

## ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN SUẤT CHO ĂN LÊN KẾT QUẢ ƯƠNG CÁ KHẾ VÀN (*Gnathanodon speciosus* Forsskål, 1775) GIAI ĐOẠN GIỐNG

### EFFECT OF FEEDING FREQUENCY ON THE REARING PERFORMANCE OF GOLDEN TREVALLY (*Gnathanodon speciosus* Forsskål, 1775) JUVENILE

Ngô Văn Mạnh\*, Ngô Chí Dũng, Trần Văn Dũng, Lê Minh Hoàng

Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

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

Ngày nhận bài: 10/04/2023; Ngày phản biện thông qua: 28/04/2023; Ngày duyệt đăng: 07/06/2023

#### TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của tần suất cho ăn đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá khế vằn giai đoạn giống. Thí nghiệm một nhân tố được thiết kế theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn với 4 nghiệm thức cho ăn gồm 2, 4, 6 và 8 lần/ngày. Cá khế vằn, kích thước ban đầu là  $2,64 \pm 0,07$  cm và  $0,41 \pm 0,03$  g/con, được ương trong các bể composite 70 lít với mật độ 1 con/lít. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 3 lần lặp trong khoảng thời gian 28 ngày. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu sinh trưởng (chiều dài, khối lượng, sinh khối) của cá đạt được cao nhất ở chế độ cho ăn 6 và 8 lần/ngày, tiếp theo là 4 lần/ngày và thấp nhất ở nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày ( $P < 0,05$ ). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối của cá giữa hai nghiệm thức cho ăn 6 lần/ngày và 8 lần/ngày ( $P > 0,05$ ). Tần suất cho ăn có ảnh hưởng đến hệ số phân đàn khối lượng ( $P < 0,05$ ) nhưng không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn chiều dài, hệ số điều kiện, tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá ( $P > 0,05$ ). Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) ở các nghiệm thức cho ăn 4, 6 và 8 lần/ngày thấp hơn so với nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày ( $P < 0,05$ ). Kết quả phân tích tương quan cho thấy tốc độ tăng trưởng chiều dài đạt giá trị cực đại tại tần suất cho ăn 6,5 lần/ngày. Từ các kết quả trên, có thể thấy tần suất cho ăn 6 lần/ngày là thích hợp cho ương cá khế vằn giai đoạn giống.

**Từ khóa:** Cá khế vằn giống, tần suất cho ăn, sinh trưởng, tỷ lệ sống, hệ số chuyển hóa thức ăn.

#### ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of feeding frequency on growth, survival, and feed utilization efficiency of juvenile golden trevally fish. The experiment was designed as a completely randomized one-factor design with four treatments (2, 4, 6, and 8 times/day). The golden trevally fish, with an initial size of  $2.64 \pm 0.07$  cm and weight of  $0.41 \pm 0.03$  g/fish, were reared in 70 liter composite tanks at a density of 1 fish/L. Each treatment was performed with three replicates over a 28-day period. The results indicated that the growth parameters (length, weight, and biomass) were highest at the feeding frequencies of 6 and 8 times/day, followed by 4 times/day, and lowest at the feeding of 2 times/day ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference between the growth parameters of fish fed 6 times/day and 8 times/day ( $P > 0.05$ ). Feeding frequency affected the coefficient of variation of body weight ( $P < 0.05$ ) but did not significantly affect the coefficient of variation of total length, condition factor, survival rate, or deformation rate of the fish. The treatments that fed 4 to 8 times/day had significantly lower feed conversion ratios (FCR) compared to the treatment that fed 2 times/day ( $P < 0.05$ ). Correlation analysis revealed that the maximum length growth rate was achieved at the feeding of 6.5 times/day. From the above results, it can be seen that the feeding frequency of 6 times/day is suitable for rearing juvenile of golden trevally fish.

**Keywords:** Golden trevally juvenile, feeding frequency, growth, survival, feed conversion ratio.

#### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá khế vằn hay còn gọi là cá bè vàng (*Gnathanodon speciosus*) là một loài cá biển phân bố rộng rãi ở khu vực Ấn Độ Dương -

Thái Bình Dương, từ Biển Đỏ đến bờ biển phía đông của Châu Phi, Ấn Độ Dương và Tây Thái Bình Dương [4]. Đây là một trong những loài cá biển có giá trị kinh tế cao, thịt thơm ngon,

được thị trường trong và ngoài nước ưa chuộng [13]. Cá khế vằn không chỉ có vai trò quan trọng trong việc cung cấp thực phẩm giàu dinh dưỡng, tương tự như các loài cá biển khác, mà còn được sử dụng cho mục đích nuôi làm cảnh bởi màu sắc đẹp và tập tính bơi theo đàn độc đáo [7, 17]. Cá khế vằn thuộc nhóm có kích cỡ trung bình, chiều dài và khối lượng tối đa được biết đến lần lượt là 1 mét và 8 kg [4]. Loài cá này đã được sản xuất giống thành công và đang được nuôi thương mại tại một số quốc gia thuộc khu vực Đông Nam Á như Indonesia, Malaysia, Thái Lan và Việt Nam [1, 27]. Ngoài ra, đặc điểm sinh trưởng nhanh, sức sinh sản lớn, thời gian thế hệ ngắn... khiến cá khế vằn trở thành đối tượng cá biển nuôi đầy tiềm năng, cho cả hai mục đích làm thực phẩm và giải trí [13]. Tuy nhiên, so với các loài cá biển khác, nhiều chỉ tiêu kỹ thuật trong quá trình ương nuôi loài cá này vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ, trong đó, có việc thiết lập chế độ cho ăn tối ưu.



