ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN ĐẾN SINH TRƯỞNG, TỶ LỆ SỐNG VÀ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG THỨC ĂN CỦA CÁ BÈ VẪU (*Caranx ignobilis* Forsskål, 1775) GIAI ĐOẠN GIỐNG

IMPACT OF SALINITY ON GROWTH, SURVIVAL AND FEED UTILIZATION EFFICIENCY OF GIANT TREVALLY (Caranx ignobilis Forsskål, 1775) JUVENILES

Ngô Văn Mạnh*, Dương Nguyễn Hoàng, Đặng Thị Bích Trâm, Hoàng Thị Thanh
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: 18/07/2024; Ngày phản biện thông qua: 19/08/2024; Ngày duyệt đăng: 25/09/2024

TÓM TẮT

Độ mặn là một trong những yếu tố môi trường quan trọng ảnh hưởng lớn đến đối tượng nuôi cá biển nói chung, tuy nhiên, ảnh hưởng của độ mặn đến cá bè vẫu vẫn chưa được nghiên cứu. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các mức độ mặn khác nhau đến tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu (Caranx ignobilis) giai đoạn giống. Cá giống với chiều dài và khối lượng trung bình lần lượt là 2,62 ± 0,13 cm và 0,26 ± 0,07 g/con được chia ngẫu nhiên vào các bể nuôi 70L với mật độ 2 con/L. Bốn mức độ mặn gồm 5‰, 15‰, 25‰ và 33‰ được thử nghiệm, mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần trong 28 ngày. Kết quả cho thấy độ mặn có ảnh hưởng đáng kể đến tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu ($p < 0,05$). Ở độ mặn 33‰, cá đạt tăng trưởng và sinh khối cao nhất, vượt trội so với độ mặn 5‰, lần lượt là 29,0% và 63,3%. Tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá ở độ mặn 15 - 33‰ tốt hơn đáng kể so với độ mặn 5‰, với mức cải thiện tương ứng từ 7,1 – 9,2% và 31,7 – 51,7%. Tương tự, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá ở độ mặn 15 - 33‰ tốt hơn so với 5‰, với mức tăng 20,0 – 24,6% của FCR và 15,7 – 21,3% của PER. Những phát hiện này cung cấp thông tin hữu ích về ảnh hưởng của độ mặn đến hiệu quả sản xuất cá bè vẫu giai đoạn giống, góp phần tối ưu hóa quy trình sản xuất giống loài cá này.

Từ khóa: *Caranx ignobilis, độ mặn, tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn.*

ABSTRACT

Salinity is one of the crucial environmental factors that greatly influence marine fish aquaculture in general; however, its specific effects on the giant trevally (Caranx ignobilis) have not been thoroughly investigated. This study was conducted to evaluate the effects of different salinity levels on growth, survival rate, and feed utilization efficiency of giant trevally (Caranx ignobilis) juveniles. Fish juveniles with an average length and weight of 2.62 ± 0.13 cm and 0.26 ± 0.07 g/fish, respectively, were randomly distributed into 70L tanks at a density of 2 fish/L. Four salinity levels of 5‰, 15‰, 25‰, and 33‰ were tested, with each treatment replicated three times for 28 days. The results showed that salinity significantly affected the growth, survival rate, and feed utilization efficiency of giant trevally ($p < 0.05$). At 33‰ salinity, fish achieved the highest growth and biomass, significantly outperforming those at 5‰ by 29.0% and 63.3%, respectively. Survival rate and deformity rate of fish at 15 - 33‰ were significantly better than those at 5‰, with improvements ranging from 7.1 – 9.2% and 31.7 – 51.7%, respectively. Similarly, the feed utilization efficiency of fish reared at salinities of 15 - 33‰ was superior to those at 5‰, with improvements of 20.0 – 24.6% in FCR and 15.7 – 21.3% in PER. These findings provide useful information on the effects of salinity on the production efficiency of giant trevally juveniles, contributing to the optimization of the seed production process for this species.

Keywords*: Caranx ignobilis, salinity, growth, survival rate, feed utilization.*

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá bè vẫu hay còn gọi là cá khế vây vàng (*Caranx ignobilis*) là loài cá biển có giá trị kinh tế cao, thịt thơm ngon và được thị trường ưa chuộng [7]. Chúng phân bố rộng ở các vùng biển nhiệt đới thuộc khu vực Ấn Độ - Thái

Bình Dương [27]. Loài cá này có khả năng thích nghi cao với nhiều điều kiện môi trường và hệ thống nuôi, thể hiện tốc độ tăng trưởng nhanh [1, 7]. Mặc dù cá bè vẫu trưởng thành sống ở vùng có độ mặn cao và ổn định như rạn san hô, nhưng giai đoạn con non lại trải qua môi trường có biên độ dao động độ mặn lớn như cửa sông, ven biển và đầm phá [33].

Ở nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ, nguồn cung cấp cá bè vẫu cho thị trường chủ yếu từ khai thác tự nhiên với nhiều biện pháp không bền vững, gây ảnh hưởng tiêu cực đến nguồn lợi và hệ sinh thái rạn san hô [11, 21, 32]. Nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là sản xuất giống nhân tạo, được coi là giải pháp hiệu quả để phát triển bền vững nghề nuôi cá bè vẫu, đồng thời, góp phần giảm áp lực khai thác lên nguồn lợi tự nhiên [1, 24]. Mặc dù đã có một số thành công bước đầu trong sản xuất giống nhân tạo loài cá này ở Việt Nam cũng như trên thế giới [1, 24], tuy nhiên, nhiều thông số kỹ thuật, môi trường và kinh tế của quy trình sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá bè vẫu chưa được tối ưu.

