

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN LÊN TĂNG TRƯỞNG, TỶ LỆ SỐNG VÀ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG THỨC ĂN CỦA CÁ SỬ ĐẤT (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802) GIAI ĐOẠN GIỐNG

EFFECTS OF SALINITY ON GROWTH, SURVIVAL, AND FEED UTILIZATION OF JUVENILE BLACKSPOTTED CROAKER (*Protonibea diacanthus* Lacepède, 1802)

Ngô Văn Mạnh*, Hoàng Thị Thanh¹,
Nguyễn Đức Khánh Dương², Lê Minh Hoàng¹

¹Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

²Sinh viên, 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: 19/4/2024; Ngày phản biện thông qua: 21/5/2024; Ngày duyệt đăng: 22/5/2024

TÓM TẮT

Cá sử đất (*Protonibea diacanthus*) là một loài cá biển có giá trị kinh tế cao và cho thấy tiềm năng phát triển nghề nuôi tại Việt Nam. Tuy nhiên, ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái, đặc biệt là độ mặn, đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của loài cá này trong giai đoạn giống vẫn chưa được làm sáng tỏ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của độ mặn lên kết quả ương cá sử đất giai đoạn giống. Thí nghiệm một nhân tố được thiết kế theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn với năm mức độ mặn được thử nghiệm gồm 10‰, 15‰, 20‰, 25‰ và 30‰. Cá con, có kích thước ban đầu là $3,29 \pm 0,03$ cm và $0,62 \pm 0,07$ g/con, được bố trí ương trong các bể composite 100 lít với mật độ 1 con/lít. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 3 lần lặp trong thời gian 28 ngày. Sinh trưởng, sinh khối, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá được đánh giá và so sánh giữa các nghiệm thức. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu nghiên cứu đạt giá trị cao nhất ở các mức độ mặn 25 - 30‰ trong khi kết quả thấp nhất thể hiện ở nghiệm thức 10‰ ($p < 0,05$). So với nghiệm thức độ mặn 10‰, tốc độ tăng trưởng (SGR), sinh khối (BM), tỷ lệ sống (SR) và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) của cá ở độ mặn 25 - 30‰ cao hơn lần lượt 8,30 - 9,13%, 28,8 - 33,4%, 13,6 - 16,4% và 14,5 - 16,0%. Không có sự khác biệt đáng kể giữa các chỉ tiêu đánh giá kết quả giữa hai mức độ mặn 25‰ và 30‰ cho thấy đây là khoảng độ mặn thích hợp cho ương giống cá sử đất. Như vậy, nghiên cứu đã cung cấp những thông tin có giá trị về tác động của độ mặn đối với cá sử đất, góp phần nâng cao kết quả ương và xây dựng hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất giống loài cá có giá trị kinh tế này.

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

ABSTRACT

The blackspotted croaker (*Protonibea diacanthus*) is a marine fish species with high economic value and aquaculture potential in Vietnam. However, the effects of ecological factors, especially salinity, on growth, survival rate, and feed utilization efficiency of this species during the juvenile stage have not been elucidated. This study was conducted to evaluate the influence of salinity on the rearing performance of blackspotted croaker juveniles. A single-factor experiment was designed in a completely randomized manner with five tested salinity levels: 10‰, 15‰, 20‰, 25‰, and 30‰. Juvenile fish, with an initial size of 3.29 ± 0.03 cm and 0.62 ± 0.07 g/fish, were stocked in 100-liter composite tanks at a density of 1 fish/liter. Each treatment was performed with three replicates for 28 days. Growth, biomass, survival rate, and feed utilization efficiency of the fish were assessed and compared among treatments. The results showed that these parameters were highest at salinity levels of 25 - 30‰, while the lowest performance was observed in the 10‰ treatment ($p < 0,05$). Compared to the 10‰ salinity treatment, the specific growth rate (SGR), biomass (BM), survival rate (SR), and feed conversion ratio (FCR) of fish at 25 - 30‰ salinity treatments improved by 8.30 - 9.13%, 28.8 - 33.4%, 13.6 - 16.4%, and 14.5 - 16.0%, respectively. No significant differences of evaluated parameters were found between the 25‰ and 30‰ salinity treatments,

indicating that this salinity range is suitable for rearing blackspotted croaker juveniles. Thus, this study provided valuable information on the impact of salinity on blackspotted croaker, contributing to improving rearing performance and developing a complete technology for seed production of this economically important fish species.

