

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสดและอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) ที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเล บริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่

ฤทธิชัย คงสบาย^{1*} นัทพงศ์ ชุมเชื้อ² นพพนธ์ ชะนะพาล² ปิยะวัฒน์ พรหมรักษา¹
วรวิษ ป่านนาค¹ และ ปิยะภาคย์ ภูมิภมร²

¹สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการภูมิภาคอันดามัน จังหวัดกระบี่

¹81 ม.2 ตำบลกำแพง อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระยอง 85120

²214 หมู่ 6 ตำบลห้วยยูง อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ 81130

รับบทความ 11 มีนาคม 2569 แก้ไขบทความ 12 มิถุนายน 2569 ตอรับบทความ 24 มิถุนายน 2569

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) ที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ชุดการทดลอง ชุดละ 3 ซ้ำ ปล่อยปลาทดลอง 30 ตัวต่อกระชัง และดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 180 วัน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของปลาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาที่ได้รับอาหารสดมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายสูงที่สุด ($2,023.16 \pm 22.62$ กรัม) และมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด (8.01 ± 0.13 กรัมต่อวัน) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ($p<0.05$) ขณะที่ความยาวเฉลี่ยสุดท้ายมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยต่อวัน ($p>0.05$) อัตราการรอดตายอยู่ระหว่าง 91.12 ± 2.65 ถึง 93.34 ± 2.31 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับค่าอัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.60 ± 0.31 ถึง 1.72 ± 0.31 คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในช่วงที่สามารถรองรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลได้ตลอดระยะเวลาการศึกษา สรุปได้ว่า อาหารสดประเภทปลาหลังเขียวสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเลได้ดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองภายใต้สภาพการเลี้ยงของพื้นที่ศึกษา และมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ : ปลาช่อนทะเล; *Rachycentron canadum*; อาหารสด; อาหารเม็ดสำเร็จรูป; การเจริญเติบโต; กระชังทะเล

Comparison of Fresh Fish and Formulated Diets on Growth Performance of Cobia (*Rachycentron canadum*) Cultured in Sea Cages in Ban Ko Pu, Krabi Province, Thailand

Rittichai Kongsabai^{1*} Nattapong Chumchuea² Nopphanon Chanaphan²
Piyawat Promraksa¹ Worawit Pannak¹ and Piyapak Bhumibhamorn²

¹Andaman Coastal Research Station for Development, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

²Research and Academic Service Center for Andaman Region, Krabi Province

¹81 Moo 2, Kamphuan Subdistrict, Suk Samran District, Ranong, 85120

²214 Moo 6, Huai Yung Subdistrict, Nuea Khlong District, Krabi, 81130

Received 11 March 2026; Revised 12 June 2026; Accepted 24 June 2026

Abstract

This study aimed to compare the effects of fresh fish feed and commercial pellet diets on growth performance, survival rate, and feed utilization efficiency of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in marine cages at Ban Koh Pu, Krabi Province, Thailand. A Completely Randomized Design (CRD) consisting of three dietary treatments with three replicates per treatment was employed. Thirty fish were stocked in each cage and reared for 180 days. The results showed that the initial body weight of fish did not differ significantly among treatments ($p>0.05$). At the end of the experiment, fish fed the fresh fish feed exhibited the highest final body weight ($2,023.16\pm22.62$ g) and daily weight gain (8.01 ± 0.13 g day⁻¹), which were significantly higher than those of fish fed the commercial pellet diets ($p<0.05$). Final body length differed significantly among treatments ($p<0.05$), whereas daily length gain showed no significant difference ($p>0.05$). Survival rates ranged from 91.12 ± 2.65 to $93.34\pm2.31\%$ and did not differ significantly among treatments ($p>0.05$). Similarly, feed conversion ratio (FCR) values ranged from 1.60 ± 0.31 to 1.72 ± 0.31 , with no significant differences among treatments. Overall water quality remained within ranges suitable for marine cage culture of cobia throughout the study period. The findings indicate that fresh fish feed promoted better growth performance than the commercial pellet diets under the culture conditions of the present study. The results provide useful information for feed management strategies in community-based and commercial cobia cage farming operations.

