทะเลที่มักบริโภคเป็นอาหารเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศทางทะเล และขัดขวางการขยายตัวของ การประมงจับปลาในธรรมชาติ (Naylor et al., 2000) การใช้สารเคมีในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ยาฆ่าแมลง และยาปฏิชีวนะ ซึ่งมักใช้ในการรักษาโรค (Cole et al., 2009) อาจทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นมลพิษและเป็น

อันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคหากปล่อยลงในแหล่งน้ำภายนอก (Ahmad et al., 2021) และการเกิดน้ำเสียขึ้นในระหว่างขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หากมีการบำบัดน้ำเสียไม่ดี อาจส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง นอกจากนี้ตลาดซูริมิของโลกได้รับผลกระทบเช่นกัน เนื่องจากต้องใช้ปลาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตซูริมิ โดยอุตสาหกรรมการผลิตซูริมิกำลังเผชิญปัญหาด้านการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต ทำให้ต้องใช้วัตถุดิบจากนอกน่านน้ำ ส่งผลให้ต้นทุนของวัตถุดิบนั้นลดลง ซึ่งผลิตภัณฑ์ซูริมิที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ รวมถึงราคาน้ำมันที่มีราคาแพงขึ้น ทำให้การทำประมงในแต่ละครั้งใช้ต้นทุนในการออกไปหาปลาเพิ่มสูงขึ้น ต้นทุนในการผลิตซูริมิจึงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (Wongchaiyakun et al., 2005)

ในยุคปัจจุบันพฤติกรรมผู้บริโภครับประทานอาหารของคนทั่วโลกเริ่มหันมาใส่ใจและให้ความสำคัญกับอาหารมากยิ่งขึ้น ในขณะเดียวกันยังตระหนักถึงกระแสรักโลก สิ่งแวดล้อม และสวัสดิภาพสัตว์ (Animal Welfare) รวมไปถึงปัญหาความมั่นคง

ทางอาหาร (Food Security) จึงทำให้บริษัทอาหารหลายแห่งหันมาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากพืช (Plant Based Product) เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมและเนื้อสัตว์ทดแทน รวมทั้งปลาด้วย (Boukid, 2021; Mahmud et al., 2024; Mishal et al., 2022; Patil et al., 2023; Reyes-Jurado et al., 2023; Rincon et al., 2020; Sha & Xiong 2020; Sobri et al., 2023; Thavamani et al., 2020; Van Vliet et al., 2020) โดยอาหารจากพืช (Plant Based Food) ส่วนใหญ่ทำมาจากพืช 95% อาทิ ผัก ผลไม้ เห็ดต่าง ๆ รวมไปถึงธัญพืชและถั่ว อีกทั้งยังมีเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น สี สันคล้ายคลึงกับการทานเนื้อสัตว์จริง ๆ ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ของผู้ที่ต้องการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ และเปลี่ยนมาใช้โปรตีนจากพืชเพื่อทำเป็นอาหารทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ แต่งสีธรรมชาติจากพืช และใช้น้ำมันจากพืช เช่น น้ำมันมะพร้าว เพื่อเพิ่มความชุ่มฉ่ำของเนื้อสัมผัส ดังนั้นอาหารจากพืชจึงกำลังได้รับความนิยมในกลุ่มของคนรักสุขภาพ โดยเฉพาะแนวโน้มของกระแส Flexitarian เป็นการรับประทานมังสวิรัตแบบยืดหยุ่นด้วยการลดการบริโภคเนื้อสัตว์ให้น้อยลง ซึ่งมีแนวโน้มเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งคนไทยและคนต่างชาติ (Manopimok, 2022)

ด้วยนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์การอาหารที่ก้าวหน้าไปมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชมีความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์มากขึ้น การรับประทานอาหารจากพืชยังช่วยทำให้สุขภาพดีขึ้นซึ่งมีงานวิจัยรองรับในเชิงวิชาการมากมาย ได้แก่ ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน ช่วยควบคุมน้ำหนักให้ง่ายขึ้นเนื่องจากมีคอเลสเตอรอลน้อย และช่วยให้อิ่มท้องได้นานเนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่มีไฟเบอร์สูง เป็นต้น (MedPark Hospital, 2023) นอกจากนี้เหตุผลด้านสุขภาพแล้ว อาหารจากพืชยังส่งผลต่อความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการผลิตและบริโภคอาหารที่ผลิต

จากพืชมีส่วนช่วยลดโลกร้อนได้ รวมทั้งมูลค่าตลาดรวมทั่วโลกอยู่ที่ 25 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และในปี 2025 จะเพิ่มขึ้นเป็น 38.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ขณะที่ประเทศไทยในปัจจุบันมีมูลค่ากว่า 28,000 ล้านบาท โดยคาดการณ์ว่าในปี 2567 จะมีมูลค่าตลาดสูงถึง 45,000 ล้านบาท หรือเติบโตเฉลี่ยปีละ 10% (Krungthai Bank Research Center, 2020)

