Integrated Dry-Fermented Catfish Production to Promote Sustainable Livelihoods and Community-Based Economic Development: A Case Study of the Community Enterprise Group in Koh Tao Subdistrict, Pa Phayom District, Phatthalung Province, Thailand

Research Article

Received:
20 April 2025

Received in revised form:
9 August 2025

Accepted:
15 August 2025

Amonrat Thanonkaew[1,*], Vilailak Klompong[1], Pornpimon Mayachiew[1], Thanidchaya Luanunkarb[1], Pimchana Hoktha[2], Naruemon Intarat[3], Kritsada Phatcharasit[3], Nantiya Panomjan[4] and Suphada Kiriratnikom[4]

[1]*Faculty of Agro and Bio Industry, Thaksin University, Papayom District, Phatthalung Province, 93210 Thailand*
[2]*Faculty of Science and Digital Innovation, Thaksin University, Papayom District, Phatthalung Province, 93210 Thailand*
[3]*Faculty of Engineering, Thaksin University, Papayom District, Phatthalung Province, 93210 Thailand*
[4]*Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Papayom District, Phatthalung Province, 93210 Thailand*
[*]**Corresponding author's E-mail: tamonrat@tsu.ac.th**

Extended Abstract (1/2)

Background: The Community Enterprise Group for Agricultural Product Processing in Village 13, Koh Tao Subdistrict, Pa Phayom District, Phatthalung Province, in Southern Thailand has pioneered an integrated approach to catfish farming and dry-fermented catfish (pla-duk-ra) production. The group engages in both aquaculture—raising hybrid and African catfish—and in processing, distributing fresh catfish and fermented products. However, its members historically faced significant obstacles. Catfish farming incurred high production costs, fingerling shortages occurred during the rainy season, and many earthen ponds were in poor condition. Processing methods lacked compliance with basic Good Manufacturing Practices (GMP), producing inconsistent quality. Drying facilities were insufficient, packaging failed to preserve freshness, and members had little knowledge of developing ready-to-eat products or adding value to by-products. To address these challenges, an integrated program was implemented with 40 vulnerable households and community members. The intervention was structured into five stages: (1) improving aquaculture methods, (2) upgrading processing to meet GMP standards, (3) conducting product quality analysis, (4) diversifying product lines into ready-to-eat foods and by-products, and (5) improving packaging and labeling to meet legal and commercial requirements.

Processing and Quality Enhancement: Hybrid catfish and African catfish were raised in canvas ponds as an alternative to deteriorating earthen ponds. Results indicated that African catfish grew faster and required lower feed costs than hybrid catfish, significantly reducing production risks. This innovation not only ensured a consistent supply of raw material but also stabilized farm-level incomes. Processing systems were redesigned to meet basic GMP standards. New facilities were constructed, formulas were refined, and workflows were simplified, reducing processing time while increasing monthly production capacity from just 50 kilograms to 200–300 kilograms. Comparative quality analysis revealed that African catfish yielded fermented products with higher protein, lower fat, and sensory qualities equivalent to those made from hybrid catfish, thereby validating African catfish as a cost-effective and high-quality alternative raw material.

Integrated Dry-Fermented Catfish Production to Promote Sustainable Livelihoods and Community-Based Economic Development: A Case Study of the Community Enterprise Group in Koh Tao Subdistrict, Pa Phayom District, Phatthalung Province, Thailand

Extended Abstract (2/2)

Product Diversification, Packaging, and Branding: The group expanded beyond traditional pla-duk-ra by developing innovative ready-to-eat products and by-products. New items included sweet fish sauce, ready-to-eat fried pla-duk-ra, pla-duk-ra chili paste, and rice seasoning powder. By utilizing fish parts such as heads (22%), intestines (2.1%), and fat (4.9%), waste was minimized, consistent with circular economy principles. Defective or unsellable fermented fish (3%) were repurposed into chili paste and seasoning, thereby transforming potential losses into marketable goods. A major breakthrough came from the development of attractive, durable, and legally compliant packaging. Improved designs enhanced shelf life, protected product quality, and increased consumer confidence. The enterprise also introduced proper labeling with clear production details, supporting compliance with food safety standards and strengthening market competitiveness.

Economic and Environmental Impacts: Before the intervention, the enterprise offered only two products: hybrid catfish and dry-fermented catfish, generating 21,600 Baht per month (≈USD 620) with a net profit of 5,100 Baht (≈USD 146). After expansion, the product portfolio grew to seven items: hybrid catfish, African catfish, pla-duk-ra, sweet fish sauce, ready-to-eat fried pla-duk-ra, pla-duk-ra chili paste, and rice seasoning. Income from hybrid catfish rose from 6,600 Baht (≈USD 189) to 16,500 Baht (≈USD 472), an increase of 150%. Income from pla-duk-ra surged from 15,000 Baht (≈USD 429) to 60,000 Baht (≈USD 1,714), a 300% increase. African catfish added 10,000 Baht per month (≈USD 286), while the new products collectively contributed 4,500 Baht (≈USD 129) monthly. Overall, total revenue increased from 21,600 Baht (≈USD 620) to 91,000 Baht (≈USD 2,600) per month, a remarkable 321.3% growth, while net profit rose from 5,100 Baht (≈USD 146) to 22,750 Baht (≈USD 650), a 346.1% increase. Environmental benefits were equally notable. Canvas pond farming improved water efficiency and reduced land use compared to earthen ponds, while better water management minimized risks of pollution to natural waterways. Solar-powered dryers replaced fossil fuel use, cutting greenhouse gas emissions. Circular economy practices—turning by-products into secondary goods—minimized waste while creating additional revenue streams. Packaging innovations further reduced food loss during storage and distribution.

Sustainable Development of Human and Social Capital: The initiative also built human and social capital within the community. Training in aquaculture, processing, and quality control enhanced vocational skills transferable to future generations. Vulnerable groups gained employment, improving household security. Knowledge-sharing among members fostered cooperation, while partnerships with universities and government agencies expanded technical support. Moreover, the initiative preserved local wisdom: pla-duk-ra is a traditional food of Phatthalung Province, and its modernization reflects a successful integration of indigenous practices with modern technology. The integrated dry-fermented catfish model reflects the principles of sufficiency economy by balancing economic, social, and environmental dimensions. Economically, diversified products reduce dependency on a single income stream while ensuring stable growth. Socially, the initiative strengthened community bonds, preserved cultural heritage, and empowered vulnerable groups. Environmentally, the adoption of renewable energy and efficient resource use reinforced sustainable practices. For long-term resilience, the group must continue to build strategic management capacity, foster innovation, and prepare new leadership to sustain operations across generations.

Conclusion: The case of this enterprise group demonstrates how integrated aquaculture and value-added processing can transform rural livelihoods. By combining improved production methods, product diversification, branding, and sustainability principles, the initiative not only enhanced household incomes but also strengthened social cohesion and environmental stewardship. The model illustrates a viable pathway for rural communities in Thailand and beyond to achieve inclusive and sustainable economic development.

Keywords: Phatthalung Province, Dry-fermented catfish, Food processing, Ready-to-eat food, Packaging

การผลิตปลาดุกร้าครบวงจรเพื่อเสริมสร้างอาชีพและเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

บทความวิจัย

วันที่รับบทความ:
20 เมษายน 2568

วันแก้ไขบทความ:
9 สิงหาคม 2568

วันตอบรับบทความ:
15 สิงหาคม 2568

อมรรัตน์ ถนนแก้ว[1,*] วิไลลักษณ์ กล่อมพงษ์[1] พรพิมล มะยะเฉียว[1] ฐานิชยา เหลือนุ่นขาบ[1] พิมพ์ชนา ฮกทา[2] นฤมล อินทรัตน์[3] กฤษฎา พัชรสิทธิ์[3] นันทิยา พนมจันทร์[4] และ สุภฎา คีรีรัฐนิคม[4]

[1]คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210
[2]คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210
[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210
[4]คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210
[*]ผู้เขียนหลัก อีเมล์: tamonrat@tsu.ac.th

คำสำคัญ:
จังหวัดพัทลุง
ปลาดุกร้า
การแปรรูปอาหาร
อาหารพร้อมบริโภค
บรรจุภัณฑ์

บทคัดย่อ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 ตำบลเกาะเต่า อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง ผลิตปลาดุกร้าครบวงจรและจำหน่ายปลาดุกบิ๊กอุยสดและปลาดุกร้า แต่ยังคงมีปัญหาดังนี้ การเลี้ยงปลาดุกมีต้นทุนสูง ขาดลูกพันธุ์ในฤดูฝน บ่อดินมีสภาพเสื่อมโทรม กระบวนการผลิตไม่ได้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าไม่มีคุณภาพ กระบวนการแปรรูปซับซ้อน ใช้เวลานาน ตู้ตากปลาไม่เพียงพอ สมาชิกขาดทักษะการผลิตอาหารพร้อมบริโภคและการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเศษเหลือ บรรจุภัณฑ์ไม่น่าสนใจและไม่สามารถรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าได้ โดยมีกลุ่มเปราะบางและสมาชิกชุมชนเข้าร่วมรวม 40 คน ด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) การพัฒนากระบวนการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกันในบ่อผ้าใบ พบว่าปลาดุกแอฟริกันเติบโตเร็วและต้นทุนต่ำกว่าปลาดุกบิ๊กอุย 2) การพัฒนากระบวนการแปรรูปปลาดุกร้าสู่มาตรฐาน GMP ขั้นต้น โดยการพัฒนาโรงเรือนและกระบวนผลิตใหม่ทั้งระบบ รวมทั้งการปรับสูตรและวิธีการแปรรูปปลาดุกร้า ทำให้ลดเวลาผลิตและเพิ่มกำลังผลิตเป็น 200–300 กิโลกรัมต่อเดือน 3) การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกัน พบว่าปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกแอฟริกันให้โปรตีนสูง ไขมันต่ำ และเป็นที่ยอมรับไม่ต่างจากปลาดุกบิ๊กอุย 4) การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปและการแปรรูปวัสดุเศษเหลือเป็นน้ำปลาหวาน ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค น้ำพริกปลาดุกร้า และผงโรยข้าว 5) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และการออกแบบฉลาก โดยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาอาหารได้นาน และมีฉลากถูกต้องตามกฎหมายกำหนด ส่งผลให้วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 มีผลิตภัณฑ์ดังนี้ ปลาดุกบิ๊กอุย ปลาดุกแอฟริกัน ปลาดุกร้า น้ำปลาหวาน ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค น้ำพริกปลาดุกร้า และผงโรยข้าว มีรายได้ต่อเดือนเพิ่มขึ้นจาก 21,600 เป็น 91,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 321.3 กำไรสุทธิเพิ่มจาก 5,100 เป็น 22,750 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 346.1 ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาดุก แรงงานในกระบวนการแปรรูป และผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

https://doi.org/10.48048/abcj.2025.175

สถานการณ์ที่เป็นอยู่เดิม

ปลาดุกเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย แหล่งเลี้ยงปลาดุกที่สำคัญของภาคใต้คือจังหวัดพัทลุง ซึ่งมีความสำคัญในหลายมิติ ทั้งด้านการผลิต การบริโภค การจัดจำหน่าย และมูลค่าทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนสำคัญของการสร้างความมั่นคงทางอาหาร การกระจายรายได้สู่ชุมชน และการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก ในปี พ.ศ. 2564 จังหวัดพัทลุงมีฟาร์มปลาดุก ใน 11 อำเภอ รวมจำนวน 4,412 ฟาร์ม มีเนื้อที่รวม 3,264 ไร่ ผลิตปลาดุกได้ 3,676 ตัน มูลค่ากว่า 176,606,000 บาท (Department of Fisheries, 2024)

