

## ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN SUẤT CHO ĂN LÊN KẾT QUẢ ƯƠNG CÁ SÚ ĐẤT (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802) GIAI ĐOẠN GIỐNG

### EFFECT OF FEEDING FREQUENCY ON THE REARING PERFORMANCE OF JUVENILE BLACKSPOTTED CROAKER (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802)

Ngô Văn Mạnh\*, Phạm Thị Anh<sup>1</sup>, Phạm Đức Hùng<sup>1</sup>, Dương Nguyễn Hoàng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

<sup>2</sup>Học viên cao học, Trường Đại học Nha Trang

\*Tác giả liên hệ: Ngô Văn Mạnh, Email: manhnv@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/4/2024; Ngày phân biệt thông qua: 19/5/2024; Ngày duyệt đăng: 22/5/2024

#### TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên các chỉ tiêu sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất (*Protonibea diacanthus*) giai đoạn giống nhằm tối ưu hóa quy trình ương và nâng cao hiệu quả sản xuất. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn với 4 tần suất cho ăn (2, 3, 4 và 5 lần/ngày), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Cá giống có khối lượng và chiều dài ban đầu lần lượt là  $0,67 \pm 0,07$  g và  $3,34 \pm 0,03$  cm, được ương trong hệ thống bể composite 100 L với mật độ 1 con/L trong 28 ngày. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm tốc độ tăng trưởng theo chiều dài và khối lượng đặc trưng (SGRL và SGRW), sinh khối (BM), tỷ lệ sống (SR) và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR). Kết quả cho thấy tần suất cho ăn có ảnh hưởng rõ rệt đến tất cả các chỉ tiêu nghiên cứu ( $P < 0,05$ ). Cá được cho ăn 4 - 5 lần/ngày thể hiện các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn vượt trội so với 2 lần/ngày. Cụ thể, so với nghiệm thức 2 lần/ngày, cá ở nghiệm thức 4 - 5 lần/ngày có SGRL, W, BM và SR cao hơn lần lượt 12,4 - 26,1%, 71,8 - 94,7%, 20,8 - 22,6%, đồng thời có FCR thấp hơn 23,5 - 29,4%. Trong hầu hết các trường hợp, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu giữa hai nghiệm thức cho ăn 4 và 5 lần/ngày ( $P < 0,05$ ). Từ kết quả thu được, nghiên cứu đề xuất áp dụng tần suất cho ăn 4 lần/ngày trong ương nuôi cá sù đất giai đoạn giống, qua đó vừa đảm bảo tối ưu hóa các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn, vừa tiết kiệm chi phí nhân công so với cho ăn 5 lần/ngày. Kết quả nghiên cứu là tiền đề quan trọng cho việc hoàn thiện quy trình sản xuất giống và ương cá sù đất, góp phần thúc đẩy phát triển nghề nuôi loài cá biển này một cách hiệu quả và bền vững.

**Từ khóa:** Cá sù đất, tần suất cho ăn, tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn.

#### ABSTRACT

This study evaluates the effects of feeding frequency on growth performance, survival rate, and feed utilization efficiency of blackspotted croaker (*Protonibea diacanthus*) fingerlings, aiming to optimize the nursing process and enhance production efficiency. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments corresponding to four feeding frequencies (2, 3, 4, and 5 times/day), each treatment being triplicated. Fingerlings with initial weight and length of  $0.67 \pm 0.07$  g and  $3.34 \pm 0.03$  cm, respectively, were stocked in 100 L composite tanks at a density of 1 fish/L for 28 days. The monitored parameters included specific growth rate in length and weight (SGRL and SGRW), biomass (BM), survival rate (SR), and feed conversion ratio (FCR). The results showed that feeding frequency significantly influenced all the investigated parameters ( $P < 0.05$ ). Fish fed 4 - 5 times/day exhibited superior growth, survival, and feed utilization compared to those fed 2 times/day. Specifically, compared to the treatment of 2 feedings/day, fish in the treatments of 4 - 5 feedings/day had 12.4 - 26.1% higher SGRL and SGRW, 71.8 - 94.7% higher BM, 20.8 - 22.6% higher SR, and 23.5 - 29.4% lower FCR. In most of the evaluated parameters, no statistically significant differences were found in the parameters between the treatments of 4 and 5 feedings/day. Based on the obtained results, the study suggests applying a feeding frequency of 4 times/day in nursing blackspotted croaker fingerlings, thereby optimizing growth performance, survival rate, and feed utilization efficiency while saving labor costs compared to feeding 5 times/day. The research findings provide a crucial foundation for refining the seed production and nursery rearing protocols of blackspotted croaker, contributing to the efficient and sustainable development of aquaculture for this high-value species.