จากข้อมูลดังกล่าว จึงมีแนวคิดนำวัตถุดิบจากพืชมาทดแทนเนื้อปลาให้มีรสชาติ รสสัมผัส และรูปแบบของอาหารใกล้เคียงกับเนื้อปลามากที่สุด มีโปรตีนสูง แคลอรีต่ำ เหมาะสำหรับผู้ที่รักสุขภาพ ต้องการดูแลสุขภาพในระยะยาว เนื่องจากการทำประมงและการทำปศุสัตว์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลและการเกิดก๊าซเรือนกระจก แต่การทำเกษตรกรรมใช้ทรัพยากรน้อยกว่า รวมทั้งยังให้ผลผลิตที่รวดเร็วและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวที่เหมาะสมมาทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง
3. เพื่อศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

บททวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้สนใจชนิดของพืชที่นำมาทดแทนเนื้อปลา คือ เห็ดแครง เพราะเห็ดแครงมีโปรตีนสูง ให้พลังงานต่ำ ช่วยควบคุมน้ำหนัก เป็นแหล่งใยอาหารที่ดี และมีสารที่มีคุณค่าทางยา ถั่วแดง เพราะมีคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ใยอาหารสูง มีวิตามิน แร่ธาตุต่าง ๆ มีส่วนช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และแป้งข้าวเหนียว เป็นส่วนที่จะช่วยให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

เห็ดแครง หรือเห็ดตีนตุ๊กแก (ชื่อสามัญว่า Split-Gill Mushroom และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Schizophyllum commune*) เป็นเห็ดที่ขึ้นได้ทั่วทุกภูมิภาคทั่วโลกและเจริญเติบโตได้ตลอดปี เป็นเห็ดขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-4 เซนติเมตร รูปทรงคล้ายพัดไม่มีก้านดอก ซึ่งเห็ดแครงจะมีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสูง เมื่อเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 1) นิยมนำมาทำแกงคั่วกับปลาอย่างเห็ดชนิดนี้ยังเป็นที่รู้จักมากในแถบภาคใต้ พบมากบนท่อนไม้ยางพาราที่ตัดทิ้งไว้ในประเทศญี่ปุ่นใช้ทำเป็นยาเนื่องจากมีสารที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อไวรัสและยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Wikipedia, 2022) ซึ่งในบทความวิจัยจำนวนมากสนใจที่จะเลือกใช้เห็ดที่รับประทานได้มาเป็นส่วนผสมหนึ่งของอาหารจากพืช เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นเส้นใยที่เลียนแบบเนื้อสัมผัสของเนื้อสัตว์ และมีรสอูมามิที่เป็นเอกลักษณ์ นอกจากนี้ยังมีโปรตีนคุณภาพสูง ไฟเบอร์ วิตามิน แร่ธาตุ และสารประกอบฟีนอลิกในระดับสูง อีกทั้งเห็ดบางชนิดมีส่วนประกอบที่มีผลทางการรักษาที่เป็นประโยชน์อีกด้วย ดังนั้นเห็ดที่รับประทานได้จึงสามารถนำมาแทนที่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หรือปลาได้ (Das et al., 2021; Sayeed Ibrahim & Huda-Faujan, 2023)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณพลังงาน โปรตีน และราคาของเห็ดต่างชนิดกัน

ชนิดเห็ด	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัมต่อ 100 กรัม)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
เห็ดแครง	126.74	6.77	180
เห็ดโคน	48.72	6.27	500
เห็ดฟาง	35	3.2	100
เห็ดนางฟ้า	35	2.3	50
เห็ดนางรม	30	2.1	60

