วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.2) May – August 2023 บทความวิจัย

ผลของการผสมกากมะพร้าวในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลานิลแดง

Effect of Dietary Copra Meal on Growth Performance and Survival Rate of Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *mossambicus*)

นัฐธิดา วัฒนบัญชา และ ปรีดา ภูมี*

Nattida Wattanabancha and Preeda Phumee*

สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Department of aquaculture and fishery product, Faculty of Science and Fisheries Technology.

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus.

Received : 9 May 2022

Revised : 2 November 2022

Accepted : 21 November 2022

บทคัดย่อ

การเสริมกากมะพร้าวในอาหาร เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตรารอดและต้นทุนด้านอาหารในปลานิล อาหารทดลองทุกทั้ง 4 สูตรมีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีระดับกากมะพร้าว 0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์ (CM0, CM3, CM6, Cm9) เลี้ยงปลานิลแดงน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 14. 28 ± 0.13 กรัม จำนวน 120 ตัว ในถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร จำนวน 12 ถัง) (ปลา 10 ตัวต่อถัง) ให้อาหารจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง (เช้า 8.00 น. เย็น 17.00น.) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (%WG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ดีที่สุด ($p<0.05$) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมีค่าสูงที่สุดในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม (CM0) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าดีที่สุด ($p<0.05$) ในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม แต่ไม่แตกต่างจากปลากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ ($p> 0.05$) ต้นทุนด้านอาหาร ในปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนน้อยที่สุด ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้ 2.44 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็น 10.23 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า สามารถผสมกากมะพร้าวในอาหารสำหรับปลานิลแดง ได้ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอด นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนด้านอาหารอีกด้วย

คำสำคัญ : ปลานิลแดง ; กากมะพร้าว ; การเจริญเติบโต ; ต้นทุนด้านอาหาร

Abstract

The feeding trial was conducted to determine growth performance, survival rate and feed cost of red tilapia (*Oreochromis niloticus – mossambicus*). Four iso-nitrogenous (35% crude protein) and iso-lipidic (12% crude lipid) experimental diets containing 0, 3, 6, and 9 % of copra meal (CM0, CM3, CM6, CM9) were used. One hundred and twenty fish, with an initial weight of 14.28 ± 0.13 g were reared in twelve 500 - litre fiberglass tanks (10 fish /tank). Fish were fed twice a day (8 AM and 5 PM) for eight weeks. Growth performance, in terms of mean body weight, percentage weight gain (%WG), and specific growth rate (SGR) were found the best ($p<0.05$) in fish fed on diet containing 9 % of copra meal. Protein efficiency ratio (PER) of fish fed on control diet (CM0) was the highest ($p<0.05$). Feed conversion ratio (FCR) was found the lowest in fish fed on control diet, But was not significant different ($p>0.05$) to fish fed on diet containing 9 % of copra meal. . Feed cost showed the lowest in fish fed on diet containing 9 % of copra meal. The incorporation of copra meal can be reduced feed cost 2.44 Bath per kilogram equivalent to 10.23 %. The results indicated that copra meal can be incorporated into diet for red tilapia up to 9 % without any deleterious effect on growth performance, feed utilization and survival rate. Moreover, feed cost can be minimized.

