

EFFECTS OF FEEDING FREQUENCY ON GROWTH, SURVIVAL, AND FEED UTILIZATION OF ORANGE CLOWNFISH (*Amphiprion percula* Lacepède, 1802)

Nguyen Thi Le Nghi¹, Nguyen Tan Sy², Tran Thi Le Trang², Tran Van Dung^{2*}

¹An Giang Department of Agriculture and Rural Development

²Institute of Aquaculture - Nha Trang University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 04/10/2022	This study was conducted to evaluate the effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization of orange clownfish. Five feeding frequencies were tested including 2 times, 4 times, 6 times, 8 times and 10 times/day. Orange clownfish fingerlings (0.86 g, 3.45 cm) were reared at a density of 15 fish/tank (65 liters/tank). All treatments were performed with three replicates over a period of 8 weeks. Results showed that feeding frequency significantly affected the growth parameters of fish. Fish fed 6 times/day achieved the highest growth in total length and body weight, followed by 8 and 10 times/day, and the lowest growth was found in the treatment of 2 and 4 times/day ($P < 0.05$). However, the feeding frequency did not affect the coefficient variance (CV_L , w), condition factor (CF), and survival rate (SR) among the treatments ($P > 0.05$). Feed utilization (FCR, FER and PER) was also optimally achieved at the feeding frequency of 6 times/day ($P < 0.05$). From this study, it can be seen that orange clownfish fingerlings should be fed 6 times/day to attain optimal growth and feed efficiency.
Revised: 04/11/2022	
Published: 24/11/2022	
KEYWORDS	
<i>Amphiprion percula</i>	
Feeding frequency	
Growth	
Orange clownfish	
Survival	

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)

Nguyễn Thị Lê Nghi¹, Nguyễn Tấn Sỹ², Trần Thị Lê Trang², Trần Văn Dũng^{2*}

¹Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh An Giang

²Viện Nuôi trồng Thủy sản - Trường Đại học Nha Trang

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 04/10/2022	Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá 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. Năm tần suất cho ăn được thử nghiệm gồm 2 lần, 4 lần, 6 lần, 8 lần và 10 lần/ngày. Cá khoang cổ cam giống (0,86 g, 3,45 cm) được nuôi với mật độ 15 con/bể (65 lít/bể). Các nghiệm thức được thực hiện với ba lần lặp trong thời gian 8 tuần. Kết quả nghiên cứu cho thấy tần suất cho ăn ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng của cá. Cá được cho ăn 6 lần/ngày đạt các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài, khối lượng cao nhất, tiếp theo là 8 và 10 lần, và thấp nhất ở nghiệm thức 2 và 4 lần/ngày ($P < 0,05$). Tuy nhiên, tần suất cho ăn không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn (CV_L , w), hệ số điều kiện (CF) và tỷ lệ sống (SR) giữa các nghiệm thức ($P > 0,05$). Hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR, FER và PER) cũng đạt được tối ưu ở chế độ cho ăn 6 lần/ngày ($P < 0,05$). Từ nghiên cứu này có thể nhận thấy, cá khoang cổ cam giống nên được cho ăn 6 lần/ngày nhằm đạt được các chỉ tiêu tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn tối ưu.
Ngày hoàn thiện: 04/11/2022	
Ngày đăng: 24/11/2022	
TỪ KHÓA	
<i>Amphiprion percula</i>	
Cá khoang cổ cam	
Tần suất cho ăn	
Sinh trưởng	
Tỷ lệ sống	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6587>

* Corresponding author. Email: tvdung@ntu.edu.vn

1. Giới thiệu

Nghề nuôi cá cảnh biển đã phát triển mạnh mẽ trong vài năm trở lại đây và thu hút được sự quan tâm của người nuôi thủy sinh vật cảnh cũng như các nhà nghiên cứu và bảo tồn. Cá khoang cổ *Amphiprion* (Pomacentridae), bao gồm nhiều loài, phân bố chủ yếu ở các vùng rạn san hô thuộc vùng biển Ấn Độ - Thái Bình Dương [1]. Cá khoang cổ cam (*Amphiprion percula*) rất được ưa chuộng bởi màu sắc đẹp, khả năng thích ứng cao với điều kiện nuôi nhốt và tập tính sống cộng sinh độc đáo với hải quỳ [2]. Cho đến nay, đa số các loài trong giống cá khoang cổ đã được sản xuất giống thành công tại nhiều quốc gia trên thế giới [3], [4]. Ở Việt Nam, quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá khoang cổ cam đã được nghiên cứu và hoàn thiện từ năm 2017 [5]. Tuy nhiên, so với các đối tượng nuôi biển khác, nhiều chỉ tiêu kỹ thuật ương nuôi vẫn chưa được xác định; trong đó, có việc thiết lập chế độ cho ăn tối ưu.