ที่มา: ThaiHealth, 2006

ถั่วแดง (Red Bean) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีเมล็ดคล้ายไต ซึ่งเมล็ดมีหลายสี เช่น สีแดง สีแดงเข้ม หรือสีแดงม่วง ในประเทศไทยพบปลูกอยู่ 2 ชนิด คือ ถั่วแดงหลวงและถั่วนี้วนางแดง ในที่นี้ เลือกใช้ถั่วแดงหลวง ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgaris* และใช้บริโภคเมล็ดแก่ มีรูปร่างคล้ายไต ซึ่งเรียกว่า Kidney Bean และมีเมล็ดสีแดงเรียกว่า Red Kidney Bean ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทำไส้ขนม เมล็ดถั่วแดงจัดว่าเป็นแหล่งเสริมโปรตีนที่ได้จากพืช เนื่องจากมีโปรตีนสูงให้คุณค่าอาหารใกล้เคียงเนื้อสัตว์ มีคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนและมีไฟเบอร์สูง ซึ่งเป็นส่วนช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดที่เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคเบาหวานและโรคหัวใจ โดยไฟเบอร์ในถั่วแดงนั้นเป็นไฟเบอร์ที่สามารถละลายในน้ำได้เมื่อรับประทานเข้าไปและเกิดการย่อย ไฟเบอร์ในถั่วแดงจะมีลักษณะคล้ายกับเจลที่เคลือบไว้ในกระเพาะอาหาร ซึ่งเจลนี้จะเข้าไปดักจับกับคอเลสเตอรอลและป้องกันไม่ให้ถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกาย จึงช่วยให้ระดับของคอเลสเตอรอลไม่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งถือว่าการลดน้ำหนักเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีธาตุเหล็กที่ช่วยบำรุงโลหิต ช่วยปรับสภาพเลือดในร่างกาย บรรเทาอาการอ่อนเพลีย มีแคลเซียมสูงช่วยให้กระดูกและฟันแข็งแรง มีวิตามินหลายชนิด เช่น ไทอะมิน (B1) ไรโบฟลาวิน (B2) ไนอะซิน (B3) จึงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (Phukasmas, 2018) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากส่วนผสมจากพืชจึงนิยมเลือกใช้วัตถุดิบที่สร้างสมดุลให้แก่ร่างกายและดีต่อสุขภาพ ซึ่งถั่วแดงสามารถให้ได้เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย อีกทั้งข้อดีของไฟเบอร์ที่ได้จากถั่วแดงมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์จริง และยังมีราคาที่ค่อนข้างถูกทำให้ผลิตภัณฑ์จากถั่วแดงสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้ทั้งผู้มีรายได้ต่ำไปจนถึงสูง (Zahira et al., 2024)

แป้งข้าวเหนียว เป็นแป้งที่ได้จากข้าวเหนียว ในสมัยก่อนใช้แป้งโม้ ปัจจุบันนิยมใช้แป้งแห้ง ลักษณะของผงแป้งข้าวเหนียวมีสีขาวนวล สากมือน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า เมื่อต้มให้สุก แป้งข้าวเหนียวจะมีสีขาวขุ่นข้นและมีความเหนียวนุ่ม เมื่อเทียบกับแป้งชนิดอื่น ๆ จึงทำให้แป้งข้าวเหนียวถูกนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ขนมต่าง ๆ เช่น ขนมถั่วแปบ แป้งจี่ ขนมโค ขนมโก๋ไทย ขนมต้ม ขนมบ้าบิ่น ข้าวเหนียวตัด บัวลอย ขนมเทียน ขนมแข่ง ข้าวเหนียวเปียก ขนมหัวล้าน เป็นต้น (Wikipedia, 2024) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ในผลิตภัณฑ์ฟุดดิง ซอส น้ำเกรวี่ ในระหว่างการแช่แข็งและการละลาย แป้งข้าวเหนียวอุดมไปด้วยโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก และไนอะซิน ซึ่งล้วนมีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยให้อาหารอร่อยและทำให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและไม่มีกลูเตนอีกด้วย จากประโยชน์ดังกล่าวจึงมีนักวิจัยสนใจที่จะศึกษาอิทธิพลของแป้งข้าวเหนียวต่อคุณภาพเนื้อหุ้บดปรุงสุกและเนื้อวุ้นบดปรุงรส ซึ่งพบว่าแป้งข้าวเหนียวมีประโยชน์ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเนื้อบดได้ โดยจะรักษาความชื้นและไขมันในปริมาณมาก ซึ่งปกติจะมีโอกาสสูญเสียไประหว่างการปรุงอาหาร (Gao et al., 2014; Yi et al., 2012)

เนื้อปลาจากพืชจำเป็นต้องพิจารณาในเรื่องแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acids, PUFAs) อันมีค่ารวมถึงกรดโอเมก้า 3 ที่จำเป็นต่อการทำงานที่เหมาะสมของร่างกายมนุษย์ และมีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งเป็นจุดเด่นโดยทั่วไปของเนื้อปลา ดังนั้นควรใช้พืชที่อุดมด้วยโปรตีนและมีกรดไขมันโอเมก้า 3 สูงทดแทน เช่น พืชตระกูลถั่ว ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี มีโปรตีนสูงถึง 30% ของน้ำหนักแห้ง และยังเป็นแหล่งของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน โดยเฉพาะกรดลิโนเลนิกและกรดอัลฟา-ไลโนเลนิก โดยทั่วไปพืชตระกูลถั่วจะมีไลซีน ลิวซีน

กรดแอสปาร์ติก และอาร์จินีนในระดับสูง แต่มีกรดอะมิโนที่มีกำมะถันและทรีโตนินในระดับต่ำ โปรตีนจากพืชตระกูลถั่วเป็นโปรตีนที่นิยมใช้กันมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น ทำให้เกิดฟองได้ดีและเกิดอิมัลชันได้ดี ทำให้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการแปรรูปอาหาร และยังช่วยในการเกิดเจลเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารอีกด้วย (Nowacka et al., 2023)

