

อาหารสมทบจากขนไก่พื้นเมืองป่นเพื่อเลี้ยงปลากินพืชในรูปแบบการเลี้ยงกึ่งพัฒนา

Supplemental Feed from Hydrolysis Feather Meal for Rearing Herbivore Fish in Semi-Intensive Culture System.

พรทิตา ทองสนธิกาญจน์

Pornitisa Thongsanitkan

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

Program of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Petchabun Rajabhat University

*Corresponding author; E-mail: pornitisa.tho@pcru.ac.th

Received: 23 May 2025 /Revised: 26 June 2025 /Accepted: 30 June 2025

บทคัดย่อ

กลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่เลี้ยงปลาด้วยรูปแบบพื้นบ้าน ปลาโตช้า ใช้เวลานาน ผลผลิตน้อย ผลิตและจำหน่ายได้เพียง 1 รอบ/ปี ฉะนั้นเพื่อให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น จึงต้องเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา โดยใช้อาหารสมทบจากขนไก่ป่น ซึ่งเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปไก่ นำมาย่อยด้วยเอนไซม์ธรรมชาติ เพื่อให้เกษตรกรดำเนินการได้เอง และเพื่อศึกษาผลของอาหารสมทบจากขนไก่พื้นเมืองป่นในการเลี้ยงปลากินพืชแบบกึ่งพัฒนา วางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยไม่ให้อาหารสมทบ อาหารสมทบจากขนไก่ป่นหมักด้วยแกนสับปะรด อาหารสมทบจากขนไก่ป่นหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบ อาหารสมทบจากอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ขนไก่ป่นหมักด้วยแกนสับปะรด และอาหารสมทบจากอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ขนไก่ป่นหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบ ให้อาหารในปริมาณ 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน วันละ 2 มื้อ ชั่งน้ำหนักและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารสมทบในทุกรูปแบบมีการเจริญเติบโตดีกว่าไม่ให้อาหารสมทบ และอาหารสมทบในทุกรูปแบบมีผลต่อค่าการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การใช้ขนไก่พื้นเมืองป่นเป็นอาหารสมทบในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวแบบกึ่งพัฒนา มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาที่ดีกว่าการไม่ให้อาหารสมทบ และอาหารสมทบในรูปแบบอาหารผสมสำเร็จให้ผลดีกว่าอาหารสมทบประเภทแหล่งโปรตีนเพียงอย่างเดียว การใช้ขนไก่พื้นเมืองป่นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ เป็นทางเลือกให้ได้อาหารปลาที่มีราคาต่อ กิโลกรัมต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า

คำสำคัญ: อาหารสมทบ ขนไก่ป่น ปลากินพืช

Abstract

A group fish farmer raises fish using an extensive culture system. The fish grow slowly, take a long time, to reach market size, and yield low production. They can produce and sell fish only once per year. Therefore, in order to increase production, they must raise them in a semi-intensive culture system, using supplemental feed made from feather meal, a byproduct of chicken processing, digested using natural enzymes, allowing farmers to process it themselves, and investigated the effects of using native chicken feather meal as a supplemental feed for raising fish in a semi-intensive culture. A completely randomized design (CRD) with three replications was used, consisting of five treatments: no supplemental feed, feather meal marinated with pineapple cores, feather meal marinated with raw papaya peels, complete feed made from feather meal marinated with pineapple cores, and complete feed made from feather meal marinated with raw papaya peels. Fish were fed at a rate of 5% of their body weight per day, divided into two feedings. Weight and growth data were collected every 2 weeks for 8 weeks. It was found that silver barb fed with supplemental feed in all forms had better growth than those not fed with supplemental feed. All forms of supplemental feed had a statistically significant effect on growth ($P < 0.05$). The use of ground native chicken feather meal as a supplemental feed in semi-intensive silver barb farming has a better effect on fish growth and survival rate than not providing supplemental feed. Supplemental feed in the form of complete feed yielded better results than feather meal used as a protein source alone. The use of ground native chicken feather meal as a raw material for aquatic animal feed is an alternative to obtaining fish feed with a lower price per kilogram than commercial feed.