Trong nuôi trồng thủy sản nói chung, thức ăn chiếm tỷ trọng lớn nhất trong tổng chi phí sản xuất, từ 50 - 60% [6], [7]. Để phát triển nuôi một đối tượng trên quy mô thương mại, việc xác định chế độ cho ăn hợp lý dựa trên tần suất cho ăn hay còn gọi là số lần cho ăn/ngày là hết sức cần thiết [8]. Đây là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cả hiệu quả kinh tế và kỹ thuật của quá trình ương nuôi. Tần suất cho ăn không phù hợp, quá nhiều hay quá ít, đều ảnh hưởng đến sinh trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn, chất lượng cá đi kèm với nguy cơ suy giảm chất lượng nước, phát sinh mầm bệnh và gia tăng chi phí sản xuất [9]. Tần suất cho ăn được thiết lập dựa trên thời gian tiêu hóa thức ăn của đối tượng nuôi, thường từ 4 – 36 giờ [10], [11]. Tuy nhiên, cả tần suất cho ăn và thời gian tiêu hóa thức ăn lại có sự khác biệt lớn theo loài, giai đoạn phát triển, tình trạng sức khỏe của cá, chất lượng nước, hệ thống nuôi, số lượng và chất lượng của nguồn thức ăn [9], [12]. Điều này gây ra những khó khăn nhất định trong việc nghiên cứu thiết lập chế độ cho ăn, nhất là với những loài cá được nghiên cứu lần đầu.

Nghiên cứu về tần suất cho ăn lên sinh trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá đã được đề cập trên nhiều loài cá dùng làm thực phẩm, với khoảng thích hợp từ 2 – 6 lần/ngày, dao động từ 0,5 – 12 lần/ngày [13], [14]. Nhìn chung, giai đoạn còn nhỏ, cá thường ăn nhiều hơn để thỏa mãn nhu cầu năng lượng và phát triển; do đó, lượng thức ăn và tần suất cho ăn cũng cần cao hơn so với các giai đoạn về sau [15]. Tuy nhiên, cho tới nay, nghiên cứu về tần suất cho ăn lên nhóm cá khoang cổ nói riêng và cá cảnh biển nói chung còn rất hạn chế. Việc áp dụng chế độ cho ăn từ các đối tượng khác trong ương nuôi cá khoang cổ thường khá phổ biến nhưng có thể không phù hợp do sự khác biệt về loài, mục đích nuôi, hệ thống nuôi, tập tính dinh dưỡng và loại thức ăn sử dụng [16]. Nghiên cứu hiện tại được thực hiện nhằm xác định tần suất cho ăn thích hợp cho cá khoang cổ cam giai đoạn giống.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Hệ thống và bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành ở Trại sản xuất giống cá cảnh Vĩnh Hòa – Nha Trang. Cá khoang cổ cam, là nguồn cá sản xuất giống nhân tạo tại trại, được sử dụng cho các nghiệm thức thí nghiệm. Cá được thuần hóa một tuần trong hệ thống bể nuôi. Sau đó, 225 cá thể khỏe mạnh, kích thước ban đầu $0,86 \pm 0,12$ g và $3,45 \pm 0,18$ cm, được bố trí ngẫu nhiên vào các bể thí nghiệm với mật độ là 15 con/bể.

Cá được nuôi trong các bể kính, thể tích khoảng 65 lít/bể (dài $\times$ rộng $\times$ cao : $55 \times 35 \times 38$ cm). Bể được cấp và thoát nước ở tầng mặt (ở 2 đầu đối diện) và duy trì sục khí 24/24. Nước thoát ra từ các bể nuôi được gom vào một bể lọc sinh học tuần hoàn đặt ở trung tâm hệ thống, thể tích 500 lít. Chất lượng nước được duy trì ổn định nhờ vai trò của vi khuẩn trên các giá thể là hạt nhựa (bioball) và san hô kết hợp với sục khí 24/24. Lưu lượng nước vào/ra bể được giữ ổn định ở mức độ 1,4 - 1,6 lít/phút, tương ứng với tỷ lệ trao đổi khoảng 350 - 370%/ngày. Hệ thống bể thí nghiệm được đặt dưới mái che, chế độ chiếu sáng tự nhiên.

Cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp NRD (INVE, Thailand), cỡ hạt 800 μ m. Thành

phần dinh dưỡng (theo công bố của nhà sản xuất) gồm protein 55,0%, lipid 9,0%, tro/xơ thô 1,9% và độ ẩm 8,0%. Năm tần suất cho ăn được thử nghiệm gồm 2 lần/ngày, 4 lần/ngày, 6 lần/ngày, 8 lần/ngày và 10 lần/ngày, với thời điểm chi tiết trong Bảng 1. Khẩu phần cho ăn được cố định ở mức 5%/ngày, chia đều cho các lần cho ăn. Cá được cho ăn đến thỏa mãn. Lượng thức ăn được điều chỉnh nhằm giảm thiểu dư thừa. Sau 30 phút cho ăn, lượng thức ăn dư thừa (nếu có) được thu lại, lưu trữ trong tủ đông và 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 được sử dụng để tính toán lượng thức ăn thực tế cá sử dụng và các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR, FER, PER). Thí nghiệm được thực hiện với 03 lần lặp, trong thời gian 8 tuần.