Độ mặn là một trong những yếu tố môi trường – sinh thái quan trọng ảnh hưởng đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của động vật thủy sản thông qua tác động lên áp suất thẩm thấu, cân bằng nước - khoáng, miễn dịch, tiêu hóa và nhu cầu năng lượng [2, 9, 18]. Độ mặn gần với điều kiện đẳng trương có thể cải thiện tăng trưởng do giảm năng lượng tiêu tốn cho điều hòa thẩm thấu và tăng khả năng hấp thu dinh dưỡng ở ruột [9]. Ngược lại, độ mặn gần giới hạn khả năng chịu đựng, quá cao hay quá thấp, có thể làm suy giảm miễn dịch, hoạt động ăn mồi, dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống [22, 30]. Mặc dù vậy, cho đến nay, các nghiên cứu về tác động của độ mặn lên cá bè vẫu vẫn còn rất hạn chế.

Mặc dù đã có một số nghiên cứu về ảnh hưởng của độ mặn lên kết quả ương, nuôi một số loài cá biển [4, 5], tuy nhiên, do sự khác biệt về đặc điểm của loài và giai đoạn phát triển, việc áp dụng kết quả từ loài này cho loài khác có thể không phù hợp [4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 31]. Nghiên cứu này nhằm xác định độ mặn tối ưu (trong khoảng 5 - 33‰) cho tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu giai đoạn giống, làm cơ sở hoàn thiện quy trình sản xuất giống và đánh giá khả năng nuôi loài cá này trong các thủy vực nước lợ nhằm mở rộng vùng nuôi loài cá này ở Việt Nam. Các chỉ số sinh trưởng (tốc độ tăng trưởng đặc trưng chiều dài, khối lượng; sinh khối; hệ số phân đàn, hệ số điều kiện), tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn (hệ số chuyển hóa thức ăn, tỷ lệ hiệu quả sử dụng protein thức ăn) sẽ được theo dõi và phân tích. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin quan trọng về nhu cầu môi trường nuôi của cá bè vẫu và góp phần định hướng quy hoạch vùng sản xuất giống và nuôi thương phẩm, và điều này có ý nghĩa lớn trong phát triển bền vững nuôi trồng thủy sản.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng, thời gian và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là cá bè vẫu (*Caranx ignobilis*) giai đoạn giống, được sản xuất tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, Nha Trang, Khánh Hòa. Cá thí nghiệm có chiều dài và khối lượng toàn thân trung bình lần lượt là 2,62 ± 0,13 cm và 0,26 ± 0,07 g/con. Các cá thể được lựa chọn kỹ lưỡng, đảm bảo đồng đều về kích cỡ, khỏe mạnh, vận động linh hoạt, màu sắc tự nhiên và không có biểu hiện của bất kỳ bệnh lý nào. Cá được thích nghi trong điều kiện bể thí nghiệm trong 3 ngày trước khi tiến hành điều chỉnh độ mặn. Thí nghiệm được tiến hành từ tháng 2 đến tháng 3 năm 2023, trong bể composite hình trụ tròn, đáy nón có tổng thể tích 100 lít, cấp nước 70 lít/bể (đường kính 70 cm, chiều cao 80 cm). Cá được thả nuôi với mật độ 2 con/lít, tương đương 140 con/bể.

2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thiết kế theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn, gồm 4 nghiệm thức tương ứng với 4 mức độ mặn: 5‰, 15‰, 25‰ và 33‰ (đối chứng), nhằm đánh giá ảnh hưởng của độ mặn lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu giai đoạn giống. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với ba lần lặp trong thời gian 28 ngày.

Nguồn nước sử dụng cho thí nghiệm là nước biển tự nhiên, có độ mặn 33‰. Các mức độ mặn thấp hơn được pha, điều chỉnh bằng cách thêm nước ngọt (đã loại bỏ chlorine). Để pha độ mặn tương ứng với các nghiệm thức thí nghiệm, công thức S1 × V1 = S2 × V2 (với S1, V1 là độ mặn và thể tích của nước biển ban đầu, S2, V2 là độ mặn và thể tích của nước cần pha) được áp dụng. Ví dụ, để tạo ra các mức độ mặn tương ứng, 5‰, 15‰ và 25‰, nước 33‰ được pha loãng với nước ngọt theo tỷ lệ thể tích lần lượt là 1 : 5,6, 1 : 1,2 và 1 : 0,32. Độ mặn sau pha loãng được kiểm tra bằng khúc xạ kế và điều chỉnh nếu cần thiết. Cá được thuần hóa độ mặn trong 7 ngày với mức độ thay đổi từ 2 - 4‰/ngày trước khi bắt đầu tính thời gian thí nghiệm.

3. Chế độ chăm sóc và quản lý

Cá được cho ăn thức ăn công nghiệp No 4 tương đương cỡ hạt 400 µm (KAIO, Nisshin, Nhật Bản). Thành phần dinh dưỡng của thức ăn theo công bố của nhà sản xuất gồm protein thô > 50,0%, lipid thô > 6,0%, xơ thô < 3,0%, tro thô < 15%, canxi > 2,0%, phốt pho > 1,5%, độ ẩm 10%. Cá được cho ăn với khẩu phần 5 - 7% khối lượng thân, chia làm 4 lần/ngày. Thức ăn thừa (nếu có) được thu gom sau 30 phút cho ăn để tính toán hiệu quả sử dụng thức ăn vào cuối thí nghiệm.