Keywords: Supplemental feed, Feather meal, Herbivore fish

บทนำ

อาหารถือเป็นแหล่งรวมโภชนาหรือสารอาหาร (nutrients) ต่าง ๆ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อต้านทานโรค ซึ่งสัตว์น้ำจะมีความต้องการโภชนาที่แตกต่างกันไปตามชนิด ช่วงอายุ และขนาดของสัตว์น้ำ¹ และโปรตีนเป็นโภชนาหลักที่สำคัญที่สุดสำหรับสัตว์น้ำ โดยความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำนั้น คือ เป็นโครงสร้างสำคัญในเนื้อเยื่อและอวัยวะของสัตว์น้ำ ในร่างกายของสัตว์ต้องการโปรตีนตลอดช่วงชีวิตในระดับที่ต่างกันไปตามขนาด ช่วงอายุ และชนิดของสัตว์น้ำ โดยสัตว์น้ำวัยอ่อนจะมีความต้องการโปรตีนในระดับปริมาณที่สูงกว่าสัตว์น้ำที่เติบโตเจริญวัยแล้ว สัตว์น้ำมีความต้องการโปรตีนเช่นเดียวกับสัตว์บกทั่ว ๆ ไป เพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการสร้างฮอร์โมน สร้างเอนไซม์ในระบบต่าง ๆ ของร่างกายตลอดจนสร้างองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ โดยสารอาหารโปรตีนนั้น สัตว์น้ำจะได้รับจากอาหารทั้งอาหารธรรมชาติ และอาหารสำเร็จรูป ซึ่งวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนของอาหารสำเร็จรูปนั้นมาจากหลายแหล่งที่มา เช่น แหล่งโปรตีนจากพืชมาจากกากถั่วเหลือง แหล่งโปรตีนจากสัตว์มาจาก ปลาป่น แกลบกุ้ง ขนไก่ป่น เป็นต้น²

ขนไก่ป่น (feather meal) เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ได้จากการนำขนไก่สด ซึ่งเป็นผลพลอยได้หรือเศษเหลือทิ้งจากโรงเชือดและชำแหละสัตว์ปีกไปผ่านกระบวนการย่อยในหม้อต้ม หม้ออบ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง ประมาณ 130 - 150 องศาเซลเซียส

และความดัน 30 - 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 - 150 นาที ซึ่งสามารถนำไปใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีน ที่มีราคาแพงได้ เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น เป็นต้น เพื่อลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์น้ำลงได้ ขนไก่ป่นเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนสูง³ แต่เป็นโปรตีนคุณภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) ได้แก่ เมทไทโอนีน ไลซีน ฮีสทีดีน และทริปโตเฟน อยู่ในระดับต่ำ⁴ และเป็นโปรตีนย่อยยาก เนื่องจากเป็นโปรตีนชนิดเคราติน (Keratin) ที่มีโครงสร้างเกาะกันแข็งแรง⁵ ดังนั้นการนำขนไก่ป่นไปใช้ในสูตรอาหารสัตว์จึงจำเป็นต้องจำกัดปริมาณการใช้ในสูตรอาหารสัตว์น้ำ คือ ไม่เกิน 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้กับสัตว์น้ำได้ดังเช่นรายงานวิจัยของเอก รักษ์ติธรรมกุล⁷ ที่ได้ใช้ขนไก่ป่นหมักทดแทนปลาป่นในอาหารปลาพบว่า การใช้ขนไก่ป่น 25 เปอร์เซ็นต์ แทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารปลานิลและปลาดุกมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมมากที่สุดและจะลดต้นทุนในการผลิตอาหารทดลองได้ 0.71 และ 0.81 บาท/กิโลกรัมตามลำดับ และการใช้ขนไก่ป่นหมัก 50 เปอร์เซ็นต์สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้มากที่สุดโดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

แกนสับปะรด หรือไส้กลางสับปะรด คือแหล่งสะสมสารอาหารของสับปะรด โดยเฉพาะเอนไซม์บรอมีเลน (Bromelain) แต่โดยทั่วไปแล้วเอนไซม์บรอมีเลนมีอยู่ในทุกส่วนของสับปะรด แต่จะพบในส่วนแกนมากที่สุด โดยเอนไซม์นี้มีสรรพคุณในการย่อยสลายโปรตีน⁸



เปลือกมะละกอดิบ เป็นส่วนนอกสุดของผลมะละกอ มีสีเขียว นำมาใช้ประโยชน์ในการทำยารักษาโรคได้ ซึ่งสามารถใช้ได้จากหลายส่วนของมะละกอ คือ ยางจากใบ ผล ยอดอ่อน ลำต้น ผลดิบ ผลสุก เหง้า เมล็ดแก่ ซึ่งสารสำคัญที่พบในส่วนต่าง ๆ ของมะละกอมีย่อยอยู่หลายกลุ่ม เช่น ยางจากใบหรือผล มีเอนไซม์ปาเปน (papain) สำหรับปาเปนเป็นชื่อรวมสำหรับเรียกเอนไซม์จากน้ำยางมะละกอ มีสรรพคุณย่อยโปรตีนได้เป็นเอนไซม์โปรติโอไลติก (proteolytic enzyme) จึงนำมาทำเป็นยาแผนปัจจุบันช่วยเรื่องการย่อยในระบบย่อยอาหาร⁹

กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในโครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ ยังคงเลี้ยงปลาด้วยรูปแบบการเลี้ยงแบบพื้นบ้าน โดยเลี้ยงปลาในบ่อดิน ไม่ได้ให้อาหาร ให้ปลาเจริญเติบโตเองตามธรรมชาติ ทำให้ปลาเจริญเติบโตได้ช้า ใช้เวลาเลี้ยงนาน ผลผลิตน้อย สามารถผลิตและจำหน่ายได้เพียง 1 รอบ/ปี ฉะนั้นเพื่อให้กลุ่มเกษตรกรมีผลผลิตเพิ่มขึ้น และสามารถจำหน่ายเพิ่มเป็น 2 รอบ/ปี จึงต้องพัฒนารูปแบบการเลี้ยงเป็นแบบกึ่งพัฒนา โดยเสริมอาหารสมทบจากชนไก่พื้นเมืองป่น ซึ่งเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปไก่ ด้วยวิธีที่กลุ่มเกษตรกรสามารถดำเนินการได้เอง เช่น การย่อยโดยการให้ความร้อนด้วยการต้ม หรือการย่อยด้วยเอนไซม์จากธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการเลี้ยงปลาให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จากการที่ปลามีการเจริญเติบโตดีขึ้น เร็วขึ้น และยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลาได้อีกด้วย โดยใช้ปลาตะเพียนขาว

เป็นตัวแทนปลากินพืช เนื่องจากปลาตะเพียนขาวในพื้นที่ ยังคงมีการเลี้ยงแบบพื้นบ้านอยู่ จึงประสงค์จะยกระดับรูปแบบการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวให้สูงขึ้น โดยไม่กระทบกับต้นทุนการผลิต และเพื่อเป็นการศึกษาผลของอาหารสมทบจากชนไก่พื้นเมืองป่น ในการเลี้ยงปลากินพืชในรูปแบบการเลี้ยงกึ่งพัฒนา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมชนไก่ป่น

นำชนไก่ดิบมาผ่านกระบวนการไฮโดรไลซ์โปรตีน ด้วยวิธีการดังนี้คือ หมักด้วยแกนสับปะรด, หมักด้วยเอนไซม์ บรอมีเลน (Bromelain) สกัดจากสับปะรด, หมักด้วยยางมะละกอจากเปลือกมะละกอดิบ และหมักด้วยเอนไซม์ปาเปน (papain) สกัดจากยางมะละกอ ทั้ง 4 กรรมวิธีจะหมักไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำไปเข้าหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) เป็นเวลา 45 นาที นำมาทำให้แห้งโดยการอบผ่านตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้งดี หากเกษตรกรไม่มีเครื่องมือ ให้ดำเนินการหมักไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปนึ่งบนลังถึงนำมาทำให้แห้ง โดยการตากแดดจนกว่าจะแห้งดี แล้วนำมาบดป่นให้ละเอียดเป็นผง หลังจากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ข้อมูลทางโภชนาการที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (proximate analysis) ในชนไก่ป่นแต่ละรูปแบบ ได้แก่ค่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย แคลเซียม และฟอสฟอรัส ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)¹⁰



Figure 1. Feather meal (a), feather meal marinated with pineapple cores (b) and feather meal marinated with raw papaya peels (c)

2. การเตรียมอาหารทดลอง

เนื้อด้วยขนไก่ปนที่หมักด้วยแกนสับปะรด และขนไก่ปนที่หมักด้วยยางมะละกอจากเปลือกมะละกอดิบ มีโภชนะที่สัตว์น้ำต้องการ และมาจากกรรมวิธีที่ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถหาวัตถุดิบที่มีเอนไซม์จากธรรมชาติได้ในท้องถิ่นและสามารถกระทำได้เองในครัวเรือน ไม่จำเป็นต้องเพิ่มต้นทุนในการซื้อเอนไซม์สกัด จึงเลือกใช้ขนไก่ปนที่หมักด้วยแกนสับปะรดและขนไก่ปนที่หมักด้วยยางมะละกอจากเปลือกมะละกอดิบ ในขั้นตอนการเตรียมขนไก่ปนมาเป็นอาหารสมทบในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 และเป็นวัตถุดิบทดแทนปลาป่นเพื่อผลิตอาหารผสมสำเร็จที่ทำขึ้นเอง โดยใช้เป็นอาหารสมทบในชุดการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งอาหาร

สมทบในชุดการทดลองที่ 4 และ 5 จะมีโปรตีนรวมในสูตรอาหารเท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยมีสูตรอาหารดังแสดงใน Table 1 จากการที่แกนสับปะรดและเปลือกมะละกอดิบมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน เมื่อคำนวณโปรตีนรวมในสูตรให้ได้เท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้สัดส่วนปริมาณกากถั่วเหลือง รำละเอียด และปลายข้าวจะปรับเปลี่ยนแตกต่างกัน วัตถุดิบทั้งหมดในสูตรอาหารที่ผ่านการบดละเอียด ชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนในสูตรผสมให้เข้ากัน และนำเข้าเครื่อง mincer เพื่อขึ้นรูปอัดเม็ด ณ วิชาเอกการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

Table 1 Diets in experiment sets 4 and 5

Ingredients (kg)	Experimental diets	
	Complete feed made from	Complete feed made from
	feather meal marinated with pineapple cores	feather meal marinated with raw papaya peels
Broken rice	27.00	25.00
Rice bran	27.00	25.00
Soybean meal (44%)	27.00	31.00
Soybean oil	4.00	4.00
feather meal marinated with pineapple cores	15.00	0.00
feather meal marinated with raw papaya peels	0.00	15.00
total (kg)	100.00	100.00