**Keywords:** Blackspotted croaker, feeding frequency, growth, survival, feed utilization efficiency.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong nuôi trồng thủy sản nói chung, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá nằm trong số những chỉ tiêu quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình sản xuất. Sự tăng trưởng của cá chịu sự chi phối của nhiều yếu tố, bao gồm kích cỡ và loại thức ăn, tần suất cho ăn, tỷ lệ cho ăn, lượng thức ăn sử dụng và khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng [36]. Trong số này, tần suất là một trong những yếu tố chính có ảnh hưởng đến hiệu suất tăng trưởng của cá [11]. Tần suất cho ăn tối ưu là rất quan trọng để đảm bảo sự tăng trưởng, tỷ lệ sống tối ưu, cải thiện khả năng miễn dịch và khả năng chống căng thẳng [9]. Tần suất cho ăn thấp hơn mức tối ưu dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá, tuy nhiên, tần suất cho ăn cao hơn không chỉ làm tăng chi phí sản xuất mà còn tích tụ chất thải ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước [32]. Chính vì vậy, việc xác định tần suất cho ăn trong nuôi trồng thủy sản nói chung là một yếu tố quan trọng đối với sự thành công của quá trình sản xuất [18]. Bồi thức ăn chiếm tỷ lệ cao nhất, ước tính 50 - 60% tổng chi phí sản xuất, việc tối ưu hóa thông số này được quan tâm và nghiên cứu trên nhiều đối tượng nuôi [29]. Nhiều nghiên cứu về tần suất cho ăn trên các loài cá biển nuôi đã được thực hiện, với phạm vi dao động từ 3 ngày/lần - 12 lần/ngày, phổ biến nhất từ 2 - 6 lần/ngày, tùy theo loài, giai đoạn phát triển, loại thức ăn sử dụng và nhiều yếu tố khác [7, 24, 31]. Trong một phạm vi nhất định, việc tăng tần suất cho ăn có thể mang lại tác động tích cực đến các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn cũng như nhiều chỉ tiêu sức khỏe của cá và môi trường ương nuôi [23, 39]. Tuy nhiên, một số loài cá, việc tăng tần suất cho ăn không giúp cải thiện kết quả ương nuôi [19, 38]. Chính vì vậy, việc xác định tần suất cho ăn tối ưu với từng loài cá, thậm chí là từng giai đoạn cụ thể là rất cần thiết nhằm tối ưu hóa hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và môi trường của hoạt động nuôi trồng thủy sản.

Cá sù đất (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802) là một loài cá biển có giá trị kinh tế cao, phân bố rộng khắp vùng Ấn Độ - Thái Bình Dương. Loài cá này thuộc họ cá Đù (Sciaenidae), sống ở vùng nước ven biển và cửa sông có độ sâu dưới 60 m [25, 37]. Cá sù đất có thể đạt kích thước lớn, với chiều dài tối đa ghi nhận được là

hơn 150 cm và khối lượng 42 kg [25, 30]. Thịt cá sù đất có hương vị thơm ngon, giàu protein và axit béo không bão hòa, đặc biệt là axit béo omega-3 [35]. Bên cạnh đó, bóng hơi cá sù đất còn được biết đến có giá trị rất cao, được sử dụng làm thực phẩm cao cấp và y học với kỳ vọng giúp nâng cao sức khỏe tổng thể sau phẫu thuật, sau sinh hay làm đẹp. Mặc dù các tác dụng này chưa được nghiên cứu bài bản trong y học hiện đại và cần có thêm bằng chứng khoa học để xác nhận, bóng hơi của cá sù đất rất được ưa chuộng, đặc biệt ở các nước như Trung Quốc (bao gồm Hồng Kông và Đài Loan), Hàn Quốc và Ấn Độ [27]. Do nhu cầu thị trường ngày càng tăng trong khi nguồn cung hạn chế, việc khai thác quá mức đã làm nguồn lợi tự nhiên của cá sù đất đã suy giảm đáng kể trong những năm gần đây [25, 30, 37]. Để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ và bảo tồn nguồn lợi, việc phát triển nghề nuôi cá sù đất đã trở thành một hướng đi mới và thu hút sự quan tâm của các nhà khoa học cũng như người nuôi trồng thủy sản [4]. Tuy nhiên, sản xuất giống và ương nuôi cá sù đất vẫn còn gặp nhiều thách thức do thiếu hiểu biết về các đặc điểm sinh học, yêu cầu dinh dưỡng và kỹ thuật nuôi phù hợp cho loài này [37]. Trong số các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả ương cá sù đất giai đoạn giống, tần suất cho ăn đóng một vai trò quan trọng. Việc xác định tần suất cho ăn tối ưu không chỉ giúp cải thiện tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn mà còn góp phần giảm chi phí sản xuất và các tác động tiêu cực đến môi trường [6, 29]. Tuy nhiên, cho đến nay, cả ở Việt Nam cũng như trên thế giới, hầu như chưa có nghiên cứu nào về tác động của tần suất cho ăn lên cá sù đất. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của yếu tố này lên kết quả ương cá sù đất giai đoạn giống, làm cơ sở cho việc xây dựng và hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất giống và nuôi loài cá biển có giá trị kinh tế cao này ở nước ta.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, phường Vĩnh Hòa, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Cá sù đất giống ( $3,34 \pm 0,03$  cm và  $0,67 \pm 0,07$  g/con), tổng cộng 1.200 con, có nguồn gốc từ sinh sản

nhân tạo và được bố trí vào các nghiệm thức thí nghiệm. Cá giống đảm bảo khỏe mạnh, vận động linh hoạt, màu sắc tự nhiên, không có biểu hiện bệnh. Mật độ ương là 1 con/L, tương đương 100 con/bể.

Cá được ương trong các bể composite hình trụ tròn, đáy nón, có thể tích thực khoảng 100

lít (chiều cao 80 cm và đường kính 40 cm). Mặt trong bể được sơn màu trắng để thuận lợi cho việc cho ăn, vệ sinh và quan sát hoạt động của cá. Hệ thống sục khí được kết nối và duy trì hoạt động 24/24 giờ trong suốt thời gian thí nghiệm. Hệ thống bể được đặt dưới mái che để ổn định các yếu tố môi trường.