Bể nuôi được sục khí liên tục 24/24h, đặt dưới mái che để hạn chế tác động của nhiệt độ và ánh sáng. Nước trong bể được thay 30 - 50%/lần, 2 lần/ngày. Các yếu tố môi trường nước như nhiệt độ (28 - 30°C), pH (7,7 - 8,2), oxy hòa tan (5 - 6 mg/L), TAN (< 0,5 mg N_2/L), và độ mặn tương ứng với từng nghiệm thức được duy trì ổn định trong giới hạn thích hợp cho sinh trưởng, phát triển của cá bè vẫu.

4. Các chỉ tiêu và phương pháp xác định

4.1. Tăng trưởng và sinh khối

Vào ngày cuối thí nghiệm (ngày 28), 30 cá thể được thu ngẫu nhiên từ mỗi bể để xác định chiều dài toàn thân (TL, cm) và khối lượng toàn thân (BW, g). Chiều dài toàn thân được đo từ mõm cá (khi cá đóng miệng) tới cuối vây đuôi bằng thước kẻ có độ chính xác 1,0 mm. Khối lượng toàn thân được xác định bằng cân điện tử Việt Nhật có độ chính xác 0,01 g.

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài (SGR_L, %/ngày) và khối lượng (SGR_W, %/ngày) được tính theo công thức:

$SGR_L = [(\ln L_2 - \ln L_1)/t] \times 100$

$SGR_W = [(\ln W_2 - \ln W_1)/t] \times 100$

Trong đó: L_1, L_2, W_1, W_2 lần lượt là chiều dài và khối lượng toàn thân trung bình của cá ở thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm; t là thời gian thí nghiệm (ngày).

Sinh khối cá (BM, g/L) được tính theo công thức: $BM = TB_W / V$

Trong đó: TBw là tổng khối lượng cá trong bể (g), V là thể tích bể nuôi (lít).

4.2. Hệ số phân đàn và hệ số điều kiện

Hệ số phân đàn về chiều dài (CV_L, %) và khối lượng (CV_W, %) của cá được tính theo công thức:

$CV_L = (SD_L/Mean_L) \times 100$

$CV_W = (SD_W/Mean_W) \times 100$

Trong đó: SD_L, SD_W là độ lệch chuẩn của chiều dài và khối lượng; MeanL, MeanW là chiều dài và khối lượng trung bình của cá.

Hệ số điều kiện (K, g/cm^3) của cá được tính theo công thức:

$K = 100 \times W_2/L_2^3$

Trong đó: L_2, W_2 lần lượt là chiều dài và khối lượng toàn thân trung bình của cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm.

4.3. Tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình

Tỷ lệ sống (SR, %) và tỷ lệ dị hình (DFR, %) của cá được tính theo công thức:

$SR = (N_2 / N_1) \times 100$

$DFR = 100 \times DF / NF$

Trong đó: N_1, N_2 lần lượt là số lượng cá thả ban đầu và số cá còn sống tại thời điểm kết thúc thí nghiệm. DF là số cá có hình thái bất thường, NF là số cá bình thường. Số lượng cá dị hình được xác định theo mô tả của Ngô Văn Mạnh [3].

4.4. Hiệu quả sử dụng thức ăn

Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá được đánh giá thông qua lượng thức ăn tiêu thụ (FI, g/con), tỷ lệ tiêu thụ thức ăn hàng ngày (FR, %BW/ngày), hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein thức ăn (PER), được tính theo các công thức:

$FI = (FF - FL)/N$

$FR = 100 \times FI / [(W_1 + W_2)/2] / t$

$FCR = FI/(W_2 - W_1)$

$PER = 100 \times (W_2 - W_1)/(FI \times P)$

Trong đó: FF, FL lần lượt là lượng thức ăn cho cá ăn, lượng thức ăn còn lại; W_1, W_2 lần lượt là khối lượng cá ban đầu và kết thúc thí nghiệm; N là số lượng cá thí nghiệm; P là hàm lượng protein trong thức ăn (50%).

Để xác định các chỉ tiêu FI và FR, sau 30 phút cho ăn, thức ăn thừa dưới đáy bể (nếu có) được thu gom bằng phương pháp siphon và bảo quản trong ngăn đông tủ lạnh. Các mẫu thức ăn này được sấy khô ở 60°C đến khối lượng không đổi. Lượng thức ăn thực tế cá sử dụng (FI) được tính toán dựa trên lượng thức ăn ban đầu (FF) và lượng thức ăn còn lại (FL) sau mỗi lần cho ăn.

5. Phân tích và xử lý số liệu

Dữ liệu sau khi thu thập được kiểm tra phân phối chuẩn và tính đồng nhất phương sai trước khi phân tích thống kê. Đối với tỷ lệ sống của cá, phép biến đổi arcsine được áp dụng để chuẩn hóa phân phối dữ liệu và ổn định phương sai. Toàn bộ số liệu được xử lý và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS phiên bản 22.0. Phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) và kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức với mức ý nghĩa $p < 0,05$. Các kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± sai số chuẩn.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả nghiên cứu

1.1. Ảnh hưởng của độ mặn lên tăng trưởng của cá bè vẫu

Kết quả nghiên cứu cho thấy độ mặn có tác động đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối của cá bè vẫu giai đoạn giống (Bảng 1). Sau 28 ngày ương, cá được ương ở độ mặn 33‰ đạt chiều dài lớn nhất (6,33 ± 0,11 cm), vượt trội so với độ mặn 25‰ (5,85 ± 0,03 cm), 15‰ (5,72 ± 0,03 cm) và thấp nhất ở độ mặn 5‰ (5,19 ± 0,03 cm) ($p < 0,05$). Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận với chỉ tiêu tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng, với kết quả cao nhất ở nghiệm thức độ mặn 33‰ (3,14 ± 0,06 %/ngày), tiếp theo là độ mặn 25‰ (2,87 ± 0,02 %/ngày) và 15‰ (2,79 ± 0,02 %/ngày), trong khi thấp nhất ở độ mặn 5‰ (2,44 ± 0,02 %/ngày) ($p < 0,05$) (Bảng 1). Đáng chú ý, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài của cá được ương ở các mức độ mặn 15‰ và 25‰ ($p > 0,05$).