Keywords : red tilapia ; copra meal ; growth performance ; feed cost

***Corresponding author. E-mail** : preeda.ph@rmutsv.ac.th

บทนำ

การผลิตอาหารสัตว์น้ำ วัตถุดิบหลักที่ใช้ คือปลาป่นและน้ำมันปลา ซึ่งได้มาจากการจับปลาจากธรรมชาติ ปัจจุบันการพัฒนาอาหารสัตว์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือการผลิตอาหาร blue feed โดยการลดปริมาณปลาป่นและน้ำมันปลา เป็นแนวทางที่กำลังเป็นที่นิยม (D'Abramo, 2021; Salin *et al*., 2018) เนื่องจากปลาป่นมีราคาค่อนข้างสูง และแนวคิดที่ไม่ใช้ปลาเป็นอาหารปลา (fish free-feed) จึงได้มีการศึกษาแหล่งโปรตีนที่สามารถทดแทนปลาป่นหลายชนิด เช่น โปรตีนจากแมลง (Freccia *et al*., 2020; Nogales-Mérida *et al*., 2019; Quang Tran *et al*., 2022)) สาหร่าย รวมถึงโปรตีนจากพืช (Nagappan *et al*., 2021; Norambuena *et al*., 2015) และวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือวัสดุทางการเกษตร เช่น กากถั่วเหลือง กากปาล์ม กากมะพร้าว (Iluyemi *et al*., 2010; Mamauag *et al*., 2019; Phumee *et al*., 2011) เป็นต้น กากมะพร้าว เป็นเศษเหลือจากการผลิตน้ำกะทิและน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีการผลิตมากในเขตร้อน โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปริมาณการผลิตกากมะพร้าวทั่วโลก 2,000,000 ตัน (Stein *et al*., 2015) เป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย ราคาถูก มีโปรตีนร้อยละ 20-25 ไฟเบอร์ร้อยละ 10-16 และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Stein *et al*., 2015) ปริมาณไขมันร้อยละ 7.46 เถ้าร้อยละ 6.71 (Son *et al*., 2013) มีการนำกากมะพร้าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์น้ำทั้งปลาน้ำจืดและปลาทะเล เช่น ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) (Haemasaton and Pisuttharachai, 2019) ปลาไน (*Cyprinus carpio*) (Yusub & Nugroho, 2017) ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) (Nalinanon & Lerdsuwan, 2018) ปลาตะเพียนขาว (*Barbodes gonionotus*) (Phinyo *et al*., 2018) ปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*) (Mukhopadhyay & Ray, 1999) ปลากะรังน้ำตาล (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Mamauag *et al*., 2019) ปลานวลจันทร์ทะเล (*Chanos chanos*) (Apines-Amar *et al*., 2015)

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการนำกากมะพร้าวที่เป็นเศษเหลือจากการคั้นกะทิ ด้วยเครื่องที่ใช้ทั่วไปในตลาดในท้องถิ่น มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับปลานิลแดง โดยทดแทนกากถั่วเหลือง ซึ่งมีราคาแพงกว่าและมีสารต้านโภชนะ เพื่อศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนด้านอาหารในการผลิตปลานิลแดง โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากอาหาร อัตรา การรอดตาย และต้นทุนด้านอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารสัตว์น้ำต้นทุนต่ำต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized design; CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คืออาหารที่ผสมกากมะพร้าว 0, 3, 6, และ 9 เปอร์เซ็นต์ (CM0, CM3, CM6 และ CM9)

กากมะพร้าวจากการคั้นกะทิ นำมาอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด (โปรตีนร้อยละ 5.25 ไขมันร้อยละ 10.92 ความชื้นร้อยละ 4) แล้วนำมาผสมอาหารที่ระดับ 0, 3, 6, และ 9 เปอร์เซ็นต์ (CM0, CM3, CM6, CM9) นำส่วนผสมของวัตถุดิบอาหาร ดังTable 1 มาผสมในเครื่องผสมอาหาร แล้วเติมน้ำประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และผสมต่อจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดีแล้ว จึงนำไปอัดเม็ดในเครื่องอัดเม็ด ขนาด 3 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปใส่ในถุงพลาสติก 2 ชั้น แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น

ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างอาหารมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า ตามวิธี AOAC (1997) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Feed ingredients and nutritional value of four experimental diets

Feed ingredients	Experimental diets			
	CM0	CM3	CM6	CM9
Fish meal	9.26	9.26	9.26	9.26
Soybean meal	32.66	32.39	32.10	31.81
Copra meal	0.00	3.00	6.00	9.00
Rice bran	9.00	9.00	9.00	9.00
Palm kernel cake	10.00	10.00	10.00	10.00
Liquid fish condensate	7.00	7.00	7.00	7.00
Broken rice	18.00	18.00	18.00	18.00
Sunflower oil	2.63	2.31	1.98	1.65
Wheat flour	7.18	4.78	2.39	0.00
Vitamin Mix.*	1.20	1.20	1.20	1.20
Mineral Mix**	1.20	1.20	1.20	1.20
CMC (binder)	1.87	1.87	1.87	1.87
Nutritional value (% dry matter basis)				
Proteins	35.31	35.34	35.38	35.41
Lipids	12.21	12.32	12.25	12.20
Ash	9.12	9.31	9.78	9.87
Moisture	5.54	5.67	5.52	5.34
Feed cost (Baht/Kg)	21.37	20.35	19.29	18.32

* In 1 kg of Vitamin Mix consist of vitamin A 10,000,000 IU, D3 2,000,000 IU, E 1,500 IU, thiamine 2 gm, riboflavin 2.5 gm, pantothenic acid 14 gm, pyridoxine 2 gm, cyanocobalamin 10 mg, folic 0.5 gm, niacin 12 gm, K_3 2 gm and C 20 gm.