การแปรรูปปลาดุกในจังหวัดพัทลุงใช้กระบวนการหมักและการทำแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ "ปลาดุกร้า" ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและเป็นกรรมวิธีการแปรรูปที่สืบทอดกันมาหลายชั่วอายุคน ปลาดุกร้าเป็นอาหารแห้งที่มีปริมาณความชื้นระดับปานกลาง ซึ่งโดยทั่วไปจะมีความชื้นร้อยละ 15–40 และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (a_w) ระหว่าง 0.70–0.90 จึงทำให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าอาหารแห้งทั่วไป (Rahman & Labuza, 2020) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของปลาดุกร้าไม่เกิน 0.8 (Community Product Standards, 2005) การแปรรูปปลาดุกร้าช่วยแก้ปัญหาปลาดุกล้นตลาดในจังหวัดพัทลุง ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้ากลายเป็นสินค้าอัตลักษณ์ประจำจังหวัดที่สร้างชื่อเสียง และมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาดุก วัตถุดิบสำหรับการผลิตปลาดุกร้ามีดังนี้ ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) จากการเพาะเลี้ยง เนื่องจากปลาดุกอุยจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีจำนวนน้อย ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้มีการส่งเสริมการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยสำหรับผลิตเป็นปลาดุกร้าเพื่อการค้า (Thanonkaew et al., 2009c)

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 ตำบลเกาะเต่า อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง จดทะเบียนกลุ่มเมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2559 ภายใต้ทะเบียนเลขที่ 5931003/10045 มีสมาชิกจำนวน 10 คน ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายคือ ปลาดุกบิ๊กอุยสดและปลาดุกร้า การแปรรูปปลาดุกร้าใช้ปลาดุกบิ๊กอุยเป็นวัตถุดิบหลักประมาณ 150 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งมาจากแหล่งเลี้ยงปลาในชุมชนร้อยละ 80 และรับซื้อจากฟาร์มปลานอกชุมชนร้อยละ 20 และมียอดจำหน่ายปลาดุกร้าในชุมชน 50 กิโลกรัมต่อเดือน จำหน่ายราคากิโลกรัมละ 300 บาท สร้างรายได้ 15,000 บาทต่อเดือน และมีกำไรจากการจำหน่าย 4,500 บาทต่อเดือน

กระบวนผลิตปลาดุกร้าของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 มีปัญหาดังนี้

การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย

การขาดแคลนลูกพันธุ์ปลาดุกบิ๊กอุยในช่วงฤดูฝนของภาคใต้ ทำให้ฟาร์มขนาดเล็กในชุมชนหาซื้อได้ยากและมีราคาสูง ส่งผลให้การผลิตไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้ การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นปลาดุกร้าต้องใช้เวลา 3–4 เดือน ทำให้เงินทุนหมุนเวียนช้า และมีความเสี่ยงสูงในการลงทุน โดยการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยมีต้นทุนประมาณ 52 บาทต่อกิโลกรัม เนื่องจากค่าอาหารปลาดุกโปรตีนร้อยละ 30 มีราคา 25–32 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็น ร้อยละ 48–61 ของต้นทุนทั้งหมด ทำให้การเลี้ยงปลาดุกมีต้นทุนสูงตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิต

เกษตรกรทุกรายเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในบ่อดินเก่าในพื้นที่สวน ที่มีขนาดและปริมาณการเลี้ยงที่แตกต่างกัน ซึ่งบ่อดินมีปัญหาบ่อเสื่อมสภาพจากน้ำเสียซึ่งเกิดจากการให้อาหารเกินความต้องการ และการเลี้ยงปลาดุกหนาแน่นเกินไป ส่งผลให้เกิดการสะสมของเสียในบ่อ ทำให้ปลาดุกเจริญเติบโตช้า เกิดโรคง่าย และมีอัตราการตายสูง นอกจากนี้ในฤดูฝนมีน้ำหลากเข้าท่วมบ่อเลี้ยงทำให้ปลาดุกหลุดออกจากบ่อไปตามกระแสน้ำ ดังภาพที่ 1 (Figure 1) นอกจากนี้ สมาชิกของวิสาหกิจชุมชนขาดองค์ความรู้ด้านระบบการเลี้ยงปลาดุกที่มีประสิทธิภาพ ทั้งเรื่องการให้อาหารอย่างเหมาะสม การจัดการคุณภาพน้ำ การป้องกันโรค และการจัดการฟาร์มโดยรวม ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพต่ำและเกิดการสูญเสียทรัพยากร

Figure 1 Hybrid catfish farming in the earthen pond

วิสาหกิจชุมชนมีแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้ การปรับเป็นการเลี้ยงปลาดุกแอฟริกันที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสามารถหาลูกพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี การพัฒนาสูตรอาหารต้นทุนต่ำโดยใช้วัตถุดิบท้องถิ่น เช่น วัสดุเศษเหลือทางการเกษตร เศษอาหาร และวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานแปรรูปอาหาร การปรับปรุงระบบบ่อเลี้ยงจากบ่อดินเป็นบ่อพลาสติกที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า รวมถึงการจัดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะการเลี้ยงปลาแบบครบวงจรให้กับสมาชิกในชุมชน

การแปรรูปปลาดุกร้า

ปลาดุกบิ๊กอุยมีต้นทุนค่อนข้างสูง โดยมีราคา 55–60 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้ต้นทุนปลาดุกร้าสูงถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อจำหน่ายปลาดุกร้า ในราคา 300 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้มีกำไรเพียงร้อยละ 33.33 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอุตสาหกรรมอาหารพื้นบ้าน ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 38–44 และสถานที่ตั้งของวิสาหกิจชุมชนอยู่ห่างไกลแหล่งวัตถุดิบ จึงทำให้มีต้นทุนการขนส่งสูง

กระบวนการแปรรูปปลาดุกร้ามีความซับซ้อนและใช้เวลานาน โดยการผลิตปลาดุกร้ามี 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ โดยคัดเลือกปลาดุกบิ๊กอุยที่มีขนาดพอเหมาะประมาณ 4–7 ตัวต่อกิโลกรัม จากนั้นทำให้ปลาตายด้วยการโรยเกลือป่นบนตัวปลา นำไปล้างทำความสะอาดผิวภายนอกให้หมดเมือก ตัดหัวและควักเครื่องในทั้งหมด หลังจากนั้นล้างน้ำอีกครั้งให้สะอาดทั่วทั้งตัว โดยเฉพาะบริเวณช่องท้องต้องล้างให้สะอาดเป็นพิเศษ เพื่อกำจัดเลือดและไขมันปลาออกให้หมด

ขั้นที่ 2 การตากแดดปลาเพื่อลดความชื้นเริ่มต้นและทำให้หนังปลามีความตึงพอเหมาะสำหรับขั้นตอนต่อไป โดยตากในตู้ขนาดเล็กที่มีมุ้งลวดหรือตาข่ายป้องกันแมลงวัน ดังภาพที่ 2 (Figure 2) ใช้เวลาประมาณ 2–3 ชั่วโมง หรือจนหนังปลาเริ่มตึง

ขั้นที่ 3 การพักปลาและหมักให้พอง เมื่อตากปลาจนหนังตึงแล้ว นำปลาเข้าที่ร่มเพื่อให้อุณหภูมิของปลาลดลงจนเย็น จากนั้นนำปลาใส่ในถังสเตนเลสสะอาด และหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ปลาเกิดการพองตัวตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้เนื้อปลามีโครงสร้างที่ดีและรสชาติที่อร่อยยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 การหมักด้วยน้ำตาลและเกลือป่น โดยเรียงปลาเป็นชั้น ๆ ในถังสเตนเลส สลับกับการโรยส่วนผสมน้ำตาลและเกลือโดยใช้อัตราส่วนปลาดุก 10 กิโลกรัม ต่อน้ำตาล 1 กิโลกรัม ต่อเกลือป่น 800 กรัม (10:1:0.8) หมักทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง ขั้นตอนนี้ช่วยให้ปลาดูดซับรสชาติหวานและเค็มในระดับที่พอเหมาะ อีกทั้งยังเป็นการถนอมอาหาร โดยน้ำตาลจะให้ความหวานและช่วยให้เนื้อปลานุ่ม ส่วนเกลือช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และเพิ่มรสชาติ

ขั้นที่ 5 การตากครั้งที่ 1 ในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นโรงเรือนที่ออกแบบเพื่อการตากอาหารโดยเฉพาะ ตากปลาเป็นเวลา 4–6 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้นในเนื้อปลาและเริ่มกระบวนการทำแห้ง จากนั้นนำปลาใส่ภาชนะสะอาดและรอให้ปลาเย็นลง

ขั้นที่ 6 การหมักครั้งที่ 2 นำปลามาจัดเรียงเป็นชั้น ๆ ในถังสเตนเลส และหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อช่วยให้รสชาติซึมเข้าเนื้อปลาได้ดียิ่งขึ้น และทำให้เนื้อปลาปรับสภาพให้มีความนุ่มและรสชาติที่สม่ำเสมอ

ขั้นที่ 7 การตากครั้งที่ 2 และการรีด นำปลาที่ผ่านการหมักครั้งที่ 2 ตากในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลา 4–6

Figure 2 Fish dryer cabinet of community enterprise group for agricultural product processing M.13

ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าที่ร่มเพื่อให้ปลาเย็นลง แล้วนำปลามารีดให้แบนด้วยเครื่องรีดหรือใช้วิธีกดทับด้วยน้ำหนัก พร้อมจัดรูปทรงให้สวยงามและเหมาะสำหรับการรับประทาน

ขั้นที่ 8 การหมักครั้งที่ 3 จัดเรียงปลาที่รีดแล้วเป็นชั้น ๆ ในถังสเตนเลส และหมักทิ้งไว้อีก 12 ชั่วโมง การหมักครั้งสุดท้ายนี้ช่วยให้รสชาติของปลาเข้าที่และเนื้อปลามีความชุ่มในระดับที่เหมาะสม รวมทั้งปรับสภาพโครงสร้างของเนื้อปลาให้คงรูปได้หลังการรีด

ขั้นที่ 9 การตากครั้งที่ 3 โดยตากปลาในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์อีก 4–6 ชั่วโมง จะทำให้ปลาแห้งสนิท มีความชื้นในระดับที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา จากนั้นเก็บปลาในภาชนะสะอาดและรอให้เย็นลงก่อนนำไปบรรจุ