**Hình 1. Hình thái ngoài cá khế vằn**

Tần suất hay số lần cho ăn là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất của kỹ thuật quản lý thức ăn và có ảnh hưởng đến tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn cũng như nhiều chỉ tiêu sức khỏe khác của cá [16]. Nghiên cứu về ảnh hưởng của tần suất cho ăn đã được thực hiện trên một số loài cá biển nuôi phổ biến, ví dụ cá chẽm, cá mú, cá chim... [8, 18, 19]. Kết quả cho thấy số lần cho ăn ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn, thành phần sinh hóa, enzyme và cấu trúc mô học ruột cá [16]. Nhìn chung, tần suất cho ăn được khuyến cáo dao động phổ biến từ 2 – 8 lần/ngày và có sự khác biệt nhất định tùy theo loài, giai đoạn phát triển, loại thức ăn sử dụng cũng như các điều kiện ương nuôi khác [5, 12, 16, 25].

Trong một phạm vi nhất định, sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá có sự gia tăng tỷ lệ thuận với tần suất cho ăn [24, 38]. Mặc dù vậy, một số nghiên cứu lại không nhận thấy sự tác động của yếu tố này lên kết quả ương nuôi cá, ví dụ trên loài *Atractosteus tropicus* hay loài *Sander lucioperca* [22, 37]. Cho đến nay, các nghiên cứu về ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên cá khế vằn vẫn chưa được đề cập. Việc áp dụng chế độ cho ăn của loài cá này cho loài cá khác có thể không phù hợp do những khác biệt về tập tính sống, đặc điểm sinh dưỡng, giai đoạn phát triển và mục đích nuôi [2]. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của tần suất cho ăn đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá khế vằn giai đoạn giống. Kết quả thu được có thể cung cấp thông tin có giá trị cho người nuôi nhằm tối ưu hóa chế độ cho ăn và chăm sóc, quản lý trong ương giống cá khế vằn; qua đó, góp phần phát triển hiệu quả, bền vững nghề nuôi loài cá 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 khế vằn giống, kích cỡ ban đầu  $2,64 \pm 0,07$  cm,  $0,41 \pm 0,03$  g/con, tổng cộng 840 con từ nguồn sản xuất nhân tạo tại trại, 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. Cá được ương với mật độ 1 con/L, tương đương 70 con/bể.

Cá được ương trong các bể composite hình trụ tròn, đáy nón, chiều cao 80 cm. Mỗi bể có sức chứa tối đa 100 lít, cấp nước ở mức 70 lít. Mặt trong bể được sơn màu trắng để thuận lợi cho việc cho ăn, vệ sinh và quan sát hoạt động của cá. Toàn bộ các bể ương được lắp sục khí, mỗi bể một vòi, và duy trì liên tục trong suốt thời gian thí nghiệm. Hệ thống bể được đặt dưới mái che để ổn định các yếu tố môi trường, nhất là ánh sáng và nhiệt độ.

Cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp, loại NRD (INVE, Thái Lan), cỡ hạt

từ 500 – 1.200  $\mu\text{m}$ . 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%. Cá được cho ăn với khẩu phần từ 5 – 7% khối lượng thân. 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. Khẩu phần thức ăn được chia đều thành 2, 4, 6 và 8 lần/ngày nhằm đánh giá ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên cá khỏe vắn. Các nghiệm thức và thời gian cho ăn cụ thể được bố trí như sau:

Nghiệm thức 1: Cá được cho ăn 2 lần/ngày, vào các thời điểm 7h00 và 14h00.

Nghiệm thức 2: Cá được cho ăn 4 lần/ngày, vào các thời điểm 7h00, 10h00, 14h00 và 17h00.

Nghiệm thức 3: Cá được cho ăn 6 lần/ngày, vào các thời điểm 07h00, 09h00, 11h00, 13h00, 15h00, và 17h00.

Nghiệm thức 4: Cá được cho ăn 8 lần/ngày, vào các thời điểm 07h00, 08h30, 10h00, 11h30, 13h00, 14h30, 16h00, và 17h30.

Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 03 lần lặp trong thời gian 28 ngày.

Chăm sóc, quản lý: Khi cho ăn, tiến hành quan sát và điều chỉnh lượng thức ăn cho cá theo nhu cầu nhằm giảm thiểu dư thừa. Lượng thức ăn thừa mỗi lần cho ăn (nếu có), sau 30 phút được siphon thu lại và lưu trữ trong ngăn đông tủ lạnh. Chúng được 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 hệ số chuyển đổi thức ăn của cá (FCR). 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 được rút ra và cấp mới. Các yếu tố môi trường nước được kiểm tra và duy trì trong phạm vi thích hợp với sinh trưởng của cá khỏe vắn: nhiệt độ từ 28 – 30°C, pH 7,8 – 8,2, oxy hòa tan 5,0 – 6,0 mg/L và hàm lượng ammonia tổng số - TAN < 0,5 mg/L. 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.

## 2. Phương pháp xác định, tính toán và phân tích số liệu

### 2.1. Phương pháp xác định một số chỉ tiêu

Vào thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm (ngày thứ 28), 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) được đo từ mõm cá tới cuối vây đuôi bằng thước kẻ có độ chính xác 1,0 mm. Khối lượng toàn thân (BW) được xác định bằng cân điện tử Việt Nhật có độ chính xác 0,01 g.