Keywords: Cobia; *Rachycentron canadum*; Fresh fish feed; Commercial pellet diet; Growth performance; Marine cage culture

* Corresponding Author. Tel.: +66 7788 0297, E-mail Address: rittichai.kon@ku.th

1. บทนำ

ปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) เป็นปลาทะเลเศรษฐกิจที่มีศักยภาพสูงต่อการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว เนื้อมีคุณภาพดี และเป็นที่ต้องการของตลาดอาหารทะเลในหลายประเทศ [1], [2] ปลาชนิดนี้สามารถเลี้ยงได้ทั้งในระบบกระชังทะเลและระบบน้ำหมุนเวียน โดยความสำเร็จของการเลี้ยงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น คุณภาพลูกพันธุ์ ความหนาแน่นการเลี้ยง คุณภาพน้ำ การจัดการสุขภาพปลา และการจัดการอาหารที่เหมาะสม [2], [3] อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนการผลิตของปลาช่อนทะเล งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางโภชนาการของอาหาร โดยเฉพาะระดับโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และความสมดุลของพลังงาน มีผลต่อการใช้ประโยชน์สารอาหาร การสะสมพลังงาน และสมรรถนะการเจริญเติบโตของปลา [4], [9] นอกจากนี้ การพัฒนาสูตรอาหารเม็ดสำเร็จรูปและการใช้วัตถุดิบโปรตีนทางเลือกยังเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการพึ่งพาวัตถุดิบจากปลาป่นในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์น้ำ [5], [10], [11]

ในการเลี้ยงปลาช่อนทะเลระดับเกษตรกรอาหารสดยังคงถูกใช้ในหลายพื้นที่ เนื่องจากหาได้ง่าย มีความน่ากินสูง และสอดคล้องกับพฤติกรรมการกินอาหารของปลากินเนื้อ อย่างไรก็ตาม อาหารสดอาจมีความแปรปรวนด้านคุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพวัตถุดิบ การเก็บรักษา และความเสี่ยงต่อการเสื่อมคุณภาพระหว่างการใช้งาน ขณะที่อาหารเม็ดสำเร็จรูปมีข้อดีด้านความสะดวกในการจัดการ การควบคุมองค์ประกอบทางโภชนาการ และการลดความแปรปรวนของคุณภาพอาหาร [4], [5], [14] ดังนั้น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปภายใต้สภาพการเลี้ยงจริงจึงมีความสำคัญต่อ

การเลือกแนวทางการจัดการอาหารที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาช่อนทะเล

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการจัดการปริมาณอาหาร ความพร้อมของอาหาร และกรดอะมิโนจำเป็นบางชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์โปรตีน และการสะสมไนโตรเจนของปลาช่อนทะเล [12], [13] ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าอาหารที่เหมาะสมไม่ได้พิจารณาเพียงปริมาณโปรตีนหรือไขมันเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงความสมดุลของสารอาหาร คุณภาพวัตถุดิบ ความน่ากิน และความเหมาะสมกับระบบการเลี้ยงในแต่ละพื้นที่ด้วย พื้นที่บ้านเกาะปู ตำบลเกาะศรีบอยา อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ เป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบกระชังทะเล และมีศักยภาพต่อการพัฒนาการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับชุมชน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเปรียบเทียบผลของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเลภายใต้สภาพการเลี้ยงจริงในพื้นที่ดังกล่าวยังมีจำกัด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่ รวมทั้งติดตามคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการอาหารและการพัฒนาการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดตายของปลาช่อนทะเล ที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลบริเวณพื้นที่บ้านเกาะปู ตำบลเกาะศรีบอยา อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่