Bảng 1: Tăng trưởng và sinh khối của cá bè vẫu được ương ở các mức độ mặn khác nhau

Chỉ tiêu	Độ mặn			
	5‰	15‰	25‰	33‰
L_1 (cm)	2,62 ± 0,13	2,62 ± 0,13	2,62 ± 0,13	2,62 ± 0,13
W_1 (g)	0,26 ± 0,07	0,26 ± 0,07	0,26 ± 0,07	0,26 ± 0,07
L_2 (cm)	5,19 ± 0,03^a	5,72 ± 0,03^b	5,85 ± 0,03^b	6,33 ± 0,11^c
W_2 (g)	2,32 ± 0,09^a	2,77 ± 0,05^b	2,97 ± 0,05^b	3,47 ± 0,05^c
SGR_L (%/ngày)	2,44 ± 0,02^a	2,79 ± 0,02^b	2,87 ± 0,02^b	3,14 ± 0,06^c
SGR_W (%/ngày)	7,81 ± 0,14^a	8,44 ± 0,07^b	8,70 ± 0,06^b	9,26 ± 0,05^c
BM (g/L)	2,94 ± 0,11^a	3,75 ± 0,05^b	4,06 ± 0,06^c	4,80 ± 0,07^d

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Các chỉ tiêu tăng trưởng về khối lượng, gồm khối lượng cuối và tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng, cũng thể hiện xu hướng kết quả tương tự. Cá ương ở độ mặn 33‰ đạt kết quả tốt nhất (3,47 ± 0,05 g, 9,26 ± 0,05 %/ngày), cao hơn đáng kể so với độ mặn 25‰ (2,97 ± 0,05 g, 8,70 ± 0,06 %/ngày), 15‰ (2,77 ± 0,05 g, 8,44 ± 0,07 %/ngày) trong khi thấp nhất ở độ mặn 5‰ (2,32 ± 0,09 g, 7,81 ± 0,14 %/ngày) ($p < 0,05$) (Bảng 1). Tương tự như các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài, cả hai chỉ tiêu khối lượng cuối và tốc độ tăng trưởng

khối lượng đặc trưng đều không có sự khác biệt thống kê giữa các mức độ mặn 15‰ và 25‰ ($p > 0,05$).

Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh khối của cá được thể hiện rõ rệt, với kết quả cao nhất ở độ mặn 33‰ (4,80 ± 0,07 g/L), vượt trội hơn 63,3% so với độ mặn 5‰ (2,94 ± 0,11 g/L), trong khi độ mặn 25‰ (4,06 ± 0,06 g/L) và 15‰ (3,75 ± 0,05 g/L) đạt kết quả trung bình. Sự khác biệt về sinh khối giữa tất cả các nghiệm thức đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) (Bảng 1).

Như vậy, kết quả nghiên cứu đã cho thấy vai trò của độ mặn đối với tăng trưởng của cá bè vẫu giai đoạn giống. Trong đó, mức độ mặn 33‰ (nước biển tự nhiên) cho kết quả tăng trưởng tốt nhất. Khi độ mặn giảm, sinh trưởng của cá có xu hướng suy giảm, và đạt thấp nhất ở độ mặn 5‰.

1.2. Ảnh hưởng của độ mặn đến hệ số phân đàn và hệ số điều kiện của cá bè vẫu

Độ mặn có tác động đáng kể lên hệ số phân đàn và hệ số điều kiện của cá bè vẫu (Bảng 2). Cá được ương ở độ mặn thấp cho thấy hệ số phân đàn thấp hơn so với các mức độ mặn cao hơn. Cụ thể, hệ số phân đàn chiều dài của cá ở độ mặn 25‰ và 5‰ thấp hơn đáng kể so với độ mặn 33‰, lần lượt là 5,35 ± 0,69% và 6,09 ± 1,55% so với 11,9 ± 1,46% ($p < 0,05$). Trong khi đó, hệ số phân đàn chiều dài của cá ở độ mặn 15‰ không khác biệt thống kê so với các độ mặn khác ($p > 0,05$). Xu hướng tương tự cũng được quan sát thấy ở hệ số phân đàn khối lượng, với kết quả tốt hơn ở độ mặn 25‰ và 5‰ trong khi kết quả kém hơn xuất hiện ở độ mặn 33‰ ($p < 0,05$).

Bảng 2. Hệ số phân đàn, hệ số điều kiện của cá bè vẫu được ương ở các mức độ mặn khác nhau

Chỉ tiêu	Độ mặn			
	5‰	15‰	25‰	33‰
CV_L (%)	6,09 ± 1,55^a	9,02 ± 1,92^{ab}	5,35 ± 0,69^a	11,9 ± 1,46^b
CV_W (%)	12,9 ± 3,13^a	18,7 ± 3,50^{ab}	12,0 ± 1,41^a	23,1 ± 2,40^b
K (g/cm^3)	1,66 ± 0,04^c	1,48 ± 0,01^{ab}	1,49 ± 0,01^b	1,38 ± 0,05^a

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Hệ số điều kiện của cá cũng chịu ảnh hưởng rõ rệt của độ mặn (Bảng 2). Cá ương ở độ mặn 5‰ (1,66 ± 0,04 g/cm^3) đạt hệ số điều kiện cao nhất, vượt trội hơn so với độ mặn 25‰ (1,49 ± 0,01 g/cm^3), 15‰ (1,48 ± 0,01 g/cm^3) trong khi thấp nhất ở độ mặn 33‰ (1,38 ± 0,05 g/cm^3) ($p < 0,05$).