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาอัตราส่วนระหว่างเห็ดแคร่งถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

1.1 การเตรียมเนื้อปลาจากพืช

นำเห็ดแคร่งแห้งและถั่วแดง มาแช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นบดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และใส่แป้งข้าวเหนียว แล้วคลุกให้เข้ากัน โดยปรับสัดส่วนของส่วนผสมได้ทั้งหมด 4 สูตร (ตารางที่ 2) ซึ่งเนื้อปลาที่ได้จากเห็ดเป็นส่วนผสมหลัก จะให้เนื้อสัมผัสในลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งช่วยทำให้มีเนื้อสัมผัสคล้ายปลามากขึ้น (Patil et al., 2023)

1.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

นำส่วนผสมต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 มาบดผสมให้เข้ากัน โดยใช้ไม้พายพลาสติก (ภาพที่ 1(ก)) ริดให้เป็นแผ่นบางบนฟิล์มพลาสติก โดยใช้ไม้ขนาดแปดสแตนด์เลส เพื่อให้มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จากนั้นนำแผ่นที่ได้ไปวางบนถาดอบ และตัดให้เป็นชิ้น ขนาด 3×3 เซนติเมตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-7 นาที (ภาพที่ 1(ข)) นำออกมาพักให้เย็นตัวลง และเก็บไว้ในถุงพลาสติก เพื่อเตรียมทดสอบคุณภาพต่อไป

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของเนื้อปลาจากพืช

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
เห็ดแครง	50	70	75	70
ถั่วแดง	40	20	20	25
แป้งข้าวเหนียว	10	10	5	5

ตารางที่ 3 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
เนื้อปลาจากพืช	70.20
แป้งมัน	4.93
เกลือ	1.48
น้ำมันพืช	4.93
น้ำตาลทราย	4.93
ไข่ขาว	2.46
น้ำผสมน้ำแข็ง	11.08

ที่มา: Schultheiss, 2019



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผสมเนื้อปลาจากพืชกับส่วนผสมต่าง ๆ (ก)
และการรีดให้เป็นแผ่นบางเพื่อเตรียมเข้าตู้อบให้แห้ง (ข)

2. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ
ค่าสี ปริมาณความชื้น ดังนี้

2.1.1 วัดความหนาของชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่อง Digital Thickness Gauge (Mitutoyo (Thailand) Co., Ltd., ประเทศญี่ปุ่น) ในหน่วยมิลลิเมตร

2.1.2 วัดค่าสีตามระบบ CIE L^* a^* b^* โดยที่ L^* แสดงถึงค่าความสว่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 0 (สีดำ)-100 (สีขาว) a^* แสดงถึงค่าความเป็นสีแดง หากค่า a^* เป็นบวก จะแสดงสีแดง และค่า a^* เป็นลบ จะแสดงสีเขียว และ b^* แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลือง หากค่า b^* เป็นบวก จะแสดงสีเหลือง และค่า b^* เป็นลบ จะแสดงสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่องวัดค่าสี NR200 (Shenzhen 3NH Technology Co., Ltd., ประเทศจีน)

2.1.3 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างด้วยวิธี AOAC (Association of Official Analytical Chemist, 1990) จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.2 การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ทำการประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นเห็ดแครง กลิ่นถั่วแดง รสเค็ม รสหวาน ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นบุคลากรและนักศึกษาของสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ และประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค แสดงเป็นค่าร้อยละการยอมรับของผู้ทดสอบทั้งหมด จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

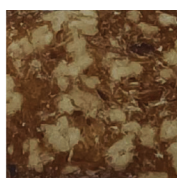
1. อัตราส่วนระหว่างเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียว มีทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ 50:40:10 70:20:10 75:20:5 และ 70:25:5 ตามลำดับ เมื่อนำเห็ดแครงและถั่วแดงที่ผ่านการแช่น้ำแล้วมาบดให้ละเอียด และผสมให้เข้ากันแล้วจึงเติมส่วนผสมเครื่องปรุงต่าง ๆ ลงไป จากนั้นคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วรีดให้เป็นแผ่นบาง แผ่นที่ได้จะมีสีน้ำตาล แต่ภายหลังการอบให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูงจะให้สีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณเห็ดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียว ซึ่งพบว่าเมื่อปริมาณเห็ดแครงมากขึ้น เนื้อปลาจากพืชจะมีสีน้ำตาลเข้ม และมีความเป็นเนื้อเดียวกันลดลง แต่เมื่อปริมาณถั่วแดงมากขึ้น เนื้อปลาจากพืชจะมีสีน้ำตาลปนแดง และมีความเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี ดังแสดงในภาพที่ 2(ก)-2(ง)

2. ผลวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

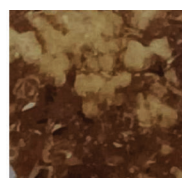
2.1 ผลของลักษณะทางกายภาพ ค่าสี ปริมาณความชื้น เมื่อวิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE L^* a^* b^* พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง สูตร 4 มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด และสูตร 1 มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่า สูตร 1 มีค่า a^* สูงที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ ($p < 0.05$) แต่ค่า b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสูตร ($p \geq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 นอกจากนี้ ความหนาและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูงของทั้ง 4 สูตร ภายหลังการอบแล้ว จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.55-0.72 มิลลิเมตร และร้อยละ 5.56-6.75 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5



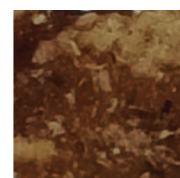
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูงภายหลังการอบแห้งเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างเห็ดแคร้ง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวที่แตกต่างกัน
(ก) สูตร 1 (ข) สูตร 2 (ค) สูตร 3 และ (ง) สูตร 4

ตารางที่ 4 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูงที่มีส่วนประกอบแตกต่างกัน

สูตรต้นแบบ	ค่าสี (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	L^* ^{ns}	a^*	b^* ^{ns}
สูตร 1	50.32 $\pm$ 4.99	16.07 $\pm$ 1.29 ^a	24.21 $\pm$ 2.62
สูตร 2	54.27 $\pm$ 5.08	9.71 $\pm$ 0.68 ^b	19.15 $\pm$ 1.55
สูตร 3	53.93 $\pm$ 5.16	11.14 $\pm$ 1.00 ^b	20.27 $\pm$ 4.91
สูตร 4	55.25 $\pm$ 3.97	10.89 $\pm$ 1.15 ^b	20.87 $\pm$ 1.89

หมายเหตุ: อักษร ^{a, b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 5 ความหนาและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูงที่มีส่วนประกอบแตกต่างกัน

สูตรต้นแบบ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ความหนา (มิลลิเมตร)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
สูตร 1	0.68 $\pm$ 0.05 ^{ab}	6.04 $\pm$ 0.07 ^b
สูตร 2	0.72 $\pm$ 0.04 ^a	5.56 $\pm$ 0.07 ^c
สูตร 3	0.55 $\pm$ 0.08 ^c	6.75 $\pm$ 0.08 ^a
สูตร 4	0.59 $\pm$ 0.05 ^{bc}	6.22 $\pm$ 0.09 ^b

หมายเหตุ: อักษร ^{a, b, c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

2.2 ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง มีผลคะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่น หืดแครง กลิ่นฉ่ำแดง รสเค็ม รสหวาน ความกรอบ และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 6) ซึ่งพบว่าทั้ง 4 สูตรมีระดับคะแนนความชอบของคุณลักษณะอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.60 ถึง 7.40 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่ชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยสูตร 1 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นหืดแครง รสเค็ม

รสหวาน และความชอบโดยรวมสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ ถึงแม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นฉ่ำแดง และความกรอบจะเป็นรองจากสูตร 4 แต่ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์สูตร 1 มากที่สุด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 35.6 รองลงมาคือ สูตร 4 สูตร 2 และสูตร 3 ตามลำดับ จากผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรจำนวนทั้งหมด 50 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ 45 คน และไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ 5 คน ฉะนั้นจึงคิดเป็นร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ 90

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง

สูตร ต้นแบบ	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)						ความชอบ โดยรวม ^{ns}
	สี ^{ns}	กลิ่นหืดแครง ^{ns}	กลิ่นฉ่ำแดง ^{ns}	รสเค็ม ^{ns}	รสหวาน ^{ns}	ความกรอบ ^{ns}	
สูตร 1	7.28 $\pm$ 1.90	7.20 $\pm$ 1.62	7.08 $\pm$ 1.61	7.22 $\pm$ 1.37	7.04 $\pm$ 1.74	7.14 $\pm$ 2.19	7.20 $\pm$ 1.69
สูตร 2	6.88 $\pm$ 1.47	6.82 $\pm$ 1.22	6.90 $\pm$ 1.25	6.84 $\pm$ 1.31	6.68 $\pm$ 1.35	6.68 $\pm$ 1.77	6.86 $\pm$ 1.36
สูตร 3	6.68 $\pm$ 1.49	6.84 $\pm$ 1.25	6.82 $\pm$ 1.32	6.64 $\pm$ 1.22	6.60 $\pm$ 1.46	6.64 $\pm$ 2.04	6.52 $\pm$ 1.69
สูตร 4	6.88 $\pm$ 1.73	7.10 $\pm$ 1.22	7.14 $\pm$ 1.25	6.84 $\pm$ 1.49	6.96 $\pm$ 1.47	7.40 $\pm$ 1.71	7.20 $\pm$ 1.37