Figure 2. Complete feed made from feather meal marinated with pineapple cores (a) and Complete feed made from feather meal marinated with raw papaya peels (b)

3. การเตรียมสัตว์ทดลอง

เลี้ยงปรับสภาพปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) ก่อนเริ่มการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ในถังพลาสติกขนาด 700 ลิตร ด้วยแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยง เพื่อเป็นอาหารธรรมชาติให้กับปลา จากนั้นใช้ปลาแบบคละเพด

คัดให้มีน้ำหนักเฉลี่ย 35.0 ± 0.5 กรัม/ตัว เลี้ยงในถังพลาสติกขนาด 700 ลิตร ที่มีน้ำเขียวเป็นอาหารธรรมชาติบรรจุอยู่ 400 ลิตร พร้อมสายยางท่อลมต่อกับหัวทรายเป็นเครื่องเติมอากาศสำหรับทุกถัง จำนวน 15 ถัง แต่ละถังใส่ปลาตะเพียนขาวจำนวน 30 ตัว ใช้ลูกพันธุ์ปลาทั้งสิ้น 450 ตัว

4. การทดลอง

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว หลังได้รับอาหารทดลอง โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ไม่ให้อาหารสมทบ คือปลาได้รับอาหารจากแพลงก์ตอนพืชในน้ำเขียวภายในบ่อเลี้ยงเพื่อจำลองสภาพบ่อเลี้ยงปลาแบบพื้นบ้าน (T1), ให้ชนไก่ปนหมักด้วยแกนสับประดเป็นอาหารสมทบ (T2), ให้ชนไก่ปนหมักด้วยยางมะละกอกจากเปลือกมะละกอดิบเป็นอาหารสมทบ (T3), ให้อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ชนไก่ปนหมักด้วยแกนสับประดทดแทนปลาป่นเป็นอาหารสมทบ (T4) และให้อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ชนไก่ปนหมักด้วยยางมะละกอกจากเปลือกมะละกอดิบทดแทนปลาป่นเป็นอาหารสมทบ (T5) โดยกำหนดอัตราการให้อาหารปลาตะเพียนขาวในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ซึ่งปริมาณที่กำหนดเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการอาหารในแต่ละวันของปลา โดยปกติจะอยู่ที่ 3 - 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และสะดวกต่อการคำนวณค่าการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิต เช่นเดียวกับงานวิจัยของ มหัทธนี ภิญญ และคณะ¹¹ ที่ให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จำนวน 2 ครั้งต่อวัน (เวลา 8.30 น. และ 16.30 น.) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกน้ำหนักปลาทุก ๆ 2 สัปดาห์ การให้อาหารจะแบ่งให้วันละ 2 มื้อ ระหว่างการเลี้ยงมีการถ่ายเปลี่ยนน้ำ 3 วันต่อครั้ง ตรวจวัดคุณภาพน้ำพร้อมกับการชั่งน้ำหนักปลาเพื่อปรับปริมาณอาหาร โดยตรวจวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าอุณหภูมิของน้ำ ด้วยเครื่อง DO meter ของ Horiba รุ่น DO210

ส่วนค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ (pH) วัดด้วยเครื่อง pH meter ของ APERA รุ่น PH20 Value Pocket pH Tester Kit ทำการชั่งน้ำหนักปลาทั้งหมดในแต่ละหน่วยทดลอง เพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอด ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 21

5. การเก็บผลข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำมาคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.1 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (weight gain: กรัมต่อตัว) = น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น

5.2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (daily weight gain: กรัมต่อตัวต่อวัน) = (น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) / ระยะเวลาในการทดลอง

5.3 ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake: กรัมต่อตัวต่อวัน) = ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด / ระยะเวลาในการทดลอง

5.4 อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio: FCR) = น้ำหนักอาหารที่ให้ / น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

5.5 อัตราการรอดตาย (Survival rate: เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนปลาที่เหลือ / จำนวนปลาเริ่มต้น) x 100

6. การศึกษาต้นทุนการผลิตอาหารปลา

ต้นทุนค่าอาหารผสมสำเร็จสำหรับทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว คำนวณจากราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิด ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รายละเอียด ปลาขี้ขาว น้ำมันพืช วิตามินพรีมิกซ์ และแทนแดง คูณด้วยปริมาณของแต่ละวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหาร 1 กิโลกรัม คำนวณตามสูตร ดังนี้¹

6.1 ราคาอาหาร (บาทต่อกิโลกรัม) = ราคาวัตถุดิบอาหาร / ปริมาณวัตถุดิบในสูตรอาหาร

6.2 ต้นทุนอาหารต่อปลา 1 กิโลกรัม (บาทต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม) = ราคาอาหาร x อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio: FCR)

คิดคำนวณเช่นเดียวกันทุกสูตรอาหารทดลอง แล้วเปรียบเทียบต้นทุนที่ได้

ผลการวิจัย

1. ผลของการปรับปรุงคุณลักษณะและโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในชนไก่ป่น