Tỷ lệ sống được xác định vào thời điểm kết thúc thí nghiệm, là tỷ lệ phần trăm của số cá còn sống tại thời điểm kết thúc chia cho số cá thả ban đầu.

Hệ số chuyển hóa thức ăn được xác định căn cứ vào lượng thức ăn cá ăn vào và khối lượng cá tăng lên. Trong đó, lượng thức ăn cá ăn vào được tính toán dựa trên lượng thức ăn ban đầu tính theo % khối lượng thân trừ đi lượng thức ăn dư siphon lại sau mỗi lần cho ăn và sấy khô vào thời điểm kết thúc thí nghiệm.

Tỷ lệ dị hình được xác định bằng tỷ lệ phần trăm của số cá bị dị hình trên tổng số cá kiểm tra áp dụng với toàn bộ số cá còn lại trong bể vào thời điểm kết thúc thí nghiệm. Cá được xác định là dị hình nếu mang các đặc điểm gồm vẹo hàm, cong thân, mất xương nắp mang. Đặc điểm dị hình xương của cá được xác định theo phương pháp nhuộm xương bằng Alizarin red S [28].

### 2.2. Phương pháp tính toán một số chỉ tiêu

+ Chiều dài tăng lên:  $LG (\text{cm}/\text{con}) = L_2 - L_1$

+ Khối lượng tăng lên:  $WG (\text{g}/\text{con}) = W_2 - W_1$

+ Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài:  $SGR_L (\%/ \text{ngày}) = [(LnL_2 - LnL_1) / t] \times 100$

+ Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng:  $SGR_w (\%/ \text{ngày}) = [(LnW_2 - LnW_1) / t] \times 100$

+ Hệ số phân đàn chiều dài:  $CV_L (\%) = SD_L / \text{Mean} \times 100$

+ Hệ số phân đàn khối lượng:  $CV_w (\%) = SD_w / \text{Mean} \times 100$

+ Hệ số điều kiện:  $CF = 100 \times W/L^3$

+ Tỷ lệ sống:  $TLS (\%) = (N_2 / N_1) \times 100$

+ Tỷ lệ dị hình:  $DFR (\%) = N_{df} / N_{nf} \times 100\%$

+ Sinh khối cá:  $BM (g/L) = TB_w / V \times 100\%$

+ Hệ số chuyển hóa thức ăn:  $FCR = FI / WG$

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 (28 ngày). 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.  $N_{df}$  là số lượng cá bị dị hình,  $N_{nf}$  là số lượng cá bình thường.  $TB_w$  là tổng khối lượng cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm. V là thể tích bể ương (lít).

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu sau khi thu được xử lý, phân tích bằng phần mềm SPSS 22.0. Phương pháp phân tích phương sai một yếu tố và kiểm định Duncan được sử dụng. Mức ý nghĩa của nghiên cứu là  $p < 0,05$ . Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình (Mean)  $\pm$  Sai số chuẩn (SE).

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 1. Tăng trưởng về chiều dài, khối lượng của cá khế vằn

**Bảng 1. Các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài của cá khế vằn ở các tần suất cho ăn**

Chỉ tiêu	2 lần/ngày	4 lần/ngày	6 lần/ngày	8 lần/ngày
$L_1$ (cm)	2,64 $\pm$ 0,07	2,64 $\pm$ 0,07	2,64 $\pm$ 0,07	2,64 $\pm$ 0,07
$L_2$ (cm)	5,15 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	6,89 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	7,31 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	7,26 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>
LG (cm)	2,51 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	4,25 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	4,67 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	4,62 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>
SGR <sub>L</sub> (%/ngày)	2,39 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	3,42 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	3,64 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	3,61 $\pm$ 0,02 <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,  $P < 0,05$ .

Ở các chỉ tiêu đánh giá tốc độ tăng trưởng khối lượng. Cá khế vằn được cho ăn ở tần suất 6 và 8 lần/ngày cũng đạt khối lượng cuối, khối lượng tăng lên, và tốc độ tăng trưởng đặc trưng cao nhất, lần lượt là 5,21  $\pm$  0,03 g, 4,78  $\pm$  0,03 g,

Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài của cá khế vằn giai đoạn giống được trình bày trong Bảng 1. Có thể nhận thấy, tần suất cho ăn có ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài của cá. Trong đó, cá được cho ăn ở chế độ 6 lần/ngày và 8 lần/ngày đạt chiều dài lớn nhất, tiếp theo là cá được cho ăn ở chế độ 4 lần/ngày và thấp nhất ở chế độ 2 lần/ngày, lần lượt là 7,31  $\pm$  0,07 cm, 7,26  $\pm$  0,03 cm, 6,98  $\pm$  0,08 cm và 5,15  $\pm$  0,03 cm ( $P < 0,05$ ). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều dài của cá giữa hai nghiệm thức cho ăn với tần suất 6 lần/ngày và 8 lần/ngày ( $P > 0,05$ ). Ở hai chỉ tiêu đánh giá tốc độ tăng trưởng, chiều dài tăng lên (LG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài (SGR<sub>L</sub>), xu hướng kết quả tương tự cũng được ghi nhận. Cả hai chỉ tiêu LG và SGR<sub>L</sub> đều đạt cao nhất ở nghiệm thức cho ăn 6 và 8 lần/ngày, và giữa chúng không có sự khác biệt thống kê ( $P > 0,05$ ). Trong khi đó, các chỉ tiêu LG và SGR<sub>L</sub> đạt được thấp nhất ở nghiệm thức được cho ăn 2 lần/ngày ( $P < 0,05$ ; Bảng 1).