** In 1 kg of Mineral Mix consist of Ca 100,000 mg, P 80,000 mg, Cu 2,500 mg, Fe 1,200 mg, Mn 1,200 mg, Zn 1,540 mg, K 260 mg, I 740 mg, Mg 2,160 mg, Se 10 mg and Co 240 mg.

นำลูกปลานิลแดงแปลงเพศที่ซื้อจากฟาร์มในจังหวัดตรัง มาพักในถังไฟเบอร์ เพื่อปรับสภาพให้ปลาคุ้นเคยกับระบบการทดลองโดยให้อาหารทดลอง สูตร 1 (ไม่ผสมกากมะพร้าว) วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จึงคัดเลือกปลาที่แข็งแรง น้ำหนัก 14.16 – 14.41 กรัม ปล่อยในถังไฟเบอร์ 500 ลิตร (เติมน้ำ 300 ลิตร) จำนวนถังละ 10 ตัว ให้อาหารจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง (8.00 น. และ 17.00 น.) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เปลี่ยนถ่ายน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์ ทุกวัน และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ ทุก 2 สัปดาห์

ทำการชั่งน้ำหนักปลาโดยชั่งทีละตัวทั้งก่อนการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยชั่งปลาทั้งหมด ให้ปลาอดอาหาร 24 ชั่วโมง ก่อนชั่งน้ำหนัก นับจำนวนปลาที่เหลือ และบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการรอดตาย และต้นทุนด้านอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม (ต้นทุนด้านอาหาร) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (% Weight Gain; % WG)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}) \times 100}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)}}$$

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหาร}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่ม}}$$

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio; PER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเพิ่ม}}{\text{โปรตีนที่ได้รับ}}$$

อัตราการรอดตาย (Survival Rate; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

ต้นทุนด้านอาหาร (บาท/ปลา 1 กก) = อัตราการแลกเนื้อ × ราคาอาหาร/กิโลกรัม

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าวในระดับต่างกัน (0, 3, 6 และ 9 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด และปลาที่ได้รับอาหารไม่ผสมกากมะพร้าว มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ของปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าวที่ระดับ 0-6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

การใช้ประโยชน์จากอาหาร พิจารณาจาก ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ พบว่าปลาทดลองที่ได้รับอาหารไม่ผสมกากมะพร้าว มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าวทั้ง 3 ระดับ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนไม่แตกต่างกัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปลาทดลองที่ได้รับอาหารไม่ผสมกากมะพร้าว มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าวที่ระดับ 3 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด (Table 2)

อัตราการรอดตายของปลาทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ไม่มีปลาตายในทุกชุดการทดลอง ส่วนต้นทุนด้านอาหาร พบว่า การเสริมกากมะพร้าวในอาหาร สามารถลดต้นทุนด้านอาหารได้ โดยปลาทดลองที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนด้านอาหารน้อยที่สุด ($p<0.05$) โดยสามารถลดต้นทุนได้ 2.44 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็น 10.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับอาหารที่ไม่เสริมกากมะพร้าว (Table 2)

Table 2 Initial weight, final weight, percentage weight gain, specific growth rate, protein efficiency ratio, feed conversion ratio, survival rate, and feed cost of red tilapia fed diet containing different levels of copra meal for 8 weeks

Parameters	Experimental diets			
	CM0	CM3	CM6	CM9
Initial weight (g)	14.19±0.06	14.37±0.11	14.41±0.07	14.16±0.09
Final weight (g)	39.66±0.16^{d}	40.52±0.19^{c}	41.39±0.28^{b}	43.18±0.12^{a}
Percentage weight gain (%)	179.58±2.28^{b}	182.09±3.48^{b}	187.21±3.01^{b}	205.03±2.68^{a}
Specific growth rate (%/D)	1.84±0.01^{b}	1.85±0.02^{b}	1.88±0.02^{b}	1.99±0.02^{a}
Protein efficiency ratio	2.54±0.04^{a}	2.42±0.02^{b}	2.33±0.03^{b}	2.42±0.05^{b}
Feed conversion ratio	1.12±0.02^{a}	1.17±0.01^{ab}	1.22±0.01^{b}	1.17±0.02^{ab}
Survival rate (%)	100	100	100	100
Feed cost (Baht/Kg)	23.84±0.41^{b}	23.83±0.23^{b}	23.45±0.27^{b}	21.40±0.40^{a}

All values are mean ± SD, obtained from three replicates.