Bảng 1. Tần suất cho ăn và thời điểm cho ăn ở các nghiệm thức thí nghiệm

Nghiem thức	Tần suất	Thời điểm cho ăn
1	2 lần/ngày	07h00 và 14h00
2	4 lần/ngày	07h00, 10h00, 14h00 và 17h00
3	6 lần/ngày	07h00, 09h00, 11h00, 13h00, 15h00 và 17h00
4	8 lần/ngày	07h00, 08h30, 10h00, 11h30, 13h00, 14h30, 16h00 và 17h30
5	10 lần/ngày	07h00, 08h00, 09h00, 10h00, 11h00, 13h00, 14h00, 15h00, 16h00 và 17h00

Các yếu tố môi trường được xác định định kỳ tùy theo từng yếu tố, 2 lần/ngày với nhiệt độ, độ mặn và pH, 3 ngày/lần với oxy hòa tan và ammonia tổng số (TAN). Các yếu tố môi trường được duy trì trong phạm vi thích hợp với sinh trưởng và phát triển của cá. Máy đo đa thông số cầm tay 556 MPS (YSI, Mỹ) được sử dụng để đo các thông số nhiệt độ (phạm vi, độ chính xác: -5 – 45°C, $\pm 0,15^\circ\text{C}$), độ mặn (0 – 70‰, $\pm 0,1\%$), pH (0 – 14, $\pm 0,2$) và oxy hòa tan (0 – 50 mg/L, $\pm 0,2$ mg/L). Máy đo cầm tay Hanna HI 96715 được sử dụng để đo hàm lượng ammonia tổng số (0,00 - 9,99 mg/L, $\pm 0,05$ mg/L). Bể nuôi được siphon loại bỏ phân, chất thải 2 lần/ngày (6h30 và 17h30). Nước ngọt được thêm vào bể hàng ngày để duy trì độ mặn ổn định trong phạm vi thích hợp, 32 - 34‰. Bể nuôi, hoạt động của cá, cá chết (nếu có) được quan sát, thu gom và ghi chép hàng ngày.

2.2. Phương pháp xác định và tính toán một số chỉ tiêu

Các chỉ tiêu tăng trưởng:

Chiều dài của cá tại thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm được xác định bằng cách đo toàn bộ số lượng cá trong bể. Chiều dài toàn thân (TL, total length) của cá, khoảng cách từ mũi mõm (khi cá đóng miệng) đến cuối vây đuôi, được đo bằng giấy đo kỹ thuật (200 x 150 mm, 1,0 mm). Khối lượng toàn thân (BW, body weight) cá được xác định bằng cân điện tử VNS LED-A (Việt Nhật, 600 g, 0,01 g). Các thông số và công thức tính toán cụ thể như sau:

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

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

+ Tốc độ tăng trưởng khối lượng/ngày (DWG): $DWG \text{ (g/ngày)} = (W_2 - W_1) / t$

+ Tốc độ tăng trưởng chiều dài/ngày (DLG): $DLG \text{ (cm/ngày)} = (L_2 - L_1) / t$

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

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

+ Hệ số điều kiện (condition factor, CF): $CF \text{ (g/cm}^3\text{)} = 100 \times W/L^3$

+ Hệ số phân tán (coefficient of variation, CV): $CV \text{ (%) } = SD/Mean \times 100$

Tỷ lệ sống (SR): Được xác định vào thời điểm kết thúc thí nghiệm và được tính toán theo công thức: $SR \text{ (%) } = (N_2 / N_1) \times 100$

Hiệu quả sử dụng thức ăn: Được xác định căn cứ vào lượng thức ăn cá ăn vào, lượng thức ăn còn lại và khối lượng cá tăng lên, phương pháp tính cụ thể như sau:

+ Lượng thức ăn cá ăn vào (FI, g/con): $FI = [FC - FR] / N$

+ Hệ số thức ăn (FCR): $FCR = FI / WG$

+ Hiệu quả sử dụng thức ăn (FER): $FE = WG / FI$

+ Hiệu quả sử dụng protein (PER): $PE = 100 \times WG / (FI \times P)$

Trong đó: W_1 , W_2 là khối lượng cá tại thời điểm ban đầu và kết thúc thí nghiệm (g); L_1 , L_2 là chiều dài cá tại thời điểm ban đầu và kết thúc (cm); t là thời gian thí nghiệm (ngày, 56 ngày); SD là độ lệch chuẩn; FC, FR là lượng thức ăn cá ăn vào, còn lại; N_1 , N_2 là số lượng cá ban đầu và kết thúc thí nghiệm, N là tổng số cá thí nghiệm; P là hàm lượng protein trong thức ăn (%; 55%).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Tất cả các số liệu sau khi thu được tính toán dưới dạng giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (Mean $\pm$ SD) trên phần mềm Microsoft Excel 2016. Các số liệu được phân tích thống kê bằng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) sử dụng phần mềm SPSS 22.0. Kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh sự khác biệt giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa $p < 0,05$ [17]. Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình (Mean) $\pm$ Sai số chuẩn (SE) hoặc độ lệch chuẩn (SD, với số liệu môi trường).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả

3.1.1. Các thông số môi trường nước

Các thông số môi trường nước trong suốt 8 tuần thí nghiệm được duy trì trong phạm vi thích hợp với sinh trưởng và phát triển của cá khoang cổ cam giai đoạn giống nhờ hệ thống lọc sinh học tuần hoàn. Nhiệt độ trung bình $28,3 \pm 0,56^\circ\text{C}$, pH $7,9 \pm 0,18$, độ mặn $32,9 \pm 0,66\text{‰}$, hàm lượng oxy hòa tan $5,56 \pm 0,36 \text{ mg/L}$ và hàm lượng ammonia tổng số $0,55 \pm 0,13 \text{ mg N/L}$ (Bảng 2). Nhìn chung, các thông số môi trường nước trong nghiên cứu hiện tại cũng nằm trong phạm vi khuyến cáo trong nuôi cá nói chung bởi Boyd (1982) [18].