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

อภิปรายผล

1. อัตราส่วนระหว่างหืดแครง ฉ่ำแดง และแป้งข้าวเหนียวจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืชโปรตีนสูง เนื่องจากหืดแครงแห้งเมื่อแช่น้ำแล้วจะนิ่มฟูเต็มดอก มีสีน้ำตาลปนแดง ลักษณะของเนื้อค่อนข้างเนื้อแน่น เหนียวนิ่ม ๆ คล้ายเนื้อสัตว์เคี้ยวแล้วหนุบหนับ แบบแห้ง ๆ ไม่เป็นเมือกกลิ่นเหมือนหืดอื่น ๆ มีกลิ่นหอม และให้รสอูมามิ คล้ายกับการรับประทานปลาแผ่นอบกรอบ เนื่องจากเนื้อสัมผัสมีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายเนื้อปลาจริง (Patil et al., 2023) นอกจากนี้ไฟเบอร์จากถั่วแดงยังมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัสของเนื้อมีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์จริง (Zahira et al., 2024) โดยปกติถั่วแดงจะเป็นถั่วพุ่มที่เมื่อกลิ้งคล้ายไตที่มีหลายสี เช่น สีแดง สีแดงเข้มหรือแดงม่วง ฉะนั้นเมื่อนำวัตถุดิบทั้งสองชนิดมาปั่นผสมรวมกันจะทำให้ส่วนผสมที่ได้มีสีน้ำตาลปนแดงเล็กน้อย

แต่หากใช้ปริมาณหืดแครงมากกว่าถั่วแดง จะทำให้ส่วนผสมที่ได้ค่อนข้างมีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี จะเห็นได้ว่า ภายหลังการอบแห้ง สูตร 1 ที่มีอัตราส่วนระหว่างหืดแครง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวเท่ากับ 50:40:10 จะมีค่า a^* สีแดงสูงที่สุด ($p < 0.05$) และค่า b^* สีเหลืองสูงที่สุด ($p \geq 0.05$) จึงทำให้สูตร 1 มีสีแดงปนเหลือง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณหืดแครงให้มากกว่าถั่วแดง ดังในสูตร 2-4 สีของผลิตภัณฑ์จะค่อนข้างมีสีน้ำตาลชัดเจนและไม่ค่อยมีสีแดงปน ซึ่งพบว่ามีค่า a^* และ b^* ลดลง เมื่อเทียบกับสูตร 1 นอกจากนี้แป้งข้าวเหนียวที่ใส่ลงไปมีข้อดีช่วยเป็นตัวประสาน (Binder) และยังทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) กับเนื้อปลาจากพืช ทำให้เนื้อสัมผัสรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี อีกทั้งยังช่วยรักษาความชื้นและไขมันในระหว่างการอบแห้งอีกด้วย (Gao et al., 2014; Yi et al., 2012)

2. กระบวนการอบแห้ง (Drying) คือ การดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยทั่วไปจะใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความร้อนส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำออกจากผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์นั้นลดลง (ความชื้นลดลง) น้ำที่ระเหยออกจากวัตถุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านผลิตภัณฑ์นั้นเพื่อดึงน้ำออกมา ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการอบแห้งคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม (Brooker et al., 1981; Soponronnarit, 1997) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร จึงมีลักษณะแห้งและกรอบมาก เนื่องจากก่อนอบแห้ง ได้มีการรีดให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะค่อนข้างบาง ภายหลังจากการอบแห้งจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนา ลดลงจาก 1-2 มิลลิเมตร เป็น 0.55-0.72 มิลลิเมตร และมีปริมาณความชื้นสุดท้ายประมาณ ร้อยละ 5.56-6.75 ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร มีค่าความหนาและปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากมีส่วนประกอบของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน จึงเกิดการระเหยของน้ำภายในที่ไม่เท่ากัน นอกจากนี้กระบวนการอบแห้งยังส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าการทอดด้วยน้ำมัน เนื่องจากการทอดอาจจะทำให้ค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ (Cooking Yield) น้อยกว่า หรือเกิดการการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน (Cooking Loss) และร้อยละการหดตัว (Shrinkage) มากกว่า (Techasakulcharoen & Nuchnim, 2020)

3. การศึกษาอัตราส่วนระหว่างเห็ดแคร่ง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียวที่ระดับแตกต่างกัน ส่งผลทำให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ปลาแผ่น อบกรอบจากพืช โปรตีนสูงต่างกันในด้านสี กลิ่นเห็ดแคร่ง กลิ่นถั่วแดง รสเค็ม รสหวาน ความกรอบ และความชอบโดยรวม สูตรที่มีปริมาณเห็ดแคร่งมากขึ้น นอกจากจะทำให้สีผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลเข้มแล้ว เห็ดแคร่งยังแสดงกลิ่นเฉพาะตัวและสามารถดูดซับเครื่องปรุงต่าง ๆ เข้าไป ทำให้รสชาติที่ได้อาจจะอ่อนกว่าปกติ จึงเห็นได้ว่าสูตร 2-3 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นเห็ดแคร่ง