องค์ประกอบทางเคมีในชนไก่พื้นเมืองป่นทั้งรูปแบบที่หมักด้วยแกนสับปะรด หมักด้วยเอนไซม์บรอมีเลนสกัดจากสับปะรด หมักด้วยยางมะละกอจากเปลือกมะละกอดิบ และหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัดจากยางมะละกอ มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 10 – 14 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 64 – 81 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2.30 - 2.60 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณเยื่อใยอยู่ในช่วง 1.58 – 1.76 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณแคลเซียมอยู่ในช่วง 0.15 – 0.22 เปอร์เซ็นต์ และค่าปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.69 – 0.80 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Chemical composition of feather meal

Forms of feather meal	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Fiber (%)	Calcium (%)	Phosphorus (%)
Feather meal marinated with pineapple core	14.00	73.00	2.54	1.72	0.18	0.72
Feather meal marinated with bromelain enzyme	10.00	81.00	2.30	1.58	0.20	0.75
Feather meal marinated with raw papaya peel	12.00	64.00	2.60	1.76	0.15	0.69
Feather meal marinated with papain enzyme	10.00	78.00	2.37	1.61	0.22	0.80

2. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา

จากการศึกษาผลของการใช้ชนไก่พื้นเมืองป่นรูปแบบต่าง ๆ เป็นอาหารสมทบในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวกึ่งพัฒนา หลังการทดลองพบว่า ค่า

น้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 35.20 ± 0.54 , 35.24 ± 0.30 , 35.19 ± 0.45 , 35.21 ± 0.23 และ 35.22 ± 0.35 กรัม ต่อตัว ค่าน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 58.65 ± 0.59 , 80.15 ± 0.64 , 78.79 ± 0.77 , 95.22 ± 0.52 และ

94.71 $\pm$ 0.36 กรัมต่อตัว คำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.45 $\pm$ 4.57, 44.91 $\pm$ 1.54, 43.60 $\pm$ 1.71, 60.01 $\pm$ 2.36 และ 59.49 $\pm$ 1.95 กรัมต่อตัว คำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันเท่ากับ 0.42 $\pm$ 0.07, 0.80 $\pm$ 0.13, 0.78 $\pm$ 0.19, 1.07 $\pm$ 0.04 และ 1.06 $\pm$ 0.03 กรัมต่อตัวต่อวัน ค่าปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 5.68 $\pm$ 0.20, 5.74 $\pm$ 0.14, 4.78 $\pm$ 0.10 และ 4.96 $\pm$ 0.10 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร

เป็นเนื้อเท่ากับ 3.20 $\pm$ 2.71, 3.51 $\pm$ 1.18, 2.70 $\pm$ 0.11 และ 2.83 $\pm$ 0.21 และค่าอัตราการรอดตายเท่ากับ 73.33 $\pm$ 6.82, 96.67 $\pm$ 3.00, 93.33 $\pm$ 2.00, 98.22 $\pm$ 2.00 และ 98.22 $\pm$ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับชุดการทดลอง ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Growth performance of Silver barb

Parameters	Experiments					p-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
Initial weight (g/fish)	35.20 $\pm$ 0.54	35.24 $\pm$ 0.30	35.19 $\pm$ 0.45	35.21 $\pm$ 0.23	35.22 $\pm$ 0.35	0.984
Final weight (g/fish)	58.65 $\pm$ 0.59 ^c	80.15 $\pm$ 0.64 ^b	78.79 $\pm$ 0.77 ^b	95.22 $\pm$ 0.52 ^a	94.71 $\pm$ 0.36 ^a	0.032
Weight gain (g/fish)	23.45 $\pm$ 4.57 ^c	44.91 $\pm$ 1.54 ^b	43.60 $\pm$ 1.71 ^b	60.01 $\pm$ 2.36 ^a	59.49 $\pm$ 1.95 ^a	0.037
Daily weight gain (g/fish/day)	0.42 $\pm$ 0.07 ^c	0.80 $\pm$ 0.13 ^b	0.78 $\pm$ 0.19 ^b	1.07 $\pm$ 0.04 ^a	1.06 $\pm$ 0.03 ^a	0.041
Feed intake (g/fish/day)	-	5.68 $\pm$ 0.20 ^a	5.74 $\pm$ 0.14 ^a	4.78 $\pm$ 0.10 ^b	4.96 $\pm$ 0.10 ^b	0.017
Feed Conversion Ratio: FCR	-	3.20 $\pm$ 2.71 ^a	3.51 $\pm$ 1.18 ^a	2.70 $\pm$ 0.11 ^b	2.83 $\pm$ 0.21 ^b	0.028
Survival rate (%)	73.33 $\pm$ 6.82 ^b	96.67 $\pm$ 2.82 ^a	93.33 $\pm$ 3.00 ^a	98.22 $\pm$ 2.00 ^a	98.22 $\pm$ 2.00 ^a	0.046

^{a, b} Means with different superscripts within the same row differ significantly at $P < 0.05$