8,99  $\pm$  0,02 %/ngày và 5,12  $\pm$  0,02 g, 4,70  $\pm$  0,02 g, 8,93  $\pm$  0,02 %/ngày. Trong khi đó, các chỉ tiêu này đạt được thấp nhất ở nghiệm thức cho ăn 2 lần/ngày, lần lượt là 2,05  $\pm$  0,19 g, 1,63  $\pm$  0,19 g, 5,64  $\pm$  0,32 %/ngày ( $P < 0,05$ ; Bảng 2).

**Bảng 2. Các chỉ tiêu tăng trưởng khối lượng của cá khế vằn ở các tần suất cho ăn**

Chỉ tiêu	2 lần/ngày	4 lần/ngày	6 lần/ngày	8 lần/ngày
$W_1$ (g/con)	0,41 $\pm$ 0,03	0,41 $\pm$ 0,03	0,41 $\pm$ 0,03	0,41 $\pm$ 0,03
$W_2$ (g/con)	2,05 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	4,20 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	5,21 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	5,12 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
WG (g/con)	1,63 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	3,78 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	4,78 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	4,70 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
SGR <sub>W</sub> (%/ngày)	5,64 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	8,22 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	8,99 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	8,93 $\pm$ 0,02 <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,  $P < 0,05$ .

Từ các kết quả ở trên, có thể thấy rằng, tần suất cho ăn có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu tăng trưởng của cá, trong đó, chế độ cho ăn 6 và 8 lần/ngày được xác định là phù hợp với cá khế vằn giai đoạn giống. Việc gia tăng tần suất cho ăn, trong một phạm vi nhất định, ví dụ 2 – 8 lần/ngày trong nghiên cứu này, cho thấy tác động tích cực lên các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài và khối lượng của cá khế vằn. Kết quả này tương tự với một số báo cáo trước đây, ghi nhận trên loài *Clarias gariepinus*, 1 – 6 lần/ngày [26], *Hippoglossus hippoglossus*, 1 – 5 lần/ngày [31] hay *Centropomus undecimalis*, 2 – 6 lần/ngày [11]. Khi tỷ lệ hay khẩu phần cho ăn trong ngày được xác định, dựa trên phần trăm khối lượng thân, việc chia nhỏ lượng thức ăn này sẽ có tác động, cả tích cực và tiêu cực, đến kết quả ương nuôi cá [14]. Một số nghiên cứu nhận thấy, nếu số lần cho ăn quá thấp, dưới 2 lần/ngày, lượng thức ăn cá ăn vào mỗi lần quá lớn làm giảm hiệu quả tiêu hóa và hấp thu. Bên cạnh đó, một lượng thức ăn nhất định sẽ không được sử dụng, tích tụ trên nền đáy sẽ phân hủy gây suy giảm chất lượng nước (tiêu hao oxy, tạo khí độc) và ảnh hưởng đến sức khỏe của cá [6, 14]. Hơn nữa, tần suất cho ăn quá ít cũng được cho là nguyên nhân làm tăng hiện tượng cạnh tranh thức ăn và mức độ phân đàn của cá trong hệ thống nuôi. Điều này làm trầm trọng hơn các hiện tượng cá tấn công, ăn thịt lẫn nhau, gây hao hụt, nhất là trong giai đoạn ương ở các loài cá dữ [5].

Mặc dù vậy, việc tiếp tục tăng tần suất cho ăn ở một mức độ nào đó cũng không giúp cải thiện tốc độ tăng trưởng của cá. Trong nghiên cứu hiện tại, việc tăng từ 6 lên 8 lần cho ăn/ngày cho thấy các chỉ tiêu tăng trưởng của

cá không được cải thiện, thậm chí thấp hơn mặc dù giữa chúng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ; Bảng 1, 2). Điều này cũng được báo cáo trên một số nghiên cứu trước đây. Trên cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*), việc tăng từ 3 lên 6 lần ăn/ngày không giúp cải thiện tốc độ tăng trưởng [18]. Tương tự, trên cá rô phi (*Oreochromis niloticus*), cá được cho ăn 6 lần/ngày không khác biệt với 4 và 5 lần/ngày [30]. Nguyên nhân của hiện tượng này được cho là có liên quan đến khả năng tiêu hóa thức ăn của cá. Khi được cho ăn nhiều lần trong ngày, ví dụ 8 – 12 lần/ngày, lượng thức ăn trong cơ quan tiêu hóa của cá tăng lên dẫn đến thời gian và hiệu quả tiêu hóa cũng như hấp thu thức ăn của cá bị giảm [16, 29, 30]. Việc cho ăn với tần suất cao hơn mức cần thiết không chỉ gây lãng phí thức ăn, nhân công và chi phí sản xuất nói chung, mà còn gây suy giảm chất lượng nước và tác động tiêu cực đến sức khỏe của cá [33].