Bảng 2. Các thông số môi trường nước trong quá trình thí nghiệm

Thông số	Trung bình	Khoảng dao động
Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	$28,3 \pm 0,56$	27,1 – 31,6
Độ mặn (‰)	$32,9 \pm 0,66$	31,8 – 34,7
pH	$7,9 \pm 0,18$	7,7 – 8,2
Oxy hòa tan (mg/L)	$5,56 \pm 0,36$	5,1 – 6,1
Ammonia tổng số (mg N/L)	$0,55 \pm 0,13$	0,32 – 0,79

3.1.2. Các chỉ tiêu tăng trưởng và tỷ lệ sống

Tần suất cho ăn ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài và khối lượng của cá. Cá được cho ăn 6 lần/ngày đạt chiều dài lớn nhất (4,17 cm), tiếp theo là nghiệm thức 8 và 10 lần/ngày (4,09 và 4,11 cm), thấp nhất ở nghiệm thức 2 lần/ngày (3,95 cm; $P < 0,05$). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa chiều dài của cá ở nghiệm thức cho ăn 8 và 10 lần/ngày ($P > 0,05$). Xu hướng tương tự được ghi nhận với các chỉ tiêu chiều dài tăng lên (LG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR_L). Tuy nhiên, chỉ tiêu DLG ở nghiệm thức cho ăn 6 lần/ngày cao hơn so với nghiệm thức 2, 4 và 6 lần/ngày ($P < 0,05$) nhưng không khác biệt với 10 lần/ngày ($P > 0,05$). Các chỉ tiêu về khối lượng của cá cũng đạt được tốt nhất ở nghiệm thức cho ăn 6 lần/ngày, tiếp theo là nghiệm thức 8 và 10 lần/ngày, thấp nhất ở nghiệm thức 2 và 4 lần/ngày ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu tăng trưởng khối lượng cá ở các tần suất cho ăn 8 và 10 lần/ngày hay 2 và 4 lần/ngày ($P > 0,05$; Bảng 3).

Tần suất cho ăn không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn chiều dài (CV_L) và khối lượng (CV_W) của cá, dao động lần lượt từ 8,41 – 9,37% và 25,43 – 29,30%. Tương tự, không có sự khác biệt thống kê về hệ số điều kiện (CF, 1,77 – 1,82) và tỷ lệ sống của cá giữa các nghiệm thức thí nghiệm (SR, 95,5 – 97,8%; Bảng 3).

Bảng 3. Các chỉ tiêu tăng trưởng của cá ở các tần suất cho ăn khác nhau

Chỉ tiêu	2 lần/ngày	4 lần/ngày	6 lần/ngày	8 lần/ngày	10 lần/ngày
ITL (cm)	3,45 ± 0,18	3,45 ± 0,18	3,45 ± 0,18	3,45 ± 0,18	3,45 ± 0,18
IBW (g/con)	0,86 ± 0,12	0,86 ± 0,12	0,86 ± 0,12	0,86 ± 0,12	0,86 ± 0,12
FTL (cm)	3,95 ± 0,015 ^a	4,00 ± 0,015 ^b	4,17 ± 0,009 ^d	4,09 ± 0,020 ^c	4,11 ± 0,012 ^c
FBW (g/con)	1,11 ± 0,015 ^a	1,15 ± 0,012 ^a	1,32 ± 0,009 ^c	1,24 ± 0,012 ^b	1,22 ± 0,015 ^b
LG (cm)	0,50 ± 0,015 ^a	0,55 ± 0,015 ^b	0,72 ± 0,009 ^d	0,64 ± 0,020 ^c	0,66 ± 0,012 ^c
WG (g/con)	0,25 ± 0,015 ^a	0,29 ± 0,012 ^a	0,46 ± 0,009 ^c	0,38 ± 0,012 ^b	0,36 ± 0,015 ^b
DLG (cm/ngày)	0,009 ± 0,0003 ^a	0,010 ± 0,0003 ^a	0,013 ± 0,0003 ^c	0,011 ± 0,0003 ^b	0,012 ± 0,0003 ^{bc}
DWG (g/ngày)	0,005 ± 0,0003 ^a	0,005 ± 0,0003 ^a	0,008 ± 0,0001 ^c	0,007 ± 0,0003 ^b	0,006 ± 0,0003 ^b
SGR _L (%/ngày)	0,24 ± 0,006 ^a	0,26 ± 0,006 ^b	0,34 ± 0,003 ^d	0,31 ± 0,009 ^c	0,31 ± 0,006 ^c
SGR _w (%/ngày)	0,47 ± 0,023 ^a	0,52 ± 0,020 ^a	0,76 ± 0,010 ^c	0,66 ± 0,020 ^b	0,63 ± 0,021 ^b
CV _L (%)	9,37 ± 0,76	9,01 ± 0,86	8,41 ± 0,47	8,51 ± 0,48	8,44 ± 0,64
CV _w (%)	29,20 ± 3,52	27,56 ± 2,15	25,43 ± 1,19	29,30 ± 1,89	27,60 ± 0,85
CF	1,82 ± 0,020 ^b	1,80 ± 0,015 ^{ab}	1,82 ± 0,003 ^b	1,81 ± 0,003 ^b	1,77 ± 0,003 ^a
SR (%)	95,53 ± 2,23	97,77 ± 2,23	97,77 ± 2,23	95,53 ± 2,23	95,53 ± 2,23