ขั้นที่ 10 การบรรจุปลาดุกร้าที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดและแห้งสนิทแล้วมาจัดรูปทรงให้สวยงามอีกครั้ง อาจมีการตัดแต่งส่วนที่ไม่เรียบร้อย จากนั้นบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันความชื้นและอากาศได้ดี เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาปลาดุกร้าให้นานที่สุด และพร้อมสำหรับการจำหน่าย

วิสาหกิจชุมชนมีโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ทำให้ผลิตปลาดุกร้าได้ไม่เกิน 100 กิโลกรัมต่อครั้ง การขาดแคลนวัตถุดิบในฤดูฝน และไม่สามารถแปรรูปเศษเหลือจากส่วนหัว เครื่องใน และน้ำหมักให้เป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ วิสาหกิจชุมชนใช้หัวปลาหมักเป็นปุ๋ยชีวภาพในครัวเรือนเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้เต็มศักยภาพ โรงเรือนแปรรูปปลาดุกร้าไม่ถูกสุขลักษณะ ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าไม่มีคุณภาพและไม่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้ามีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังตารางที่ 1 (Table 1) โดยมีค่าความชื้นและวอเตอร์แอคทิวิตี้สูง ส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ รา *E. coli* และ *S. aureus* อยู่ในระดับเกินเกณฑ์ที่กำหนด สะท้อนถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้ายังมีลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสในระดับ “พอใช้” ถึง “ต้องปรับปรุง” ทั้งในด้านสี เนื้อสัมผัส และรูปลักษณ์ จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพให้ตรงตามมาตรฐาน

วิสาหกิจชุมชนมีแนวทางพัฒนา ดังนี้ การพัฒนากระบวนการผลิตปลาดุกร้าให้ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ มผช. ผลิตภัณฑ์

Table 1 Quality evaluation of dry-fermented catfish products produced from hybrid catfish before the project implementation

Quality of product	Evaluation	Dry-fermented catfish product
Chemical properties	Moisture	46.52 ± 3.06*
	Protein	10.25 ± 0.12
	Lipid	6.91 ± 0.62
	Ash	10.05 ± 0.22
	Acid-base property (pH)	6.12 ± 0.11
	Water activity (a_w)	0.87 ± 0.02
Physical properties	Color L*	44.65 ± 1.44
	Color a*	4.48 ± 0.66
	Color b*	12.19 ± 2.01
Microbial properties	Yeasts (CFU/g sample)	13000 ± 1000
	Molds (CFU/g sample)	1200 ± 100
	E. coli (MPN/g sample)	25.00 ± 5.00
	S. aureus (CFU/g sample)	120.00 ± 10.00
Organoleptic properties	Appearance	2.8 ± 0.4
	Color	2.6 ± 0.5
	Flavor	3.0 ± 0.7
	Texture	2.4 ± 0.5

Note *Values are expressed as means ± standard deviations from three replications.

The community product standard dry-fermented catfish: The water activity must not exceed 0.8. Yeats must not exceed 10,000 CFU/ g sample. Molds must not exceed 500 CFU/g sample. E. coli must not exceed 10 MPN/g sample. S. aureus must not exceed 100 CFU /g sample.

Organoleptic properties 1 = Requires improvement, 2 = Acceptable, 3 = Good, 4 = Very good

ได้รับการรับรองมาตรฐาน อย. การเพิ่มกำลังการผลิตปลาดุกร้าจากเดิม 50 กิโลกรัมต่อเดือน เป็น 200–300 กิโลกรัมต่อเดือน การลดต้นทุนการผลิต และการจัดหาโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ ยังต้องการพัฒนากระบวนการแปรรูปปลาดุกร้าจากปลาดุกแอฟริกัน ให้ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์เทียบเท่าปลาดุกบิ๊กอุย เพื่อแก้ไขปัญหาต้นทุนและความต่อเนื่องของวัตถุดิบอย่างยั่งยืน รวมถึงการแปรรูปเศษเหลือจากกระบวนการผลิตปลาดุกร้าเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

การตลาด

บรรจุภัณฑ์ปลาดุกร้าไม่สวยงาม และไม่สามารถรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ ดังภาพที่ 3 (Figure 3) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าเสื่อมสภาพรวดเร็ว และจำกัดการขยายตลาด โดยการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ทันสมัย การบรรจุแบบสุญญากาศ และสามารถป้องกันความชื้นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและการสร้างมูลค่าเพิ่ม การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าจำกัดอยู่ในกลุ่มลูกค้าประจำในชุมชน ไม่สามารถขยายตลาดและเพิ่มยอดขายได้ จึงควรขยายไปยังลูกค้ากลุ่มใหม่ โดยเฉพาะคนรุ่นใหม่ที่ใส่ใจสุขภาพและนิยมอาหารพื้นบ้านคุณภาพ วิสาหกิจชุมชนขาดศักยภาพด้านการตลาดออนไลน์ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากช่องทางดิจิทัลที่มีศักยภาพสูง ซึ่งผู้บริโภคนิยมซื้อสินค้าผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ วิสาหกิจชุมชนจึงจำเป็นต้องพัฒนาทักษะการตลาดดิจิทัล สร้างเพจและเว็บไซต์ ใช้สื่อสังคมออนไลน์ และจำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ

วิสาหกิจชุมชนมีแนวทางพัฒนา ดังนี้ การปรับปรุงฉลากผลิตภัณฑ์ ให้สอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุขโดยยังคงรักษาอัตลักษณ์ การขยายฐานการตลาดให้กว้างขวาง การส่งเสริมการขายผ่านช่องทางดิจิทัล การวางแผนโฆษณาแบบครบวงจร การกำหนดกลยุทธ์การตลาดที่เหมาะสม และการสร้างแบรนด์ที่เข้มแข็งเพื่อสร้างการรับรู้และความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์

กระบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงและการยอมรับของชุมชนเป้าหมาย

การพัฒนากระบวนการผลิตปลาดุกร้าครบวงจร ดำเนินการโดยใช้วิธีวิจัยเชิงพื้นที่ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และการวิเคราะห์คุณภาพในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย ทีมนักวิจัยและผู้ช่วย 10 คน เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาซึ่งเป็นกลุ่มเปราะบางในอำเภอป่าพะยอม 30 คน และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนซึ่งทำหน้าที่แปรรูปปลาดุกร้า 10 คน ด้วยกระบวนการดังนี้

1. การพัฒนากระบวนการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกันในบ่อผ้าใบ

การเลี้ยงปลาดุกในบ่อผ้าใบ ดังภาพที่ 4 (Figure 4) เป็นรูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น โดยใช้บ่อผ้าใบขนาด 2×4×1 ลูกบาศก์เมตร ดังภาพที่ 5 (Figure 5) เนื่องจากใช้พื้นที่จำกัด ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ง่ายและให้ผลผลิตสูง การแก้ปัญหาปริมาณปลาดุกไม่เพียงพอสำหรับการแปรรูปปลาดุกร้าด้วยการพัฒนาระบบการเลี้ยงปลาดุกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน โดยเปลี่ยนจากการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยเป็นปลาดุกแอฟริกันซึ่งมีความทนทาน โตเร็ว และมีลูกพันธุ์ตลอดปี โดยเปรียบเทียบการเลี้ยงระหว่างปลาดุกบิ๊กอุยของเกษตรกร 20 ราย และปลาดุกแอฟริกันของเกษตรกร 10 ราย

แนวทางการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกันที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติ มีดังนี้

1) สถานที่เลี้ยงปลาดุกต้องมีแหล่งน้ำเพียงพอ คุณภาพน้ำเหมาะสม (pH 6.5–8.5 ความเป็นด่าง 30–120 mg/L ความกระด้าง < 300 mg/L) อยู่ในที่ร่ม ไม่อยู่ใต้ชายคา ไม่เป็นที่ลุ่มน้ำท่วมถึง และขอบบ่อควรสูงกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุด

2) การติดตั้งและเตรียมบ่อเลี้ยงปลา ต้องเริ่มจากการ

Figure 3 Packaging of dry-fermented catfish of community enterprise group for agricultural product processing M.13

Figure 4 Technology transfer for catfish farming in canvas ponds; (a) Production of feed for raising catfish and (b) Releasing catfish fingerlings in canvas ponds

Figure 5 Catfish farming in canvas pond

ปรับพื้นที่ให้เรียบ ไม่ลาดเอียง กำจัดกิ่งไม้หรือหินแหลม ปักเสาวางโครงไม้หรือเหล็กสำหรับผูกบ่อผ้าใบ จากนั้นล้างบ่อด้วยน้ำสะอาดและตากให้แห้งเพื่อฆ่าเชื้อโรค

3) การเตรียมน้ำเลี้ยงปลาต้องใช้น้ำคุณภาพดี โดยปลาขนาด 1–3 กรัม ให้เติมน้ำสูง 30 เซนติเมตร ส่วนปลาขนาด 3 กรัมขึ้นไป ให้เติมน้ำสูง 50–60 เซนติเมตร พักน้ำให้ตกตะกอน หากเป็นน้ำประปาต้องพักให้คลอรีนสลายตัว 3–5 วัน เพื่อความปลอดภัยของลูกปลา

4) การเลือกลูกพันธุ์ปลาที่มีคุณภาพช่วยลดอัตราการตายและเพิ่มการเจริญเติบโต ควรเลือกจากฟาร์มที่ได้มาตรฐาน GAP กรมประมง ลูกปลาต้องสุขภาพดี ไม่มีบาดแผลหรือเมือกเหม็นคาว การบรรจุลูกปลาขนาด 3–5 กรัมในถุงน้ำ 5 ลิตร ไม่ควรเกิน 200–250 ตัว/ถุง ขนส่งช่วงอากาศเย็น และงดอาหาร 24 ชั่วโมงก่อนขนส่ง

5) การปล่อยลูกปลาต้องทำอย่างระมัดระวัง โดยแช่ถุงในบ่อ 10–15 นาทีเพื่อปรับอุณหภูมิ จากนั้นเปิดถุง เติมน้ำจากบ่อเข้าถุงทีละน้อยจนเต็ม แล้วเทลูกปลาลงบ่อ ควรปล่อยในอัตราไม่เกิน 50 ตัวต่อตารางเมตร

6) การให้อาหารปลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนและเหมาะสมกับวัยเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต อาหารควรมีโปรตีนร้อยละ 25–32 ของน้ำหนักแห้ง ควรให้อาหารโดยการโปรยลงในบ่อครั้งละน้อย สังเกตการกิน เมื่อปลากินหมดจึงให้เพิ่ม และหยุดเมื่อปลาเริ่มไม่กิน ไม่ควรให้อาหารมากเกินไปจนเหลือลอยบนผิวน้ำนานเกิน 10 นาที ซึ่งจะทำให้น้ำเน่าเสีย กรณีให้อาหารสดหรืออาหารผสมเอง ควรคำนวณปริมาณตามค่าความชื้นให้สอดคล้องกับปริมาณอาหารแห้งที่ปลาควรได้รับ

7) การจัดการคุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยง ควรตรวจสอบตะกอนพื้นบ่ออย่างสม่ำเสมอ ต้องไม่มีกลิ่นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ หากพบกลิ่นให้ดูดตะกอนออกและเปลี่ยนถ่ายน้ำ ควรเติมจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียทุก 1–2 สัปดาห์ และเปลี่ยนน้ำเดือนละ 2–3 ครั้ง และการให้อาหารพอดีจะช่วยลดปัญหาคุณภาพน้ำ

8) การป้องกันโรคปลาช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สำหรับโรคปรสิต เช่น เห็บระฆัง/ปลิงใส ใช้ด่างทับทิม 1–3 มิลลิกรัม/ลิตร หรือฟอร์มาลิน 15–30 มิลลิลิตร/

ลิตร แต่ห้ามใช้ร่วมกัน การป้องกันโรคแบคทีเรียโดยการควบคุมไม่ให้มีอาหารเหลือหรือตะกอนกลิ่นเหม็นที่พื้นบ่อ และเปลี่ยนน้ำทันทีเมื่อมีกลิ่นแก๊ส

9) การจับปลาควรงดให้อาหาร 1–2 วันก่อนจับ ลดระดับน้ำเหลือ 5–10 เซนติเมตร ใช้ตาข่ายล้อมและสวิงตักอย่างนุ่มนวล คัดแยกขนาดด้วยตะแกรง รักษาความชุ่มชื้นระหว่างคัด บรรจุในภาชนะที่เหมาะสมไม่แน่นเกินไป ขนส่งช่วงเช้าหรือเย็นพร้อมให้ออกซิเจนเพียงพอ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเลี้ยงปลาดุกสองสายพันธุ์ ดังตารางที่ 2 (Table 2) ปลาดุกบิ๊กอุยใช้เวลาเลี้ยง 90 วัน และปลาดุกแอฟริกันใช้เวลาเลี้ยง 60 วัน ดังภาพที่ 6 (Figure 6) โดยเลี้ยงในบ่อพลาสติกขนาด 2×4×1 ลูกบาศก์เมตร ด้วยความหนาแน่น 300 ตัวต่อบ่อ มีการจัดการน้ำโดยเปลี่ยนถ่ายร้อยละ 50–60 ของปริมาณน้ำ สัปดาห์ละครั้ง และให้อาหารโปรตีนร้อยละ 28 วันละ 2 ครั้ง ลูกพันธุ์ปลาดุกบิ๊กอุยราคาตัวละ 1.25 บาท ปลาดุกแอฟริกันตัวละ 1 บาท ค่าดูแลรักษารวมค่าน้ำและแรงงานเปลี่ยนถ่ายน้ำครั้งละ 20 บาทต่อบ่อ ค่าแรงดูแลและให้อาหารวันละ 7 บาทต่อบ่อ และค่าเสียโอกาสวันละ 0.50 บาทต่อบ่อ ปลาดุกบิ๊กอุยมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.15 กรัม และน้ำหนักสุดท้าย 241.07 กรัม ส่วนปลาดุกแอฟริกันมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 5.88 กรัม และน้ำหนักสุดท้าย 238.64 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปลาดุกแอฟริกันจะใช้เวลาเลี้ยงสั้นกว่า 30 วัน แต่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปลาดุกบิ๊กอุย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตพบว่า ปลาดุกแอฟริกันมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และมีอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ที่ดีกว่า แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้อาหารที่เหนือกว่า อัตราการรอดของทั้งสองสายพันธุ์ไม่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ด้านต้นทุนการผลิต พบว่าปลาดุกแอฟริกันมีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยต่ำกว่าปลาดุกบิ๊กอุย ประมาณร้อยละ 11.9 การคำนวณต้นทุนการผลิตรวม ปลาดุกแอฟริกันมีต้นทุนต่ำกว่าปลาดุกบิ๊กอุย ประมาณร้อยละ 9.2 เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่าและระยะเวลาเลี้ยงที่สั้นกว่า ช่วยลดค่าแรงงาน ค่าน้ำ และค่าเสียโอกาสประมาณร้อยละ 33.3 แสดงว่า การเลี้ยงปลาดุกแอฟริกันมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากกว่าปลาดุกบิ๊กอุย เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วกว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า และระยะเวลาการเลี้ยงที่สั้นกว่า ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าและสามารถหมุนเวียนรอบการผลิตได้เร็วกว่า ซึ่งการตัดสินใจเลือกสายพันธุ์ใดควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบ เช่น ราคาขายในท้องตลาด การยอมรับของผู้บริโภค และความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่

Figure 6 (a) Hybrid catfish cultured for 90 days and (b) African catfish cultured for 60 days

Table 2 Average individual weight, growth performance and cost of hybrid catfish cultured for 90 days and African catfish cultured for 60 days

Measurement	Factor	Hybrid catfish (90 days)	African catfish (60 days)
Average individual weight	Initial weight (g/fish)	6.15 ± 0.08*[a]	5.88 ± 0.36[a]
	Final weight (g/fish)	241.07 ± 10.16[a]	238.64 ± 5.34[a]
Growth performance	Weight gain (%)	3,816.88 ± 123.81[a]	3,970.53 ± 307.08[a]
	Specific growth rate (SGR, %/day)	4.08 ± 0.04[b]	6.17 ± 0.12[a]
	Feed conversion ratio (FCR)	1.22 ± 0.07[a]	1.07 ± 0.03[b]
	Survival rate (%)	89.89 ± 2.67[a]	88.44 ± 4.67[a]
Cost	Feed cost (THB/kg)	31.66 ± 1.85[a]	27.90 ± 0.79[b]
	Production cost (THB/kg)	49.33 ± 1.79[a]	44.77 ± 0.52[b]

Note *Values are expressed as means ± standard deviations from three replications.
Different superscript letters in the same row indicate statistically significant differences (P≤0.05)

2. การพัฒนากระบวนการแปรรูปปลาดุกร้าสู่มาตรฐาน GMP ขั้นต้น (Primary GMP)

การพัฒนากระบวนการแปรรูปปลาดุกร้าสู่มาตรฐาน GMP ขั้นต้น ดำเนินการตามคู่มือการตรวจสถานที่ผลิตอาหารตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตที่บังคับใช้เป็นกฎหมาย (GMP 420) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร (Food and Drug Administration, 2021) การออกแบบแผนผังสถานที่ผลิตอาหารต้นแบบ ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 มีพื้นที่การผลิตปลาดุกร้าขนาด 6×9 ตารางเมตร โดยแบ่งห้องเป็นสัดส่วน ดังนี้ ห้องรับวัตถุดิบและล้างทำความสะอาดวัตถุดิบในเบื้องต้น ซึ่งเป็นโซนเปียก มีพื้นที่เปลี่ยนเสื้อผ้า รองเท้า และล้างมือล้างเท้าก่อนเข้ากระบวนการผลิต ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์มีการแบ่งพื้นที่สำหรับเก็บอุปกรณ์และวัตถุดิบต่าง ๆ ซึ่งมีชั้นวางเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ โต๊ะสำหรับเตรียมผลิต และอุปกรณ์เครื่องครัวต่าง ๆ ในการแปรรูปอาหาร ห้องบรรจุผลิตภัณฑ์และเก็บบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุก่อนนำไปเก็บยังห้องเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหรือคลังเก็บสินค้าก่อนการจัดจำหน่ายต่อไป สถานที่ผลิตอาหารต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 ได้รับใบอนุญาตผลิตอาหาร เลขที่ 93-2-00867 จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง เมื่อ วันที่ 26 มีนาคม 2567

การพัฒนากรรมวิธีการผลิตปลาดุกร้า เพื่อตอบสนองความต้องการเพิ่มกำลังผลิตจากเดิม 50 กิโลกรัมต่อเดือน เป็น 200-300 กิโลกรัมต่อเดือน โดยการปรับปรุงสูตรการผลิต จากเดิมใช้เกลือร้อยละ 8-10 ปรับเป็นใช้เกลือร้อยละ 20 และใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ สามารถตากปลาดุกได้อย่างน้อย 100 กิโลกรัมต่อครั้ง ซึ่งช่วยแก้ปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต และปรับสูตรและกรรมวิธีสำหรับแปรรูปปลาดุกแอฟริกันเป็นปลาดุกร้า เพื่อให้มีคุณภาพเทียบเท่าการใช้ปลาดุกบิ๊กอุย เพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบและสร้างความมั่นคงในระยะยาว

กระบวนการผลิตปลาดุกร้ามี 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) คัดเลือกปลาดุกขนาด 4-7 ตัวต่อกิโลกรัม ทำให้ปลาตายด้วยเกลือป่นโดยใส่กระสอบมัดแน่น ทำความสะอาดกำจัดเมือกที่ผิวหนัง ตัดหัวและควักเครื่องใน ล้างน้ำให้สะอาด โดยเฉพาะบริเวณช่องท้องเพื่อกำจัดเลือดและไขมัน

2) สะเด็ดน้ำในปลาดุกให้แห้งบนตะแกรง จากนั้นเก็บในถังสแตนเลส และหมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ปลาพองขึ้นอืดด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ

3) หมักปลาดุกที่ผ่านการหมักให้พองด้วยส่วนผสมของน้ำตาลและเกลือป่น ใช้อัตราส่วน ปลาดุก:น้ำตาล:เกลือป่น 10:2:2 โดยวางเรียงปลาเป็นชั้น ๆ สลับกับส่วนผสมในถังสเตนเลส หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นกลับด้านปลาและหมักต่ออีก 24 ชั่วโมง

4) ตากปลาดุกในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้า ขนาด 200×200×90 ลูกบาศก์เซนติเมตร มี 2 ชั้น ดังภาพที่ 7 (Figure 7) เป็นเวลา 3 วัน กลับตัวปลาทุก 12 ชั่วโมงเพื่อให้แห้งสม่ำเสมอ ทำให้สามารถตากปลาดุกได้ประมาณ 100 กิโลกรัม วิธีนี้ช่วยให้ปลาแห้งถูกสุขลักษณะและปลอดภัยจากแมลงและฝุ่น และสามารถทำแห้งในฤดูฝน เมื่อครบกำหนดนำปลาดุกร้าใส่ภาชนะรอให้เย็นก่อนบรรจุ

5) จัดรูปทรงปลาดุกให้สวยงาม ตัดแต่งส่วนที่ไม่เรียบร้อย บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันความชื้นและอากาศได้ดี เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและคงคุณภาพ

3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกัน

การวิเคราะห์คุณภาพปลาดุกร้า ดังนี้ 1) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า 2) การทดสอบทางกายภาพ โดยการวัดค่าสี 3) การวิเคราะห์ทางชีวภาพ โดยการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ รา *E. coli* และ *S. aureus* และ 4) การทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลาดุกร้าจากปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกัน ดัง