T1 = Not giving supplemental feed

T2 = Supplemental feed from feather meal marinated with pineapple cores

T3 = Supplemental feed from feather meal marinated with raw papaya peels

T4 = Supplemental feed of complete feed made from feather meal marinated with pineapple cores

T5 = Supplemental feed of complete feed made from feather meal marinated with raw papaya peels

3. ต้นทุนการผลิตอาหารสมทบ

อาหารสมทบแต่ละสูตรมีราคาค่าอาหารเท่ากับ 4.50, 3.75, 19.73 และ 19.32 บาท ตามลำดับ และมีต้นทุนอาหารต่อปลา 1 กิโลกรัมเท่ากับ

14.40 ± 1.70, 13.16 ± 2.29, 53.27 ± 1.86 และ 54.68 ± 0.84 บาทต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัมตามลำดับชุดการทดลอง ดังแสดงใน Table 4

Table 4 cost of experimental diets

Experimental diets	Price (THB/kg)	Feed cost per 1 kilogram of fish weight increase (THB/kg)
T2	4.50	14.40 ± 1.70 ^b
T3	3.75	13.16 ± 2.29 ^b
T4	19.73	53.27 ± 1.86 ^a
T5	19.32	54.68 ± 0.84 ^a

^{a, b} Means with different superscripts within the same row differ significantly at P < 0.05

T2 = Supplemental feed from feather meal marinated with pineapple cores

T3 = Supplemental feed from feather meal marinated with raw papaya peels

T4 = Supplemental feed of complete feed made from feather meal marinated with pineapple cores

T5 = Supplemental feed of complete feed made from feather meal marinated with raw papaya peels

อภิปรายผล

ผลของการปรับปรุงคุณลักษณะและโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในชนไก่ปน

องค์ประกอบทางเคมีในชนไก่พื้นเมืองปนทั้งรูปแบบที่หมักด้วยแกนสับปะรด หมักด้วยเอนไซม์บรอมิเลนสกัดจากสับปะรด หมักด้วยยางมะละกอจากเปลือกมะละกอดิบ และหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัดจากยางมะละกอ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยการใช้เอนไซม์สกัดที่มีความเข้มข้นของเอนไซม์สูงกว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย หรือไฮโดรไลซิสโปรตีนได้ดีกว่าเอนไซม์จากธรรมชาติ คือ แกนสับปะรด และเปลือกของมะละกอผลดิบ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการ

รายงานค่าองค์ประกอบทางเคมีในชนไก่ปน พบว่าคุณสมบัติและโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในชนไก่พื้นเมืองปนจากการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีรายงาน ดังรายงานการศึกษาของ วิมล จันทรโรทัย¹² ที่รายงานค่าองค์ประกอบทางเคมีของชนไก่ปน ดังนี้คือ มีความชื้น 8.10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 84.20 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.80 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 1.00 เปอร์เซ็นต์ และรายงานการศึกษาของ อุทัย คันโธ¹³ รายงานค่าองค์ประกอบทางเคมีของชนไก่ปน ดังนี้คือ มีความชื้น 10.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 83.50 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.50 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 1.50 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.20 เปอร์เซ็นต์ และ

ฟอสฟอรัส 0.75 เปอร์เซ็นต์ จะนั้นสามารถใช้เอนไซม์
บรอมีเลนและปาเปน เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะ
ของขนไก่ป่นได้ทั้งรูปแบบเอนไซม์ธรรมชาติและ
เอนไซม์สกัด หากต้องการลดต้นทุนแนะนำให้ใช้
แกนสับปะรด ที่เป็นเศษเหลือทิ้ง มีต้นทุนต่ำ และ
ให้โภชนาการที่ครบถ้วน และมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับ
การใช้เอนไซม์สกัด

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา
ตะเพียนขาว จากการพัฒนาอาหารสมทบจากขนไก่
พื้นเมืองป่นในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวรูปแบบ
กึ่งพัฒนา โดยการนำเศษเหลือทิ้งอย่างขนไก่มาทำป่น
และหมักย่อยด้วยเอนไซม์ธรรมชาติ มาเป็นอาหาร
สมทบ และใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ
ใช้เป็นอาหารสมทบ เพื่อช่วยลดต้นทุน เมื่อนำไป
ทดลองเลี้ยงปลาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลการ
เจริญเติบโตของปลา คือ ค่าน้ำหนักเริ่มต้น ค่าน้ำหนัก
สุดท้าย ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น
ต่อวัน ค่าปริมาณอาหารที่กิน ค่าอัตราการเปลี่ยน
อาหารเป็นเนื้อ และค่าอัตราการรอดตายของปลา
ตามลำดับชุดการทดลอง ดังแสดงใน Table 3
เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติแล้ว พบว่า ปลาตะเพียน
ขาวที่ได้รับอาหารสมทบจากขนไก่พื้นเมืองป่น
ในรูปแบบที่แตกต่างกัน คือ ไม่ให้อาหารสมทบ
ให้ขนไก่ป่นที่หมักด้วยแกนสับปะรดเป็นอาหารสมทบ
ให้ขนไก่ป่นที่หมักด้วยเปลือกมะละกอดิบเป็น
อาหารสมทบ ให้อาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ขนไก่ป่น
ที่หมักด้วยแกนสับปะรดทดแทนปลาป่นเป็นอาหาร
สมทบ และให้อาหารผสมสำเร็จที่มีการใช้ขนไก่ป่น