การวิจัยดำเนินการภายใต้แนวคิดการวิจัยแบบชุมชนมีส่วนร่วม (Participatory research) โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาช่อนทะเลในพื้นที่ที่มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมวิจัย เช่น การจัดเตรียมกระชัง การให้อาหาร การติดตามการเจริญเติบโตของปลา และการบันทึกข้อมูลระหว่างการทดลอง ทั้งนี้เพื่อให้การทดลองสอดคล้องกับสภาพการเลี้ยงจริงของเกษตรกรในพื้นที่ และสามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

2.1 ขั้นตอนการวิจัย

การทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replicates) ในแต่ละซ้ำปล่อยปลาช่อนทะเลจำนวน 30 ตัว

รายละเอียดชุดการทดลองมีดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารปลาสด (ปลาหลังเขียว; ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์

2.1.1 การเตรียมเครื่องมือและวัสดุ

ใช้ปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) จำนวน 270 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 500–600 กรัม เลี้ยงในกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู ตำบลเกาะศรีบอยา อำเภอนือคล่อง จังหวัดกระบี่

กระชังทดลองเป็นกระชังตาข่ายไนลอน ขนาดตาอวน 2.5 เซนติเมตร มีขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 3.0 เมตร และลึก 2.5 เมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำประมาณ 18.75 ลูกบาศก์เมตร ติดตั้งในทะเลโดยยึดกับทุ่นลอยและสมอเพื่อป้องกันผลกระทบจากกระแสน้ำและคลื่นลม

ปล่อยปลาทดลองจำนวน 30 ตัวต่อกระชัง คิดเป็นความหนาแน่นประมาณ 1.60 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเล [9], [20]

2.1.2 การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยอาหารปลาสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูป 2 สูตร โดยอาหารปลาสดใช้ปลาหลังเขียวเป็นอาหารในชุดควบคุม จัดซื้อจากตลาดสัตว์น้ำในจังหวัดกระบี่และเก็บรักษาในสภาพแช่เย็นจนกว่าจะนำมาใช้ ส่วนอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้งสองสูตรมีส่วนประกอบหลักเหมือนกัน แต่มีการปรับปริมาณน้ำมันทูน่า (Tuna oil) เพื่อให้ระดับไขมันแตกต่างกัน โดยชุดการทดลองที่ 2 มีระดับไขมันประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 3 มีระดับไขมันประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดส่วนประกอบและองค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของปลาหลังเขียวที่ใช้เป็นอาหารควบคุม

พารามิเตอร์ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น	73.20 $\pm$ 0.40
โปรตีนหยาบ	18.95 $\pm$ 0.35
ไขมันหยาบ	5.80 $\pm$ 0.30
เถ้า	1.85 $\pm$ 0.10
คาร์โบไฮเดรต	0.20 $\pm$ 0.05
รวม	100.00

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลอง

ส่วนประกอบอาหาร (ร้อยละ)	ชุดการทดลองที่ 2	ชุดการทดลองที่ 3
ปลาป่น	40.50	40.50
กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน	11.00	11.00

ส่วนประกอบ อาหาร (ร้อยละ)	ชุดการทดลอง ที่ 2	ชุดการทดลอง ที่ 3
ผลพลอยได้จาก	12.00	12.00
สัตว์ปีกปน		
กลูเตนข้าวสาลี	2.50	2.50
แป้งสาลี	24.30	20.30
แคลเซียม	2.00	2.00
คาร์บอนเนต		
โมโนแคลเซียม	1.00	1.00
ฟอสเฟต		
น้ำมันทูน่า	5.65	9.65
วิตามินพรีมิกซ์	0.20	0.20
แร่ธาตุพรีมิกซ์	0.20	0.20
สารยีสต์เกาะ	0.25	0.25
สารป้องกันเชื้อรา	0.20	0.20
บีเอชที (BHT)	0.20	0.20
รวม	100.00	100.00

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของอาหารทดลอง

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 2	ชุดการทดลองที่ 3
โปรตีนหยาบ	40.00	40.00
ไขมันหยาบ	8.00	12.00

