

## RESEARCH ON POSSIBLE GROWTH OF STRIPED SNAKEHEAD FISH (*channa sp.*) CULTIVATED COMMERCIALY IN CEMENT TANK IN THAI NGUYEN PROVINCE

Le Minh Chau<sup>1\*</sup>, Ho Thi Bich Ngoc<sup>1</sup>, Nguyen Thi Ben<sup>2</sup>, Cu Thi Thuy Nga<sup>1</sup>, Nguyen Van Tung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TNU - University of Agriculture and Forestry

<sup>2</sup>Thai Binh Animal Husbandry and Veterinary Sub-department

| ARTICLE INFO                | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Received:</b> 27/7/2023  | This study was conducted to evaluate the commercial culture potentiality of striped snakehead fish ( <i>Channa sp.</i> ) in cement tank. Monoculture was carried out in cement tanks covered with nets; tank size 5 x 10 x 1.5m; Water depth was maintained at 1m. The tank had an active water supply and drainage system. The average length and weight of fish included in the experiment were 16.17 ± 1.98 cm and 12.47 ± 1.17 g, respectively, during 300 days. Stocking density of fingerlings was 20 fish/m <sup>3</sup> and was fed with complete compound feed. The results show that the water quality parameters in the tank such as temperature, pH, and oxygen are in the appropriate range for the growth of fish. The final weight of fish was 881.73g/ fish and 46.47cm/ fish. The survival rate and feed conversion ratio (FCR) was 79.50% and 1.8, respectively after ten months of rearing, profit margin is 0.24. |
| <b>Revised:</b> 30/8/2023   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Published:</b> 13/9/2023 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>KEYWORDS</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Cement tank                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Density                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Growth                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Survival rate               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Striped snakehead fish      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG SINH TRƯỞNG CỦA CÁ LÓC ĐẦU NHÍM (*Channa sp.*) NUÔI THƯỜNG PHẨM TRONG BỂ XI MĂNG TẠI THÁI NGUYÊN

Lê Minh Châu<sup>1\*</sup>, Hồ Thị Bích Ngọc<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Bến<sup>2</sup>, Cù Thị Thúy Nga<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Tùng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm – ĐH Thái Nguyên

<sup>2</sup>Chi cục Chăn nuôi và thú y Thái Bình

| THÔNG TIN BÀI BÁO                 | TÓM TẮT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ngày nhận bài:</b> 27/7/2023   | Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá tiềm năng nuôi thương phẩm của cá lóc đầu nhím ( <i>Channa sp.</i> ) trong bể xi măng. Nuôi độc canh được thực hiện trong bể xi măng có mái che bằng lưới; kích thước bể nuôi 5x10x1,5 m; độ sâu mực nước được duy trì 1 m. Bể có hệ thống cấp, thoát nước chủ động. Cá đưa vào thí nghiệm có chiều dài và khối lượng trung bình lần lượt là 16,17 ± 1,98 cm và 12,47 ± 1,17 g trong thời gian 300 ngày. Mật độ thả cá giống là 20 con/ m <sup>3</sup> và được cho ăn bằng thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các thông số chất lượng nước trong bể như nhiệt độ, pH, Oxy nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng của cá. Khối lượng cuối cùng của cá đạt 881,73 g/con và 46,47 cm/con. Tỷ lệ sống và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) lần lượt là 79,50% và 1,80 sau 10 tháng nuôi, tỷ suất lợi nhuận là 0,24. |
| <b>Ngày hoàn thiện:</b> 30/8/2023 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Ngày đăng:</b> 13/9/2023       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>TỪ KHÓA</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Cá lóc nhím                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Bể xi măng                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Mật độ                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sinh trưởng                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tỷ lệ nuôi sống                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8438>

\* Corresponding author. Email: leminhchau@tuaf.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Cá lóc (*Channa striata*) được đánh bắt phổ biến ở một số nước Châu Á như Bangladesh, Ấn Độ, Pakistan, Sri Lanka, phía nam Trung Quốc, Thái Lan và Việt Nam [1]. Trong tự nhiên, cá lóc có thể tìm thấy ở nhiều loại thủy vực như ao, suối, sông, chúng ưa nước tù và bùn của đồng bằng và đầm lầy. Loài này có thể chịu được nước hơi lợ [1] và nhiệt độ cao trên 30°C [2]. Cá lóc là một trong những loài có giá trị kinh tế cao. Nó nằm trong top 10 loài cá được các gia đình ưa chuộng tiêu thụ hàng đầu do có thịt chắc, ngon [3] và có nguồn albumin phong phú (63-107 mg/g trọng lượng cơ thể của nó) [4]. Albumin của cá được sử dụng làm thuốc như một chất chống oxy hóa, chống tiểu đường, chống viêm và chống tăng huyết áp [5], [6]. Cá lóc được sử dụng rộng rãi như chế biến thịt viên, cốm, bánh quy giòn và bánh cá [7]. Việc sử dụng cá lóc làm nguyên liệu chế biến thức ăn và thuốc dẫn đến nhu cầu về cá lóc cao. Do đó, loài cá này là một trong những giống cá tiềm năng cần được nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm sản xuất của nó. Ở Việt Nam, cá lóc là một trong những loài góp phần tăng sản lượng nuôi cá nước ngọt và được nuôi phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, ngành nuôi trồng thủy sản đã được dự đoán là sẽ bị ảnh hưởng nhiều bởi các yếu tố rủi ro liên quan đến biến đổi khí hậu như độ mặn, nhiệt độ và CO<sub>2</sub>. Theo Seggel và De Young (2016) [8], cá lóc là loài có xương sống đẳng nhiệt, cá được báo cáo là bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ nước, nồng độ oxy hòa tan (DO) và nhiều yếu tố khác. Hiện nay, cá chỉ được nuôi nhiều ở khu vực phía Nam còn khu vực phía Bắc ít nuôi cá lóc, đặc biệt là vùng miền núi phía Bắc. Nhu cầu tiêu thụ cá lóc ở khu vực miền Bắc cũng khá cao nhưng sản lượng chưa đáp ứng được nhu cầu; vì vậy, việc nuôi cá lóc sử dụng thức ăn công nghiệp (thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh) là giải pháp để tăng nhanh sản lượng đáp ứng nhu cầu thị trường và phù hợp để bảo vệ nguồn lợi thủy sản đang bị khai thác để phục vụ đối tượng nuôi này. Trong khi đó, các mô hình nuôi cá lóc ở miền Bắc còn hạn chế, còn có ít kết quả nghiên cứu về khả năng sinh trưởng của cá này. Tại tỉnh Thái Nguyên hiện nay, bên cạnh một số loài cá truyền thống được nuôi phổ biến như trắm, rô phi, chép... thì cá lóc đang là đối tượng được đưa vào nuôi thử nghiệm theo phương thức công nghiệp. Tuy nhiên, tại Thái Nguyên chưa có nghiên cứu khoa học để đánh giá tốc độ tăng trưởng của cá lóc bằng thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh trong bể. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm xác định khả năng sinh trưởng của cá lóc đầu nhím (*Channa sp.*) nuôi trong bể xi măng bằng thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh tại đây.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cá lóc đầu nhím nuôi thương phẩm được nuôi trong bể xi măng có kích cỡ ban đầu 15-17 cm/con (khối lượng trung bình 12,47 g/con). Thời gian nghiên cứu từ ngày 15/01/2022 đến 15/11/2022 tại Trung tâm đào tạo, nghiên cứu và phát triển thủy sản – Trường Đại học Nông Lâm.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Bố trí thí nghiệm