Values in the same row with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าวที่ระดับ 0, 3, 6, 9 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง ไม่พบการตายของปลาทดลอง มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น โดยพบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด ซึ่งมีรายงานการใช้กากมะพร้าวในอาหารปลาไน (*Cyprinus carpio*) ขนาด 25 กรัม ที่สามารถผสมกากมะพร้าวในอาหารได้ 9 เปอร์เซ็นต์ (Yusup & Nugroho, 2017) Pinyo *et al.* (2018) รายงานผลการศึกษาการใช้กากมะพร้าว ร่วมกับ *Bacillus licheniformis* ในอาหารปลาตะเพียนขาว ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเสริมกากมะพร้าวในอาหารสามารถช่วยให้การเจริญเติบโตดีขึ้น และการเสริม *Bacillus licheniformis* ส่งผลให้ปลาตะเพียนขาวมีความต้านทานโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ *Aeromaonas hydrophilla* การเสริมกากมะพร้าวในอาหาร ช่วยให้ปลามีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าวที่ประกอบด้วยกรดอมิโน และกรดไขมันที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต กรดไขมัน 50 – 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรดไขมันอิ่มตัวชนิด medium –chain คือ Lauric acid และ Myristic acid ซึ่งกรดไขมันที่สัตว์น้ำได้รับ สามารถเผาพลาญให้ได้พลังงาน และเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างเซลล์ ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโต และมีสุขภาพดี (Tocher, 2010) กรดอะมิโน

ในกากมะพร้าว มี Lysine ต่ำ (1.91 % ของโปรตีนทั้งหมด) แต่มี Arginine ในปริมาณสูงถึง 10 % ของโปรตีนทั้งหมด (Stein *et al*., 2015) ดังนั้นการเสริมกากมะพร้าวในอาหารปลาช่วยเสริมกรดอมิโนจำเป็น และกรดไขมันบางชนิดให้สมดุลต่อความต้องการ จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลานิลแดง แต่ Nalinanon & Lerdsuwan (2018) รายงานว่าการเสริมกากมะพร้าวในอาหารปลานิลขนาด 0.2 กรัม ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ กลับพบว่ามีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมกากมะพร้าว) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการเสริมกากมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไปสำหรับปลาขนาดเล็ก และกากมะพร้าวมีปริมาณไฟเบอร์สูง (16 เปอร์เซ็นต์) (Stein *et al*., 2015) จึงทำให้เกิดการชะลอการเจริญเติบโตของปลา เนื่องจากปริมาณไฟเบอร์ ในอาหารที่มาก มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อย และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง (Kamarudin *et al*., 2018) มีรายงานปริมาณไฟเบอร์ในอาหารปลา rainbow trout (*Salmon gairdneri*) ระยะวัยรุ่น ไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (Hilton *et al*., 2011) และปลา tropical carp ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (Kamarudin *et al*., 2018)