1.3. Ảnh hưởng của độ mặn lên tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá bè vẫu

Độ mặn là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá bè vẫu (Bảng 3). Cá ương ở độ mặn 15 - 33‰ đạt tỷ lệ sống từ 96,9 – 98,8%, cao hơn đáng kể so với cá ương ở độ mặn 5‰ (90,5%) ($p < 0,05$). Mức cải thiện về tỷ lệ sống của cá ở độ mặn 15 - 33‰ so với 5‰ dao động từ 7,1 – 9,2%.

Bảng 3. Tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá bè vẫu được ương ở các mức độ mặn khác nhau

Chỉ tiêu	Độ mặn			
	5‰	15‰	25‰	33‰
SR (%)	90,5 ± 1,03^a	96,9 ± 0,95^b	97,6 ± 0,48^b	98,8 ± 0,24^b
DFR (%)	6,95 ± 0,08^c	4,75 ± 0,08^b	3,68 ± 0,28^a	3,36 ± 0,03^a

Các cột mang ký tự chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Tỷ lệ dị hình của cá bè vẫu giảm dần theo mức tăng của độ mặn (Bảng 3). Cá ương ở độ mặn 33‰ và 25‰ có tỷ lệ dị hình thấp nhất (3,36 ± 0,03% và 3,68 ± 0,28%), tiếp theo là độ mặn 15‰ (4,75 ± 0,08%) và cao nhất ở độ mặn 5‰ (6,95 ± 0,08%) ($p < 0,05$). Ương cá ở độ mặn 15 - 33‰ giúp cải thiện tỷ lệ dị hình từ 31,7 – 51,7% so với ương ở độ mặn 5‰.

1.4. Ảnh hưởng của độ mặn lên hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu

Độ mặn có tác động đáng kể lên các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu (Bảng 4). Lượng thức ăn cá ăn vào (FI) tăng dần theo mức tăng của độ mặn, cao nhất ở độ mặn 33‰ (2,79 ± 0,06 g/con), tiếp theo là độ mặn 25‰ (2,27 ± 0,03 g/con) trong khi thấp nhất ở độ mặn 5‰ (2,09 ± 0,02 g/con) ($p < 0,05$). Ngược lại, tỷ lệ thức ăn tiêu thụ hàng ngày (FR) giảm dần khi độ mặn tăng, với kết quả cao nhất ở độ mặn 5‰ (5,79 ± 0,15 %BW/ngày) và thấp hơn ở các độ mặn từ 15 - 33‰, dao động từ 5,03 – 5,34 %BW/ngày ($p < 0,05$).

Bảng 4. Hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu được ương ở các mức độ mặn khác nhau

Chỉ tiêu	Độ mặn			
	5‰	15‰	25‰	33‰
FI (g/con)	$2,09 \pm 0,02^{a}$	$2,20 \pm 0,01^{ab}$	$2,27 \pm 0,03^{b}$	$2,79 \pm 0,06^{c}$
FR (%BW/ngày)	$5,79 \pm 0,15^{b}$	$5,19 \pm 0,10^{a}$	$5,03 \pm 0,14^{a}$	$5,34 \pm 0,05^{a}$
FCR	$1,14 \pm 0,04^{b}$	$0,91 \pm 0,02^{a}$	$0,86 \pm 0,02^{a}$	$0,88 \pm 0,01^{a}$
PER	$1,97 \pm 0,07^{a}$	$2,28 \pm 0,05^{b}$	$2,39 \pm 0,07^{b}$	$2,30 \pm 0,02^{b}$

Các số liệu mang ký tự chữ cái khác nhau trong cùng hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Cá ương ở độ mặn 15 - 33‰ cho thấy hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein thức ăn (PER) tốt hơn đáng kể so với độ mặn 5‰ (Bảng 4). Cụ thể, FCR của cá ở độ mặn 15 - 33‰ dao động từ 0,86 – 0,91, thấp hơn 20,0 – 24,6% so với cá ương ở độ mặn 5‰ (1,14) ($p < 0,05$). Tương tự, PER của cá ở độ mặn 15 - 33‰ dao động từ 2,28 – 2,39, cao hơn 15,7 – 21,3% so với cá ương ở độ mặn 5‰ (1,95) ($p < 0,05$). Đáng chú ý, không có sự khác biệt thống kê về FCR và PER của cá giữa các độ mặn 15 - 33‰, cho thấy đây là khoảng độ mặn thích hợp cho ăn mồi và sử dụng thức ăn ở cá bè vẫu giai đoạn giống.

2. Thảo luận

Nghiên cứu này đã chỉ ra tầm quan trọng của độ mặn đối với sinh trưởng, tỷ lệ sống, tỷ lệ dị hình và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu giai đoạn giống. Kết quả cho thấy cá được ương ở độ mặn 33‰ đạt các chỉ tiêu sinh trưởng tốt nhất, bao gồm chiều dài, khối lượng và sinh khối. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây trên cá bớp (*Rachycentron canadum*) [28], cá trích Brazil (*Sardinella brasiliensis*) [25], cá sủ đất (*Protonibea diacanthus*) [5] và cá khoang cổ nemo (*Amphiprion ocellaris*) [10]. Sự gia tăng sinh trưởng của cá ở độ mặn cao có thể được giải thích bởi môi trường đẳng trương, giúp cá duy trì cân bằng áp suất thẩm thấu và giảm chi phí năng lượng cho quá trình điều hòa [9]. Ngoài ra, độ mặn cao còn kích thích hoạt động của các enzyme tiêu hóa và hấp thu dinh dưỡng, góp phần thúc đẩy tăng trưởng của cá như đã được báo cáo ở một số loài [23, 35].