**Bảng 1. Thời điểm cho ăn tương ứng với các tần suất cho ăn ở các nghiệm thức**

| Nghiệm thức | Thời điểm cho ăn |       |       |       |       |  |
|-------------|------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| 2 lần/ngày  | 7h00             | 13h00 |       |       |       |  |
| 3 lần/ngày  | 7h00             | 11h00 | 15h00 |       |       |  |
| 4 lần/ngày  | 7h00             | 10h00 | 13h00 | 16h00 |       |  |
| 5 lần/ngày  | 7h00             | 9h30  | 12h00 | 14h30 | 17h00 |  |

Cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp, loại NRD (INVE, Thái Lan), cỡ hạt từ 500 - 800  $\mu$ m. Thành phần dinh dưỡng của thức ăn theo công bố của nhà sản xuất gồm protein 55,0%, lipid 9,0%, tro/xơ thô 1,9%, và độ ẩm 8,0%. Khẩu phần cho ăn từ 5 - 7% khối lượng thân được áp dụng cho cá ở từng giai đoạn. Để tính tỷ lệ cho ăn, khối lượng cá ban đầu và thời điểm ngày thứ 14 được xác định làm cơ sở cho việc tính toán thức ăn cho thời gian 2 tuần sau đó. Lượng thức ăn hàng ngày được chia đều thành 2, 3, 4 và 5 lần/ngày nhằm đánh giá ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên các chỉ tiêu tăng trưởng tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất giống. Các nghiệm thức và thời gian cho ăn cụ thể hiện trong Bảng 1. Việc thiết kế các mốc thời gian cho ăn trên cơ sở tham khảo các tài liệu đã công bố trước đó và trên cơ sở chia đều thời gian 12 giờ ban ngày. Thí nghiệm được thực hiện trong 28 ngày, với 03 lần lặp cho mỗi nghiệm thức.

### 2. Chăm sóc, quản lý

Cá được cho ăn bằng tay kết hợp quan sát nhằm điều chỉnh lượng thức ăn theo nhu cầu và giảm thiểu thức ăn dư. Sau 30 phút cho ăn, thức ăn dư dưới đáy nếu có được siphon thu lại, lưu trữ trong ngăn đông tủ lạnh và sấy khô về độ ẩm 8,0% vào thời điểm kết thúc thí nghiệm. Lượng thức ăn này kết hợp với lượng thức ăn ban đầu dùng để tính toán các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của cá (FI, FCR, FER và PER). Bể ương được siphon loại bỏ phân, chất thải, kết

hợp với thay nước 2 lần/ngày (7h00 và 17h00), mỗi lần thay 50% lượng nước và cấp nước mới.

Các yếu tố môi trường nước được kiểm tra và duy trì trong phạm vi thích hợp với sinh trưởng của cá biển nói chung: nhiệt độ từ 28 - 30°C, pH 7,8 - 8,3, oxy hòa tan > 5,0 mg/L, hàm lượng ammonia tổng số (TAN) < 1,0 mg/L và chu kỳ sáng tối tự nhiên (12 : 12 giờ) trong suốt thí nghiệm [21, 22]. Hệ thống bể nuôi và hoạt động của cá được quan sát, ghi chép hàng ngày và tổng hợp vào thời điểm kết thúc thí nghiệm.

### 3. Xác định, tính toán và phân tích số liệu

Vào thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm, cá được thu mẫu để xác định chiều dài và khối lượng bằng cách đo ngẫu nhiên 30 con mỗi bể. Chiều dài toàn thân (TL, total length) được đo từ mõm cá tới cuối vây đuôi bằng thước kẻ có độ chính xác 1,0 mm. Khối lượng toàn thân (BW, body weight) được xác định bằng cân điện tử Việt Nhật có độ chính xác 0,01 g. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm tăng trưởng, hệ số phân đàn, hệ số điều kiện, tỷ lệ sống, sinh khối, và các chỉ tiêu hiệu quả sử dụng thức ăn, cụ thể như sau:

+ Tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng:

$$SGR_L (\%/ngày) = [(LnL_2 - LnL_1) / t] \times 100$$

+ Tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng:

$$SGR_W (\%/ngày) = [(LnW_2 - LnW_1) / t] \times 100$$

+ Hệ số phân đàn chiều dài:

$$CV_L (\%) = SD_L / Mean \times 100$$

+ Hệ số phân đàn khối lượng:

$$CV_W (\%) = SD_W / Mean \times 100$$

+ Hệ số điều kiện:

$$CF \text{ (g/cm}^3\text{)} = 100 \times W/L^3$$

+ Tỷ lệ sống:

$$SR \text{ (%) } = (N_2 / N_1) \times 100$$

+ Sinh khối cá:

$$BM \text{ (g/L)} = TB_w / V \times 100\%$$

+ Lượng thức ăn cá ăn vào:

$$FI \text{ (g/con)} = [FC - FR] / N$$

+ Hệ số chuyển hóa thức ăn:

$$FCR = FI / WG$$

+ Hiệu quả sử dụng thức ăn:

$$FER = WG / FI$$

+ Hiệu quả sử dụng protein:

$$PER = 100 \times WG / (FI \times P)$$

Trong đó:  $L_1$ ,  $L_2$  là chiều dài toàn thân của cá tại thời điểm đầu, cuối thí nghiệm;  $W_1$ ,  $W_2$  là khối lượng toàn thân của cá tại thời điểm đầu, cuối thí nghiệm.  $T$  là thời gian thí nghiệm.  $SD$  là độ lệch chuẩn về chiều dài của cá.  $FI$  là lượng thức ăn cá ăn vào;  $WG$  là khối lượng cá tăng lên;  $N_1$ ,  $N_2$  là số lượng cá thả ban đầu và số cá còn lại tại thời điểm kết thúc thí nghiệm.  $TB_w$  là tổng khối lượng cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm.  $V$  là thể tích bể ương (lít).  $P$  là hàm lượng protein trong thức ăn.

Số liệu sau khi thu được tính toán trên phần mềm Microsoft Excel 2016. Các số liệu được kiểm tra về phân phối chuẩn và tính đồng nhất phương sai trước khi phân tích thống kê bằng

phần mềm SPSS 26.0 sử dụng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA). Kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh sự khác biệt giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa  $P < 0,05$ . Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình (TB)  $\pm$  Sai số chuẩn (SE).