2.1.3 การให้อาหารและการจัดการการเลี้ยง

ให้อาหารปลาช่อนทะเลวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. โดยให้อาหารจนปลาหยุดกิน (apparent satiation) และทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ใช้ในแต่ละวัน เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร การทดลองดำเนินการเป็นระยะเวลา 180 วัน

2.1.4 การวัดการเจริญเติบโตของปลา

ก่อนเริ่มการทดลองทำการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเริ่มต้นของปลาช่อนทะเล จากนั้นทำการสุ่มชั่งวัดขนาดปลาประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนปลาในแต่ละกระชังทุก ๆ 30 วัน ตัวแปรที่ทำการวัด ได้แก่

น้ำหนักรวมของปลา (Total weight; TW) และความยาวรวมของปลา (Total length; TL)

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักปลารวม (กรัม)}}{\text{จำนวนปลา}}$$

$$\text{ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)} = \frac{\text{ความยาวปลารวม (เซนติเมตร)}}{\text{จำนวนปลา}}$$

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily

$$\text{Gain; ADG}) = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันทดลอง}}$$

อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR) =

$$\frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด (กรัม)}}$$

อัตราการรอดตาย (Survival Rate; SR) =

$$\frac{\text{จำนวนปลาช่อนทะเลเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาช่อนทะเลเริ่มต้น}} \times 100$$

2.1.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 30 วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยเก็บข้อมูลบริเวณกึ่งกลางกระชังแต่ละกระชัง พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดในภาคสนาม ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยความเค็มวัดด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและอุณหภูมิวัดด้วยเครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่างวัดด้วยเครื่อง pH meter

เก็บตัวอย่างน้ำปริมาตรประมาณ 200 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์แอมโมเนียรวม ไนไตรต์ และความเป็นต่างในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐานของ American Public Health Association โดยใช้วิธี Koroleff's indophenol blue method สำหรับการวิเคราะห์แอมโมเนียรวม วิธี colorimetric method สำหรับการวิเคราะห์ไนไตรต์ และวิธี titration method สำหรับการ

วิเคราะห์ความเป็นต่าง พร้อมตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer [15]

2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติด้วยวิธี Shapiro-Wilk test และตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันด้วยวิธี Levene's test ก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติ จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way Analysis of Variance (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำระหว่างชุดการทดลอง เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดดำเนินการโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics for Windows version 25.0 [16]

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล



รูปที่ 1 ปลาช่อนทะเลที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงในระบบ กระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่

3.1 การเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเล

ผลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราแลกเนื้อของปลาช่อนทะเลที่ได้รับอาหารต่างชนิดกันเป็นระยะเวลา 180 วัน แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า น้ำหนักเริ่มต้นของปลาช่อนทะเลในทุกชุดการทดลองไม่

แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 555.30 ± 12.20 ถึง 580.43 ± 14.32 กรัม แสดงให้เห็นว่าปลาที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเริ่มต้นใกล้เคียงกัน และเหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบผลของอาหารแต่ละชนิดต่อการเจริญเติบโต เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลาช่อนทะเลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารสดประเภทปลาหลังเขียวมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายสูงที่สุดเท่ากับ $2,023.16 \pm 22.62$ กรัม รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ $1,795.34 \pm 44.91$ กรัม และปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ $1,705.35 \pm 14.90$ กรัม ตามลำดับ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน โดยปลาที่ได้รับอาหารสดมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 8.01 ± 0.13 กรัมต่อวัน และแตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้งสองชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอาหารสดประเภทปลาหลังเขียวสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของปลาช่อนทะเลได้ดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองภายใต้สภาพการเลี้ยงในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากอาหารสดมีความน่ากินสูง มีกลิ่นและลักษณะใกล้เคียงกับอาหารตามธรรมชาติของปลากินเนื้อ ส่งผลให้ปลายอมรับอาหารและกินอาหารได้ดี งานวิจัยของ Huang et al. [4] รายงานว่าอาหารสดหรือปลาแช่แข็งสามารถส่งผลต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต และตัวชี้วัดทางสรีรวิทยาของปลาช่อนทะเลวัยรุ่นได้แตกต่างจากอาหารสูตรสำเร็จ ขณะที่ Raggi et al. [5] และ Hardy and Kaushik [14] ระบุว่าคุณภาพวัตถุดิบ ความสมดุลของสารอาหาร และความน่ากินของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการใช้ประโยชน์อาหารและการเจริญเติบโตของปลาทะเล