การใช้ประโยชน์จากอาหารเสริมกากมะพร้าวจากการทดลองครั้งนี้ ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารไม่เสริมกากมะพร้าว มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมกากมะพร้าว ไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ เนื่องจากปลาที่ได้รับอาหารเสริมกากมะพร้าว 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ต่างจากปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมกากมะพร้าว แม้ว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนจะน้อยกว่า อาหารที่เสริมกากมะพร้าว มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง Stein *et al*. (2015) รายงานว่าสัดส่วนของกรดอมิโนมีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ซึ่งกากมะพร้าวมีกรดอมิโนไลซีนน้อย (1.91% ของโปรตีนทั้งหมด) นอกจากนี้กากมะพร้าวมีไฟเบอร์สูง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลงในอาหารที่เสริมกากมะพร้าว นอกจากนี้ การเสริมกากมะพร้าวสามารถลดต้นทุนด้านอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม จากการทดลองครั้งนี้ การเสริมกากมะพร้าวในอาหาร 9 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนด้านอาหารต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับอาหารไม่เสริมกากมะพร้าว ต้นทุนด้านอาหารลดลง 2.44 บาท คิดเป็น 10.23 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกากมะพร้าวเป็นวัสดุเศษเหลือจากการคั้นกะทิ มีราคาถูก การนำมาใช้เป็นอาหารปลา ก็เป็นการใช้วัสดุเศษเหลือให้เป็นประโยชน์ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นอกจากนี้ ยังเป็นการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนอีกด้วย จากรายงานการศึกษาสามารถใช้กากมะพร้าวเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ หากมีการปรับปรุงคุณภาพกากมะพร้าว สามารถผสมกากมะพร้าวในอาหารสัตว์น้ำได้มากขึ้น จากการศึกษาของ Intoy and Traifalgar (2021) นำกากมะพร้าวแช่น้ำ มาผสมอาหารให้ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ขนาด 7.26 กรัม พบว่า สามารถเสริมกากมะพร้าวได้ ถึง 28.5 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากอาหาร การทำงานของเอนไซม์ และ สัณฐานวิทยาของลำไส้ ในปลานิล เช่นเดียวกับ Olude *et al*. (2008) รายงานว่า สามารถใช้กากมะพร้าวแช่น้ำ (soaked copra meal) ผสมในอาหารปลานิล ((*Oreochromis niloticus*) ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหาร นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาในปลากินเนื้อ เช่น ปลากะรังลายน้ำตาล (*Epinephelus fuscoguttatus*) ขนาด 1.8 กรัม โดยใช้กากมะพร้าวที่เพิ่มโปรตีน (protein enhanced copra meal) สามารถทดแทนกากถั่วเหลืองได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร) (Mamauag *et al*., 2019)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองครั้งนี้ สามารถเสริมกากมะพร้าวในอาหารสำหรับปลานิลแดง ขนาด 14 กรัม ได้ 9 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตด้านอาหารอีกด้วย โดยสามารถลดต้นทุนด้านอาหารลง 2.44 บาท คิดเป็น 10.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับอาหารไม่เสริมกากมะพร้าว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ รวมถึงห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ารดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (1997). Animal Feeds. In P.A. Cunniff (Ed.), *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists International* (16 ed., Vol. 1, pp. 1-3) USA: Arlington.

Apines-Amar, M. J. S., Coloso, R. M., Jaspe, C. J., Salvilla, J. M., Amar-Murillo, M. N. G., & Saclauso, C. A. (2015). Partial Replacement of Soybean Meal with Fermented Copra Meal in Milkfish (*Chanos chanos*, Forsskal) Diet. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, *8*(6), 1019-1026.

D'Abramo, L. R. (2021). Sustainable Aquafeed and Aquaculture Production Systems as Impacted by Challenges of Global Food Security and Climate Change. *Journal of the World Aquaculture Society*, *52*(6), 1162-1167.

Freccia, A., Tubin, J. S. B., Rombenso, A. N., & Emerenciano, M. G. C. (2020). Insects in Aquaculture Nutrition: An Emerging Eco-Friendly Approach or Commercial Reality?. In Q. Lu, and M. Serajuddin (Eds.), Emerging Technologies, Environment and Research for Sustainable Aquaculture. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.90489

Haemasaton, T., & Pisuttharachai, D. (2019). Dietary Copra Meal Supplementation on Growth Performance and Survival Rate of Climbing Perch (*Anabas testudineus*). *KHON KAEN AGR. J.,* 47(SUPPL.1), 1225-1230. (in Thai)

Hilton, J. W., Atkinson, J.L. & Slinger, S.J. (2011). Effect of Increased Dietary Fiber on the Growth of Rainbow Trout (*Salmon gairdneri*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.,*40* (1), 81-85. DOI:10.1139/f83-012

Iluyemi, F. B., Hanafi, M. M., Radziah, O., & Kamarudin, M. S. (2010). Nutritional Evaluation of Fermented Palm Kernel Cake Using Red Tilapia. *African Journal of biotechnology*, *9*(4). 502-507.

Intoy, M.M.B., & Traifalgar, R. F. M. (2021). Feed Value of Fermented Copra Meal as a Sustainable Feed Ingredient in the Diet of Saline-tolerant Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Journal of Sustainable Science and Management*, *16*(8), 28-43.