Ghi chú: ITL: chiều dài toàn thân ban đầu; IBW: khối lượng toàn thân ban đầu; FTL: chiều dài toàn thân cuối thí nghiệm; FBW: khối lượng toàn thân cuối thí nghiệm; LG: chiều dài tăng lên; WG: khối lượng tăng lên; DLG: tốc độ tăng trưởng chiều dài trung bình ngày; DWG: tốc độ tăng trưởng khối lượng trung bình ngày; SGR_L: tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng; SGR_w: tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng; CV_L: hệ số phân tán chiều dài; CV_w: hệ số phân tán khối lượng; CF: hệ số điều kiện; SR: tỷ lệ sống. Trong cùng hàng, các số liệu mang các ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

3.1.3. Hiệu quả sử dụng thức ăn

Tần suất cho ăn cũng ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn. Hệ số thức ăn (FCR) thấp nhất đạt được ở tần suất cho ăn 6 lần/ngày (2,01), tiếp theo là 4 và 8 lần/ngày (2,48 và 2,45) và cao nhất ở tần suất 10 lần/ngày (3,08) ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về hệ số FCR ở các nghiệm thức 4 và 8 lần/ngày ($P > 0,05$). Hiệu quả sử dụng thức ăn (FER) và hiệu quả sử dụng protein thức ăn (PER) ở nghiệm thức 6 lần/ngày cũng đạt giá trị cao nhất, tiếp theo là nghiệm thức 4 và 8 lần/ngày, thấp nhất ở nghiệm thức 10 lần/ngày ($P < 0,05$). Trong khi đó, lượng thức ăn cá ăn vào có sự gia tăng tỷ lệ thuận với tần suất cho ăn, cao nhất ở 10 lần/ngày, tiếp theo là 6 và 8 lần/ngày và thấp nhất ở 2 và 4 lần/ngày ($P < 0,05$; Bảng 4).

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

Chỉ tiêu	2 lần/ngày	4 lần/ngày	6 lần/ngày	8 lần/ngày	10 lần/ngày
FI (g/con)	0,69 ± 0,033 ^a	0,71 ± 0,026 ^a	0,92 ± 0,020 ^b	0,92 ± 0,026 ^b	1,13 ± 0,038 ^c
FCR	2,69 ± 0,040 ^c	2,48 ± 0,026 ^b	2,01 ± 0,015 ^a	2,45 ± 0,010 ^b	3,08 ± 0,023 ^d
FER	0,37 ± 0,007 ^b	0,40 ± 0,003 ^c	0,50 ± 0,003 ^d	0,41 ± 0,001 ^c	0,32 ± 0,003 ^a
PER (%)	67,63 ± 1,01 ^b	73,43 ± 0,79 ^c	90,34 ± 0,72 ^d	74,15 ± 0,25 ^c	59,06 ± 0,41 ^a

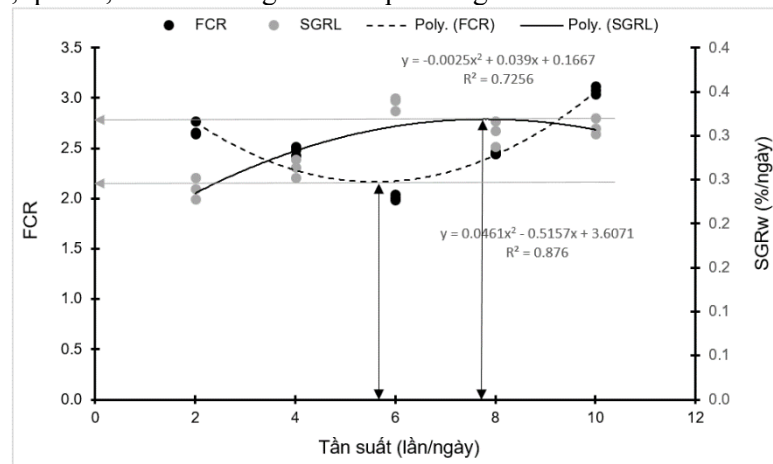
Ghi chú: FI: lượng thức ăn cá ăn vào; FCR: hệ số chuyển đổi thức ăn; FE: hiệu quả sử dụng thức ăn; PE: hiệu quả sử dụng protein. Trong cùng hàng, các số liệu mang các ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, $P < 0,05$.

Kết quả phân tích tương quan giữa tần suất cho ăn với hệ số FCR và tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng cho thấy giá trị tối ưu đạt được với FCR là 2,16 và SGR_L là 0,32%/ngày ở các tần suất cho ăn tương ứng là 5,6 lần/ngày và 7,8 lần/ngày (Hình 1). Từ kết quả này có thể kết luận rằng, 6 lần/ngày là tần suất cho ăn thích hợp với cá khoang cổ cam giai đoạn giống nhằm đạt được các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn tối ưu.

3.2. Thảo luận

Tần suất cho ăn là một trong những yếu tố có ảnh hưởng lớn đến kết quả ương nuôi đã được đề cập trên nhiều loài cá. Nhìn chung, thông số này có sự khác biệt theo loài (tập tính dinh dưỡng, cấu trúc cơ quan tiêu hóa); khả năng/tốc độ tiêu hóa, hấp thu; kích cỡ/giai đoạn phát triển;

các thông số môi trường nước (nhiệt độ, oxy, khí độc); số lượng và chất lượng thức ăn sử dụng; trạng thái sinh lý và sức khỏe của cá; hệ thống nuôi (nước chảy hay nước tĩnh) [19]. Do đó, nghiên cứu về tần suất cho ăn cần xác định trên loài và giai đoạn cụ thể, đi kèm với các yếu tố có liên quan khác. Trong một phạm vi nhất định, lượng thức ăn cá ăn vào tỷ lệ thuận với sự gia tăng của tần suất cho ăn; qua đó, sẽ ảnh hưởng đến kết quả ương nuôi.