Nghiên cứu cũng cho thấy sinh trưởng của cá bè vẫu bị ức chế khi ương ở độ mặn thấp, đặc biệt là 5‰. Kết quả này tương đồng với báo cáo trước đây trên cá tráp bạc (*Sparus sarba*) [36], cá bớp (*Rachycentron canadum*) [14], cá hồng Úc (*Pagrus auratus*) [15] và cá hồng đỏ (*Lutjanus campechanus*) [16]. Nguyên nhân có thể là do ở môi trường độ mặn thấp làm tăng độ chênh áp suất thẩm thấu giữa môi trường trong và ngoài cơ thể cá, dẫn đến cá bị mất nước qua màng bán thấm. Để duy trì cân bằng nội môi, cá phải tăng cường bài tiết muối và hấp thu nước thông qua hoạt động của các cơ quan điều hòa áp suất thẩm thấu như mang, thận và ruột. Quá trình này tiêu tốn năng lượng đáng kể, dẫn đến suy giảm năng lượng dành cho tăng trưởng [9]. Độ mặn thấp cũng được báo cáo làm giảm hoạt động của các enzyme tiêu hóa như pepsin, trypsin, chymotrypsin và amylase, dẫn đến giảm hiệu quả của quá trình tiêu hóa và hấp thu và cuối cùng làm giảm sinh trưởng ở một số loài cá [34, 35, 36].

Tương tự như sinh trưởng, tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá bè vẫu cũng bị tác động tiêu cực bởi độ mặn thấp. Ương cá ở độ mặn 5‰ dẫn đến tỷ lệ chết và tỷ lệ dị hình

cao hơn so với độ mặn 15 - 33‰. Quan sát tương tự đã được ghi nhận ở cá chẽm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) [13], cá totoaba (*Totoaba macdonaldii*), cá corvina (*Cynoscion parvipinnis*) [17], cá lù đù (*Argyrosomus regius*) [6] và cá trích Brazil (*Sardinella brasiliensis*) [25]. Nguyên nhân có thể do sự gia tăng chi phí năng lượng cho điều hòa áp suất thẩm thấu ở các cá thể kém thích nghi, dẫn đến suy giảm miễn dịch và tăng nguy cơ tử vong [8, 9]. Môi trường có độ mặn thấp cũng làm tăng tính thấm của màng tế bào, gây ra các rối loạn sinh lý có thể dẫn đến dị hình và chết [9, 22]. Kết quả này cho thấy việc ương cá bè vẫu ở độ mặn cao hơn 15‰ là cần thiết để đảm bảo tỷ lệ sống và chất lượng cá giống.

Nghiên cứu này đã chỉ ra ảnh hưởng rõ rệt của độ mặn lên hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu. Cá ương ở độ mặn cao (25 - 33‰) có lượng thức ăn ăn vào (FI) cao hơn nhưng tỷ lệ thức ăn tiêu thụ hàng ngày (FR) thấp hơn so với độ mặn thấp (5 - 15‰). Quan sát tương tự đã được báo cáo ở cá đối mục (*Mugil cephalus*) [12] và cá chẽm châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) [29]. Điều này có thể được giải thích bởi môi trường đẳng trương và sự cải thiện khả năng tiêu hóa ở các mức độ mặn cao, cho phép cá tiêu thụ lượng thức ăn lớn hơn [9]. Ngược lại, FR cao hơn ở độ mặn thấp phản ánh nỗ lực của cá trong việc bù đắp cho nhu cầu năng lượng tăng cao do điều hòa áp suất thẩm thấu. Hơn nữa, độ mặn cao trong khoảng 15 - 33‰ giúp cải thiện đáng kể hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và hiệu quả sử dụng protein thức ăn (PER) so với độ mặn 5‰, phù hợp với các báo cáo trên cá tráp đầu vàng (*Sparus auratus*) [19], cá tráp đen (*Acanthopagrus butcheri*) [26], cá chim vây ngắn (*Trachinotus ovatus*) [20] và cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*) [4]. Kết quả này gợi ý rằng việc ương cá bè vẫu ở độ mặn từ 15‰ trở lên có thể giúp tối ưu hiệu quả sử dụng thức ăn và giảm chi phí sản xuất.

Tóm lại, nghiên cứu đã làm sáng tỏ ảnh hưởng quan trọng của độ mặn lên các chỉ tiêu sinh học và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu, đồng thời xác định khoảng độ mặn thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của loài cá này. Những phát hiện này không chỉ có ý nghĩa khoa học mà còn góp phần định hướng cho thực tiễn nuôi trồng thủy sản, nhằm cải thiện tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, chất lượng cá giống và hiệu quả sử dụng thức ăn. Tuy nhiên, cần có thêm những nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của độ mặn kết hợp với các yếu tố môi trường khác như nhiệt độ, pH, oxy hòa tan... nhằm hoàn thiện quy trình kỹ thuật ương nuôi cá bè vẫu, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng diễn biến phức tạp hiện nay.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu cho thấy độ mặn là yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến kết quả ương cá bè vẫu giai đoạn giống. Trong đó, cá được nuôi ở độ mặn 33‰ đạt kết quả tăng trưởng và sinh khối tốt nhất, cao hơn lần lượt là 29% và 63,3% so với độ mặn 5‰. Tỷ lệ sống và tỷ lệ dị hình của cá đạt được tốt hơn ở độ mặn 15 - 33‰ so với độ mặn 5‰, lần lượt cao hơn từ 7,1 – 9,2% và thấp hơn 31,7 – 51,7%. Tương tự, hiệu quả sử dụng thức ăn của cá đạt được tốt hơn ở các mức độ mặn 15 - 33‰ so với 5%, lần lượt tăng từ 20,0 – 24,6% với FCR, 15,7 – 21,3% với PER.