Figure 7 (a) Fish drying cabinet powered by solar energy and electricity and (b) Drying of dry-fermented catfish product

ตารางที่ 3 (Table 3) พบว่า ปลาดุกทั้งสองสายพันธุ์มีความชื้นใกล้เคียงกัน แต่ปลาดุกแอฟริกันมีโปรตีนสูงกว่า และไขมันต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ปลาดุกแอฟริกันเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีกว่าปลาดุกบิ๊กอุย ขณะที่ปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมันสูงกว่าส่งผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัส ค่า pH และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่า pH และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ไม่เกิน 0.8 การทดสอบทางกายภาพ พบว่า ค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปลาดุกแอฟริกันมีค่าความสว่าง (L*) สีแดง (a*) และสีเหลือง (b*) สูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุย

การวิเคราะห์ทางชีวภาพ พบว่า มีคุณภาพใกล้เคียงกันและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยมีปริมาณยีสต์และราต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก รวมทั้งไม่พบ *E. coli* และ *S. aureus* เกินมาตรฐาน (< 3.0 MPN/g) การทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัส พบว่า ปลาดุกร้าจากทั้งสองสายพันธุ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ได้คะแนนระดับดี (3.0–3.4 จาก 4 คะแนน) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส ยกเว้นด้านสีที่ยอมรับได้ (2.4–2.6) ถึงแม้มีองค์ประกอบทางเคมีและสีแตกต่าง แต่ผู้บริโภคยอมรับในระดับใกล้เคียงกัน จากผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกแอฟริกัน สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าจากปลาดุกทั้งสองชนิด มีคุณภาพโดยรวมเป็นที่น่าพอใจและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้านปริมาณโปรตีน ไขมัน และสี แต่ไม่มีความแตกต่างด้านความชื้น ค่า pH ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา และการยอมรับทางประสาทสัมผัส ปลาดุกร้าจากปลาดุกแอฟริกันมีโปรตีนสูงกว่าและไขมันต่ำกว่าปลาดุกบิ๊กอุย จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไป

4. การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปและการแปรรูปวัสดุเศษเหลือ

กระบวนการผลิตปลาดุกร้า ดังภาพที่ 8 (Figure 8) เป็นตัวอย่างของการใช้วัตถุดิบอย่างครบวงจร โดยเริ่มจากการเตรียม

Table 3 Quality evaluation of dry-fermented catfish products produced from Hybrid catfish and African catfish

Quality of product	Evaluation	Dry-fermented catfish product	
		Hybrid catfish	African catfish
Chemical properties	Moisture	33.54 ± 2.62*a	33.97 ± 1.55a
	Protein	30.03 ± 2.47b	33.73 ± 2.11a
	Lipid	13.01 ± 1.68a	8.60 ± 0.88b
	Ash	15.33 ± 0.89a	15.82 ± 1.39a
	Acid-base property (pH)	6.47 ± 0.07a	6.50 ± 0.08a
	Water activity (a_w)	0.76 ± 0.04a	0.77 ± 0.03a
Physical properties	Color L*	45.36 ± 0.73b	52.20 ± 3.33a
	Color a*	4.67 ± 1.29b	9.04 ± 0.82a
	Color b*	18.16 ± 1.60b	25.31 ± 2.80a
Microbial properties	Yeasts (CFU/g sample)	586 ± 35a	592 ± 44a
	Molds (CFU/g sample)	38 ± 3a	41 ± 4a
	E. coli (MPN/g sample)	< 3.0	< 3.0
	S. aureus (CFU/g sample)	< 3.0	< 3.0
Organoleptic properties	Appearance	3.0 ± 0.7a	2.8 ± 0.4a
	Color	2.4 ± 0.5a	2.6 ± 0.5a
	Flavor	3.2 ± 0.8a	3.2 ± 0.8a
	Texture	3.2 ± 0.8a	3.4 ± 0.9a

Note *Values are expressed as means ± standard deviations from three replications.

Different superscript letters in the same row indicate statistically significant differences (P≤0.05)

The community product standard dry-fermented catfish: The water activity must not exceed 0.8. Yeats must not exceed 10,000 CFU/ g sample. Molds must not exceed 500 CFU/g sample. E. coli must not exceed 10 MPN/g sample. S. aureus must not exceed 100 CFU /g sample.

Organoleptic properties 1 = Requires improvement, 2 = Acceptable, 3 = Good, 4 = Very good

ปลาดุกสด (ตัดหัวและควักไส้) ซึ่งให้เศษเหลือชุดแรกคือหัว ไส้ และไขมัน ขั้นตอนการหมักใช้เกลือและน้ำตาลในสัดส่วนเท่ากัน เป็นเวลา 2 วัน เกิดน้ำหมักเป็นวัสดุเศษเหลือชุดที่สอง ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นน้ำปลาหวาน และการจัดการปลาที่มีตำหนิ โดยแยกเนื้อและก้างเพื่อผลิตเป็นน้ำพริกปลาดุกร้าและผงโรยข้าว เพิ่มมูลค่าและลดของเสีย กระบวนการผลิตแบบครบวงจรสะท้อนหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน ที่เน้นการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบทุกส่วน การพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพร้อมบริโภค และผลิตภัณฑ์จากวัสดุเศษเหลือจากการผลิตปลาดุกร้า ดังภาพที่ 9 (Figure 9) ประกอบด้วย 4 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) น้ำปลาหวาน นำน้ำหมักปลาดุกร้าที่ทิ้งไว้ให้ใสไปผ่านกระบวนการผสมกับสมุนไพรและเครื่องเทศไทย จากนั้นต้มจนได้ความเข้มข้นและรสชาติกลมกล่อม ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ ไม่มีสารกันเสีย ใช้เป็นน้ำจิ้มผลไม้หรือเครื่องปรุงยำต่าง ๆ เช่น ยำมะม่วง ยำทะเล ยำถั่วพู

2) ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค นำเนื้อปลาดุกร้าที่มีผิวหนังฉีกขาดมาแปรรูป ผ่านกระบวนการชุบไข่ไก่ทอดจนกรอบ ตั้งให้เย็นแล้วสลัดน้ำมัน ได้ผลิตภัณฑ์ที่ยังคงความหอมและรสชาติกลมกล่อมของเนื้อปลา เก็บรักษาง่าย พกพาสะดวก เหมาะเป็นกับข้าว รับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องปรุงเพิ่ม

3) น้ำพริกปลาดุกร้า นำเนื้อปลาดุกร้าที่ยุ่ย ไม่สามารถคงรูปได้มาแปรรูป ผ่านกระบวนการผสมกับสมุนไพรและเครื่องเทศผัดจนแห้งให้มีเนื้อสัมผัสเหมาะสำหรับจิ้มผัก เป็นน้ำพริกรสเผ็ดร้อนกลมกล่อม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ทานคู่ผักสดและข้าวสวย เก็บได้นาน ไม่มีวัตถุกันเสีย

4) ผงโรยข้าว นำกระดูกปลาดุกร้าจากการแปรรูปมาใช้ประโยชน์ ผ่านกระบวนการอบแห้ง บดละเอียด ผสมสมุนไพรและเครื่องเทศไทย อบแห้งอีกครั้ง ได้ผงโรยข้าวกลิ่นหอม รสกลมกล่อม เนื้อสัมผัสกรอบ อุดมด้วยแคลเซียมและแร่ธาตุ เหมาะสำหรับโรยบนข้าวสวย

5. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และการออกแบบฉลาก

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า ปลาดุกร้าพร้อมบริโภค และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากวัสดุเศษเหลือจากปลาดุกร้า ดำเนินการตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 367 (พ.ศ. 2557) เรื่อง ฉลากอาหาร กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการแสดงข้อมูลบนฉลากอาหาร เช่น ชื่อประเภทอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร การแสดงข้อมูลโภชนาการ วิธีการใช้และคำเตือน ข้อมูลนี้ต้องชัดเจนและสามารถอ่านได้ง่าย การแสดงวันที่ผลิตและหมดอายุ ฉลากต้องระบุวันผลิต

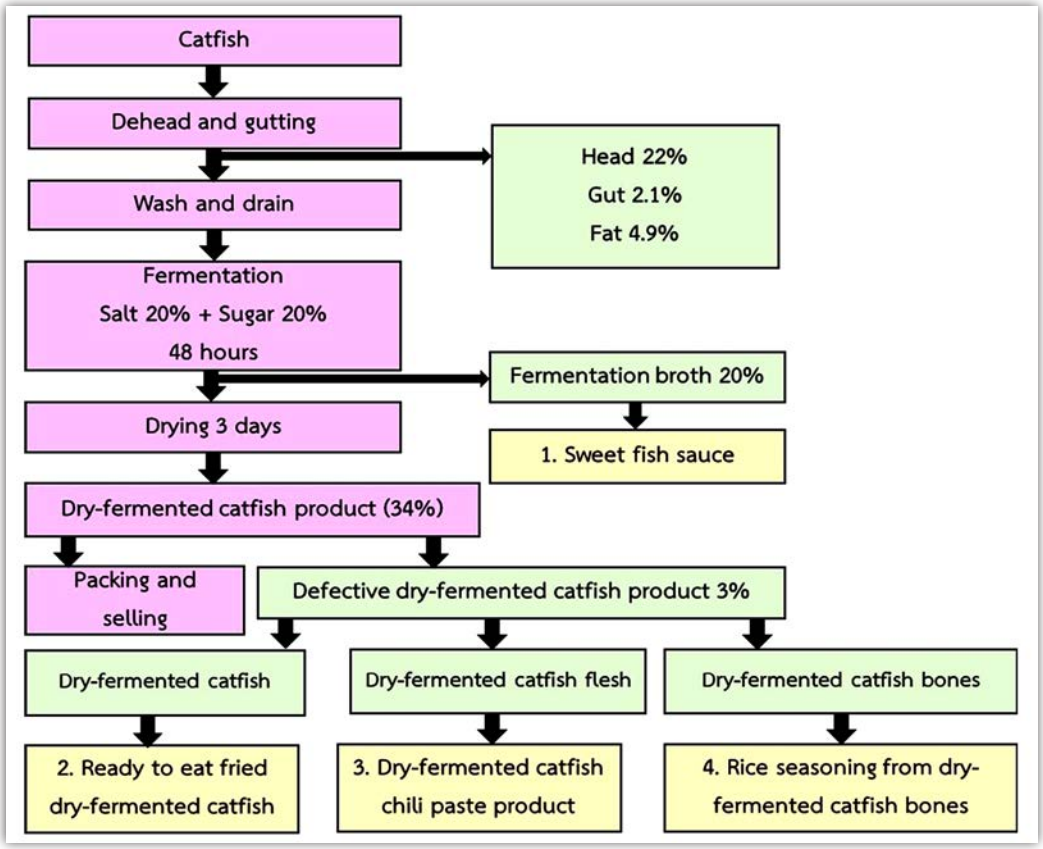

Figure 8 Production process flowchart of dry-fermented catfish product and processing of ready-to-eat fermented catfish products, as well as products made from by-products from dry-fermented catfish production