Hình 1. Tần suất cho ăn tối ưu dựa trên tương quan với hệ số FCR và SGRL

Trong nghiên cứu hiện tại, việc gia tăng tần suất cho ăn từ 2 - 6 lần/ngày giúp cải thiện đáng kể tốc độ tăng trưởng của cá (Bảng 3). Điều này tương tự với các nghiên cứu của Okomoda và cộng sự (2019) trên loài *Clarias gariepinus*, 1 - 6 lần/ngày [20]; Schnaittacher và cộng sự (2005) trên loài *Hippoglossus hippoglossus*, 1 - 5 lần/ngày [21]; hay De Oliveira và cộng sự (2019) trên loài *Centropomus undecimalis*, 2 - 6 lần/ngày [22]. Khi lượng thức ăn hay khẩu phần thức ăn được xác định trong ngày, tính theo phần trăm khối lượng thân; việc chia nhỏ số lần cho ăn sẽ ảnh hưởng đến tăng trưởng của cá. Nếu số lần cho ăn quá thấp, dưới 2 lần/ngày, lượng thức ăn mỗi lần quá lớn làm giảm hiệu quả tiêu hóa và hấp thu. Đồng thời, một lượng thức ăn nhất định sẽ không được sử dụng, phân hủy gây ô nhiễm môi trường, gia tăng tiêu hao oxy, giải phóng khí độc và cuối cùng là gây bệnh cho cá [18]. Ngoài ra, việc cho ăn quá ít lần cũng làm gia tăng hiện tượng cạnh tranh thức ăn, cá ăn/tấn công lẫn nhau, gây hao hụt và gia tăng sự phân hóa kích thước trong quần đàn [14].

Tuy nhiên, việc gia tăng tần suất cho ăn ở một mức độ nhất định cũng không giúp nâng cao tốc độ tăng trưởng của cá. Trong nghiên cứu hiện tại, cá được cho ăn 8 - 10 lần/ngày có các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài (ngoại trừ DLG) và khối lượng thấp hơn đáng kể so với tần suất cho ăn 6 lần/ngày ($P < 0,05$; Bảng 3). Kết quả này tương tự với một số nghiên cứu khác, ví dụ 6 lần so với 3 lần/ngày trên loài *Trachinotus blochii* [23]; 4 lần so với 2 - 3 lần/ngày trên loài *Tor putitora* [24]; hay 6 lần so với 4 - 5 lần/ngày trên loài *Oreochromis niloticus* [25]. Việc cho ăn với tần suất quá cao, trên 6 lần/ngày, khiến tải lượng thức ăn trong đường tiêu hóa quá lớn cũng làm giảm hiệu quả tiêu hóa, hấp thu; đồng thời không kích thích được cá thèm ăn trở lại [9], [21], [26]. Ngoài gây lãng phí thức ăn, tổn nhân công, gia tăng chi phí sản xuất, điều này cũng gây ra các tác động tiêu cực đến môi trường và bệnh cá tương tự việc cho ăn quá ít lần kể trên [6].

Ngoài sinh trưởng, tần suất cho ăn cũng ảnh hưởng rõ rệt đến các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn. Trong nghiên cứu này, lượng thức ăn cá khoảng cỡ cam sử dụng gia tăng tỷ lệ thuận với tần suất cho ăn, thấp nhất ở 2 - 4 lần/ngày và cao nhất ở 10 lần/ngày. Điều này cũng được báo cáo trên nhiều loài như *Clarias gariepinus*, 1 - 5 lần/ngày [20] hay *Carassius auratus gibelio*, 2 - 24 lần/ngày [19]. Tuy nhiên, các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn (FCR, FER và PER) lại tối ưu ở nghiệm thức cho ăn 6 lần/ngày, tiếp theo là nghiệm thức 4 và 8 lần/ngày (Bảng 4). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Hassan và cộng sự (2021) trên loài *Lates calcarifer*, 3 so với 2 và 4 lần/ngày [27] hay Ndome và cộng sự (2011) trên loài *Clarias*

gariepinus × *Heterobranchus longifilis* hybrids, 2 và 3 so với 4 và 5 [28]. Như vậy, các phân tích về hiệu quả sử dụng thức ăn trong nghiên cứu hiện tại càng khẳng định thêm rằng tần suất cho ăn 6 lần/ngày là phù hợp với cá khoang cổ cam xét về góc độ kinh tế và kỹ thuật.

Đáng chú ý, trong nghiên cứu này, tần suất cho ăn 2 – 10 lần/ngày không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn, hệ số điều kiện cũng như tỷ lệ sống của cá khoang cổ cam. Kết quả này cũng tương tự với nhiều nghiên cứu khác khi cho rằng ở giai đoạn giống, tần suất cho ăn ảnh hưởng đến các chỉ tiêu tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn hơn là tỷ lệ sống [28]. Đối với cá khoang cổ nemo (*Amphiprion ocellaris*), một loài rất giống với cá khoang cổ cam, Ling and Ghaffar (2014) bằng kỹ thuật chụp X quang đã xác định được thời gian để thức ăn tiêu hóa hết trong dạ dày của cá khoang cổ nemo là 36 giờ [11]. Như vậy, lượng thức ăn cho cá khoang cổ cam ăn từ 2 lần/ngày có thể đảm bảo được nhu cầu dinh dưỡng cho hoạt động sống của cá một cách bình thường.