กลิ่นถั่วแดง รสเค็ม รสหวาน และความชอบโดยรวม ต่ำกว่าสูตร 1 สำหรับสูตร 4 ที่มีการเพิ่มปริมาณเห็ดแคร่ง แต่ลดปริมาณแป้งข้าวเหนียว พบว่า ภายหลังจากการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากกว่าสูตร 1 โดยพิจารณาได้จากคะแนนความชอบในด้านความกรอบสูงสุด แต่คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่นเห็ดแคร่ง รสเค็ม และรสหวาน ยังมีคะแนนน้อยกว่าสูตร 1 ถึงแม้ว่าผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในทุก ๆ ด้าน อาจเนื่องมาจากความบางกรอบของผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกัน จึงมีผลทำให้ความแตกต่างทางคุณลักษณะอื่น ๆ ไม่ค่อยชัดเจน จากการวิเคราะห์จึงเลือกพิจารณาค่าคะแนนความชอบที่ต่างกันเป็นหลัก

สรุปผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจากพืช โปรตีนสูงทดแทนการใช้เนื้อปลา สามารถเตรียมได้จากส่วนผสมหลักที่มาจากพืช ได้แก่ เห็ดแคร่ง ถั่วแดง และแป้งข้าวเหนียว ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เท่ากับ 50:40:10 (มีสีแดงปนเหลือง ความหนาอยู่ที่ 0.68 ± 0.05 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 6.04 ± 0.07) ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบด้านสี (7.28 ± 1.90) กลิ่นเห็ดแคร่ง (7.20 ± 1.62) รสเค็ม (7.22 ± 1.37) รสหวาน (7.04 ± 1.74) และความชอบโดยรวม (7.20 ± 1.69) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ และได้รับการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 32 จากทั้งหมดร้อยละ 90 ของผู้ทดสอบทั้งหมด นอกจากนี้กระบวนการอบแห้งยังช่วยลดการบริโภคน้ำมันจากการทอด ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีแคลอรีต่ำ อีกทั้งยังเกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้อยลง ซึ่งถือว่าเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือก (Alternative Protein) จากพืชที่ให้โปรตีนสูง

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาสภาวะการเก็บ รวมถึงชนิดของ
บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เนื่องจากส่งผลต่ออายุการ

เก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นอบกรอบจาก
พืชโปรตีนสูง

References

- Ahmad, A., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., Othman, A. R., & Ismail, N. I. (2021). Aquaculture industry: Supply and demand, best practices, effluent and its current issues and treatment technology. *Journal of Environmental Management*, 287, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112271>
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist.
- Boukid, F. (2021). Plant-based meat analogues: From niche to mainstream. *European Food Research and Technology*, 247(2), 297-308. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03630-9>
- Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., & Hall, C. W. (1981). *Drying cereal grains*. The AVI Publishing Company.
- Cole, D. W., Cole, R., Gaydos, S. J., Gray, J., Hyland, G., Jacques, M. L., Powell-Dunford, N., Sawhney, C., & Au, W. W. (2009). Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212, 369-377. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2008.08.003>
- Das, A. K., Nanda, P. K., Dandapat, P., Bandyopadhyay, S., Gullón, P., Sivaraman, G. K., McClements, D. J., Gullón, B., & Lorenzo, J. M. (2021). Edible mushrooms as functional ingredients for development of healthier and more sustainable muscle foods: A flexitarian approach. *Molecules*, 26(9), 1-25. <https://doi.org/10.3390/molecules26092463>
- Gao, X., Zhang, W., & Zhou, G. (2014). Effects of glutinous rice flour on the physiochemical and sensory qualities of ground pork patties. *LWT - Food Science and Technology*, 58(1), 135-141. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.044>
- Krungthai Bank Research Center. (2020). *Krungthai points out the trend of plant-based food to expand the Thai food business*. Krungthai. <https://krungthai.com/th/krungthai-update/news-detail/595> [in Thai]
- Mahmud, N., Valizadeh, S., Oyom, W., & Tahergorabi, R. (2024). Exploring functional plant-based seafood: Ingredients and health implications. *Trends in Food Science & Technology*, 144, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104346>
- Manopimok, K. (2022, July 1). *Plant-based food: Is it a healthy alternative food?* General Administration Division Mahidol University. <https://op.mahidol.ac.th/ga/posttoday-47/> [in Thai]