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 1. Kết quả

##### 1.1. Các chỉ tiêu tăng trưởng, sinh khối

Kết quả nghiên cứu cho thấy tần suất cho ăn có ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài, khối lượng và sinh khối của cá sủi đất giai đoạn giống (Bảng 2). Ở chỉ tiêu tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng (SGRL), cá được cho ăn với tần suất 3 - 5 lần/ngày đạt kết quả cao hơn so với cá được cho ăn 2 lần/ngày, lần lượt là từ 8,25 - 8,46 %/ngày so với 7,48 %/ngày ( $P < 0,05$ ). Mức độ cải thiện SGRL ở nhóm được cho ăn 3 - 5 lần/ngày tăng 10,3 - 13,1% so với nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày.

Ở chỉ tiêu tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng (SGRW), cá được cho ăn 5 lần/ngày đạt SGRW cao nhất (8,08  $\pm$  0,07 %/ngày), tiếp theo là 4 lần/ngày (7,69  $\pm$  0,02 %/ngày), và thấp nhất ở 2 lần/ngày (6,41  $\pm$  0,11 %/ngày) ( $P < 0,05$ ). Chế độ cho ăn 5 lần/ngày giúp cá đạt mức độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng cao hơn 26,1% so với 2 lần/ngày (Bảng 2).

**Bảng 2. Tăng trưởng và sinh khối của cá sủi đất ở các tần suất cho ăn khác nhau**

| Chỉ tiêu                  | Tần suất cho ăn              |                              |                               |                              |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                           | 2 lần/ngày                   | 3 lần/ngày                   | 4 lần/ngày                    | 5 lần/ngày                   |
| $L_1$ (cm)                | 3,34 $\pm$ 0,03              | 3,34 $\pm$ 0,03              | 3,34 $\pm$ 0,03               | 3,34 $\pm$ 0,03              |
| $W_1$ (g)                 | 0,67 $\pm$ 0,07              | 0,67 $\pm$ 0,07              | 0,67 $\pm$ 0,07               | 0,67 $\pm$ 0,07              |
| $L_2$ (cm)                | 5,46 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup> | 6,75 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup> | 7,06 $\pm$ 0,03 <sup>bc</sup> | 7,17 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup> |
| $W_2$ (g)                 | 4,04 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup> | 5,03 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup> | 5,77 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>  | 6,44 $\pm$ 0,13 <sup>d</sup> |
| SGR <sub>L</sub> (%/ngày) | 7,48 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup> | 8,25 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup> | 8,41 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>  | 8,46 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup> |
| SGR <sub>W</sub> (%/ngày) | 6,41 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup> | 7,20 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup> | 7,69 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>  | 8,08 $\pm$ 0,07 <sup>d</sup> |
| BM (g/L)                  | 2,27 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup> | 3,25 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup> | 3,90 $\pm$ 0,22 <sup>c</sup>  | 4,42 $\pm$ 0,15 <sup>c</sup> |

Trong cùng hàng, các số liệu mang các ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê,  $P < 0,05$ .

Bên cạnh đó, tần suất cho ăn cũng ảnh hưởng rõ rệt đến sinh khối cá tại thời điểm kết thúc thí nghiệm. Cá được cho ăn 4 và 5 lần/ngày cùng đạt sinh khối lớn nhất (3,90  $\pm$  0,22 g/L và 4,42  $\pm$  0,15 g/L), tiếp theo là 3 lần/ngày (3,25  $\pm$  0,13 g/L) và thấp nhất ở 2 lần/

ngày (2,27  $\pm$  0,15 g/L) ( $P < 0,05$ ). Sinh khối của cá ở chế độ cho ăn 4 - 5 lần/ngày cao hơn từ 71,8 - 94,7% so với chế độ cho ăn 2 lần/ngày (Bảng 2).

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra tần suất cho ăn là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tăng



trường của cá sủ đất giai đoạn giống. Các chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối cá gia tăng tuyến tính với tần suất cho ăn tăng dần từ 2 đến 5 lần/ngày. Trong điều kiện thí nghiệm, chế độ cho ăn 4 và 5 lần/ngày được xác định là phù hợp với cá sủ đất giai đoạn giống.

### 1.2. Hệ số phân đàn, điều kiện và tỷ lệ sống

Tần suất cho ăn không chỉ tác động đến tăng trưởng mà còn ảnh hưởng đến chất lượng đàn cá thông qua các chỉ tiêu hệ số phân đàn, hệ số điều kiện và tỷ lệ sống (Bảng 3). Kết quả cho thấy cá được cho ăn 3 - 5 lần/ngày có hệ số phân đàn khối lượng ( $CV_w$ ) thấp hơn đáng kể so với cá được cho ăn 2 lần/ngày, dao động

từ 10,9 - 12,5% so với 14,5% ( $P < 0,05$ ). Tuy nhiên, tần suất cho ăn không cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về hệ số phân đàn chiều dài ( $CV_L$ ) của cá, dao động trong khoảng 6,34 - 8,86% ( $P > 0,05$ ).

Bên cạnh đó, hệ số điều kiện (CF) của cá được cho ăn 2 lần/ngày ( $2,51 \pm 0,19 \text{ g/cm}^3$ ) cao hơn đáng kể so với các chế độ cho ăn 3 - 5 lần/ngày ( $1,64 - 1,75 \text{ g/cm}^3$ ) ( $P < 0,05$ ). Ngược lại, tỷ lệ sống của cá được cải thiện rõ rệt ở các nghiệm thức cho ăn với tần suất cao hơn. Cá được cho ăn 3 - 5 lần/ngày đạt tỷ lệ sống dao động 64,7 - 68,7%, cao hơn đáng kể so với cá được cho ăn 2 lần/ngày (56,0%) ( $P < 0,05$ ) (Bảng 3).