Tần suất cho ăn tối ưu trong nghiên cứu hiện tại là 6 lần/ngày; về cơ bản, cao hơn so với một số đối tượng nuôi khác. Điều này có thể là do sự khác biệt về loài, giai đoạn phát triển của cá. Ở giai đoạn giống, cá có xu hướng ăn nhiều hơn so với các giai đoạn về sau, 4 – 8 lần so với 1 – 3 lần/ngày, ghi nhận trên các loài *Salmo salar* [29], *Trachinotus blochii* [23], *Centropomus undecimalis* [22]. Tuy nhiên, một số loài lại đạt kết quả tốt hơn ở tần suất cho ăn thấp như loài *Epinephelus tauvina* 0,5 lần/ngày hay 2 ngày/lần [30]. Trong khi đó, tần suất cho ăn khác nhau (1 – 4 lần/ngày) không ảnh hưởng đến kết quả ương nuôi, ghi nhận trên loài *Epinephelus polyphekadion* [31], *Betta splendens* [32], *Heterobranchus bidorsalis* từ 2 - 5 lần/ngày và liên tục 24 giờ [33] hay *Rachycentron canadum* từ 1 – 6 lần/ngày [34]. Như vậy, có thể nhận thấy, tần suất cho ăn tối ưu ở cá có sự khác biệt theo loài và giai đoạn phát triển. Ngoài ra, việc sử dụng hệ thống lọc sinh học tuần hoàn như trong nghiên cứu hiện tại cũng cho phép nuôi cá ở tần suất cho ăn cao hơn so với hệ thống nước tĩnh.

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu hiện tại đã khẳng định tần suất cho ăn có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu tăng trưởng (LG, WG, DLG, DWG, SGR_L, SGR_w) và hiệu quả sử dụng thức ăn (FI, FCR, FE, PE) của cá khoang cổ cam giai đoạn giống. Trong đó, 6 lần/ngày được xác định là thích hợp xét về cả góc độ kinh tế và kỹ thuật. Tuy nhiên, tần suất cho ăn không ảnh hưởng đến hệ số phân đàn (CV), hệ số điều kiện (CF) và tỷ lệ sống (SR) của cá.

Các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung làm rõ ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên các chỉ tiêu sinh hóa, enzyme và sự biến đổi mô học ống tiêu hóa của loài cá này.

Lời cảm ơn

Bài báo là một phần của đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo (B2021-TSN-03: *Nghiên cứu nâng cao sinh trưởng, tỷ lệ sống và màu sắc của cá khoang cổ cam Amphiprion percula Lacepède, 1802*). Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường, Bộ Giáo dục và Đào tạo đã tài trợ kinh phí; Sự quan tâm ủng hộ của Trường Đại học Nha Trang; Sự phối hợp và tạo điều kiện triển khai của Trại sản xuất giống cá cảnh biển Vĩnh Hòa trong suốt thời gian thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] G. R. Allen, *The anemonefishes: their classification and biology*, TFH Publications Neptune City, 1972.
- [2] J. K. Pinnegar and J. M. Murray, “Understanding the United Kingdom marine aquarium trade—a mystery shopper study of species on sale,” *Journal of Fish Biology*, vol. 94, no. 6, pp. 917-924, 2019.
- [3] R. Calado, I. Olivotto, M. P. Oliver, and G. J. Holt, *Marine ornamental species aquaculture*. Wiley Online Library, 2017.
- [4] J. Y. Chen, C. Zeng, D. R. Jerry, and J. M. Cobcroft, “Recent advances of marine ornamental fish larviculture: broodstock reproduction, live prey and feeding regimes, and comparison between demersal and pelagic spawners,” *Reviews in Aquaculture*, vol. 12 no. 3, pp. 1518-1541, 2020.