- **Thiết kế bể nuôi thí nghiệm:** Bể nuôi xây bằng gạch, trát và tráng thành bằng xi măng sao cho thành bể nhẵn, đáy bể dốc về vị trí cống xả, có mái che bằng lưới; kích thước bể nuôi 5 x 10 x 1,5 m; độ sâu mực nước được duy trì 1 m. Bể có hệ thống cấp, thoát nước chủ động.

Cá đưa vào thí nghiệm có kích cỡ 15-17 cm/con (trung bình 12,47 g/con), mật độ thả 20 con/m<sup>3</sup>. Tổng số cá giống nuôi là 2.000 con được chia mỗi bể thả 1.000 con. Cho cá ăn bằng thức ăn hỗn hợp viên nổi 9301 của Công ty TNHH De heus. Khi cá bé (nhỏ hơn 20 g/con) cho ăn 4 bữa/ngày; khi cá lớn từ trên 20 g/con cho ăn 2 lần/ngày, vào lúc 7 - 8h sáng và 5 - 6h chiều. Cứ 02 tuần/lần trộn thức ăn với vitamin tổng hợp, 01 tháng/lần trộn thuốc tẩy nội ký sinh trùng cho cá nuôi.

- **Nước và quản lý nước trong bể:** Duy trì mực nước trong bể 1 m. Hàng ngày, sử dụng thiết bị chuyên dùng để kiểm tra nhiệt độ nước, pH, DO; tiến hành thay nước để xả các chất thải dưới đáy bể, sau đó bổ sung nước mới. Trong thời gian đầu của chu kỳ nuôi xả nước đáy 1/3-1/2 tổng

lượng nước trong bể; khi nuôi cá đến tháng nuôi thứ 4 thì 03 ngày/lần thay và đến tháng nuôi thứ 7 tiến hành thay 1 lần/ngày toàn bộ nước trong bể.

- **Quản lý dịch bệnh:** Quan sát đàn cá hàng ngày, khi thấy các biểu hiện bất thường cần bắt cá lên kiểm tra, nếu cần thiết lấy mẫu gửi phòng phân tích.

### 2.2.2. Các chỉ tiêu và phương pháp nghiên cứu

#### - Các chỉ tiêu lý, hóa của môi trường nước bể nuôi

+ Hàng ngày vào thời điểm nhất định sáng và chiều (trước khi cho ăn) thực hiện đánh giá các chỉ tiêu lý hóa như nhiệt độ, DO, pH của môi trường nước trong bể nuôi thí nghiệm bằng máy đo của hãng Hanna, ghi chép số liệu vào sổ theo dõi và thực hiện tính trung bình theo từng tháng nuôi.

#### - Tỷ lệ sống:

Kiểm tra hàng ngày và theo dõi trong quá trình nuôi, ghi chép, thống kê số cá bị chết theo từng tháng nuôi.

$$\text{Tỷ lệ sống (\%)} = [(S\text{ố cá thả ban đầu} - S\text{ố cá bị chết}) / S\text{ố cá thả ban đầu}] \times 100 \quad (1)$$

#### - Khả năng sinh trưởng của cá lóc đầu nhím

Định kỳ 01 lần/tháng, bắt mỗi lần 30 con để cân khối lượng và đo chiều dài thân cá. Sử dụng cân điện tử ở thời kỳ đầu và cân đồng hồ loại 1 kg để cân; sử dụng thước để đo chiều dài thân cá. Chiều dài thân cá được tính từ đầu mõm cá tới tận cùng vây đuôi cá.

Các số liệu được ghi chép và thống kê theo tháng nuôi.

Tính toán một số chỉ tiêu tăng trưởng được tính theo công thức như sau:

$$+ \text{Khối lượng trung bình của cá (g/con): } W_i (\text{g/con}) = \sum P_i / 30. \quad (2)$$

Trong đó:  $W_i$  là khối lượng cá trung bình của tháng thứ  $i$ , đơn vị tính g/con;  $\sum P_i$  là tổng khối lượng của 30 con cá cân được tại tháng thứ  $i$ , đơn vị tính là gam; 30 là số lượng cá thể cá được cân.

$$+ \text{Tốc độ tăng khối lượng (g/con/tháng): } G_w = W_2 - W_1 \quad (3)$$

Trong đó:  $W_1$  là khối lượng cá trung bình tháng trước;  $W_2$  là khối lượng cá trung bình tháng sau.

$$+ \text{Chiều dài trung bình cá (cm/con): } L_i (\text{cm}) = \sum L_i / 30. \quad (4)$$

Trong đó:  $L_i$  là chiều dài cá trung bình của tháng thứ  $i$ , đơn vị tính cm;  $\sum L_i$  là tổng chiều dài của 30 con cá đo được tại tháng thứ  $i$ , đơn vị tính là cm;

$$+ \text{Tốc độ tăng trưởng chiều dài cá (cm/con/tháng): } L = L_2 - L_1 \quad (5)$$

Trong đó:  $L_1$  là chiều dài cá trung bình tháng trước;  $L_2$  là chiều dài cá trung bình tháng sau.