Figure 9 Technology transfer to the community to process ready-to-eat dry-fermented catfish products and by-products from dry-fermented catfish production; (a) Conducting a focus group for by-products processing, (b) Catfish processing according to GMP principles, (c) Processing of by-products, and (d) Using equipment for by-products processing

และวันหมดอายุของอาหาร รวมถึงคำแนะนำในการเก็บรักษาอาหารอย่างเหมาะสม การระบุส่วนผสมหลักในผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 10 (Figure 10) และภาพที่ 11 (Figure 11) บรรจุภัณฑ์และฉลากเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้ามีความสำคัญในการเพิ่มมูลค่าและความยั่งยืน บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพ เช่น ออกซิเดชัน รา หรือการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ส่งผลต่อความปลอดภัยและอายุการเก็บรักษา การออกแบบฉลากที่ดึงดูดสายตาและให้ข้อมูลชัดเจน ช่วยสร้างความมั่นใจให้ผู้บริโภคและเพิ่มโอกาสทางการตลาด การใช้วัสดุเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีทันสมัยช่วยรักษาคุณภาพได้นานขึ้น ส่งเสริมความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งได้รับการรับรอง อย. จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง 5 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 1) ปลาดุกร้า 93-2-00367-6-0001 2) น้ำปลาหวาน 93-2-00367-6-0005 3) ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค 93-2-00367-6-0004 4) น้ำพริกปลาดุกร้า 93-2-00367-6-0007 และ 5) ผงโรยข้าว 93-2-00367-6-0006

ความรู้หรือความเชี่ยวชาญที่ใช้

การเลี้ยงปลาดุกเพื่อส่งเสริมอาชีพกับชุมชน

การเลี้ยงปลาดุกเป็นกิจกรรมสำคัญในการสร้างรายได้ของครัวเรือนในภาคใต้ของประเทศไทย ด้วยทรัพยากรธรรมชาติที่เหมาะสมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ถ่ายทอดกันมานาน (Singhopon et al., 2019) ความสำเร็จในการเลี้ยงปลาดุกขึ้นอยู่กับการเลือกพื้นที่ที่มีน้ำสะอาดลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร การเตรียมบ่ออย่างเหมาะสม และการคัดเลือกพันธุ์ปลาที่เชื่อถือได้ Khanunon et al. (2022) ชี้ว่าการจัดการอาหารและคุณภาพน้ำมีบทบาทสำคัญ โดยควรให้อาหารวันละ 2 ครั้ง และเปลี่ยนน้ำสม่ำเสมอ ปัญหาหลัก เช่น น้ำเสีย โรคปลา และสถานที่เลี้ยงไม่เหมาะสม สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้จุลินทรีย์ EM และการรักษาความสะอาดของบ่อ สำหรับการเลี้ยงปลาดุกเพื่อแปรรูปเป็นปลาดุกร้า Kiriratnikom et al. (2013) พบว่า สูตรอาหารเฉพาะสามารถเพิ่มโปรตีนในเนื้อปลาได้ถึงร้อยละ 74.21 ลดไขมันลงร้อยละ 27.70 และลดต้นทุนอาหารลงร้อยละ

Figure 10 Labels of (a) Dry-fermented catfish product, (b) Sweet fish sauce, (c) Ready to eat fried Pla-duk-ra, (d) Dry-fermented catfish chili paste, and (e) Rice seasoning powder, produced by community enterprise group for agricultural product processing M.13

19.08 หรือ 5.61 บาทต่อกิโลกรัม โดยไม่กระทบต่อคุณภาพหรืออัตรารอดของปลา นอกจากนี้ Phonkaew et al. (2017) ยังเน้นความสำคัญของการรวมกลุ่มชุมชนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เช่น การควบคุมฤดูจับปลา ขณะที่ Kaewkai et al. (2022) เสนอว่า การเลี้ยงปลาดุกร่วมกับสวนยางสามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร และควรส่งเสริมเครือข่ายการเลี้ยงในระดับพื้นที่เพื่อลดปัญหาการขาดวัตถุดิบในบางฤดูกาล

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากปลาดุก

ปลาดุกร้าเป็นอาหารหมักพื้นถิ่นที่มีความสำคัญทั้งในด้านวัฒนธรรมและเศรษฐกิจของภาคใต้ โดยมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระจากเปปไทด์ที่มีกรดอะมิโนไม่ชอบน้ำและกรดอะมิโนวงแหวนสูง (Chaijan et al., 2021) กระบวนการผลิตประกอบด้วยการหมักและการทำแห้ง ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและโปรตีน โดยปลาดุกร้ามีค่าทางโภชนาการสูงกว่าปลาดุกสด และ

Figure 11 Packaging of (a) Dry-fermented catfish product and (b) Ready-to-eat products, produced by community enterprise group for agricultural product processing M.13

ปลาธรรมชาติมีความเปลี่ยนแปลงทางเคมีมากกว่าปลาดุกเลี้ยง (Thanonkaew et al., 2009a) การหมักร่วมกับเกลือในระดับร้อยละ 10 และการใช้เครื่องเทศ เช่น กระเทียมและพริกแดง ช่วยลดจำนวนแบคทีเรีย ปรับค่า pH และเพิ่มความพึงพอใจของผู้บริโภค (Ezeama & Udoh, 2012) อย่างไรก็ตาม การใช้เกลือเกินร้อยละ 20 แม้ช่วยเพิ่มสารแห้งและแร่ธาตุ แต่ลดโปรตีนและกรดอะมิโนจำเป็น จึงแนะนำให้ใช้ในระดับร้อยละ 5 เพื่อคงคุณค่าทางโภชนาการ (Yelouassi et al., 2018) Chamnian et al. (2023) พบว่าสูตรโบราณในชุมชนเคร็งเน้นปลาดุกธรรมชาติและรสชาติหวานนำเค็ม สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่น Chumsri (2016) พัฒนาน้ำพริกมะขามเสริมปลาดุกร้าร้อยละ 10 ซึ่งได้รับความชอบสูงสุด และผ่านเกณฑ์ความปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ในด้านวัตถุดิบ Thanonkaew et al. (2009b) และ Aeidnoie & Thanonkaew (2012) ชี้ว่าพันธุ์ปลาและกระบวนการพรีทรีตเมนต์มีผลต่อโครงสร้างโปรตีน ไขมัน เนื้อสัมผัส และรสชาติ นอกจากนี้การใช้ขิง ขมิ้น และพริก ยังช่วยเพิ่มความพึงพอใจของผู้บริโภคได้อย่างมีนัยสำคัญ (Abdullah et al., 2022) การเติมเกลือในระดับเหมาะสม (ร้อยละ 5–10) ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษา (Ezeama & Udoh, 2012; Yelouassi et al., 2018; Karyantina et al., 2017) อีกทั้งยังมีการค้นพบแบคทีเรียแลกติกที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซินที่ปลอดภัย และยับยั้งเชื้อโรคได้ (Srionnual & Mahae, 2013; Zakaria et al., 2018)

เครื่องตากปลาดุก

การทำแห้งเป็นขั้นตอนสำคัญต่อคุณภาพ ความปลอดภัย และอายุการเก็บของปลาดุกร้า Thanonkaew et al. (2012) พบว่าการอบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ คุณภาพสม่ำเสมอ เหมาะกับการผลิตเชิงพาณิชย์ สอดคล้องกับ Azhani et al. (2018) ที่ระบุว่าการอบด้วยถาดลมร้อนให้ค่าความสว่างและการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีที่สุด แม้การตากแดดให้ค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ต่ำกว่า Kaewdiew (2019) พัฒนาเครื่องอบถาดหมุนพลังแสงอาทิตย์ร่วมอินฟราเรด ลดความชื้นจากร้อยละ 275.56 เหลือร้อยละ 20 ใน 13 ชั่วโมง ประหยัดพลังงานร้อยละ 57.14 และคืนทุนใน 0.53 ปี Yaibok et al. (2010) พบว่าอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาน้อยและพลังงานต่ำกว่าการอบที่ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นถึงร้อยละ 61 ส่วน Taksima et al. (2023) พัฒนาตู้อบ “รุ่นหลังเต่า” ลดการปนเปื้อนจากแมลงและฝุ่น โดยได้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยตามเกณฑ์ ทั้งในด้านความชื้น pH โปรตีน ไขมัน และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ โดยรวมตู้อบลมร้อนให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ดีที่สุด ทั้งด้านความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และค่า TBARS (Thanonkaew et al., 2012)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาดุก

การยืดอายุและรักษาคุณภาพปลาดุกร้าเป็นความท้าทาย Thanonkaew et al. (2009b) พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องทำให้ค่า TBV (Total volatile base nitrogen) เพิ่มขึ้นเป็น 34.34 mg N/100g ภายใน 10 วัน ขณะที่การเก็บในตู้เย็นชะลอการเสื่อมคุณภาพและรักษาประสาทสัมผัสได้นานถึง 15 วัน Oyelese et al. (2013) รายงานว่าปลาดุกหมักมีค่า pH ลดลง และค่า PV (Peroxide value) กับ FFA (Free fatty acids) เพิ่มขึ้นตามเวลาที่เก็บ โดยค่า PV สูงถึง 35.66 meq/kg ภายใน 7 วัน ซึ่งเกินค่าความปลอดภัย แนะนำให้

บริโภคภายใน 1–2 สัปดาห์ เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์อย่างมีประสิทธิภาพ Pongsetkul & Benjakul (2021) พบว่า MAP และ VP ช่วยยืดอายุปลาดุกร้าได้ถึง 90 วัน เทียบกับ 30–60 วัน ในบรรจุภัณฑ์ทั่วไป Suwannawatanamatee et al. (2022) รายงานว่า การใช้บรรจุภัณฑ์เติมไนโตรเจนร่วมกับซองดูดออกซิเจนและความชื้น ยืดอายุผลิตภัณฑ์จาก 2 สัปดาห์ เป็น 20–24 สัปดาห์ แม้เพิ่มต้นทุน 1.75 บาทต่อหน่วย แต่ช่วยรักษาคุณภาพได้ดี ขณะที่ Sinlapapanya et al. (2024) ชี้ว่า การเติมสารสกัดใบมะม่วงหิมพานต์ (ECLE) ที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ช่วยยับยั้งออกซิเดชันของไขมัน ลดจุลินทรีย์ และรักษากรดไขมันจำเป็น EPA และ DHA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การตลาดผลิตภัณฑ์ปลาดุก

การพัฒนาการตลาดมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของปลาดุกร้าและผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ จากปลาดุก Klompong et al. (2025) รายงานว่าการยกระดับมาตรฐานการผลิตสู่ระบบ GMP และการรับรองจาก อย. รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัสดุเศษเหลือ เช่น น้ำพริก ผงโรยข้าว และซอสข้าวยำ ช่วยเพิ่มกำลังผลิตจาก 200 เป็น 600 กิโลกรัมต่อเดือน และรายได้เพิ่มจาก 24,000 เป็น 99,000 บาท/เดือน Chamnian et al. (2023) ชี้ว่าการใช้การตลาดแบบบูรณาการ ทั้งสื่อออนไลน์ ใบปลิว และกิจกรรมให้ความรู้ โดยเน้นอัตลักษณ์และเรื่องเล่าท้องถิ่น ช่วยสร้างความน่าสนใจแก่สินค้า Jankingthong et al. (2022) พบว่านักท่องเที่ยวให้ความพึงพอใจต่อน้ำพริกปลาดุกปักษ์ใต้ในระดับมาก (เฉลี่ย 4.34) โดยกลุ่มอายุ 50 ปีขึ้นไป และรายได้สูง มีความพึงพอใจมากที่สุด ส่วน Sangmanee et al. (2024) ใช้แนวคิด 4P's พัฒนาน้ำพริกปลาดุกฟูที่ปลอดผงชูรส ผลิตด้วยมือ และได้รับความนิยมสูง รวมถึงการขึ้นทะเบียน OTOP เพื่อเสริมภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางจัดจำหน่าย Nuchprayoon et al. (2023) พัฒนาระบบ E-commerce สำหรับปลาดุกบิ๊กอุย ซึ่งได้รับความพึงพอใจสูงสุดด้านการเพิ่มช่องทางขาย (4.59 จาก 5.00) แก้ปัญหาการประชาสัมพันธ์และการเข้าถึงตลาด Rattanasupa et al. (2016) เสนอการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าผ่านการพัฒนาคุณภาพบรรจุภัณฑ์ การสร้างแบรนด์ การฝึกอบรมผู้ประกอบการ และสร้างเครือข่ายความร่วมมือ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาด

การใช้ประโยชน์วัสดุเศษเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลา

อุตสาหกรรมแปรรูปปลาเป็นภาคการผลิตที่สร้างรายได้สูง แต่ก่อให้เกิดวัสดุเศษเหลือจำนวนมาก การใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือจึงเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ลดของเสีย และสร้างรายได้เสริม (Ghaly et al., 2013) วัสดุเศษเหลือ เช่น หัว กระดูก หนัง และเศษเนื้อปลามีศักยภาพในการผลิตอาหารสัตว์ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต้องการโปรตีนคุณภาพสูง (Silva & Chamul, 2000) นอกจากนี้ ยังสามารถสกัดเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น คอลลาเจนและเปปไทด์จากหนังปลา ซึ่งปลอดภัย ดูดซึมง่าย ไม่ก่อแพ้ และใช้ในอาหารเสริม เครื่องสำอาง และเวชภัณฑ์ (Kim & Mendis, 2006) คุณสมบัติเหล่านี้ช่วยบำรุงผิว ชะลอวัย เสริมกระดูก รักษาข้ออักเสบ และฟื้นฟูเนื้อเยื่อ ทั้งยังใช้พัฒนาเป็นวัสดุปิดแผล เนื้อเยื่อเทียม และผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรม (Ghaly et al., 2013; Kim & Mendis, 2006) วัสดุเศษเหลือจากปลา ยังสามารถแปรรูปเป็นพลังงาน เช่น ก๊าซชีวภาพ ซึ่งลดต้นทุนพลังงานและก๊าซเรือนกระจก และใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่อุดมด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม (Naylor et al., 2009; Rustad, 2003) ทั้งยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน และส่งเสริมจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ วัสดุเศษเหลือจากปลายังสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ เช่น เครื่องประดับจากกระดูกปลา หรือของตกแต่งจากเกล็ดปลา รวมถึงวัสดุชีวภาพและบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008; Ghaly et al., 2013; Kim & Mendis, 2006)

สถานการณ์ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ม. 13 มีผลการดำเนินงานดังตารางที่ 4 (Table 4) เดิมกลุ่มวิสาหกิจมีผลิตภัณฑ์ 2 รายการ ได้แก่ 1) ปลาดุกบิ๊กอุย ที่สร้างรายได้ 6,600 บาทต่อเดือน มีกำไรสุทธิ 600 บาท และ 2) ปลาดุกร้า ที่สร้างรายได้ 15,000 บาทต่อเดือน มีกำไรสุทธิ 4,500 บาท รวมรายได้ทั้งหมด 21,600 บาทต่อเดือน ต้นทุนรวม 16,500 บาท และกำไรสุทธิรวม 5,100 บาทต่อเดือน ภายหลังกลุ่มวิสาหกิจมี 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ปลาดุกบิ๊กอุย ปลาดุกแอฟริกัน ปลาดุกร้า น้ำปลาหวาน ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค น้ำพริกปลาดุกร้า และผงโรยข้าว ซึ่งช่วยเพิ่มรายได้โดยรวม และช่วยกระจายความเสี่ยงทางธุรกิจ ป้องกันการพึ่งพารายได้จากผลิตภัณฑ์เดิม ด้านรายได้ของกลุ่มมีการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ ปลาดุกบิ๊กอุยเพิ่มรายได้จาก 6,600 บาทเป็น 16,500 บาทต่อเดือน เพิ่มขึ้นร้อยละ 150 รายได้จากปลาดุกร้า 15,000 บาท เป็น 60,000 บาทต่อเดือน เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 300 ปลาดุกแอฟริกันสามารถสร้างรายได้ 10,000 บาทต่อเดือน ผลิตภัณฑ์ใหม่ 4 รายการสร้างรายได้เพิ่มดังนี้ น้ำปลาหวาน 1,000 บาท ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค 2,000 บาท น้ำพริกปลาดุกร้า 1,000 บาท และผงโรยข้าว 500 บาทต่อเดือน แม้ผลิตภัณฑ์ใหม่จะสร้างรายได้ไม่มากเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์หลัก

Table 4 Cost analysis and returns of community enterprise group for agricultural product processing M.13 after the project implementation in March 2025

Product	Revenue (Baht/Month)	Cost (Baht/Month)	Net income (Baht/Month)	Total income (Baht/Month)
Hybrid catfish	16,500	15,000	1,500	
African catfish	10,000	9,000	1,000	
Pla-duk-ra	60,000	42,000	18,000	
Sweet fish sauce	1,000	300	700	**22,750**
Ready to eat Pla-duk-ra	2,000	1,200	800	
Pla-duk-ra chili paste	1,000	500	500	
Rice seasoning	500	250	250	

แต่แสดงถึงการขยายฐานผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพเติบโตในอนาคต รายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 21,600 บาทเป็น 91,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นการเติบโตร้อยละ 321.3 ซึ่งนับว่าเป็นการเติบโตสูงมากในระยะเวลาเพียง 2 ปี

ผลกระทบและความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลง

การผลิตปลาดุกร้าครบวงจรของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตร ม.13 ก่อให้เกิดผลกระทบในหลายมิติ และสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นรูปธรรมทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังวางรากฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืนให้แก่ชุมชน ดังนี้

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

วิสาหกิจชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้นจาก 21,600 บาทเป็น 91,000 บาทต่อเดือน (อัตราการเติบโตร้อยละ 321.3) และกำไรสุทธิเพิ่มจาก 5,100 บาทเป็น 22,750 บาทต่อเดือน (อัตราการเติบโตร้อยละ 346.1) การขยายผลิตภัณฑ์จาก 2 ชนิดเป็น 7 ชนิด ประกอบด้วย ปลาดุกบิ๊กอุย ปลาดุกแอฟริกัน ปลาดุกร้า น้ำปลาหวาน ปลาดุกร้าทอดพร้อมบริโภค น้ำพริกปลาดุกร้า และผงโรยข้าว ส่งผลให้เกิดการกระจายความเสี่ยงและเพิ่มฐานรายได้ การประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยี เช่น การเลี้ยงปลาดุกแอฟริกันที่ลดระยะเวลาเลี้ยงเหลือ 60 วัน และตากพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มกำลังการผลิตปลาดุกร้าจาก 50 กิโลกรัมต่อเดือน เป็น 200-300 กิโลกรัมต่อเดือน ก่อให้เกิดผลประโยชน์กระจายตลอดห่วงโซ่อุปทานและสร้างผลทวีคูณทางเศรษฐกิจในชุมชน

ผลกระทบด้านสังคม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเลี้ยงปลาดุก การแปรรูป การควบคุมคุณภาพ แก่สมาชิกวิสาหกิจชุมชน โครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของกลุ่มเปราะบางและการขยายการผลิต ก่อให้เกิดการจ้างงานและความมั่นคงทางอาชีพ ส่งผลให้เกิดเครือข่ายความร่วมมือระหว่างชุมชน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นรากฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน การอนุรักษ์และต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นผ่านการพัฒนาปลาดุกร้า ซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านสำคัญของจังหวัดพัทลุง สะท้อนการบูรณาการระหว่างองค์ความรู้ดั้งเดิมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การใช้ประโยชน์จากปลาดุกครบวงจร ได้แก่ ส่วนหัว (ร้อยละ 22) ไส้ (ร้อยละ 2.1) และไขมัน (ร้อยละ 4.9) แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำหมัก (ร้อยละ 20) พัฒนาเป็นน้ำปลาหวาน และปลาดุกร้าที่มีตำหนิ (ร้อยละ 3) แปรรูปเป็นน้ำพริกปลาดุกร้าและผงโรยข้าว การประยุกต์หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน ผ่านการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ การพัฒนาตู้ตากพลังงานแสงอาทิตย์ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและก๊าซเรือนกระจก การเลี้ยงปลาในบ่อผ้าใบประหยัดทรัพยากรน้ำและที่ดิน ควบคุมคุณภาพน้ำได้ดีกว่า และลดความเสี่ยงมลพิษสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การปฏิบัติตามมาตรฐาน GMP ช่วยควบคุมมลพิษ ขณะที่บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาลดการสูญเสียอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ

ความยั่งยืน

กระบวนการผลิตปลาดุกร้าแบบครบวงจรมีความยั่งยืนบนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยสร้างความสมดุลในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจเกิดจากการ

เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุน และเพิ่มมูลค่าสร้างรายได้ที่มั่นคง พร้อมเชื่อมโยงห่วงโซ่อุปทานภายในชุมชน ด้านสังคมเกิดจากการพัฒนาศักยภาพคน ถ่ายทอดองค์ความรู้ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของกลุ่มเปราะบาง พร้อมอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านสิ่งแวดล้อมเกิดจากการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดของเสีย และใช้พลังงานทางเลือก เพื่อรักษาความยั่งยืนในระยะยาว กลุ่มยังต้องพัฒนาการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ เสริมสร้างนวัตกรรม และเตรียมความพร้อมด้านผู้นำรุ่นใหม่ เพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงและรักษาความต่อเนื่องของกิจการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรม สนับสนุนโดยกองทุนส่งเสริมทุนวิจัยงบแผ่นดิน/ทุนวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) และหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ประจำปีงบประมาณ 2566 สัญญาเลขที่ A11F660039 และประจำปีงบประมาณ 2567 สัญญาเลขที่ A11F670134

References

Abdullah, F. O., Akharaiyi, F. C., & Ehis-Eriakha, C. B. (2022). Sensory assessment of fermented catfish (*Clarias gariepinus*) with selected spices. *Nigerian Journal of Microbiology, 36*(2), 6251–6257.