## 2. Hệ số phân đàn, điều kiện, tỷ lệ sống, tỷ lệ dị hình và sinh khối của cá khế vằn

Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên hệ số phân đàn, điều kiện, tỷ lệ sống, tỷ lệ dị hình và sinh khối của cá được thể hiện trong Bảng 3. Cá được cho ăn 6 lần/ngày đạt hệ số phân đàn khối lượng thấp hơn so với cá được cho ăn 2 lần/ngày, lần lượt là  $8,27 \pm 0,42\%$  và  $10,75 \pm 0,69\%$  ( $P < 0,05$ ). Tuy nhiên, hệ số phân đàn khối lượng ở cả hai tần suất cho ăn này đều không khác biệt với các tần suất cho ăn 4 và 8 lần/ngày, lần lượt là  $9,30 \pm 0,92\%$  và  $9,48 \pm 0,63\%$  ( $P > 0,05$ ). Đáng chú ý, số lần cho ăn trong ngày không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn chiều dài của cá, dao động từ  $4,81 - 5,30\%$  ( $P > 0,05$ ).

**Bảng 3. Hệ số phân đàn, điều kiện, tỷ lệ sống, tỷ lệ dị hình và sinh khối của cá**

Chỉ tiêu	2 lần/ngày	4 lần/ngày	6 lần/ngày	8 lần/ngày
CV <sub>L</sub> (%)	$5,30 \pm 0,74^a$	$4,84 \pm 0,16^a$	$4,81 \pm 0,55^a$	$4,93 \pm 0,52^a$
CV <sub>w</sub> (%)	$10,75 \pm 0,69^b$	$9,30 \pm 0,92^{ab}$	$8,27 \pm 0,42^a$	$9,48 \pm 0,63^{ab}$
CF	$1,50 \pm 0,15^a$	$1,29 \pm 0,02^a$	$1,43 \pm 0,01^a$	$1,27 \pm 0,02^a$
TLS (%)	$90,00 \pm 1,65^a$	$88,57 \pm 0,83^a$	$90,71 \pm 2,89^a$	$89,29 \pm 0,41^a$
DFR (%)	$5,83 \pm 1,06^a$	$6,97 \pm 1,03^a$	$5,29 \pm 0,69^a$	$5,32 \pm 1,38^a$
BM (g/L)	$1,26 \pm 0,04^a$	$2,56 \pm 0,01^a$	$3,07 \pm 0,01^a$	$3,08 \pm 0,14^a$

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

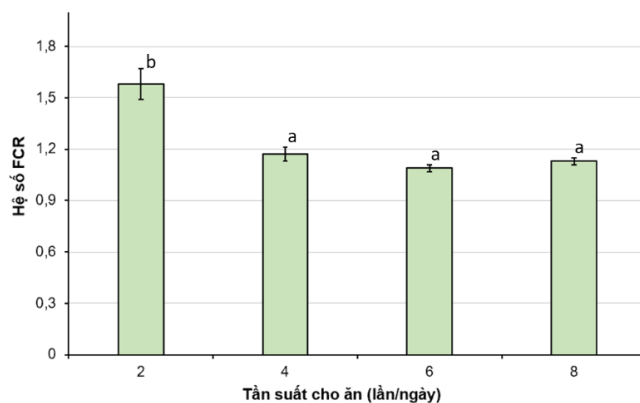
Tần suất cho ăn cũng không ảnh hưởng đến hệ số điều kiện ( $1,27 - 1,50$ ;  $P > 0,05$ ), tỷ lệ sống ( $88,57 - 90,71\%$ ;  $P > 0,05$ ) và tỷ lệ dị hình của cá khế vằn ( $5,29 - 6,97\%$ ;  $P > 0,05$ ). Tuy nhiên, số lần cho ăn ảnh hưởng đến sinh khối của cá thu được. Trong đó, cá được cho ăn ở chế độ 6 lần/ngày và 8 lần/ngày đạt sinh khối lớn nhất, lần lượt là  $3,07 \pm 0,01$  g/L và  $2,08 \pm 0,14$  g/L, tiếp theo là cá được cho ăn ở chế độ 4 lần/ngày, đạt  $2,56 \pm 0,01$  g/L, và thấp nhất ở cá được cho ăn 2 lần/ngày, chỉ  $1,26 \pm 0,04$  g/L ( $P < 0,05$ ; Bảng 3).

Từ các phân tích kể trên, có thể kết luận rằng, tần suất cho ăn có ảnh hưởng đến hệ số phân đàn và sinh khối của cá, và chế độ cho ăn 6 lần/ngày được xác định là tốt nhất. Ở giai đoạn cá giống, tần suất cho ăn cũng được báo cáo ít hoặc không ảnh hưởng đến các chỉ tiêu hệ số phân đàn, điều kiện, tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá. Trên cá khoang cổ cam, Nguyễn Thị Lê Nghi và cộng sự (2022) cũng nhận thấy tần suất cho ăn từ 2 – 10 lần/ngày không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn, điều kiện và tỷ lệ sống ở cá [2]. Điều này có thể là do tần suất cho ăn từ 2 lần/ngày có thể đáp ứng được tương đối

đầy đủ nhu cầu cho hoạt động sống của cá. Một số nghiên cứu sâu hơn nhận thấy, thời gian tiêu hóa thức ăn ở cá nói chung dao động từ 4 – 36 giờ, và con số này có sự gia tăng tỷ lệ thuận với kích cỡ cá [20, 21]. Hơn nữa, so với giai đoạn cá bột – cá hương, giai đoạn giống, cá đã có sự phát triển đầy đủ và hoàn thiện các cơ quan trong cơ thể, đồng thời, khả năng thích ứng với môi trường và điều kiện nuôi cũng được cải thiện hơn. Các yếu tố nghiên cứu như chế độ cho ăn (thời điểm, khẩu phần, tần suất) có ảnh hưởng đến sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn nhiều hơn là tỷ lệ sống của cá giống [2, 24].