#### - Xác định hiệu quả sử dụng thức ăn

$$+ \text{Công thức tính chỉ số tiêu tốn thức ăn: } FCR_i = M_i / P_i \quad (6)$$

Trong đó:  $FCR_i$  là chỉ số tiêu tốn thức ăn;  $M_i$ : Tổng số khối lượng thức ăn sử dụng ở tháng thứ  $i$  (kg);  $P_i$ : Khối lượng cá tăng thêm ở tháng thứ  $i$  (kg)

$$+ \text{Công thức tính tổng khối lượng thức ăn trong tháng (M<sub>i</sub>) (kg): } M_i = \sum m_t \quad (7)$$

Trong đó:  $m_t$  là lượng thức ăn cá tiêu thụ trong ngày thứ  $t$  và được tính theo công thức sau:

$$\text{Lượng thức ăn cá tiêu thụ trong ngày} = \text{Tổng khối lượng đàn cá} \times (\% \text{ lượng thức ăn}). \quad (8)$$

$$\text{Tổng khối lượng đàn cá} = \text{Khối lượng cá trung bình} \times \text{Tổng số lượng cá}. \quad (9)$$

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được tính trên phần mềm Minitab 16.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả đánh giá một số chỉ tiêu lý hóa của môi trường nước bể nuôi

Kết quả các chỉ tiêu của môi trường nước bể nuôi đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá.

#### 3.1.1. Nhiệt độ

Qua các lần thu mẫu cho thấy nhiệt độ ở bể nuôi vào buổi sáng dao động khoảng 20-30°C, nhiệt độ vào buổi chiều dao động trong khoảng 19-31°C diễn biến tùy thuộc vào mùa trong năm.

Nhiệt độ nước trong bể nuôi ở Thái Nguyên biến động nhiều hơn so với nhiệt độ trung bình của ao nuôi cá lóc ở An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ lần lượt là 28,3 - 32,7°C, 26,7 - 32,5°C và 28,05 - 28,8°C [9]. Còn nhiệt độ nước khi nuôi cá lóc trong ao đất ở Bangladesh dao động từ 26,5 ± 5 đến 31,5 ± 1,5°C [10]. Nhiệt độ nước trong bể nuôi ở Thái Nguyên biến động nhiều hơn so với hai địa điểm trên bởi vì Thái Nguyên nằm ở trung du miền núi phía Bắc Việt Nam, có 4 mùa rõ rệt trong năm và vào những ngày mưa rét nhiệt độ dao động lớn trong ngày nên độ biến động lớn hơn so với các vùng khác. Tuy nhiên, loài này chịu được nhiệt độ 10-40°C [11]. Dewi Puspaningsih và cộng sự (2018) [12] cho biết phạm vi chịu đựng của cá lóc là từ 26,8°C – 32,5°C. Theo Qin và Fast (1998) [13], cá lóc tăng trưởng rõ rệt ở nhiệt độ cao so với nhiệt độ thấp. Nhiệt độ thích hợp cho cá lóc từ 25-35°C và cá lóc chịu đựng được nhiệt độ từ 15-40°C [14]. Như vậy, nhiệt độ của mô hình nằm trong khoảng cho phép cho sinh trưởng của cá lóc.

### 3.1.2. Oxy

Oxy cần thiết cho sự tồn tại của sinh vật, tham gia vào quá trình hô hấp và trao đổi chất. Qua các lần thu mẫu cho thấy hàm lượng oxy hoà tan trong quá trình nuôi ở bể từ 4,63 đến 5,48 mg/L. Phạm vi này gần tương tự giá trị oxy hòa tan dao động từ 5,21-5,32 mg/L trong nghiên cứu của Amin và cộng sự (2015) [15]. Oxy hòa tan trong ao đất nuôi cá lóc ở Bangladesh là 6,75 ± 0,25 đến 8,2 ± 0,1 mg/l [10], lượng oxy này cao hơn nghiên cứu trong nuôi bể của chúng tôi. Theo Courtenay & Williams (2004)[16], hàm lượng oxy tốt để hỗ trợ sự phát triển của cá lóc con là hơn 5 mg/l. Cá lóc là loài có khả năng hô hấp khí trời [17], một sự thích nghi nhằm giải quyết vấn đề thiếu oxy trong nước và có thể hô hấp khi di chuyển ở bãi cạn. Nó có thể tồn tại trong môi trường khắc nghiệt với nhiệt độ nước cao, lượng oxy hòa tan thấp và hàm lượng amoniac cao [18], [19]; có thể sống mà không cần nước miễn là mang của nó vẫn ẩm. Ở nghiên cứu của Phạm Văn Toàn và cộng sự (2021) [20], giá trị trung bình DO đo đạc được rất thấp (0,58 ± 0,07 mg/L). Điều này cho thấy cá lóc có đặc tính sinh tồn rất khoẻ, có thể chịu đựng những điều kiện bất lợi của môi trường. Trong nghiên cứu của chúng tôi, hàm lượng oxy hòa tan nằm trong khoảng thích hợp. Hàm lượng oxy hòa tan trong bể nuôi ổn định là do chúng tôi sử dụng máy sục khí cung cấp oxy cho toàn bộ hệ thống trong quá trình nuôi. Mức nước trong khi nuôi bình quân ở bể (0,8 m) và thay nước 1-3 ngày/lần từ tháng nuôi thứ 4 trở đi.

### 3.1.3. pH

Điều kiện môi trường là chỉ số đánh giá cuộc sống lý tưởng cho cá. Tỷ lệ chết cao của cá lóc con là do chất lượng nước, để giảm tỷ lệ chết của cá lóc, chất lượng nước phải được điều chỉnh ở điều kiện tối ưu và luôn cần được chú ý khi nuôi cá lóc ở giai đoạn nhỏ [21]. Do đó, trong việc nuôi cá lóc cần chú ý đến môi trường, đặc biệt là về nồng độ pH, độ kiềm và nhiệt độ, chúng có thể làm tăng tỷ lệ sống và tăng trưởng của cá [22]. Khả năng chịu đựng pH của cá dao động từ 4,25 đến 9,4 [23],[16].