- MedPark Hospital. (2023). *Plant based-A simple, trendy food for healthy eating*. MedPark Hospital. <https://www.medparkhospital.com/lifestyles/plant-based-food> [in Thai]
- Mishal, S., Kanchan, S., Bhushette, P., & Sonawane, S. K. (2022). Development of plant based meat analogue. *Food Science and Applied Biotechnology*, 5(1), 45-53. <https://doi.org/10.30721/fsab2022.v5.i1.169>
- Naylor, R. L., Goldberg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C. M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., & Troell, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017-1024. <https://www.nature.com/articles/35016500>
- Nowacka, M., Trusinska, M., Chraniuk, P., Drudi, F., Lukasiewicz, J., Nguyen, N. P., Przybyszewska, A., Pobiega, K., Tappi, S., Tylewicz, U., Rybak, K., & Wiktor, A. (2023). Developments in plant proteins production for meat and fish analogues. *Molecules*, 28(7), 1-27. <https://doi.org/10.3390/molecules28072966>
- Patil, S., Urankar, D., Bhalerao, P. P., Dabade, A., Bhushette, P., & Sonawane, S. K. (2023). Development of plant-based fish analog: Optimization using D-optimal mixture design and fuzzy analysis, characterization and shelf life study. *Food Chemistry Advances*, 3(4), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100485>
- Phukasmas, U. (2018). Red bean, protein sources from plants. *Food Journal*, 48(1), 59-62. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_FRPD/search_detail/result/20014288 [in Thai]
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2023). Plant-based milk alternatives: Types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*, 39(4), 2320-2351. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1952421>
- Rincon, L., Botelho, R. B. A., & de Alencar, E. R. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT - Food Science and Technology*, 128, 109479. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109479>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021). *Fish and overfishing: How are fish stocks changing across the world? How much is overfished?* Our World in Data. <https://ourworldindata.org/fish-and-overfishing>
- Sayeed Ibrahim, H. S., & Huda-Faujan, N. (2023). Potential use of underutilised mushroom stems in meat products and meat analogues: A mini review. *Malaysian Journal of Science, Health & Technology*, 9(2), 147-152. <https://doi.org/10.33102/mjosht.v9i2.334>
- Schultheiss, A. (2019, January 5). *Homemade fish tofu recipe*. Wongnai. <https://www.wongnai.com/recipes/ugc/96dc600423ee41748a13436f8a02b2c6> [in Thai]
- Sha, L., & Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>

- Sobri, A. M., Seow, L. -J., Issara, U., Rahman, N. A. A., Huda, N., & Seow, E. -K. (2023). Effect of sodium alginate on the physicochemical and sensory properties of vegan surimi. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary*, 6(2), 142-153. <https://doi.org/10.20956/canrea.v6i2.1034>
- Soponronnarit, S. (1997). *Drying of seeds and certain foods* (7th ed.). King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Techasakulcharoen, P., & Nuchnim, P. (2020). *Development of fish burger products from plant proteins* [Agricultural Product Innovation and Technology Senior Projects]. Srinakharinwirot University Institutional Repository. <https://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/19364> [in Thai]
- ThaiHealth. (2006, July 1). *Interesting health articles: Mushroom nutritional value*. Village Doctor. <https://www.doctor.or.th/article/detail/1493> [in Thai]
- Thavamani, A., Sferra, T. J., & Sankararaman, S. (2020). Meet the meat alternatives: The value of alternative protein sources. *Current Nutrition Reports*, 9(4), 346-355. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00341-1>
- Van Vliet, S., Kronberg, S. L., & Provenza, F. D. (2020). Plant-based meats, human health, and climate change. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(128), 1-17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00128>
- Wikipedia. (2022). *Schizophyllum commune*. <https://th.wikipedia.org/wiki/split-gill-mushroom> [in Thai]
- Wikipedia. (2024). *Glutinous rice flour*. <https://th.wikipedia.org/wiki/glutinous-rice-flour> [in Thai]
- Wongchaiyakun, P., Klongklaew, C., & Chaiwat, W. (2005, October 7). *Surimi: The market is expanding well but there are problems with raw materials*. Positioning. <https://positioningmag.com/25401> [in Thai]
- Yi, H. C., Cho, H., Hong, J. J., Ryu, R. K., Hwang, K. T., & Regenstein, J. M. (2012). Physicochemical and organoleptic characteristics of seasoned beef patties with added glutinous rice flour. *Meat Science*, 92(4), 464-468. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.012>
- Zahira, A., Andayani, R. A., Anggraeni, D. A., Radiansyah, M. R., & Hakiki, D. N. (2024). Chemical characteristics of meat analog from sorghum, oyster mushroom, and red bean. In *The 3rd International Seminar of Science and Technology* (pp. 117-124). University of Terbuka. https://www.researchgate.net/publication/380404457_Chemical_characteristics_of_meat_analog_from_sorghum_oyster_mushroom_and_red_bean