### 3. Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá khế vằn

Tần suất cho ăn có ảnh hưởng đến hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) của cá. Trong đó, cá được cho ăn ở chế độ 4, 6 và 8 lần/ngày đạt hệ số FCR thấp hơn so với cá được cho ăn ở chế độ 2 lần/ngày, lần lượt là  $1,17 \pm 0,04$ ,  $1,09 \pm 0,02$  và  $1,13 \pm 0,02$  so với  $1,58 \pm 0,09$  ( $P < 0,05$ ). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về hệ số FCR giữa các tần suất cho ăn 4 – 8 lần/ngày ( $P > 0,05$ ; Hình 2).



Hình 2. Hệ số chuyển hóa thức ăn của cá khế vằn ở các tần suất cho ăn

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

Việc tăng số lần cho ăn giúp cải thiện hệ số FCR cũng được ghi nhận ở một số loài cá. Các thử nghiệm với tần suất cho ăn từ 1 – 5 lần trên các loài *Lepomis cyanellus* × *L. Macrochirus* và *Betta splendens* cũng cho thấy hệ số FCR đạt được ở các tần suất cho ăn cao hơn, 2 – 5 lần, là tương tự nhau và thấp hơn so với nghiệm thức chỉ cho ăn 1 lần/ngày [24, 35]. Trong khi

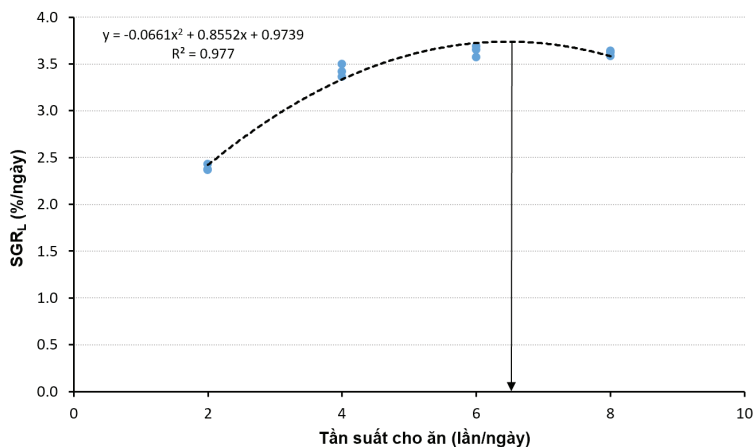
đó, một số nghiên cứu lại nhận thấy việc tăng tần suất cho ăn tới một mức nào đó không giúp cải thiện được hệ số FCR, báo cáo trên cá khoang cổ cam (*Amphiprion percula*) ở mức 6 lần so với 8 và 10 lần [2], trên cá chêm *Lates calcarifer*, 3 so với 4 lần/ngày [19] hay trên cá trê lai *Clarias gariepinus* × *Heterobranchus longifilis*, 2 - 3 so với 4 - 5 [23]. Đáng chú ý,

trên một số loài, ví dụ cá bơn Đại Tây Dương (*Hippoglossus hippoglossus*) hay cá hồi vân (*Oncorhynchus mykiss*), các thử nghiệm cho ăn ở tần suất khác nhau, 1 – 6 lần, không ghi nhận bất kỳ sự khác biệt nào về hệ số FCR [31, 32]. Điều này khẳng định thêm rằng tác động của tần suất cho ăn lên hiệu quả sử dụng thức ăn có sự khác biệt theo loài, giai đoạn phát triển. Và với cá khế vằn giai đoạn giống, chế độ cho ăn 4 - 8 lần/ngày là thích hợp xét cả về mặt kinh tế và kỹ thuật.

#### 4. Tương quan giữa tần suất cho ăn và tốc độ tăng trưởng của cá khế vằn

Để xác định chính xác tần suất cho ăn tối ưu, đồ thị tương quan giữa tần suất cho ăn và

tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài của cá được thiết lập và minh họa trên Hình 3. Có thể nhận thấy, giá trị tối ưu của tốc độ tăng trưởng  $SGR_L$  đạt được là 3,74%/ngày tại tần suất cho ăn là 6,5 lần/ngày. Tuy nhiên, nghiên cứu thử nghiệm với các chế độ cho ăn là 2, 4, 6 và 8 lần/ngày, và khi kết hợp với các kết quả phân tích kể trên, có thể kết luận rằng tần suất cho ăn 6 lần/ngày là tối ưu đối với cá khế vằn giai đoạn giống. Ngoài đạt các chỉ tiêu sinh trưởng, hệ số phân đàn, sinh khối và hệ số chuyển hóa thức ăn tốt, chế độ cho ăn 6 lần/ngày còn giúp giảm chi phí về nhân công khi ương cá khế vằn so với chế độ cho ăn 8 lần/ngày.



Hình 3. Tương quan giữa tần suất cho ăn và tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài.