Qua các lần thu mẫu cho thấy pH trong bể nuôi dao động từ 7,20 - 7,65, tương tự với báo cáo bởi So Nam và cộng sự (2011) [9] cho rằng giá trị pH của ao nuôi cá lóc dao động từ 7,25 đến 8,75, giá trị pH trung bình của các ao nuôi ở tỉnh An Giang dao động từ 7,25-7,81, tỉnh Đồng Tháp từ 7,33 -7,80 và thành phố Cần Thơ từ 8,18-8,75. Giá trị này trong ao đất nuôi cá lóc ở Bangladesh là từ 7,8 ± 0,1 đến 8,5 ± 0,1 [10], pH này cao hơn trong mô hình nuôi bể của chúng tôi. Tuy nhiên, giá trị pH trong bể cao hơn khi so sánh với kết quả nghiên cứu của Amin và cộng sự (2015) [15] cho giá trị pH dao động từ 5,21 - 5,32; kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu nuôi cá lóc trong bể có sục khí của Dewi Puspaningsih và cộng sự (2018) [12] dao động từ 6,55 đến 7,44. Courtenay và cộng sự (2004) [23] cho rằng cá lóc có thể sống trong khoảng pH thấp 4 - 5 và khoảng thích hợp 6,5 - 8,5. Giá trị pH dao động liên quan đến tăng giảm chất hữu cơ do thức ăn trong nuôi thâm canh, nguồn nước ra vào, mật độ phù du thực vật trong ao hay ao có được bón vôi hay không. Còn đối với nuôi bể, nguồn nước được thay hàng tuần nên giá trị pH luôn ở mức ổn định. Như vậy, khoảng nhiệt độ và pH của mô hình nằm ở điều kiện tối ưu cho sự phát triển của cá lóc.

### 3.2. Tỷ lệ sống

Kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ sống của cá lóc nuôi trong bể với thức ăn hỗn hợp hoàn chỉnh sau thả 1 tháng là 96,10%, theo thời gian tỷ lệ này còn 79,50% sau 10 tháng nuôi. Tỷ lệ này cao hơn một số nghiên cứu khác: So Nam và cộng sự (2011) [9] cho biết tỷ lệ nuôi sống sau 10 tháng của cá lóc nuôi bằng thức ăn tươi sống đạt 60% so với 56% đối với cá nuôi bằng thức ăn viên. Cá nuôi bằng thức ăn viên ở Đồng bằng sông Cửu Long có tỷ lệ nuôi sống 56-73% [24]. Cá lóc thuần hóa ở Việt Nam nuôi thương phẩm tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nuôi trồng Thủy sản Nước ngọt (FARDeC), tỉnh Prey Veng, Campuchia sau 6 tháng nuôi có tỷ lệ nuôi sống đạt 80,8%, còn lóc từ tự nhiên của Biển Hồ có tỷ lệ nuôi sống là 67,0% [25]. Tỷ lệ nuôi sống sau khi thu hoạch giữa 3 nhóm quy mô diện tích nhỏ (300-700 m<sup>2</sup>/ao), vừa (700 -1500 m<sup>2</sup>/ao) và lớn (>1500 -8000 m<sup>2</sup>/ao) dao động từ 57,5% - 64,5% [26]. Cá lóc ở các mô hình nuôi được khảo sát có tỷ lệ sống dao động từ 46,1-56,0%, trong đó nuôi cá lóc trong lồng bè có tỷ lệ sống cao nhất (56,0%) và thấp nhất là nuôi trên bể bạt (46,1%) [27]. Tỷ lệ sống của cá lóc nuôi trong vèo với ba điều kiện môi trường gồm nước ngọt (0‰), lợ nhẹ (5,0±1,4‰) và lợ vừa (11,5±2,5‰) với mật độ tương đương 40 con/m<sup>3</sup> cho kết quả tỉ lệ sống của cá lóc ở môi trường nước ngọt thấp (49,11%), khác biệt có ý nghĩa thống kê so với điều kiện nước lợ nhẹ (62,89%) và lợ vừa (62,22%) [28]. Ngược lại, kết quả nghiên cứu của chúng tôi thấp hơn công bố của Phan Thị Thanh Vân (2021) [29], tác giả này cho biết tỷ lệ sống của các nghiệm thức dao động từ 97,0 - 97,3%. Tỷ lệ sống nuôi trong ao đất ở Bangladesh là 97 ± 2% [10].

Mật độ nuôi trong mô hình của chúng tôi là 20 con/m<sup>2</sup> cho tỷ lệ nuôi sống cao. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Amin và cộng sự (2015) [15] cho rằng tỷ lệ nuôi sống của bể nuôi mật độ 20 con/m<sup>2</sup> cao hơn so với 30 và 40 con/m<sup>2</sup>. Tỷ lệ sống cao hơn khi cá lóc được nuôi với mật độ thấp hơn trong ao nuôi thương phẩm [30]. Chất lượng nước cũng có thể là một yếu tố góp phần vào tỷ lệ sống cao hơn. Việc thay nước thường xuyên trong bể nuôi có thể đã giúp duy trì mức nước phù hợp để cá sống trong suốt thời gian nuôi và do đó làm giảm tỷ lệ chết.