ที่หมักด้วยเปลือกมะละกอดิบทดแทนปลาป่นเป็น
อาหารสมทบ มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของ
ปลา โดยส่งผลให้ค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่
เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันปริมาณอาหารที่กิน
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)
โดยปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารสมทบในทุก
รูปแบบมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย
ของปลาที่ดีกว่าปลาที่ไม่ได้รับอาหารสมทบ
(ชุดควบคุม) และอาหารสมทบที่อยู่ในรูปแบบอาหาร
ผสมสำเร็จ มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโต
และอัตราการรอดตายของปลาที่ดีกว่าปลากลุ่มที่
ได้รับอาหารสมทบเป็นขนไก่ป่นเพียงอย่างเดียว
เนื่องจากอาหารผสมสำเร็จมาจากการผสมวัตถุดิบ
ที่หลากหลายครบถ้วนกว่าขนไก่ป่นเพียงอย่างเดียว
จึงทำให้มีความหลากหลายทางโภชนาการ และ
การเจริญเติบโตของปลาเกิดจากการได้รับพลังงาน
ซึ่งปลาได้รับพลังงานจากอาหารที่กินเข้าไป
โดยอาหารประกอบไปด้วยสารอาหารหลัก คือ โปรตีน
ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ ที่เป็น
ส่วนสำคัญในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และ
การสืบพันธุ์เพิ่มผลผลิตของปลา ความต้องการ
พลังงานเพื่อการเจริญเติบโตของปลาแต่ละชนิด
แต่ละขนาด มีความแตกต่างกัน ทราบได้โดยการ
ผลิตอาหารให้มีระดับพลังงานแตกต่างกันไป
แล้วนำมาให้ปลากินในระยะเวลา 2 - 3 เดือน
สังเกตการเจริญเติบโต โดยอาหารที่มีสัดส่วนของ
พลังงานและโปรตีนที่เหมาะสม จะทำให้ปลามีการ
เจริญเติบโตเร็วที่สุด จึงทำให้การผลิตอาหารปลา
ในปัจจุบัน ได้เริ่มพิจารณาถึงสัดส่วนของพลังงานที่

ย่อยได้ต่อกรัมโปรตีนซึ่งหมายถึง ปลาที่ได้รับปริมาณโปรตีนเพียงพอแก่ความต้องการ ควรมีพลังงานที่ย่อยได้จากโปรตีน ไชมัน และคาร์โบไฮเดรตเพียงพอแก่ความต้องการ¹⁴ และการใช้ประโยชน์จากขนไก่พื้นเมืองป็นทดแทนปลาป่นที่มีราคาแพงในสูตรอาหาร เพื่อลดต้นทุนการผลิตอาหาร ทั้งนี้ใช้ขนไก่พื้นเมืองป็นทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาตะเพียนขาว สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอก รักษ์ฤทธิธรรมกุล⁷ ที่ได้ศึกษาการใช้ขนไก่ป่นหมักทดแทนปลาป่นในอาหาร โดยทดลองในปลานิลและปลาดุกลูกผสม ต่อผลการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารของปลา โดยที่มีโปรตีนและพลังงานสุทธิในอาหารเท่ากัน (30% และ 400 kcal/100 g diet) อาหารสูตรที่ 1 ใช้ปลาป่น 100% เพื่อเป็นอาหารชุดควบคุม สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ใช้ขนไก่ป่นหมักแทนปลาป่น 25%, 50%, 75% และ 100% ตามลำดับ

ต้นทุนการผลิตอาหารสมทบ

ต้นทุนค่าอาหารสมทบจากขนไก่พื้นเมืองป่นในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ อาหารสมทบจากขนไก่ป่นหมักด้วยแกนสับปะรด อาหารสมทบจากขนไก่ป่นหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบ อาหารสมทบจากอาหารผสมสำเร็จมีขนไก่ป่นหมักด้วยแกนสับปะรดทดแทนปลาป่น และอาหารสมทบจากอาหารผสมสำเร็จมีขนไก่ป่นหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบทดแทนปลาป่น จาการาคาวัตถุดิบอาหารรอบการซื้อในช่วงปี พ.ศ. 2566 ประกอบด้วย ปลาขาว