Kamarudin, M.S., Sulaiman, M.A. & Ismail, M.F.S. (2018). Effects of Dietary Crude Fiber Level on Growth Performance, Body Composition, Liver Glycogen and Intestinal Short Chain Fatty Acids of a Tropical Carp (*Barbonymus goniontus* **x** *Hypsibaebus wetmorei*). *Journal of Environmental Biology*. 39(5), 813-820. DOI:10.22438/jeb/39/5(SI)/29

Mamauag, R. E. P., Ragaza, J. A., & Nacionales, T. (2019). Fish Performance, Nutrient Digestibility, and Hepatic and Intestinal Morphologies in Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* Fed Fermented Copra Meal. *Aquaculture Reports*, *14*, 100202.

Mukhopadhyay, B. N., & Ray, A. K. (1999). Utilization of Copra Meal in the Formulation of Compound Diets for Rohu, *Labeo rohita*, Fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*, *15*(3), 127-131.

Nagappan, S., Das, P., AbdulQuadir, M., Thaher, M., Khan, S., Mahata, C., Al-jabri, H., Vatland, A.K., & Kumar, G. (2021). Potential of Microalgae as a Sustainable Feed Ingredient for Aquaculture. *Journal of Biotechnology*, *341*, 1-20.

Nalinanon, W., & Lerdsuwan, S. (2018). Study on the Effect of Coconut (by-product) Meal and *Acacia mangium* Leaf in Diets on Growth and Carcass Quality of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *KHONKAEN AGR. J.*, *46* (SUPPL.1), 1206-1032. (in Thai)

Nogales-Mérida, S., Gobbi, P., Józefiak, D., Mazurkiewicz, J., Dudek, K., Rawski, M., Kieroñczyk, B., & Józefiak, A. (2019). Insect Meals in Fish Nutrition. *Reviews in Aquaculture*, *11*(4), 1080-1103.

Norambuena, F., Hermon, K., Skrzypczyk, V., Emery, J. A., Sharon, Y., Beard, A., & Turchini, G. M. (2015). Algae in Fish Feed: Performances and Fatty Acid Metabolism in Juvenile Atlantic Salmon. *PloS one*, *10*(4), e0124042.

Olude, O. O., Alegbeleye, W. O. A., & Obasa, S O. (2008). The Use of Soaked Copra Meal as a Partial Substitute for Soybean Meal in the Diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. *Livestock Research for Rural Development*, 20 (10), 1-7.

Phinyo, M., Thinjan, P., & Inyawilert, W. (2018). Use of Coconut Residue and *Bacillus licheniformis* in Feed for Silver Barb. *Burapha Science Journal*, *23*(2), 1165-1177. (in Thai)

Phumee, P., Wei, W. Y., Ramachandran, S., & Hashim, R. (2011). Evaluation of Soybean Meal in the Formulated Diets for Juvenile *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition*, *17*(2), 214-222.

Quang Tran, H., Van Doan, H., & Stejskal, V. (2022). Environmental Consequences of Using Insect Meal as an Ingredient in AqucEafeeds: A systematic view. *Reviews in Aquaculture*, *14*(1), 237-251.

Salin, K.R., Arun, V.V., Mohanakumaran Nair, C., & Tidwell, J.H. (2018). Suatainable Aquafeed. In: F.I., Visvanathan, C., Boopathy, R. (Eds.), Sustainable Aquaculture. Springer International Publishing, pp 123-151. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73257-2_4.

Son, A.R., Ji, S.Y. & Kim, B.G. (2013). Digestible and Metabolizable Energy Concentrations in Copra Meal, Palm Kernel Meal, and Cassava Root Fed to Growing Pigs. *Journal of Animal Science*, *4,*140-142. http://dx.doi.org/10.2527/jas.53822

Stein, H.H., Casas, G.A., Abelilla, J.J., Liu, Y., & Sulabo, R.C. (2015). Nutritional Value of High Fiber Co-Products from the Copra, Palm Kernel, and Rice Industries in Diet Fed Pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *6*, 56 DOI 10. 1186/s40104-015-0056-6

Tocher, D.R. (2010). Fatty Acid Requirements in Ontogeny of Marine and Freshwater Fish. *Aquaculture Research*, *41*(5), 717-732. https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02150.x

Yusub, C.H.M., & Nugroho, R.A. (2017). Effects of Copra (*Cocos nucifera*) Meal on the Growth Performance of *Cyprinus carprio*. AIP Conference Proceedings, *1813*(1) id 020025 DOI 10.1063/1.4975963