### 3.3. Kết quả về khả năng sinh trưởng của cá lóc đầu nhím

**Bảng 1.** Kết quả theo dõi tốc độ tăng khối lượng và tăng chiều dài thân cá lóc đầu nhím qua các tháng nuôi

| Giai đoạn cá sinh trưởng (tháng) | Khối lượng cá trung bình (g/con) |        | Khối lượng tăng trung bình của cá (g/con/tháng) | Trung bình chiều dài thân cá (cm/con) |      | Tăng chiều dài thân cá (cm/con/tháng) |
|----------------------------------|----------------------------------|--------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|
|                                  | $\bar{X}$                        | SD     |                                                 | $\bar{X}$                             | SD   |                                       |
| 1                                | 12,47                            | 1,17   |                                                 | 16,17                                 | 1,98 |                                       |
| 2                                | 15,80                            | 2,27   | 0,1111                                          | 16,67                                 | 0,92 | 0,0167                                |
| 3                                | 30,40                            | 3,58   | 0,4867                                          | 19,73                                 | 0,45 | 0,1022                                |
| 4                                | 41,17                            | 4,81   | 0,3589                                          | 20,10                                 | 0,40 | 0,0122                                |
| 5                                | 88,33                            | 11,73  | 1,5722                                          | 22,13                                 | 0,35 | 0,0678                                |
| 6                                | 147,53                           | 15,27  | 1,9733                                          | 23,97                                 | 0,76 | 0,0611                                |
| 7                                | 286,13                           | 63,88  | 4,6200                                          | 33,13                                 | 1,07 | 0,3056                                |
| 8                                | 430,37                           | 30,38  | 4,8078                                          | 37,57                                 | 1,07 | 0,1478                                |
| 9                                | 641,73                           | 55,22  | 7,0456                                          | 40,43                                 | 0,90 | 0,0956                                |
| 10                               | 794,53                           | 49,35  | 5,0933                                          | 42,70                                 | 1,32 | 0,0756                                |
| 11                               | 881,73                           | 157,29 | 2,9067                                          | 46,47                                 | 2,62 | 0,1256                                |

Kết quả bảng 1 cho thấy cá lóc nuôi bể có khối lượng trung bình ở tháng nuôi thứ nhất là 12,47 g/con và chiều dài cơ thể là 16,17 cm/con. Tốc độ tăng trưởng về kích thước phù hợp với tương quan khối lượng từng tháng nuôi. Đến tháng nuôi thứ 11 khối lượng trung bình là 881,73 g/con và chiều dài cơ thể là 46,547 cm/con. Điều này được giải thích do trong quá trình nuôi cá lóc được cho ăn theo nhu cầu nên chưa xảy ra cạnh tranh về không gian và thức ăn. Cá lóc nuôi trong mô hình có khối lượng lớn hơn so với cá lóc sống trong tự nhiên ở các thủy vực nước ngọt miền Trung, ở ngoài tự nhiên cá lóc 4+ đạt 36,95 cm/con và 408 g/con [31]. Kết quả này cũng

cao hơn nghiên cứu của So Nam và cộng sự (2011) [9] nuôi cá lóc bằng thức ăn tươi sống với cỡ cá ban đầu là 9,8 g/con và thức ăn viên với cỡ cá ban đầu là 9,7 g/con trong vòng 10 tháng tại trại giống của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nuôi trồng Thủy sản Nước ngọt Campuchia (FARDeC) đạt khối lượng cuối cùng của cá được cho ăn bằng thức ăn tươi sống là 468 g/con, thức ăn viên là 314 g/con. Cá lóc được nuôi bằng thức ăn tươi sống ở Đồng bằng sông Cửu Long của Việt Nam dao động từ 0,5 -1,1 kg/con [32]. Tương tự, khối lượng cuối cùng của cá lóc được cho ăn bằng thức ăn viên ở các tỉnh Đồng Tháp và An Giang là 467 - 726 g/con [24]. Cá lóc thuần hóa ở Việt Nam nuôi thương phẩm tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nuôi trồng Thủy sản Nước ngọt (FARDeC), tỉnh Prey Veng, Campuchia sau 6 tháng đạt trọng lượng khoảng 340 g/con, còn nguồn cá lóc khai thác từ tự nhiên đạt 140–150g/con [25]. Nghiên cứu của Huỳnh Văn Hiền và cộng sự (2018) [26] khi nuôi cá lóc trong ao ở đồng bằng sông Cửu Long cho biết, sau hơn 5 tháng nuôi khối lượng thu hoạch dao động từ 510 g/con – 620 g/con tùy quy mô ao nuôi. Cá lóc trong ao đất ở Bangladesh với chiều dài và khối lượng lần lượt là 11,75 cm và 45g trong thời gian 180 ngày, mật độ thả cá giống là 40 con thu được khối lượng cuối cùng là 850 g/con [10]. Ở ba điều kiện môi trường gồm nước ngọt (0‰), lợ nhẹ ( $5,0 \pm 1,4\%$ ) và lợ vừa ( $11,5 \pm 2,5\%$ ) với mật độ tương đương 40 con/m<sup>3</sup> nuôi cá lóc trong 4 tháng cho thấy trong điều kiện lợ nhẹ tăng khối lượng và tăng dài tốt nhất (239,03 g/con và 17,10 cm/con), kế đến là ở nước ngọt (193,17 g/con và 15,80 cm/con) và thấp nhất ở điều kiện lợ vừa (153,37 g/con và 14,30 cm/con) [28]. Như vậy, cá lóc nuôi có khối lượng cao hơn nhiều so với các lóc sống trong tự nhiên do cá lóc nuôi trong bể, trong ao hoặc trong vèo được cung cấp đầy đủ thức ăn đáp ứng cho sự sinh trưởng của chúng. Bên cạnh đó, mật độ nuôi cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá lóc. Mật độ nuôi của chúng tôi là 20 con/m<sup>2</sup> đảm bảo cho sự sinh trưởng của cá. Amina và cộng sự (2015) [15] cho biết khối lượng và chiều dài trung bình cuối cùng của cá lóc ở mật độ 20 con/m<sup>2</sup> cao hơn đáng kể so với mật độ 30 và 40 con/m<sup>2</sup>. Điều này có thể là do giảm sự cạnh tranh về không gian và thức ăn ở mật độ thấp. Sarah và cộng sự (2009) [33] công bố rằng mật độ nuôi cao hơn sẽ ảnh hưởng đến quá trình sinh lý và hành vi của cá đối với không gian di chuyển. Mật độ cao có thể gây ra giành thức ăn và căng thẳng. Nó có khả năng làm suy giảm sức khỏe của cá, do đó việc sử dụng thức ăn, tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống sẽ giảm.