Trong nuôi trồng thủy sản thâm canh, thức ăn là yếu tố chiếm tỷ lệ lớn nhất trong cơ cấu chi phí sản xuất, ước tính từ 50 - 60% [15, 33]. Thông số này có sự khác biệt theo loài (tập tính dinh dưỡng), giai đoạn phát triển, hệ thống ương, nuôi, loại thức ăn sử dụng, chế độ chăm sóc, quản lý... [38]. Chế độ cho ăn không chỉ ảnh hưởng đến sinh trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá, mà về mặt quản lý, chúng còn ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế, kỹ thuật và môi trường [16]. Do đó, việc nghiên cứu về tần suất cho ăn ở các loài khác nhau, thậm chí với từng giai đoạn cụ thể là cần thiết nhằm tối ưu hóa hiệu quả ương nuôi. Trong nghiên cứu hiện tại, tần suất cho ăn ở mức 6 lần/ngày được xác định là thích hợp. Về cơ bản, tần suất này cao hơn so với một số báo cáo trước đây. Điều này có thể là do sự khác biệt về loài và giai đoạn

phát triển của cá trong các nghiên cứu. Nhìn chung, giai đoạn còn nhỏ, cá thường ăn nhiều hơn để thỏa mãn nhu cầu sinh trưởng, phát triển; do đó, khẩu phần cũng như tần suất cho ăn cũng cần cao hơn so với các giai đoạn về sau [36]. Giai đoạn giống tần suất cho ăn thường cao hơn so với giai đoạn nuôi thương phẩm, 4 – 8 lần so với 1 – 3 lần/ngày, ghi nhận trên các loài *Salmo salar* [34], *Trachinotus blochii* [18] hay *Centropomus undecimalis* [11]. Tuy nhiên, một số loài lại đạt kết quả tốt hơn ở tần suất cho ăn thấp, ví dụ trên cá mú *Epinephelus tauvina*, chế độ cho ăn 2 ngày/lần tốt hơn so với các chế độ cho ăn 1 – 3 lần/ngày [8]. Trong khi đó, tần suất cho ăn khác nhau được báo cáo là không ảnh hưởng đến kết quả ương nuôi, ghi nhận trên loài *Epinephelus polyphekadion* [3] và *Betta splendens* [23] với 1 – 4 lần/

ngày, *Heterobranchus bidorsalis* từ 2 - 5 lần/ngày và liên tục 24 giờ [10] hay *Rachycentron canadum* từ 1 - 6 lần/ngày [9]. Như vậy, có thể nhận thấy, tần suất cho ăn tối ưu ở cá có sự khác biệt theo loài, giai đoạn phát triển cũng như các điều kiện ương nuôi khác.

#### IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tần suất cho ăn có ảnh hưởng lớn đến các chỉ tiêu tăng trưởng (chiều dài, khối lượng), hệ số phân đàn khối lượng, sinh khối và hệ số chuyển hóa thức ăn của cá khế vằn. Trong đó, chế độ cho ăn 6 lần/ngày được xác định là tối ưu. Tuy nhiên, tần suất cho ăn không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn chiều dài, hệ số điều kiện, tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá.

Nghiên cứu hiện tại mới chỉ đánh giá được

ảnh hưởng của tần suất cho ăn, 2 - 8 lần/ngày, lên sinh trưởng, tỷ lệ sống và hệ số chuyển hóa thức ăn của cá khế vằn. Các nghiên cứu tiếp theo nên đánh giá sâu hơn ảnh hưởng của yếu tố này lên các chỉ tiêu sinh hóa, thành phần, hoạt tính enzyme và sự biến đổi mô học ống tiêu hóa của loài cá này.

#### Lời cảm ơn

Bài báo được thực hiện dưới sự tài trợ kinh phí từ Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua đề tài B2021-TSN-02: Xây dựng quy trình sản xuất giống và thử nghiệm nuôi thương phẩm cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*). Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Bộ Giáo dục và Đào tạo và Trường Đại học Nha Trang đã tạo điều kiện thực hiện nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hứa Thị Ngọc Dung (2019), *Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản cá khế vằn Gnathanodon speciosus (Forsskal, 1775)*, Báo cáo đề tài NCKH cấp Trường Đại học Nha Trang, 45 trang.
2. Nguyễn Thị Lê Nghi, Nguyễn Tấn Sỹ, Trần Thị Lê Trang, Trần Văn Dũng (2022), “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* Lacepède, 1802)”, *Tap chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Thái Nguyên*, số 227(05): 154 - 162.
3. Al Zahrani, A.W., Mohamed, A.H., Serrano, A.E.J, Traifalgar, R.F.M. (2017), “Effects of feeding rate and frequency on growth and feed utilization efficiency in the camouflage grouper (*Epinephelus polyphkadion*) fingerlings fed a commercial diet”, *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 596-601.
4. Blaber, S.J.M., Cyrus, D.P. (1983), “The biology of Carangidae (Teleostei) in Natural estuaries”, *Journal of Fish Biology*, 22 (2): 173-188.
5. Booth, M.A., Tucker, B.J., Allan, G.L., 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): 104-110.
6. Boyd, C.E. (1982), *Water quality management for pond fish culture*, Elsevier Scientific Publishing Co.
7. Broach, J. S., Ohs, C. L., Palau, A., Danson, B. and Elefante, D. (2015), “Induced spawning and larval culture of golden trevally”, *North American Journal of Aquaculture*, 77, 532-538.
8. Chua, T.E. and Teng, S.K. (1978), “Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina*, culture in floating net-cages”, *Aquaculture*, 14(1): 31-47.
9. Costa-Bomfim, C.N., Pessoa, W.V.N., Oliveira, R.L.M., Farias, J.L., Domingues, E.C., Hamilton, S., Cavalli, R.O. (2013), “The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766)”, *Journal of Applied Ichthyology*, 1-5.
10. Dada, A.A., Fagbenro, O.A., Fasakin, E.A. (2002), “Determination of optimum feeding frequency for *Heterobranchus bidorsalis* fry in outdoor concrete tanks”, *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 17(3): 167-174.