**Bảng 3. Hệ số phân đàn, điều kiện và tỷ lệ sống của cá sủ đất ở các tần suất cho ăn khác nhau**

| Chỉ tiêu               | Tần suất cho ăn    |                    |                    |                    |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                        | 2 lần/ngày         | 3 lần/ngày         | 4 lần/ngày         | 5 lần/ngày         |
| $CV_L$ (%)             | $6,34 \pm 0,24$    | $8,86 \pm 0,97$    | $8,07 \pm 1,26$    | $7,00 \pm 0,46$    |
| $CV_w$ (%)             | $14,51 \pm 0,39^b$ | $12,48 \pm 0,32^a$ | $10,90 \pm 0,91^a$ | $11,23 \pm 0,67^a$ |
| CF ( $\text{g/cm}^3$ ) | $2,51 \pm 0,19^b$  | $1,64 \pm 0,01^a$  | $1,64 \pm 0,03^a$  | $1,75 \pm 0,01^a$  |
| SR (%)                 | $56,00 \pm 2,08^a$ | $64,67 \pm 2,40^b$ | $67,67 \pm 3,28^b$ | $68,67 \pm 1,45^b$ |

Trong cùng hàng, các số liệu mang các ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê,  $P < 0,05$ .

Như vậy, tăng tần suất cho ăn đã cải thiện tích cực hệ số phân đàn khối lượng và tỷ lệ sống của cá sủ đất giai đoạn giống. Mặc dù hệ số điều kiện cao hơn ở nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày, nhưng xét tổng thể các chỉ tiêu, đặc biệt là tỷ lệ sống - yếu tố then chốt trong khâu ương cá giống, chế độ cho ăn 3 - 5 lần/ngày được đánh giá là thích hợp cho cá sủ đất giai đoạn giống.

### 1.3. Hiệu quả sử dụng thức ăn

Ảnh hưởng của chế độ cho ăn lên các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sủ đất giai đoạn giống được trình bày trong Bảng 4. Kết quả cho thấy lượng thức ăn ăn vào

(Feed Intake, FI) của cá tăng đáng kể khi tăng số lần cho ăn lên 4 - 5 lần/ngày so với 2 - 3 lần/ngày, lần lượt là  $2,91 - 3,15 \text{ g/con}$  so với  $1,89 - 2,51 \text{ g/con}$  ( $P < 0,05$ ). Sự khác biệt về FI dẫn đến các chỉ tiêu hiệu quả sử dụng thức ăn có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức.

Hệ số chuyển hóa thức ăn (Feed Conversion Ratio, FCR) đạt giá trị thấp nhất ở nghiệm thức cho ăn 5 lần/ngày ( $0,84 \pm 0,04$ ) và cao nhất ở nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày ( $1,19 \pm 0,04$ ). Mức độ cải thiện FCR giữa hai nghiệm thức này ước tính đạt 29,4% ( $P < 0,05$ ), cho thấy hiệu quả chuyển hóa thức ăn tốt hơn ở cá được cho ăn với tần suất cao hơn (Bảng 4).

**Bảng 4. Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sủ đất ở các tần suất cho ăn khác nhau**

| Chỉ tiêu              | Tần suất cho ăn   |                   |                      |                   |
|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
|                       | 2 lần/ngày        | 3 lần/ngày        | 4 lần/ngày           | 5 lần/ngày        |
| FI ( $\text{g/con}$ ) | $1,89 \pm 0,12^a$ | $2,51 \pm 0,16^a$ | $2,91 \pm 0,06^b$    | $3,15 \pm 0,03^b$ |
| FCR                   | $1,19 \pm 0,04^c$ | $0,98 \pm 0,02^b$ | $0,91 \pm 0,05^{ab}$ | $0,84 \pm 0,04^a$ |
| FER                   | $0,84 \pm 0,03^a$ | $1,03 \pm 0,03^b$ | $1,11 \pm 0,07^{bc}$ | $1,19 \pm 0,05^c$ |
| PER                   | $3,26 \pm 0,11$   | $3,18 \pm 0,22$   | $3,18 \pm 0,05$      | $3,33 \pm 0,06$   |

Trong cùng hàng, các số liệu mang các ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê,  $P < 0,05$ .

Hiệu quả sử dụng thức ăn (Feed Efficiency Ratio, FER) cũng cho thấy kết quả tốt nhất đạt được ở chế độ cho ăn 4 và 5 lần/ngày (1,11 - 1,19) và kém nhất ở nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày (0,84) ( $P < 0,05$ ). Điều này cho thấy cá sử dụng thức ăn hiệu quả hơn khi được cung cấp nhiều bữa ăn trong ngày. Tuy nhiên, hiệu quả sử dụng protein (Protein Efficiency Ratio, PER) không bị ảnh hưởng bởi tần suất cho ăn, dao động trong khoảng 3,18 - 3,33 ( $P > 0,05$ ; Bảng 4). Kết quả này gợi ý rằng tần suất cho ăn không tác động đáng kể đến khả năng tận dụng protein từ thức ăn của cá sử dụng giai đoạn giống.

Tóm lại, dữ liệu thu được cho thấy tần suất cho ăn có ảnh hưởng quan trọng đến hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sử dụng. Cá được cho ăn với tần suất 4 - 5 lần/ngày thể hiện các chỉ tiêu FI, FCR và FER tốt hơn so với cá được cho ăn 2 - 3 lần/ngày. Kết quả này cung cấp thông tin hữu ích cho việc xây dựng quy trình ương cá sử dụng giai đoạn giống hiệu quả.