### 3.4. Hiệu quả sử dụng thức ăn

**Bảng 2.** Đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của mô hình nuôi cá lóc đầu nhím trong bể xi măng

| Thời gian nuôi  | Lượng cá nuôi<br>(con) | Khối lượng cá<br>trung bình (g/con) | Tổng lượng thức ăn<br>sử dụng (kg) | Hệ số FCR |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Tháng thứ 1     | 2000                   | 12,47                               | 1,6                                | 0,06      |
| Tháng thứ 2     | 1922                   | 15,80                               | 2,8                                | 0,52      |
| Tháng thứ 3     | 1861                   | 30,40                               | 21,2                               | 0,81      |
| Tháng thứ 4     | 1827                   | 41,17                               | 26,7                               | 1,43      |
| Tháng thứ 5     | 1795                   | 88,33                               | 101,1                              | 1,21      |
| Tháng thứ 6     | 1755                   | 147,53                              | 150                                | 1,49      |
| Tháng thứ 7     | 1711                   | 286,13                              | 369                                | 1,60      |
| Tháng thứ 8     | 1673                   | 430,37                              | 430                                | 1,87      |
| Tháng thứ 9     | 1626                   | 641,73                              | 571                                | 1,77      |
| Tháng thứ 10    | 1597                   | 794,53                              | 529                                | 2,35      |
| Tháng thứ 11    | 1590                   | 881,73                              | 319                                | 2,40      |
| <b>Cộng dồn</b> | -                      | -                                   | -                                  | 1,80      |

Hệ số tiêu tốn thức ăn của cá lóc trong mô hình tính đến cuối chu kỳ nuôi là 1,80 (bảng 2). FCR này cao hơn FCR của cá lóc ăn thức ăn viên nuôi ở Campuchia là 1,68 [9] và 1,3 - 1,6 của cá nuôi ở Đồng bằng sông Cửu Long [24]. FCR đạt 1,5 ở cá lóc thuần hóa tại Việt Nam, trong khi đó cá lóc từ tự nhiên của Biển Hồ có FCR là 1,9 [25]. Nghiên cứu của Huỳnh Văn Hiền và cộng sự (2018) [26] nuôi cá lóc trong ao ở đồng bằng sông Cửu Long cho biết, thức ăn sử dụng nuôi cá lóc hoàn toàn là thức ăn viên với hàm lượng đạm trung bình là 40 - 42%. Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR) của quy mô lớn trung bình là 1,3 và quy mô nhỏ và quy mô vừa là 1,27. Theo

nghiên cứu của Trần Hoàng Tuấn và cộng sự (2014) [34] thì hệ số FCR của mô hình nuôi cá lóc trong ao trung bình là 1,32 - 1,33. Phan Thị Thanh Vân (2021) [29] cho biết, hệ số tiêu tốn thức ăn của cá lóc nuôi trong bể tuần hoàn dao động từ 1,09 – 1,18. Cá lóc trong ao đất ở Bangladesh có hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) 1,56 sau 6 tháng nuôi. Như vậy, FCR trong nghiên cứu của chúng tôi cao hơn so với các nghiên cứu trên. Tuy nhiên, FCR nuôi trong bể của chúng tôi thấp hơn FCR nuôi cá lóc trong vèo của Nguyễn Trọng Hồng Phúc và Mai Nguyễn Diễm An (2019) [28] khi nghiên cứu đánh giá khả năng thích ứng của cá lóc dưới ảnh hưởng của sự xâm mặn ở hạ lưu đồng bằng sông Cửu Long nuôi trong vèo với ba điều kiện môi trường gồm nước ngọt (0‰), lợ nhẹ ( $5,0 \pm 1,4\%$ ) và lợ vừa ( $11,5 \pm 2,5\%$ ) với mật độ tương đương 40 con/m<sup>3</sup> cho biết cá lóc nuôi trong 4 tháng thí nghiệm ở điều kiện ngọt 2,77; lợ nhẹ là 2,97 và lợ vừa là 3,13. Tuy nhiên, nuôi cá lóc ăn thức ăn tươi sống có FCR cao hơn cá lóc ăn thức ăn viên, FCR của cá nuôi bằng thức ăn tươi sống ở Campuchia là 4,2 [9], FCR của cá lóc được nuôi bằng cá cỡ nhỏ ở đồng bằng sông Cửu Long là 3,7 - 4,5 [24].

### 3.5. Đánh giá hiệu quả kinh tế mô hình nuôi cá lóc bằng bể xi măng

**Bảng 3. Đánh giá hiệu quả kinh tế mô hình nuôi cá lóc bằng bể xi măng**

|            | Nội dung                      | Số lượng | Đơn giá (1000đ) | Thành tiền (1000đ) |
|------------|-------------------------------|----------|-----------------|--------------------|
| <b>I</b>   | <b>Các khoản chi phí (CP)</b> |          |                 |                    |
| 1.1        | CP thức ăn                    | 2.521,40 | 20              | 50.428             |
| 1.2        | CP con giống                  | 2000     | 7               | 14.000             |
| 1.3        | CP thuốc, hóa chất            |          |                 | 1.000              |
| 1.4        | CP nhiên liệu                 |          |                 | 1.000              |
| 1.5        | CP khấu hao bể                |          |                 | 5.000              |
| 1.6        | CP trang thiết bị, máy móc    |          |                 |                    |
| 1.7        | CP khác                       |          |                 | 2000               |
|            | <b>Tổng chi phí</b>           |          |                 | <b>73.428</b>      |
| <b>II</b>  | <b>Thu:</b>                   |          |                 |                    |
|            | Cá thương phẩm                | 1401     | 65              | 91127              |
| <b>III</b> | <b>CPSX/kg cá TP</b>          |          |                 | 52,38              |
| <b>IV</b>  | <b>Doanh thu</b>              |          |                 | 91127              |
| <b>V</b>   | <b>Tổng chi phí</b>           |          |                 | 73.428             |
| <b>VI</b>  | <b>Lợi nhuận</b>              |          |                 | 17.699             |
| <b>VII</b> | <b>Tỷ suất lợi nhuận (%)</b>  |          |                 | <b>0,24</b>        |

Để tổng hợp và phân tích hiệu quả của mô hình nuôi cá lóc trong bể xi măng một cách toàn diện và hệ thống chúng tôi đã tổng hợp kết quả trong bảng 3 cho thấy:

Doanh thu trung bình của mô hình nuôi cá lóc bể là 91.127.000đ. Doanh thu phụ thuộc vào năng suất và giá cá lóc thương phẩm, chất lượng thịt, đầu ra của sản phẩm, thời điểm thu hoạch. Lợi nhuận trung bình của mô hình nuôi cá lóc trong bể là 17.699đ. Tỷ suất lợi nhuận thu được của mô hình là 0,24. Như vậy, có nghĩa là khi bỏ ra một đồng để đầu tư nuôi cá lóc trong bể xi măng sẽ thu là 0,24 đồng lợi nhuận. Tỷ suất lợi nhuận này chưa cao bằng nuôi cá lóc trong ao đất là vì mô hình nuôi cá lóc trong ao đất có chi phí đầu vào thấp hơn mô hình bể xi măng.