กิโลกรัมละ 12 บาท รำละเอียดกิโลกรัมละ 15 บาท กากถั่วเหลือง (44%) กิโลกรัมละ 22 บาท และปลาป่น (60%) กิโลกรัมละ 48 บาท ทำให้อาหารสมทบแต่ละสูตรมีราคาค่าอาหารเท่ากับ 4.50, 3.75, 19.73 และ 19.32 บาท ตามลำดับ โดยมีราคาที่ต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่มีราคาจำหน่ายอยู่ระหว่าง 26 – 32 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสูตรที่ 1 และ 2 มีส่วนผสมน้อย เป็นเพียงขนไก่ป่นเพียงอย่างเดียว จึงมีราคาและต้นทุนค่าอาหารที่ต่ำมาก สามารถใช้เป็นอาหารสมทบแหล่งโปรตีนในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในรูปแบบกึ่งพัฒนาได้ เนื่องจากเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ลงทุนต่ำ ไม่เน้นผลผลิตมากนัก หากต้องการเพิ่มผลผลิต และต้องการลดระยะเวลาในการเลี้ยงลง สามารถใช้อาหารผสมสำเร็จที่มีส่วนผสมเป็นขนไก่ป่นเป็นอาหารสมทบในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวแบบกึ่งพัฒนาได้ ถือได้ว่าเป็นอาหารสมทบที่มีโภชนาครบถ้วน ทำให้ปลาโตเร็วขึ้น โดยมีราคาค่าอาหารที่ต่ำ ฉะนั้นการใช้ขนไก่พื้นเมืองป่นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ สามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เอก รักษ์ฤทธิธรรมกุล⁷ ที่พบว่า การใช้ขนไก่ป่นหมักที่ 25% แทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารปลานิลและปลาดุก โดยมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมมากที่สุด และจะลดต้นทุนในการผลิตอาหารทดลองได้ 0.71 และ 0.81 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และการขนไก่ป่นหมักที่ 50% สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้มากที่สุด โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างจากกลุ่มควบคุม



สรุปผลการวิจัย

การศึกษาพบว่า การใช้ขนไก่พื้นเมืองป็นเป็นอาหารสมทบในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาว มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาที่ดีกว่าการไม่ให้อาหารสมทบ และอาหารสมทบในรูปแบบอาหารผสมสำเร็จให้ผลดีกว่าอาหารสมทบประเภทแหล่งโปรตีนเพียงอย่างเดียว การใช้ขนไก่พื้นเมืองป็นหมักด้วยแกนสับปะรดหรือหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบเป็นอาหารสมทบทำให้ปลามีการเจริญเติบโต และต้นทุนการผลิตต่ำสามารถช่วยเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาปรับระบบการเลี้ยงจากแบบพื้นบ้าน เป็นการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา ที่ปลาโตเร็วขึ้น เวลาในการเลี้ยงลดลงได้ผลผลิตเร็วขึ้น และขนไก่พื้นเมืองป็นสามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ เป็นทางเลือกให้ได้อาหารปลาที่มีราคาต่อกิโลกรัมต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมที่ได้ร่วมสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 รหัสโครงการ 182066 รวมทั้งขอขอบคุณวิชาเอกการประมง สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สำหรับดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. อรพินท์ จินตสถาพร. เอกสารประกอบการสอน วิชาอาหารสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.
2. ศรีสกุล วรจันทรา, รณชัย สิทธิไกรพงษ์. โภชนศาสตร์สัตว์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไอ.เอส.พรินต์ติ้งเฮาส์; 2539.
3. Baker DH, Blitenthal RC, Boebel KP, Czarneckil GL, Southern LL, Willis GM. Protein-amino acid evaluation of steam-processed feather meal. Poult Sci 1981;60:1865-72.
4. พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2. หลักโภชนศาสตร์และการประยุกต์. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ไอเดียสโตร์; 2539.
5. Harrap BS, Woods EF. Soluble Derivatives of Feather Keratin.1.Isolation, Fractionation and Amino Acid Composition. Biochem J 1964;92:8-18.
6. Bureau DP, Harris AM, Beven DJ, Simmons LA, Azevedo PA, Cho CY. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture 2000;181:281-91.



7. เอก รักษ์ดิตรวมกุล. การใช้ชนไก่ปนหมักทดแทนปลาป่นในอาหาร. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.
8. พรปวีณ์ บุญเรือง. แขนสับประรด ประโยชน์ดี ๆ ที่ถูกมองข้าม [อินเทอร์เน็ต]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 8 พ.ย. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://elvira.co.th/แกนสับประรด-ประโยชน์ดี ๆ/>
9. เพียวรี่ เหมือนวงศ์ญาติ. ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร. กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์พลชัย; 2529.
10. AOAC. Official Methods of Analysis (15th ed). Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists; 2000.
11. มหัทธนี ภิญโญ, ภัทรมาศ ถิ่นจันทร์, วิลาสินี อินญาวิเลิศ. การใช้กากมะพร้าวและ *Bacillus licheniformis* ในอาหารของปลาตะเพียนขาว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2561;23:1165-77.
12. วิมล จันทรโรทัย. อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: กรมประมง; 2537.
13. อุทัย คั่นโธ. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์ และ สัตว์ปีก . นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน; 2529.
14. นฤมล อัสวเกษตรมณี. โภชนศาสตร์และการให้อาหารปลา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2557.