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองครั้งนี้ไม่ควรสรุปว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปไม่มีศักยภาพต่อการเลี้ยงปลาช่อนทะเล เนื่องจากอาหารเม็ดมีข้อดีด้านการควบคุมคุณค่าทางโภชนาการ ความสะดวกในการจัดการ และการลดความแปรปรวนของคุณภาพอาหาร เมื่อพิจารณาระหว่างอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้งสองสูตร พบว่าชุดที่มีไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มให้น้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าชุดที่มีไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ แม้ทั้งสองชุดจะไม่แตกต่างกันทางสถิติในบางตัวแปร ผลดังกล่าวอาจสะท้อนว่าการเพิ่มระดับไขมันในอาหารเพียงอย่างเดียวอาจไม่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต หากสัดส่วนพลังงานต่อโปรตีนหรือความสัมพันธ์ระหว่างไขมันและคาร์โบไฮเดรตยังไม่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบว่าระดับไขมันคาร์โบไฮเดรต และสัดส่วนพลังงานในอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารของปลาช่อนทะเล [7] - [9]

3.2 การเจริญเติบโตด้านความยาว

ความยาวเริ่มต้นของปลาช่อนทะเลในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 30.50 ± 0.75 ถึง 32.00 ± 0.51 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าความยาวเฉลี่ยสุดท้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารสดมีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายสูงที่สุด เท่ากับ 84.50 ± 0.75 เซนติเมตร ขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 75.50 ± 0.21 และ 72.50 ± 0.38 เซนติเมตร ตามลำดับ

แม้ว่าความยาวเฉลี่ยสุดท้ายจะแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยต่อวันไม่แตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 ± 0.02 ถึง 0.30 ± 0.01 เซนติเมตรต่อวัน ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเลในการศึกษาครั้งนี้สะท้อนชัดเจนในด้านน้ำหนักมากกว่าความยาว ทั้งนี้ น้ำหนักตัวเป็นตัวแปรที่ตอบสนองต่อการสะสมสารอาหารและพลังงานได้ไวกว่า ขณะที่ความยาวลำตัวอาจเปลี่ยนแปลงช้ากว่าในช่วงระยะเวลาการเลี้ยงเดียวกัน ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับคุณภาพวัตถุดิบ ความน่ากินของอาหาร ความสมดุลของสารอาหาร และความสามารถในการใช้ประโยชน์อาหารของปลา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อนทะเล [4], [5], [14]

3.3 อัตราการรอดตายและอัตราแลกเนื้อ

อัตราการรอดตายของปลาช่อนทะเลในทุกชุดการทดลองอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 91.12 ± 2.65 ถึง 93.34 ± 2.31 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาหารทั้งสามรูปแบบไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตายของปลาช่อนทะเลภายใต้สภาพการเลี้ยงในการทดลองครั้งนี้ การที่อัตราการรอดตายอยู่ในระดับสูงอาจเกี่ยวข้องกับการจัดการกระชังที่เหมาะสม ความหนาแน่นการเลี้ยงไม่สูงเกินไป และคุณภาพน้ำด้านกายภาพที่ยังสามารถรองรับการเลี้ยงปลาได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ระบุว่าการจัดการระบบเลี้ยงคุณภาพน้ำ และความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิตและอัตราการรอดของปลาช่อนทะเล [1]-[3]

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราแลกเนื้อของปลาช่อนทะเลที่ได้รับอาหารต่างชนิดกันเป็นระยะเวลา 180 วัน