Các nghiên cứu tiếp theo nên đánh giá ảnh hưởng của độ mặn ở các mức cao hơn 33‰, đồng thời, cần làm rõ cơ chế tác động của độ mặn lên các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá bè vẫu thông qua các chỉ tiêu về sinh lý và sinh hóa, đặc biệt là cơ chế điều hòa áp suất thẩm thấu và mức độ căng thẳng của loài cá này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ kinh phí từ đề tài Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo (Mã số CT2022.05. TSN.02): "Nghiên cứu xây dựng quy trình sản xuất giống cá bè vẫu (*Caranx ignobilis* Forsskål, 1775) tại khu vực Nam Trung Bộ", thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Bộ "Nghiên cứu ứng dụng, phát triển công nghệ sản xuất, chế biến và thương mại một số loài thuộc họ cá Khế (*Carangidae*) tại khu vực Nam Trung Bộ".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Phạm Đức Hùng, Nguyễn Thị Hà Trinh, Hoàng Thị Thanh (2021), "Ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng và khả năng chịu sốc của cá bè vẫu (*Caranx ignobilis*) giai đoạn cá giống", *Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy Sản*, Trường Đại học Nha Trang, (01), tr. 36-42.
2. Nguyễn Văn Kiểm và Trang Văn Phước (2011), "Ảnh hưởng của độ mặn đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và biến đổi áp suất thẩm thấu của cá sặc rằn (*Trichogaster pectoralis*)", *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (19b), tr. 219-224.
3. Ngô Văn Mạnh (2016), Nghiên cứu ảnh hưởng của một số giải pháp kỹ thuật lên chất lượng trứng, ấu trùng và hiệu quả ương giống cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii* Lacepede, 1801) tại Khánh Hòa, Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Trường Đại học Nha Trang, 110tr.
4. Ngô Văn Mạnh, Hoàng Thị Thanh, Phạm Đức Hùng và Trần Văn Dũng (2023), "Ảnh hưởng của độ mặn lên kết quả ương cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus* Forsskål, 1775) giai đoạn giống", *Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy Sản*, Trường Đại học Nha Trang, (02), tr. 39-47.
5. Ngô Văn Mạnh, Hoàng Thị Thanh, Nguyễn Đức Khánh Dương, Lê Minh Hoàng (2024), "Ảnh hưởng của độ mặn lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sủ đất (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802) giai đoạn giống", *Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy Sản*, Trường Đại học Nha Trang, (02), tr. 195-203.

Tiếng Anh

6. Abdel-Rahim, M. M., Lotfy, A. M., Toutou, M. M., Aly, H. A., Sallam, G. R., Abdelaty, B. S., and Helal, A. M. (2020), "Effects of salinity level on the survival, growth, feed utilization, carcass composition, haematological and serum biochemical changes of juvenile Meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) grown in ground saltwater", *Aquaculture Research*, 51(3), pp. 1038-1050.
7. Abdussamad, E. M., Kasim, and H. M., Balasubramanian, T. S. (2008), "Distribution, biology and behaviour of the giant trevally, *Caranx ignobilis*-a candidate species for mariculture, *Bangladesh Journal of Fisheries Research*, 12(1), pp. 89-94.
8. Altinok, I., and Grizzle, J. M. (2001), "Effects of low salinities on *Flavobacterium columnare* infection of euryhaline and freshwater stenohaline fish", *Journal of Fish Diseases*, 24(6), pp. 361-367.
9. Bœuf, G., and Payan, P. (2001), "How should salinity influence fish growth?", *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology* and *Pharmacology*, 130(4), pp. 411-423.
10. Carneiro, M. D. D., Medeiros, R. S. D., Monserrat, J. M., Rodrigues, R. V., and Sampaio, L. A. (2024), "Growth and oxidative stress of clownfish *Amphiprion ocellaris* reared at different salinities", *Fishes*, 9(1), pp. 30.
11. Daly, R., Filmalter, J. D., Daly, C. A., Bennett, R. H., Pereira, M. A., Mann, B. Q., Dunlop, S. W., and Cowley, P. D. (2019), "Acoustic telemetry reveals multi-seasonal spatiotemporal dynamics of a giant trevally (*Caranx ignobilis*) aggregation", *Marine Ecology Progress Series*, 621, pp. 185-197.
12. De Silva, S. S., and Perera, P. A. B. (1976), "Studies on the young grey mullet, *Mugil cephalus L.*: I. effects of salinity on food intake, growth and food conversion", *Aquaculture*, 7(4), pp. 327-338.
13. Dendrinos, P., Thorpe, J.P. (1985), "Effects of reduced salinity on growth and body composition in the European bass *Dicentrarchus labrax* (L.)", *Aquaculture*, 49, pp. 333 – 358.
14. Denson, M. R., Stuart, K. R., Smith, T. I., Weirlch, C. R., and Segars, A. (2003), "Effects of salinity

on growth, survival, and selected hematological parameters of juvenile cobia *Rachycentron canadum*", *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(4), pp. 496-504.