- [5] D. V. Tran, "Research on developing a process for seed production and grow – out culture of orange clownfish (*Amphiprion percula* Lacepede, 1802)," Scientific and technological research project at the Ministry of Education and Training level (2014 - 2016), Nha Trang University, 2017.
- [6] C. R. Silva, L. C. Gomes, and F. R. Brandão, "Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages," *Aquaculture*, vol. 264, no. 1-4, pp. 135-139, 2007.
- [7] U. U. Gabriel, O. A. Akinrotimi, D. O. Bekibele, D. N. Onunkwo, and P. E. Anyanwu, "Locally produced fish feed: potentials for aquaculture development in subsaharan Africa," *African Journal of Agricultural Research*, vol. 2, no. 7, pp. 287-295, 2007.
- [8] O. J. Eriegha and P. A. Ekokotu, "Factors affecting feed intake in cultured fish species: A review," *Animal Research International*, vol. 14, no. 2, pp. 2697-2709, 2017.
- [9] S. Goddard, *Feed management in intensive aquaculture*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [10] S. M. Lee, U. G. Hwang, and S. H. Cho, "Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*)," *Aquaculture*, vol. 187, pp. 399-409, 2000.
- [11] K. M. Ling and M. A. Ghaffar, "Estimation of gastric emptying time (GET) in clownfish (*Amphiprion ocellaris*) using X-radiography technique," in *The 2014 UKM FST Postgraduate Colloquium. AIP Conf. Proc.*, 2014, pp. 624-628.
- [12] S. S. De Silva and T. A. Anderson, *Fish nutrition in aquaculture*. Springer Science & Business Media, 1994.
- [13] S. Y. Oh, C. H. Noh, and S. H. Cho, "Effect of restricted feeding regimes on compensatory growth and body composition of red sea bream, *Pagrus major*," *Journal of The World Aquaculture Society*, vol. 38, no. 3, pp. 443-449, 2007.
- [14] M. A. Booth, B. J. Tucker, G. L. Allan, and D. S. Fielder, "Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper *Pagrus auratus*," *Aquaculture*, vol. 282, no. 1-4, pp. 104-110, 2008.
- [15] F. Xie, Q. Ai, K. Mai, W. Xu, and H. Ma, "The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae," *Aquaculture*, vol. 311, no. 1-4, pp. 162-167, 2011.
- [16] P. Buston, "Social hierarchies: size and growth modification in clownfish," *Nature*, vol. 424, pp. 145-146, 2003.
- [17] J. H. Zar, *Biostatistical Analysis*, 4th edition. Pearson Education, Inc. Dehli, India, 1999.
- [18] C. E. Boyd, *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Co., 1982.
- [19] Z. Zhou, Y. Cui, S. Xie, X. Zhu, and W. Lei, "Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carrassius auratus gibelio*)," *Journal of Applied Ichthyology*, vol. 19, pp. 244-249, 2003.
- [20] V. T. Okomoda, W. Aminem, A. Hassan, and C. O. Martins, "Effects of feeding frequency on fry and fingerlings of African cat fish (*Clarias gariepinus*)," *Aquaculture*, vol. 511, pp. 1-6, 2019.
- [21] G. Schnaittacher, W. King, and D. L. Berlinsky, "The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L.," *Aquaculture Research*, vol. 36, pp. 370-377, 2005.
- [22] R. L. M. De Oliveira, L. B. G. dos Santos, N. N. G. Silva, S. P. A. Silva, F. S. Silva, E. Melatti, and R. O. Cavalli, "Feeding rate and feeding frequency affect growth performance of common snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles reared in the laboratory," *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 48, 2019, Art. no. e20170292.
- [23] S. S. Hamed, N. S. Jiddawi, P. O. J. Bwathondi, and A. J. Mmochi, "Effect of feeding frequency and feeding rate on growth performance of juvenile silver pompano, *Trachinotus blochii*," *WIO Journal of Marine Science*, vol. 15, no. 1, pp. 39-47, 2016.
- [24] Y. Basade and M. Mohan, "Effect of feeding frequency on growth performance, feed efficiency and bioenergetics of golden mahseer early fry," *Asian Fisheries Science*, vol. 22, pp. 549-559, 2009.
- [25] L. E. F. Sanches and G. Hayashi, "Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas," *Maringa*, vol. 23, pp. 871-876, 2001.
- [26] M. Riche, D. I. Haley, M. Oetker, S. Garbrecht, and D. L. Garling, "Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.)," *Aquaculture*, vol. 234, pp. 657-673, 2004.
- [27] H. U. Hassan, Q. M. Ali, N. Ahmad, Z. Masood, M. Y. Hossain, K. Gabol, W. Khan, M. Hussain, A.

- Ali, M. Attaullah, and M. Kamal, "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*, vol. 28, no. 2, pp. 1324-1330, 2021.
- [28] N. H. Norazmi-Lokman, A. A. Baderi, Z. M. Zabidi, and A. W. Diana, "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*, vol. 32, p. 106046, 2020.
- [29] G. Sun, Y. Liu, D. Qiu, M. Yi, X. Li, and Y. Li, "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*, vol. 47, no. 1, pp. 176-188, 2014.
- [30] T. E. Chua and S. K. Teng, "Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina*, culture in floating net-cages," *Aquaculture*, vol. 14, no. 1, pp. 31-47, 1978.
- [31] A. W. Al Zahrani, A. H. Mohamed, A. E. J. Serrano, and R. F. M. Traifalgar, "Effects of feeding rate and frequency on growth and feed utilization efficiency in the camouflage grouper (*Epinephelus polyphekadion*) fingerlings fed a commercial diet," *European Journal of Experimental Biology*, vol. 3, no. 1, pp. 596-601, 2017.
- [32] C. B. Ndome, A. O. Ekwu, and A. A. Ateb, "Effect of feeding frequency on feed consumption, growth and feed conversion of *Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis* hybrids," *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, vol. 6, no. 1, pp. 6-12, 2011.
- [33] A. A. Dada, O. A. Fagbenro, and E. A. Fasakin, "Determination of optimum feeding frequency for *Heterobranchus bidorsalis* fry in outdoor concrete tanks," *Journal of Aquaculture in the Tropics*, vol. 17, no. 3, pp. 167-174, 2002.
- [34] C. N. Costa-Bomfim, W. V. N. Pessoa, R. L. M. Oliveira, J. L. Farias, E. C. Domingues, S. Hamilton, and R. O. Cavalli, "The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766)," *Journal of Applied Ichthyology*, no. 30, pp. 135-139, 2014.