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2	ชุดการทดลองที่ 3
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	580.43±14.32 ^a	555.30±12.20 ^a	565.27±17.21 ^a
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	2023.16±22.62 ^a	1795.34±44.91 ^b	1705.35±14.90 ^b
อัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	8.01±0.13 ^a	6.89±0.25 ^b	6.35±0.22 ^b
ความยาวเริ่มต้น (เซนติเมตร)	30.50±0.75 ^a	31.50±0.68 ^a	32.00±0.51 ^a
ความยาวสุดท้าย (เซนติเมตร)	84.50±0.75 ^a	75.50±0.21 ^b	72.50±0.38 ^b
อัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยต่อวัน (เซนติเมตรต่อวัน)	0.30±0.01 ^a	0.24±0.02 ^a	0.22±0.02 ^a
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	93.34±2.31 ^a	91.12±2.65 ^a	92.23±2.22 ^a
อัตราแลกเนื้อ	1.60±0.31 ^a	1.63±0.33 ^a	1.72±0.31 ^a

หมายเหตุ: ค่าแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษด้วยกที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

อัตราแลกเนื้อของปลาช่อนทะเลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.60 ± 0.31 ถึง 1.72 ± 0.31 และไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (p > 0.05) โดยปลาที่ได้รับอาหารสดมีค่าอัตราแลกเนื้อต่ำที่สุดในเชิงตัวเลข แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ดังนั้นควรอธิบายผลในลักษณะ “มีแนวโน้ม” มากกว่าการสรุปว่าอาหารสดมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าอย่างชัดเจน ทั้งนี้ การเปรียบเทียบค่าอัตราแลกเนื้อระหว่างอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปควรพิจารณาด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากอาหารสดมีความชื้นสูงกว่าอาหารเม็ดมาก หากคำนวณจากน้ำหนักอาหารตามสภาพที่ใช้จริง ค่าอัตราแลกเนื้อที่ได้อาจสะท้อนการใช้วัตถุดิบในภาคสนามมากกว่าประสิทธิภาพทางโภชนาการในระดับวัตถุดิบ ดังนั้นในการนำผลไปใช้ประโยชน์ ควรพิจารณาร่วมกับต้นทุนอาหาร ความสะดวกในการจัดการ ความสม่ำเสมอของคุณภาพอาหาร และผลตอบแทนทาง

เศรษฐศาสตร์ของระบบการเลี้ยง การตีความค่าอัตราแลกเนื้อจึงควรพิจารณาพร้อมกับองค์ประกอบทางโภชนาการ คุณภาพวัตถุดิบ และการใช้ประโยชน์สารอาหารของปลา [4], [5], [14]

3.4 คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 28.53–34.00 ส่วนในพัน ค่าเฉลี่ย 32.00 ± 0.75 ส่วนในพัน อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 28.40–30.25 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 29.25 ± 2.22 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 7.47–8.91 ค่าเฉลี่ย 8.14 ± 0.51 และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.30–7.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 6.45 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำที่ตรวจวัดระหว่างการเล่นปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ความลึก (เมตร)	0.80-3.50	2.55±0.68
ความโปร่งใส (เมตร)	0.70-3.10	2.70±0.02
ความเค็ม (ppm)	28.53-34.00	32±0.75
pH	7.47-8.91	8.14±0.51
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.40-30.25	29.25±2.22
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.30-7.12	6.45±0.21
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.45-4.32	3.42±0.02
ไนไตรต์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00-4.79	2.79±0.22
ไนเตรต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.03-0.49	0.34±0.13
ออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.03-0.76	0.42±0.13

หมายเหตุ: ค่าคุณภาพน้ำแสดงเป็นค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตลอดระยะเวลาการทดลอง 180 วัน