Nuôi cá lóc rất đa dạng, có thể trong ao, vèo, bể bạt, bể xi măng hay trong ruộng vườn, ao đất, ruộng lúa. Việc nuôi đối tượng này đang gặp một số khó khăn do nuôi cá lóc hiện nay chủ yếu sử dụng thức ăn tươi sống như cá tạp nước ngọt, cá biên, ốc bươu vàng làm ảnh hưởng đến môi trường và nguồn lợi thủy sản tự nhiên. Vì vậy, sử dụng thức ăn viên làm thức ăn cho cá đang dần thay thế nguồn thức ăn tự nhiên. Lợi nhuận từ ao nuôi cá tạp thấp hơn đáng kể so với ao nuôi thức ăn công thức. Hiện nay, việc sử dụng thức ăn viên công nghiệp đã trở nên phổ biến, đặc biệt đối với cá ăn thịt, nhằm giảm sự phụ thuộc vào cá tạp, giảm chi phí thức ăn và tác động đến môi trường. Ở miền Bắc, việc khuyến khích phát triển đối tượng nuôi này gặp nhiều khó khăn do nguồn giống, thói quen nuôi và sử dụng đối tượng này chưa nhiều, cũng như nguồn thức ăn của cá lóc là nguồn cá tạp nước ngọt, cá biên... từ tự nhiên ở miền Bắc không nhiều do sông suối, ao



hồ không lớn, đặc biệt các tỉnh trung du miền núi phía Bắc. Vì vậy, thử nghiệm nuôi cá lóc trong mô hình bể xi măng bằng thức ăn viên được tiến hành nhằm phát triển loài cá lóc ở khu vực này.

#### 4. Kết luận

Các yếu tố môi trường trong bể như nhiệt độ, pH, DO nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng của cá. Tỷ lệ sống của các cá lóc nuôi trong bể đạt 79,50%. Khối lượng cuối cùng của cá lóc nuôi bể xi măng đạt 881,73 g/con và 46,47 cm/con. Tiêu tốn thức ăn 1,80. Như vậy, nuôi cá lóc theo mô hình trong bể xi măng khá đơn giản, ít tốn công chăm sóc nhưng hạn chế được tối đa tác động của các yếu tố bất lợi của môi trường; nhiệt độ, độ pH đều được ổn định; thuận tiện trong việc đảm bảo nguồn cung cấp oxy nên có điều kiện tăng mật độ nuôi. Hiệu quả của nuôi cá lóc đã đem lại một khoản thu nhập đáng kể cho người nuôi, tỷ suất lợi nhuận là 0,24. Trong tình hình hiện nay, những phát hiện thu được từ nghiên cứu này sẽ vô cùng hữu ích cho việc phát triển nuôi trồng thủy sản và nâng cao giá trị của loài cá lóc đầu nhím.

#### Lời cảm ơn

Quỹ nghiên cứu Khoa học và công nghệ của tỉnh Thái Nguyên đã tài trợ cho nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] P. K. Talwar and A. G. Jhingran, *Inland fishes of India and adjacent countries*, vol. 2. Oxford IBH Publishing Co Pvt Ltd, New Delhi-Calcutta, 1991, pp. 543-1158.
- [2] D. N. Long, L. M. Lan, and N. A. Tuan, *Biology and culture technique of freshwater species in Mekong Delta*. Ho Chi Minh Labor publishing house, 2017.
- [3] M. P. A. Muntaziana, S. M. N. Amin, M. A. Rahman, A. Rahim, and K. Marimuthu, "Present culture status of the endangered snakehead, *Channa striatus* (Bloch, 1793)," *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 8, no. 2, pp. 369-375, 2013.
- [4] E. Chasanah, M. Nurilmala, A. R. Purnamasari, and D. Fithriani, "Chemical composition, albumin content and bioactivity of crude protein extract of native and cultured *Channa striata*," *Journal Pascapapan dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 10, no. 2, pp. 123-132, 2015.
- [5] A. Mustafa, M. A. Widodo, and Y. Kristianto, "Albumin and zinc content of snakehead fish (*Channa striata*) extract and its role in health," *IEESE International Journal of Science and Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 1-8, 2012.
- [6] A. Suhendi, H. Pawarti, A. Rohman, D. Wahyono, and A. Nurrochmad, "Snakehead fish extract (*Channa striata*): A review of pharmacological activity," *EurAsian Journal of BioSciences*, vol. 14, no. 2, pp. 4527-4533, 2020.
- [7] H. S. Yufidasari, H. Nursyam, and B. P. Ardianti, "The use of alginate emulsifiers and potato starch substitution in making snakehead fish meatballs (*Channa striata*)," *Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 2, no. 3, pp. 178-185, 2018.
- [8] A. Seggel and C. De Young, *Climate change implications for fisheries and aquaculture: summary of the findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. C1122, 2016.
- [9] S. Nam, S. Narith, M. T. Bui, T. T. H. Tran, and R. S. Pomeroy, "Sustainable Snakehead Aquaculture Development in the Lower Mekong River Basin of Cambodia and Vietnam," Final reports: investigations 2009–2011. Indigenous Species Development/Study/09IND02UC, pp. 289-334, 2011.
- [10] T. Farhana, M. E. Hasan, A.-A. Mamun, and M. S. Islam, "Commercially culture potentiality of striped snakehead fish *channa striatus* (bloch, 1793) in earthen ponds of Bangladesh," *International Journal of Pure and Applied Zoology*, vol. 4, no. 2, pp. 168-173, 2016.
- [11] P. G. Lee and P. K. Ng., "The systematics and ecology of snakeheads (Pisces: Channidae) in Peninsular Malaysia and Singapore," *Hydrobiologia*, vol. 285, no. 1-3, pp. 59-74, 1994.
- [12] D. Puspaningsih, E. Supriyono, K. Nirmala, I. Rusmana, C. Kusmana, and A. Widiyati, "The Dynamics of Water Quality During Culture of Snakehead Fish (*Channa striata*) in The Aquarium," *Omni-Akuatika*, vol. 14, no. 2, pp. 123-131, 2018.
- [13] J. G. Qin and A. W. Fast, "Effects of temperature, size and density on culture performance of snakehead, *Channa striatus* (Bloch), fed formulated feed," *Aquaculture Research*, vol. 29, pp. 299-303, 1998.
- [14] T. V. R. Pillay, *Aquaculture: principles and techniques*. Fishing News Books. Blackwell Scientific Publications Ltd. 575 p, 1990.