Aeidnoie, Y., & Thanonkaew, A. (2012). Effect of pretreatment on physico-chemical properties of Pla-duk-ra product. *Thaksin University Journal, 15*(3, Special Issue), 34–38. (in Thai).

Arvanitoyannis, I. S., & Kassaveti, A. (2008). Fish industry waste: Treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International Journal of Food Science & Technology, 43*(4), 726–745.

Azhani, S., Hniman, A., Laehmad, N., Hanifarianty, S., Masniyom, P., Noipom, T., & Wae-hayee, M. (2018). Sensory and physical properties of Pla-duk-ra (dried fermented catfish) at different conditions of drying. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 8*(4-2), 1597–1603.

Chaijan, M., Rodsamai, T., Charoenlappanit, S., Roytrakul, S., Panya, A., Phonsatta, N., Cheong, L. Z., & Panpipat, W. (2021). Characterization of antioxidant peptides from Thai traditional semi-dried fermented catfish. *Fermentation, 7*(4), 262.

Chamnian, K., Chamnian, M., Mukharak, T., & Katekaew, P. (2023). Wisdom, belief, story of pickled catfish in Kreng Subdistrict, Cha-uat District towards the marketing communications of create productive value. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences, 6*(1), 273–288. (in Thai).

Chumsri, P. (2016). The product development of tamarind chili paste supplementary preserved catfish. *Journal of the Association of Private Higher Education Institutions of Thailand Under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, 5*(2), 48–55. (in Thai).

Community Product Standards. (2005). *Community product standards No. 1029/2005.* Office of Industrial Product Standards. (in Thai).

Department of Fisheries. (2024). Estimated production and value of aquatic animals from fisheries in Thailand, 2022 – 2025. Retrieved September 20, 2024, from: https://www4.fisheries.go.th. (in Thai).

Ezeama, C. F., & Udoh, E. J. (2012). The influence of fermentation and salting on the bacterial, chemical and sensory characteristics of catfish (*Clarias buthupogon*) based marinate in Nigeria. *African Journal of Food Science, 6*(14), 381–385.

Food and Drug Administration. (2021). Inspection manual of food production facility according to good manufacturing practice in production that is enforced by law (GMP 420). Retrieved May 5, 2021, from: https://logistics.fda.moph.go.th/related-laws/related-laws-food-5. pdf. (in Thai).

Ghaly, A. E., Ramakrishnan, V. V., Brooks, M. S., Budge, S. M., & Dave, D. (2013). Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: A critical review. *Journal of Microbial & Biochemical Technology, 5*(4), 107–129.

Jankingthong, W., Jankingthong, K., & Na Phayap, N. (2022). Tourists satisfaction toward southern catfish chili paste products from waste catfish of the Ban Ngok Nam community, Phatthalung province. *Proceedings of the 14th Hatyai National and International Conference, Hatyai, Thailand*, 1796–1806. (in Thai).

Kaewdiew, J. (2019). *Performance evaluation of solar energy combined with infrared radiation dryer for fish product.* (Master's thesis). Maejo University, Office of Academic Administration and Development. (in Thai).

Kaewkai, P., Damrongwattana, J., Khaenamkhaew, D., & Dechochai, U. (2022). Loylerd: Processing of farmed catfish products from rubber plantation plots – A case study of Ban Thung Na Mai Women's Agricultural Group. *Journal of Innovation for Sustainable Social Development, 2*(2), 21–31. (in Thai).

Karyantina, M., Wulandari, Y. W., & Kharismawati, F. (2017). Characteristics of salted catfish (Pangasius hypophthalmus) with salt concentration variations and time of fermentation. *Proceedings of the 2nd International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2017), Slamet Riyadi University, Indonesia*, 182–186.

Khanunon, J., Dechochai, U., Khaenamkaew, D., & Muhamut, C. (2022). Catfish farming to create additional occupations of smallholder farmers in Ban Bon Khuan, Moo 5, Na Pho Subdistrict, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Journal of Social Sciences and Political Science, 5*(1), 103–121. (in Thai).

Kim, S. K., & Mendis, E. (2006). Bioactive compounds from marine processing byproducts–A review. *Food Research International, 39*(4), 383–393.

Kiriratnikom, S., Kiriratnikom, A., Chocksawasdikorn, P., Reungklay, K., & Thanonkaew, A. (2013). Cultivation of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus × Clarias gariepinus*) in net cages with practical diet formulated for production to raw material of salted fermented catfish. *Thaksin University Journal, 16*(3, Special Issue), 169–174, (in Thai).

Klompong, V., Klomklao, S., Mayachiew, P., Luanunkarb, T., Hoktha, P., & Thanonkaew, A. (2025). Quality improvement and by-product utilization in dry-fermented catfish processing: A case study of Ban Chumphon Community Enterprise, Phatthalung Province, Thailand. *Area Based Development Research Journal, 17*(1), 35–54. (in Thai).

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., & Nichols, P. D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(36). 15103–15110.

Nuchprayoon, N., Srisongmuang, P., Is-haak, J., Ruttanatirakul, A., & Budsabok, S. (2023). Development of an online marketing system to promote and distributed raising hybrid catfish with a closed system using biofloc technique. *Advanced Science Journal, 23*(1), 72–88. (in Thai).

Oyelese, O. A., Sao, O. M., Adeuya, M. A., & Oyedokun, J. O. (2013). Acidity/rancidity levels, chemical studies, bacterial count/flora of fermented and unfermented silver catfish (*Chrysichthys nigrodigitatus*). *Food and Nutrition Sciences, 4*(11), 1155–1166.

Phonkaew, K., Dechochai, U., Darongwattana, J., & Kanakaew, D. (2017). The folk wisdom of local-fish processing for livelihood follow in bog forest way: Case study of fish market product group, Ban Tun, Cha-uat, Nakhon Si Thammarat. *Journal of MCU Nakhondhat, 4*(2), 95–103. (in Thai).

Pongsetkul, J., & Benjakul, S. (2021). Development of modified atmosphere packaging (MAP) on shelf-life extension of Pla-duk-ra (*dried fermented catfish*) stored at room temperature. *Food Control, 124*, 107882.

Rahman, M. S., & Labuza, T. P. (2020). *Water activity and food preservation.* In Rahman, M. S. (Ed.), Handbook of food preservation. (3rd edition, pp. 221–259). CRC Press.

Rustad, T. (2003). Utilisation of marine by-products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 2*(4), 458–463.

Rattanasupa, P., Churhedton, J., Sereepong, P., Suriyawong, T., Narkphum, Y., Romyen, J., & Boonrawd, S. (2016). Guidelines of fermented catfish product development in Nakhon Si Thammarat Province for creating a sustainable competitive advantage. *Journal of Management Sciences, 33*(2), 19–30. (in Thai).

Sangmanee, C., Chanarnupap, S., Tanongsak, W., Kiriratnikom, S., & Chainapong, T. (2024). Development of catfish products for value addition in Na Pakho fishing community, Bang Kaew district, Phatthalung province. *Journal of College of Administrative Sciences, 7*(4), 219–234. (in Thai).

Silva, T. F., & Chamul, R. S. (2000). *Composition of marine and freshwater finfish and shellfish species and their products.* In Martin, R. E., Carter, E. P., Flick Jr., G. J., & Davis, L. M. (Eds.), Marine and freshwater products handbook. (1st edition, pp. 31–46). Technomic Publishing.

Singhopon, C., Damrongwattana, J., Dechochai, U., & Khaenamkaew, D. (2019). Dook Tha Chang: The process of feed the catfish cage culture to promote career occupations in the community – A case study Baan Tha Chang Catfish Cage Keeping Group, Moo 5, Chang Sai Sub-district, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Journal of Social Science Development, 2*(2), 48–60. (in Thai).

Sinlapapanya, P., Sumpavapol, P., Buatong, J., & Benjakul, S. (2024). Ethanolic cashew leaf extract: Antioxidant potential and impact on quality changes of dried fermented catfish during storage. *Future Foods, 9*, 100296.

Srionnual, S., & Mahae, N. (2013). Screening of bacteriocin-producing lactic acid bacteria from dry fermented catfish (Pla-duk-ra). *Journal of Rajamangala University of Technology Srivijaya Research, 5*(2), 1–14. (in Thai).

Suwannawatanamatee, K., Kantaros, S., & Khankaew, S. (2022). Effect of active packaging on the quality of processed-catfish (*Clarias*) products. *The Journal of Industrial Technology, 18*(3), 228–243. (in Thai).

Taksima, T., Yongphet, P., & Suwanamornlert, P. (2023). Commercial product development of semi-dried catfish for community enterprise by the solar dryer cabinet "Hlang Tao model". *Uttaradit Rajabhat University Science and Technology Journal (for Local Development), 18*(2), 40–46. (in Thai).

Thanonkaew, A., Juntachote, T., & Pecharat, S. (2009a). Effect of fermentation and drying on changes of lipid and protein in dry fermented catfish (Pla-duk-ra) produced from farmed catfish and wild catfish. *Thaksin University Journal, 12*(3), 215–224. (in Thai).

Thanonkaew, A., Jantachote, T., Ruangrat, W., & Aksornniem, A. (2009b). Quality changes of fermented catfish (Pla-duk-ra) products during storage at room temperature. *Journal of the National Research Council of Thailand, Science Section, 41*(2), 27–41. (in Thai).

Thanonkaew, A., Rittijak, J., & Suriyapol, S. (2009c). Study on chemical compositions and some properties of traditional dry fermented catfish (Pla-duk-ra) in Phatthalung Province. *Thaksin University Journal, 12*(1), 1–12. (in Thai).

Thanonkaew, A., Pecharat, S., & Wiboonpun, S. (2012). Effect of drying conditions on quality of dry fermented catfish (Pla-duk-ra). *Thaksin University Journal, 15*(1), 49–60.

Yaibok, T., Phethuayluk, S., Weawsak, J., Mani, M., & Buaphet, P. (2010). Development of the fish drying process with a solar-electrical combined energy dryer under the southern of Thailand climate. *Thaksin University Journal, 12*(3), 110–118. (in Thai).

Yelouassi, C. A. R., Dossou-Yovo, P., Jacquet, N., & Richel, A. (2018). Influence of salt on the biochemical characteristics of fermented, salty and dried catfish (*Clarias gariepinus*) in Benin. *Science Journal of Chemistry, 6*(6), 115–122.

Zakaria, S. F., Lani, M. N., Chuah, T. S., Ahmad, F., Ahmad, K. M., & Hassan, Z. (2018). Antifungal activity of lactic acid bacteria isolated from fermented catfish (*Clarias gariepinus*) as biocontrol of Sclerotium rolfsii infecting chili plants. *Malaysian Applied Biology, 47*(4), 117–126.