ค่าคุณภาพน้ำด้านกายภาพและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำดังกล่าวอยู่ในช่วงที่สามารถรองรับการเลี้ยงปลาทะเลในระบบกระชังได้ โดยเฉพาะค่าความเค็ม อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการกินอาหาร การเผาผลาญพลังงาน และสุขภาพของปลา การจัดการคุณภาพน้ำที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการเลี้ยงปลาช่อนทะเลทั้งในระบบกระชังทะเลและระบบควบคุมคุณภาพน้ำ [2], [3] อย่างไรก็ตาม ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียและไนไตรต์ มีค่าผันแปรค่อนข้างมากในบางช่วงเวลา จึงควรติดตามอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากพื้นที่เลี้ยงอยู่ใกล้ชุมชนชายฝั่ง และอาจได้รับอิทธิพลจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุ เศษอาหาร และของเสียจากปลา การวิเคราะห์และติดตามคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอตามวิธีมาตรฐานจึงมีความสำคัญต่อการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยงและการจัดการความเสี่ยงในระบบกระชังทะเล [15]

แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะพบว่าอัตราการรอดตายของปลาทุกชุดการทดลองยังอยู่ในระดับสูง แต่การจัดการคุณภาพน้ำยังเป็นประเด็นสำคัญในการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเล โดยเฉพาะการควบคุมปริมาณ

อาหารที่ให้ การป้องกันอาหารเหลือ การทำความสะอาดกระชัง และการเลือกพื้นที่เลี้ยงที่มีการไหลเวียนของน้ำเหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงจากการสะสมของสารอินทรีย์และสารประกอบไนโตรเจนในระยะยาว [2], [3], [15]



รูปที่ 2 ลักษณะกระชังทะเลที่ใช้เลี้ยงปลาช่อนทะเล บริเวณบ้านเกาะปู ตำบลเกาะศรีบอยา อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่

4. สรุป

การศึกษาผลของอาหารสดและอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) ที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลบริเวณบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่ เป็นระยะเวลา

180 วัน พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารสดประเภทปลาหลังเขียวมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาหารสดมีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของปลาช่อนทะเลภายใต้สภาพการเลี้ยงในพื้นที่ศึกษา ขณะที่ความยาวเฉลี่ยสุดท้ายของปลามีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยต่อวัน อัตราการรอดตาย และอัตราแลกเนื้อระหว่างชุดการทดลอง ($p > 0.05$)

คุณภาพน้ำระหว่างการศึกษาโดยรวมสามารถรองรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลได้ โดยเฉพาะค่าความเค็ม อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อย่างไรก็ตาม ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบไนโตรเจน โดยเฉพาะแอมโมเนียและไนไตรต์ ควรได้รับการติดตามอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากอาจได้รับอิทธิพลจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุ เศษอาหาร ของเสียจากปลา และกิจกรรมของชุมชนชายฝั่งในบริเวณใกล้เคียง

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า อาหารสดประเภทปลาหลังเขียวสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการอาหารสำหรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์ได้ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่สามารถจัดหาอาหารสดคุณภาพดีได้อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การนำผลไปประยุกต์ใช้ควรพิจารณาร่วมกับต้นทุนอาหาร ความสะดวกในการจัดการ คุณภาพวัตถุดิบ ความเสี่ยงจากการเสื่อมคุณภาพของอาหารสด และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ การศึกษาต่อไปควรประเมินต้นทุนการผลิต ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ การพัฒนาสูตรอาหารเม็ดที่เหมาะสม รวมถึงการติดตามคุณภาพน้ำในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] D. D. Benetti, M. R. Orhun, B. Sardenberg, B. O'Hanlon, A. Welch, R. Hoenig, I. Zink, J. A. Rivera, B. Denlinger, D. Bacoat, K. Palmer, and F. Cavalin, "A review on cobia, *Rachycentron canadum*, aquaculture," *Journal of the World Aquaculture Society*, vol. 52, no. 3, pp. 691–709, 2021.
- [2] D. N. D. Muñoz, N. Díaz, O. Torres, J. C. Leiva, H. Palacios, F. Romero, and D. Benetti, "Culture of cobia *Rachycentron canadum* in a recirculation aquaculture system in northern Chile," *Latin American Journal of Aquatic Research*, vol. 47, no. 5, pp. 733–742, 2019.
- [3] S. Reinoso, D. N. D. Muñoz, D. Benetti, and C. Cárdenas, "Feed regime slightly modifies the bacterial but not the fungal communities in the intestinal mucosal microbiota of cobia fish (*Rachycentron canadum*)," *Microorganisms*, vol. 11, no. 9, 2023.
- [4] J. S. Huang, D. Y. Chen, J. H. Jin, R. T. Xie, Y. Lu, and E. Amenyogbe, "Effects of formulated diet and frozen fresh fish on growth, serum biochemical indexes, liver antioxidant, and lipid metabolism of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*)," *Aquaculture Research*, vol. 2023, 2023.
- [5] T. Raggi, A. G. J. Tacon, and D. Lemos, "Feeding of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*: Evaluation of practical feeds, comparison of commercial fishmeal replacers, and estimation of essential amino acid requirements," *Journal of the*