## 2. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng tần suất cho ăn có ảnh hưởng đáng kể đến tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sử dụng giai đoạn giống. Việc tăng số lần cho ăn trong ngày từ 2 lên 5 lần đã cải thiện đáng kể các chỉ tiêu sinh trưởng, phù hợp với các nghiên cứu trước đây trên nhiều loài cá khác nhau [3, 16]. Cơ chế tác động của tần suất cho ăn lên tăng trưởng của cá có thể được giải thích như sau. Thứ nhất, tăng số lần cho ăn giúp duy trì nồng độ các chất dinh dưỡng trong máu ở mức ổn định, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình trao đổi chất và tổng hợp các mô [16]. Thứ hai, cho ăn nhiều lần kích thích tiết enzym tiêu hóa, cải thiện khả năng tiêu hóa và hấp thu dinh dưỡng [15]. Thứ ba, đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng một cách thường xuyên giúp giảm căng thẳng, tăng cường sức khỏe và sức đề kháng của cá [29]. Tuy nhiên, các yếu tố này cần thiết phải được đánh giá cụ thể trong các nghiên cứu trong tương lai. Bên cạnh đó, hiệu quả của tần suất cho ăn đối với tăng trưởng của cá còn được cho là phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại thức ăn, khẩu phần, loài và kích cỡ cá [29]. Kết

quả của nghiên cứu này cho thấy cho ăn 4 - 5 lần/ngày là phù hợp cho cá sử dụng giai đoạn giống, tương đồng với các nghiên cứu trên các loài cá nóc hồ (*Takifugu rubripes*), cá chêm (*Lates calcarifer*) và cá lù đù (*Argyrosomus regius*) [16]. Tuy nhiên, một số loài như cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*), cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*) và cá khoang cổ cam (*Amphiprion percula*) lại không đáp ứng tích cực với việc chia nhỏ khẩu phần quá mức [21]. Điều này có thể là do việc cho ăn quá nhiều bữa làm giảm hiệu quả tiêu hóa, hấp thụ và làm mất tính thèm ăn của cá [14]. Ngược lại, cho ăn quá ít dẫn đến cạnh tranh thức ăn, tấn công và ăn thịt lẫn nhau [7]. Như vậy, việc xác định tần suất cho ăn tối ưu cần căn cứ vào đặc điểm sinh học và nhu cầu dinh dưỡng riêng của từng loài, thậm chí là từng giai đoạn.

Trong nghiên cứu này, việc tăng tần suất cho ăn từ 2 lên 3 - 5 lần/ngày đã cải thiện đáng kể hệ số phân đàn khối lượng và tỷ lệ sống của cá sử dụng giai đoạn giống. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trên nhiều loài cá khác như cá mú chấm đỏ (*Epinephelus akaara*), cá bơn (*Psetta maxima*), cá vược măng (*Sander lucioperca*), cá bơn vi (*Paralichthys olivaceus*) và cá tráp đầu vàng (*Sparus aurata*) [2, 17, 18, 20, 34]. Các cơ chế chính giải thích cho hiện tượng này bao gồm: (1) Đáp ứng tốt hơn nhu cầu dinh dưỡng, giúp cá phát triển đồng đều; (2) Giảm cạnh tranh thức ăn, hạn chế căng thẳng, tổn thương và phân hóa kích cỡ trong quần đàn; (3) Duy trì chất lượng nước tốt hơn do lượng thức ăn dư thừa ít hơn; (4) Kích thích đáp ứng miễn dịch, tăng cường sức đề kháng với bệnh tật và căng thẳng [3, 16]. Khác với nghiên cứu hiện tại, một số nghiên cứu cho thấy tần suất cho ăn tác động mạnh hơn lên tăng trưởng so với tỷ lệ sống hoặc hệ số phân đàn, như trên các loài cá bơn đuôi vàng (*Limanda ferruginea*), cá ngừ vây xanh (*Thunnus thynnus*), cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*), cá khoang cổ cam (*Amphiprion percula*) và cá bớp (*Rachycentron canadum*) [5, 10, 12, 21, 22]. Do đó, tần suất cho ăn tối ưu cần được xác định riêng cho từng loài, giai đoạn phát triển

và hệ thống nuôi cụ thể nhằm đảm bảo cân bằng giữa sinh trưởng, tỷ lệ sống cũng như các chỉ tiêu sức khỏe khác ở cá [29].

Bên cạnh các chỉ tiêu tăng trưởng và tỷ lệ sống, tần suất cho ăn cũng có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sử dụng giai đoạn giống. Trong nghiên cứu này, việc tăng tần suất cho ăn từ 2 - 3 lần/ngày lên 4 - 5 lần/ngày đã cải thiện đáng kể các chỉ tiêu về lượng thức ăn tiêu thụ (FI), hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và tỷ lệ hiệu quả sử dụng thức ăn (FER). Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trên các loài *Epinephelus akaara*, *Lates calcarifer* và *Salmo salar* [6, 13, 17]. Cơ chế giải thích cho sự cải thiện này có thể liên quan đến việc tăng cường tiêu hóa và hấp thu dinh dưỡng khi cá được cho ăn nhiều bữa hơn. Việc chia nhỏ khẩu phần ăn hàng ngày thành nhiều bữa giúp tránh quá tải hệ tiêu hóa, tăng cường hoạt động của các enzyme tiêu hóa và rút ngắn thời gian thức ăn lưu lại trong dạ dày [8, 26]. Nhờ đó, hiệu quả tiêu hóa và hấp thu dinh dưỡng từ thức ăn được tăng cường. Tuy nhiên, mức độ đáp ứng với tần suất cho ăn có thể khác nhau tùy loài và giai đoạn phát triển. Trong khi nhiều nghiên cứu chỉ ra tác động tích cực của việc tăng tần suất cho ăn, một số công trình khác lại không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm thí nghiệm, như trên các loài cá bơn Đại Tây Dương (*Hippoglossus hippoglossus*), cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*) hay cá trê phi (*Clarias gariepinus*) [1, 28, 33].