11. De Oliveira, R.L.M., dos Santos, L.B.G., Silva, N.N.G., Silva, S.P.A., Silva, F.S., Melatti, E., Cavalli, R.O. (2019), “Feeding rate and feeding frequency affect growth performance of common snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles reared in the laboratory”, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48, e20170292.
12. De Silva, S.S. and Anderson, T.A. (1994), *Fish nutrition in aquaculture*, Springer Science & Business Media.
13. Dharma, T.S., Gigih S Wibawa dan AA. Ketut A. (2017), “The hatchery technology of golden trevally fish (*Gnathanodon speciosus* Forsskal, 1775) for the sustainable development of the aquaculture in the Indonesian”, *Asian - Pacific Aquaculture 2017*. World Aquaculture Society.
14. Eriegha, O.J. and Ekokotu, P.A. (2017), “Factors affecting feed intake in cultured fish species: A review”, *Animal Research International*, 14(2): 2697–2709.
15. Gabriel, U.U., Akinrotimi, O.A., Bekibele, D.O., Onunkwo, D.N., and Anyanwu, P.E. (2007), “Locally produced fish feed: potentials for aquaculture development in subsaharan Africa”, *African Journal of Agricultural Research*, 2(7): 287-295.
16. Goddard, S. (2012), *Feed management in intensive aquaculture*, Springer Science & Business Media.
17. Gunn, J.S. (1990), “A revision of selected genera of the family Carangidae (Pisces) from Australian waters”, *Records of the Australian Museum Supplement*, 12: 1–78.
18. Hamed, S.S., Jiddawi, N.S., Bwathondi, P.O.J., Mmochi, A.J. (2016), “Effect of feeding frequency and feeding rate on growth performance of juvenile silver pompano, *Trachinotus blochii*”, *WIO Journal of Marine Science*, 15(1): 39-47.
19. Hassan, H.U., Ali, Q.M., Ahmad, N., Masood, Z., Hossain, M.Y., Gabol, K., Khan, W., Hussain, M., Ali, A., Attaullah, M., Kamal, M. (2021), “Assessment of growth characteristics, the survival rate and body composition of Asian sea bass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) under different feeding rates in closed aquaculture system”, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2): 1324-1330.
20. Lee, S.M., Hwang, U.G., Cho, S.H. (2000), “Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegelii*)”, *Aquaculture*, 187: 399–409.
21. Ling, K.M. and Ghaffar, M.A. (2014), “Estimation of gastric emptying time (GET) in clownfish (*Amphiprion ocellaris*) using X-radiography technique. In *The 2014 UKM FST Postgraduate Colloquium. AIP Conf. Proc.*, 624-628.
22. 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”, *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(5): 1034-1013.
23. Ndome, C.B., Ekwu, A.O., Ateb, A.A. (2011), “Effect of feeding frequency on feed consumption, growth and feed conversion of *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis* hybrids,” *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 6(1): 6-12.
24. 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.
25. Oh, S.Y., Noh, C.H., 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):

443-449.

26. Okomoda, V.T., Aminem, W., Hassan, A., Martins, C.O. (2019), “Effects of feeding frequency on fry and fingerlings of African cat fish (*Clarias gariepinus*)”, *Aquaculture*, 511: 1-6.
27. Pham Quoc Hung and Le Thi Nhu Phuong (2018), “Preliminary success in seed production technology of Golden trevally (*Gnathanodon speciosus* Forsskal, 1775)”, *Abstracts, The 4th NTU - NTOU Joint International Vietnam - Taiwan Conference On Advanced Marine Aquaculture*. December 11-12, 2018. Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam.
28. Potthoff, T. (1984), “*Clearing and staining techniques*. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Richardson SL (eds) *Ontogeny and systematics of fishes*”, American Society of Ichthyologists and Herpetologists (Special publication 1). Lawrence, Kansas, 35–37.
29. Riche, M., Haley, D.I., Oetker, M., Garbrecht, S., Garling, D.L. (2004), “Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.)”, *Aquaculture*, 234: 657-673.
30. Sanches, L.E.F. and Hayashi, G. (2001), “Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas”, *Maringa*, 23: 871–876.
31. Schnaittacher, G., King, W., Berlinsky, D.L. (2005), “The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L”, *Aquaculture Research*, 36: 370-377.
32. Serap, U.T. and Fikret, A. (2009), “Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet”, *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 33(4): 317-322.
33. Silva, C.R., Gomes, L.C., and 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): 135-139.
34. Sun, G., Liu, Y., Qiu, D., Yi, M., Li, X., Li, Y. (2014), “Effects of feeding rate and frequency on growth performance, digestion and nutrient balances of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in recirculating aquaculture systems (RAS)”, *Aquaculture Research*, 47(1): 176-188.
35. Wang, N., Hayward, R.S., Noltie, D.B. (1998), “Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish”, *Aquaculture*, 165: 261–267.
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(1-4): 162-167.
37. 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 J. Anim. Sci.*, 51(2): 85–91.
38. 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: 244-249.