- [15] S. M. N. Amin, M. P. A. Muntaziana, M. S. Kamarudin, A. A. Rahima, and M. A. Rahman, "Effect of Different Stocking Densities on Growth and Production Performances of Chevron Snakehead *Channa striata* in Fiberglass Tanks," *North American Journal of Aquaculture*, vol. 77, pp. 289-294, 2015.
- [16] W. R. Courtenay and J. D. Williams, *Snakeheads (Pisces, Channidae): a biological synopsis and risk assessment*. US Geological Survey, Denver, 2004, p. 143.
- [17] J. B. Graham, "Diversity and Natural History," In *Air-Breathing Fishes*. Elsevier, pp. 13-63, 1997.
- [18] K. Marimuthu and M. A. Haniffa, "Embryonic and larval development of the striped snakehead *Channa striata*," *Taiwania*, vol. 52, pp. 84-92, 2007.
- [19] M. P. A. Muntaziana, S. M. N. Amin, M. A. Rahman, A. A. Rahim, and K. Marimuthu, "Present culture status of the endangered snakehead, *Channa striatus* (Bloch, 1793)," *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 2012, pp. 1-7, 2012.
- [20] T. V. Pham, D. V. Nguyen, and V. P. Mai, "Study on the variance of water quality and wastewater treatment of snakehead (*channa striata*) fish cultured in lined tank pond," *Hue University of Agriculture and Forestry (HUAf) - Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 2300-2309, 2021.
- [21] Purnamawati, K. Nirmala, R. Affandi, E. Dewantoro, and D. Utami, "Survival and growth response of snakehead fish *Channa striata* juvenile on various salinity levels of acid sulfate water," *AACL Bioflux*, vol. 12, no. 4, pp. 1467-1479, 2019.
- [22] A. Saputra, M. H. F. Ath-thar, R. Samsudin, F. P. Putri, and V. A. Prakoso, "Reproductive biology of striped snakehead (*Channa striata* Bloch, 1793) in Bogor and Bekasi, West Java," *Berita Biologi*, vol. 16, no. 3, pp. 309-314, 2018.
- [23] W. R. Courtenay, J. D. Williams, R. Britz, M. N. Yamamoto, P. V. Loiselle, "Identity of Introduced Snakeheads (Pisces, Channidae) in Hawaii and Madagascar, with comments on Ecological concern," *Bishop Museum Occasional Papers*, vol. 77, p. 13, 2004.
- [24] T. T. H. Tran and D. Bengtson, "Alternative Feeds for Freshwater Aquaculture Species," Final Technical Report of AquaFish CRSP USAID Grant No.: EPP-A-00-06-00012-00. Can Tho University, Vietnam and University of Rhode Island, USA, 2011.
- [25] P. Nen, P. Chheng, N. So, T. T. H. Tran, M. T. Bui, H. Egna, and D. A. Bengtson, "Performance of Domesticated (Vietnamese) versus Nondomesticated (Cambodian) Snakehead, *Channa striata* (Bloch 1793) with Regard to Weaning onto Pellet Feed," *Asian Fisheries Science*, vol. 31, pp. 209-217, 2018.
- [26] H. V. Huynh, H. T. T. Tran, D. M. Pham, and R. S. Pomeroy, "Analysis of efficiency of snakehead (*Channa striata*) model culturing in earthen pond in the Mekong Delta," *Journal of Viet Nam Agricultural Sciences and Technology*, vol. 3, no. 88, pp. 107-112, 2018.
- [27] S. X. Le and C. M. Do, "Survey of the farming of snakehead fish (*Channa micropeltes* AND *Channa striatus*) in the Mekong delta," *Proceedings of the National Fisheries Science Conference*. Ho Chi Minh City University of Agriculture and Forestry, 2009, pp. 436-447.
- [28] P. H. T. Nguyen and A. D. N. Mai, "Growth, biochemical and hematological characteristics of snakehead fish (*Channa striata*) in the Mekong river basin under the impacts salinity intrusion," *Can Tho University Journal of Science*, vol. 55, no. 1B, pp. 62-68, 2019.
- [29] V. T. T. Phan, "Study on the variation in the water quality regarding to the recirculating aquaculture system on snakehead fish (*Channa striata*)," *AGU International Journal of Sciences*, vol. 27, no. 1, pp. 83- 92, 2021.
- [30] M. A. Rahman, A. Arshad, and S. M. N. Amin, "Growth and production performance of threatened snakehead fish, *Channa striatus* (Bloch), at different stocking densities in earthen ponds," *Aquaculture Research*, vol. 43, pp. 297-302, 2012.
- [31] T. N. T. Le and H. S. Nguyen, "Growth characteristics of *channa striata* Bloch, 1797 in the central region, Viet Nam," *Hue University Journal of Science*, vol. 55, pp. 105-113, 2009.
- [32] X. S. Le and Pomeroy, "Competition and Impacts Between Uses Of Low Value Fish For Aquaculture Feed Versus Uses For Human Food In The Lower Mekong Basin Of Cambodia & Vietnam," Final Technical Report of AquaFish CRSP USAID Grant No.: EPP-A-00-06-00012-00. Can Tho University, Vietnam and University of Connecticut, USA, 2009.
- [33] S. Sarah, Widanarni, and A. O. Sudrajat, "Effects of stocking density on growth and survival rate of giant gourami *Osphronemus goramy* (Lac.) seed," *Journal Akuakultur Indonesia*, vol. 8, pp. 199-207, 2009.
- [34] T. H. Tran, L. T. Nguyen, H. V. Huynh, M. H. Truong, H. N. Tran, and R. S. Pomeroy, "Assessment on production efficiency and weather change impacts on snakehead pond culture in An Giang and Tra Vinh provinces," *Can Tho University Journal of Science*, vol. 2, pp. 141-149, 2014.