Tóm lại, kết quả thu được trong nghiên cứu hiện tại đã khẳng định vai trò của việc xác định tần suất cho ăn đối với tăng cường, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sử dụng. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp thông tin hữu ích cho việc xây dựng quy trình ương cá sử dụng giai đoạn giống, giúp tối ưu hóa sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn, nâng cao hiệu quả sản xuất của loài cá này trong thực tiễn. Tuy nhiên, để có cơ sở khoa học vững chắc hơn, cần tiến hành thêm các nghiên cứu với phạm vi tần suất cho ăn rộng hơn, ví dụ 6 - 10 lần/ngày, trên nhiều giai đoạn phát triển khác nhau của cá sử dụng và kết hợp với các yếu tố khác như thành phần

dinh dưỡng của thức ăn, khẩu phần cho ăn và các yếu tố môi trường nước. Bên cạnh đó, nhiều chỉ tiêu đánh giá sâu hơn về tác động của tần suất cho ăn đối với cá như hoạt tính enzyme tiêu hóa, cơ chế chuyển hóa, hấp thu dinh dưỡng, sự biến đổi mô học ống tiêu hóa hay các chỉ tiêu đánh giá căng thẳng ở cá sử dụng cũng cần được xem xét. Ngoài ra, cũng cần cân nhắc đến các yếu tố kinh tế, nhân lực và khả năng áp dụng vào thực tiễn sản xuất khi đề xuất tần suất cho ăn tối ưu.

#### IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này cho thấy tần suất cho ăn ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sử dụng giai đoạn giống. Cá được cho ăn 4 - 5 lần/ngày thể hiện kết quả vượt trội về các chỉ tiêu trên so với 2 lần/ngày. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa việc cho ăn 4 và 5 lần/ngày. Kết quả này gợi ý tần suất cho ăn 4 lần/ngày là phù hợp trong ương nuôi cá sử dụng giai đoạn giống, vừa tối ưu hóa sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn, vừa tiết kiệm chi phí nhân công. Nghiên cứu đóng góp quan trọng cho việc hoàn thiện quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá sử dụng.

Các nghiên cứu tiếp theo nên mở rộng phạm vi khảo sát ở các tần suất cho ăn cao hơn 5 lần/ngày để xác định được giá trị tối ưu. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu đánh giá sâu hơn như hoạt tính enzyme tiêu hóa, sự biến đổi mô học ống tiêu hóa và các cơ chế chuyển hóa, hấp thu dinh dưỡng cũng cần được xem xét để hiểu rõ hơn tác động của tần suất cho ăn lên loài cá này.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Tỉnh Khánh Hòa (Mã số: XXXX) "Xây dựng quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá sử dụng (*Protonibea diacanthus* Lacepede, 1802) tại Khánh Hòa". Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn UBND tỉnh Khánh Hòa, Sở Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Nha Trang và các nhân viên tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, Vĩnh Hòa, Nha Trang đã hỗ trợ kinh phí, tạo điều kiện về thời gian và cơ sở vật chất để hoàn thành nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aderolu, A.Z., Seriki, B.M., Apatira, A.L., và Ajaegbo, C.U. (2010), “Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles”, *African Journal of Food Science*, 4(5), pp. 286-290.
2. Aydin, I., Küçük, E., Sahin, T., và Kolotoglu, L. (2011), “The effect of feeding frequency and feeding rate on growth performance of juvenile black sea turbot (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 5(1), pp. 35-42.
3. Baloi, M., de Carvalho, C.V., Sterzelecki, F.C., Passini, G., và Cerqueira, V.R. (2016) “Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juveniles Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindacher 1879)”, *Aquaculture Research*, 47(2), pp. 554-560.
4. Ben-Hasan, A., de Mitcheson, Y.S., Cisneros-Mata, M.A., Jimenez, E.A., Daliri, M., Cisneros-Montemayor, A.M., ... và Christensen, V. (2021), “China’s fish maw demand and its implications for fisheries in source countries”, *Marine Policy*, 132, 104696.
5. Betancor, M.B., Ortega, A., de la Gándara, F., Varela, J.L., Tocher, D.R., và Mourente, G. (2019), “Evaluation of different feeding protocols for larvae of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.)”, *Aquaculture*, 505, pp. 523-538.
6. Biswas, G., Thirunavukkarasu, A.R., Sundaray, J.K., và Kailasam, M., (2010), “Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment”, *Aquaculture*, 305, pp. 26-31.
7. Booth, M.A., Tucker, B.J., Allan, G.L., và Fielder, D.S. (2008), “Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper *Pagrus auratus*”, *Aquaculture*, 282(1-4), pp. 104-110.
8. Cadorin, D.I., da Silva, M.F., Masagounder, K., và Fracalossi, D.M. (2022), “Interaction of feeding frequency and feeding rate on growth, nutrient utilization, and plasma metabolites of juvenile genetically improved farmed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*”. *Journal of the World Aquaculture Society*, 53(2), pp. 500-515.
9. Cho, S.H., Lim, Y.S., Lee, J.H., Park, S. (2003), “Effect of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*”, *Journal of the World Aquaculture Society*, 34, pp. 85-91.
10. Costa-Bomfim, C.N., Pessoa, W.V.N., Oliveira, R.L. M., Farias, J.L., Domingues, E.C., Hamilton, S., và Cavalli, R.O. (2014), “The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766)”, *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1), pp. 135-139.
11. Du, Z.Y., Liu, Y.J., Tian, L.X., He, J.G., Cao, J.M., Liang, G.Y. (2006), “The influence of feeding rate on growth, feed efficiency and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)”, *Aquaculture*, 14, pp. 247-257.
12. Dwyer, K. S., Brown, J. A., Parrish, C., và Lall, S. P. (2002), “Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*)”, *Aquaculture*, 213(1-4), pp. 279-292.
13. Flood, M.J., John Purser, G., và Carter, C.G. (2012), “The effects of changing feeding frequency simultaneously with seawater transfer in Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolt”, *Aquaculture International*, 20, pp. 29-40.