- World Aquaculture Society*, vol. 50, no. 2, pp. 317–335, 2019.
- [6] N. V. Tien, D. T. M. Chinh, T. T. M. Huong, T. H. Phuong, S. Irvin, and B. Glencross, “Development of a nutritional model to define the energy and protein requirements of cobia, *Rachycentron canadum*,” *Aquaculture*, vol. 463, pp. 193–200, 2016.
- [7] P. Plaipetch and K. Yongjarean, “Growth and flesh quality of cobia fed with increased lipid and reduced protein diet and increased carbohydrate and reduced lipid diet,” *Thai Science and Technology Journal*, vol. 32, no. 2, pp. 55–66, 2024.
- [8] H. Zhao, J. Cao, X. Chen, G. Wang, J. Hu, and B. Chen, “Effects of dietary lipid-to-carbohydrate ratio on growth and carbohydrate metabolism in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*),” *Animal Nutrition*, vol. 6, no. 1, pp. 80–84, 2020.
- [9] J. Wang, K. Lan, G. Wu, Y. Wang, C. Zhou, H. Lin, and Z. Ma, “Effect of dietary carbohydrate level on growth, feed utilization, energy retention, body composition, and digestive and metabolic enzyme activities of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*,” *Aquaculture Reports*, vol. 25, 2022.
- [10] J. Wang, G. Wu, D. M. Gatlin, K. Lan, Y. Wang, C. Zhou, and Z. Ma, “Dietary fishmeal replacement by methanol-extracted cottonseed meal with amino acid supplementation for juvenile cobia *Rachycentron canadum*,” *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 12, no. 2, 2024.
- [11] P. Chainark, N. Prachom, S. Boonyoung, and B. Yuangsoi, “Replacement of fish meal protein with giant worm (*Zophobas morio*) and black cricket (*Gryllus bimaculatus*) in diet of cobia (*Rachycentron canadum*),” *Journal of Fisheries and Environment*, vol. 46, no. 1, pp. 122–129, 2022.
- [12] M. H. Le, M. Espe, L. E. C. Conceição, M. V. Nguyen, M. Yúfera, S. Engrola, A. E. O. Jordal, H. Q. Pham, and I. Rønnestad, “Impact of feed availability on growth performance and amino acid utilization of cobia (*Rachycentron canadum*) at elevated temperature,” *Frontiers in Aquaculture*, vol. 3, 2024.
- [13] M. V. Nguyen, M. Espe, L. E. C. Conceição, H. M. Le, M. Yúfera, S. A. D. Engrola, A.-E. O. Jordal, and I. Rønnestad, “The role of dietary methionine concentrations on growth, metabolism and N-retention in cobia (*Rachycentron canadum*) at elevated water temperatures,” *Aquaculture Nutrition*, vol. 25, no. 2, pp. 495–507, 2019.
- [14] R. W. Hardy and S. J. Kaushik, *Fish Nutrition*, 4th ed. London, United Kingdom: Academic Press, 2021.
- [15] W. C. Lipps, T. E. Baxter, and E. B. Howland, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24th ed. Washington, DC, USA: APHA Press, 2023.
- [16] IBM Corp., *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 25.0. Armonk, NY, USA: IBM Corp., 2017.