15. Fielder, D. S., Bardsley, W. J., Allan, G. L., and Pankhurst, P. M. (2005), "The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper (*Pagrus auratus*) larvae", *Aquaculture*, 250(1-2), pp. 201-214.
16. Galkanda-Arachchige, H. S., Davis, R. P., Nazeer, S., Ibarra-Castro, L., and Davis, D. A. (2021), "Effect of salinity on growth, survival, and serum osmolality of red snapper (*Lutjanus campechanus*)", *Fish Physiology and Biochemistry*, 47(5), pp. 1687-1696.
17. González-Félix, M. L., Perez-Velazquez, M., and Cañedo-Orihuela, H. (2017), "The effects of environmental salinity on the growth and physiology of totoaba (*Totoaba macdonaldi*) and shortfin corvina (*Cynoscion parvipinnis*)", *Journal of Fish Biology*, 91, pp. 510–527.
18. Kang, C. K., Tsai, S. C., Lee, T. H., and Hwang, P. P. (2008), "Differential expression of branchial Na+/K+-ATPase of two medaka species (*Oryzias latipes* and *Oryzias dancena*) with different salinity tolerances acclimated to fresh water, brackish water and seawater", *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 151(4), pp. 566-575.
19. Klaoudatos, S. D., and Conides, A. J. (1996), "Growth, food conversion, maintenance and long-term survival of gilthead sea bream (*Sparus auratus L.*) juveniles after abrupt transfer to low salinity", *Aquaculture Research*, 27(10), pp. 765-774.
20. Ma, Z., Guo, H., Zheng, P., Wang, L., Jiang, S., Zhang, D., and Qin, J. G. (2016), "Effect of salinity on the rearing performance of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus* Linnaeus, 1758)", *Aquaculture Research*, 47(6), pp. 1761-1769.
21. Manojkumar, M., Neethiselvan, N., Karthy, A., and Mol, C. B. (2015), "Gillnet selectivity on the yellow fin Trevally (*Caranx ignobilis* Forsskal, 1775) along Thoothukudi coast, Southeast coast of India", *J Exp Zoology India*, 18(1), pp, 29–37.
22. Morgan, J. D., and Iwama, G. K. (1991), "Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(11), pp. 2083-2094.
23. Mozanzadeh, M. T., Safari, O., Oosooli, R., Mehrjooyan, S., Najafabadi, M. Z., Hoseini, S. J., Saghavi, H., and Monem, J. (2021), "The effect of salinity on growth performance, digestive and antioxidant enzymes, humoral immunity and stress indices in two euryhaline fish species: Yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) and Asian seabass (*Lates calcarifer*)", *Aquaculture*, 534, 736329.
24. Muhammadar, A. A., Firdus, F., Muchlisin, Z. A., Samadi, S., Sarong, M. A., Boihaqi, B., Sartira, S., Sahidir, I., and Batubara, A. S. (2021), "Effect of dietary protein level on growth, food utilization, food conversion and survival rate of giant trevally (*Caranx ignobilis*)", *F1000Research*, 10(78), pp. 1-11.
25. Owatari, M. S., Magnotti, C., Vargas, J. H., de Carvalho, C. V. A., Sterzelecki, F. C., and Cerqueira, V. R. (2023), "Influence of salinity on growth and survival of juvenile (*Sardinella brasiliensis*)", *Boletim do Instituto de Pesca*, 49, pp. 1-8.
26. Partridge, G. J. and Jenkins, G. I. (2002), "The effect of salinity on growth and survival of juvenile black bream (*Acanthopagrus butcheri*)", *Aquaculture*, 210(1-4), pp. 219-230.
27. Randall, J. E., Allen, G. R., and Steene, R. C. (1998), *Fishes of the great barrier reef and coral sea*, University of Hawaii Press.

28. Resley, M. J., Webb Jr, K. A., and Holt, G. J. (2006), "Growth and survival of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) at different salinities in a recirculating aquaculture system", *Aquaculture*, 253(1-4), pp. 398-407.
29. Rubio, V. C., Sánchez-Vázquez, F. J., and Madrid, J. A. (2005), "Effects of salinity on food intake and macronutrient selection in European sea bass", *Physiology and behavior*, 85(3), pp. 333-339.
30. Sampaio, L. A., and Bianchini, A. (2002), "Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder (*Paralichthys orbignyanus*)", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269(2), pp. 187-196.
31. Sangiao-Alvarellos, S., Laiz-Carrion, R., Guzmán, J. M., Martín del Río, M. P., Miguez, J. M., Mancera, J. M., and Soengas, J. L. (2003), "Acclimation of (*Sparus aurata*) to various salinities alters energy metabolism of osmoregulatory and nonosmoregulatory organs", *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 285(4), pp. 897-907.
32. Santos, S. R., Xiang, Y., and Tagawa, A. W. (2011), "Population structure and comparative phylogeography of jack species (*Caranx ignobilis* and *Caranx melampygus*) in the high Hawaiian Islands", *Journal of Heredity*, 102(1), pp. 47-54.
33. Smith-Vaniz, W. F. (1999), Family Carangidae, In: Carpenter, K. E., and Niem, V. H. (Ed.), *FAO species identification guide for fisheries purposes (The living marine resources of the western Central Pacific)*, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 4, pp. 2659-2756.
34. Tsuzuki, M. Y., Sugai, J. K., Maciel, J. C., Francisco, C. J., and Cerqueira, V. R. (2007), "Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities", *Aquaculture*, 271(1-4), pp. 319-325.
35. Vargas-Chacoff, L., Arjona, F. J., Polakof, S., del Río, M. P. M., Soengas, J. L., and Mancera, J. M. (2009), "Interactive effects of environmental salinity and temperature on metabolic responses of gilthead sea bream *Sparus aurata*", *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, 154(3), pp. 417-424.
36. Woo, N. Y., and Kelly, S. P. (1995), "Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Spams sarba* in a closed seawater system", *Aquaculture*, 135(1-3), pp. 229-238.