14. Goddard, S. (2012), *Feed management in intensive aquaculture*, Springer Science & Business Media.
15. Guo, H., Roques, J. A., Li, M., và Zhang, X. (2020), “Effects of different feeding regimes on juvenile black rockfish (*Sebastes schlegelii*) survival, growth, digestive enzyme activity, body composition and feeding costs”, *Aquaculture research*, 51(10), pp. 4103-4112.
16. Güroy, D., Karadal, O., Mantoğlu, S., Güroy, B., Şimşek, O., Çelebi, K., ... và Genç, E. (2022), “The effects of feeding frequency on the growth performance, body composition, health status and histology of juvenile meagre (*Argyrosomus regius*)”, *Aquaculture Research*, 53(18), pp. 6855-6867.
17. Kayano, Y., Yao, S., Yamamoto, S., và Nakagawa, H. (1993), “Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*”, *Aquaculture*, 110(3-4), pp. 271-278.
18. Lee, S., Haller, L.Y., Fangue, N.A., Fadel, J.G., Hung, S.S.O. (2016), “Effects of feeding rate on growth performance and nutrient partitioning of young of the year white sturgeon (*Acipenser transmontanus*)”, *Aquaculture Nutrition*, 22, pp. 400-409.
19. Martínez-Cárdenas, L., Parra-Parra, V.G., Ramos-Resendiz, S., González, C.H., Espinosa-Chaurand, D., Carlos, M.S.B., Álvarez-González, A., Martínez-García, R. (2018), “Effect of feeding frequency on growth and survival in juvenile gar *Atractosteus tropicus* Gill, 1863, in culture conditions”, *Latin american journal of aquatic research*, 46(5), pp. 1034-1013.
20. Mihelakakis, A., Tsoikas, C., và Yoshimatsu, T. (2002), “Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*”, *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(2), pp. 169-175.
21. Ngô Văn Mạnh, Ngô Chí Dũng, Trần Văn Dũng, Lê Minh Hoàng (2023), “Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên kết quả ương cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus* Forsskal, 1775) giai đoạn giống”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Sản*, Trường Đại học Nha Trang, (02), tr. 77-86.
22. Nguyễn Thị Lê Nghi, Nguyễn Tấn Sỹ, Trần Thị Lê Trang, Trần Văn Dũng (2023), “Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá khoang cổ cam (*Amphiprion percula* Lacepede, 1802)”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Trường Đại học Thái Nguyên, 228(01), tr. 254-262.
23. Norazmi-Lokman, N.H., Baderi, A.A., Zabidi, Z.M., Diana, A.W. (2020), “Effects of different feeding frequency on Siamese fighting fish (*Betta splendens*) and Guppy (*Poecilia reticulata*) Juveniles: Data on growth performance and survival rate”, *Data in Brief*, 32, 106046.
24. Oh, S.Y., Noh, C.H., và Cho, S.H. (2007), “Effect of restricted feeding regimes on compensatory growth and body composition of red sea bream, *Pagrus major*”, *Journal of the world aquaculture society*, 38(3), pp. 443-449.
25. Phelan, M.J., Gribble, N.A., và Garrett, R.N. (2008), “Fishery biology and management of *Protonibea diacanthus* (Sciaenidae) aggregations in far Northern Cape York Peninsula waters”, *Continental Shelf Research*, 28(16), pp. 2143-2151.
26. Riche, M., Haley, D. I., Oetker, M., Garbrecht, S. A. R. A. H., và Garling, D. L. (2004), “Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.)”, *Aquaculture*, 234(1-4), pp. 657-673.
27. Sadovy de Mitcheson, Y., To, A. W.L., Wong, N.W., Kwan, H.Y., và Bud, W.S. (2019), “Emerging from the murk: threats, challenges and opportunities for the global swim bladder trade”, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29, pp. 809-835.

28. Schnaittacher, G., King, W., và Berlinsky, D.L. (2005), “The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L.”, *Aquaculture Research*, 36(4), pp. 370-377.
29. Silva, C.R., Gomes, L.C., và Brandão, F.R. (2007), “Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages”, *Aquaculture*, 264(1-4), pp. 135-139.
30. Taillebois, L., Barton, D.P., Crook, D.A., Saunders, T., Taylor, J., Hearnden, M., ... và Ovenden, J.R. (2017), “Strong population structure deduced from genetics, otolith chemistry and parasite abundances explains vulnerability to localized fishery collapse in a large Sciaenid fish, *Protonibea diacanthus*”, *Evolutionary Applications*, 10(10), pp. 978-993.
31. Thia-Eng, C., và Seng-Keh, T. (1978), “Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskål), cultured in floating net-cages”, *Aquaculture*, 14(1), pp. 31-47.
32. Tian, H.Y., Zhang, D.D., Li, X.F., Zhang, C.N., Qian, Y., Liu, W.B. (2015), “Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*”, *Aquaculture*, 437, pp. 60-66.
33. Tiril, S. U., và Alagil, F. (2009), “Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet”, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 33(4), pp. 317-322.
34. Wang, N., Xu, X., và Kestemont, P. (2009), “Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*)”, *Aquaculture*, 289(1-2), pp. 70-73.
35. Wen, J., Zeng, L., Chen, Z., và Xu, Y. (2016), “Comparison of nutritional quality in fish maw product of croaker *Protonibea diacanthus* and perch *Lates niloticus*”, *Journal of Ocean University of China*, 15, pp. 726-730.
36. Xie, F., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Ma, H. (2011), “The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae”, *Aquaculture*, 311, pp. 162-167.
37. Xu, T., Li, Y., Zheng, W., và Sun, Y. (2022), “A chromosome-level genome assembly of the blackspotted croaker (*Protonibea diacanthus*)”, *Aquaculture and Fisheries*, 7(6), pp. 616-622.
38. Zakęś, Z., Kowalska, A., Czerniak, S., Demska-zakęś, K. (2006), “Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.)”, *Czech Journal of Animal Science*, 51(2), pp. 85-91.
39. Zhou, Z., Cui, Y., Xie, S., Zhu, X., Lei, W. (2003), “Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carrassius auratus gibelio*)”, *Journal of Applied Ichthyology*, 19, pp. 244-249.