Keywords: *Protonibea diacanthus*, salinity, growth, survival rate, feed utilization efficiency.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá sù đất (*Protonibea diacanthus*) thuộc họ cá lù đù Sciaenidae là một loài cá biển nổi tiếng với giá trị kinh tế cao và được ưa chuộng trên thị trường trong nước cũng như quốc tế. Đây là một đối tượng tiềm năng cho nuôi trồng thủy sản do có tốc độ sinh trưởng nhanh, khả năng thích nghi cao trong điều kiện nuôi, cùng với giá trị thương mại hấp dẫn [19]. Bên cạnh giá trị làm thực phẩm, bóng hơi của cá sù đất còn được ứng dụng rộng rãi trong y học để sản xuất các loại chỉ tự tiêu sinh học và hỗ trợ tăng cường sức khỏe [8, 25]. Tuy nhiên, nhu cầu thị trường gia tăng trong khi nguồn cung cấp con giống và cá thương phẩm hạn chế đã tác động tiêu cực đến nguồn lợi tự nhiên của loài này, đặc biệt khi sử dụng các biện pháp khai thác không bền vững [25]. Nhận thức được vấn đề này, một số quốc gia như Trung Quốc, Đài Loan, Hàn Quốc, Việt Nam và Nhật Bản đã và đang quan tâm nghiên cứu sản xuất giống nhân tạo loài cá sù đất, và đã đạt được một số thành công bước đầu [25]. Tại Việt Nam, các nghiên cứu liên quan bắt đầu từ năm 2008 thông qua dự án nhập công nghệ và nuôi thương phẩm cá sù đất trong lồng tại Quảng Ninh [5]. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có nghiên cứu nào đầy đủ về kỹ thuật sản xuất giống và nuôi thương phẩm loài cá này được hoàn thiện và công bố. Hơn nữa, các yếu tố môi trường, đặc biệt là độ mặn, ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cá giống vẫn chưa được làm sáng tỏ. Chính vì vậy, việc nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường đóng vai trò quan trọng trong nỗ lực xây dựng và hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất giống loài cá này, qua đó, góp phần giảm áp lực khai thác lên nguồn lợi cá tự nhiên, cung cấp nguồn giống ổn định, chất lượng và phát triển hiệu quả, bền vững nghề nuôi cá sù đất ở nước ta.

Độ mặn là một yếu tố sinh thái quan trọng trong nuôi trồng thủy sản, ảnh hưởng đến sự

phân bố, khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu, hiệu quả sử dụng thức ăn, tăng trưởng, tỷ lệ sống và sức khỏe của cá [6]. Tuy nhiên, khả năng thích nghi với độ mặn thể hiện sự khác biệt đáng kể giữa các loài, giai đoạn phát triển, thành phần muối trong môi trường cũng như điều kiện nuôi [12, 13]. Độ mặn tối ưu cho sự phát triển của cá giai đoạn giống thường thấp hơn độ mặn của nước biển, dao động từ 10 - 25‰ [16, 23]. Ở nhiều loài cá nước ngọt và cá di cư, giai đoạn phôi và cá con rất nhạy cảm với độ mặn cao, trong khi giai đoạn trưởng thành có khả năng thích nghi tốt hơn với môi trường nước lợ hoặc nước mặn [6, 13]. Sự biến động của độ mặn cũng có tác động tiêu cực lên sự phát triển, tăng trưởng và khả năng sinh sản của cá [9]. Việc xác định ảnh hưởng của độ mặn đối với từng loài và giai đoạn phát triển cụ thể là rất cần thiết để tối ưu hóa hiệu quả ương nuôi [7]. Mặc dù cá sù đất là một đối tượng nuôi đầy triển vọng, các nghiên cứu về ảnh hưởng của độ mặn lên loài cá này vẫn còn rất hạn chế, gây khó khăn trong việc xác định hệ thống và vùng nuôi phù hợp. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tác động của các mức độ mặn khác nhau (10 - 30‰) lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất giai đoạn giống. Giả thuyết được đặt ra là các mức mặn sẽ tác động khác nhau đến các chỉ tiêu trên và sẽ có mức mặn tối ưu cho sự phát triển của cá. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin quan trọng để cải thiện hiệu quả ương giống, hoàn thiện quy trình sản xuất giống và phát triển nghề nuôi cá sù đất ở nước ta.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trong hệ thống 15 bể composite (hình trụ tròn, đáy nón), mỗi bể có thể tích 100 L, nhằm đánh giá ảnh hưởng của 5 nghiệm thức độ mặn khác nhau (10, 15, 20, 25 và 30‰) lên sinh trưởng, tỷ lệ sống và

hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất giai đoạn giống. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần và các bể thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên, trong thời gian 28 ngày, cụ thể như sau:

Nghiệm thức 1: Cá được ương ở độ mặn 10‰.

Nghiệm thức 2: Cá được ương ở độ mặn 15‰.

Nghiệm thức 3: Cá được ương ở độ mặn 20‰.

Nghiệm thức 4: Cá được ương ở độ mặn 25‰.

Nghiệm thức 5: Cá được ương ở độ mặn 30‰.

Nước biển tự nhiên, đã qua xử lý theo các quy trình thông dụng, có độ mặn 30‰ được sử dụng làm nguồn nước cho nghiệm thức có độ mặn cao nhất (30‰). Đối với các nghiệm thức có độ mặn thấp hơn (10, 15, 20 và 25‰), nước biển tự nhiên được pha loãng với nước ngọt (nước máy sinh hoạt) đã qua xử lý loại bỏ chlorine theo tỷ lệ thích hợp để đạt được độ mặn mong muốn. Tỷ lệ pha loãng được tính toán dựa trên công thức sau [2]:

$$V_{nm} \times S_{nm} + V_{nn} \times S_{nn} = (V_{nm} + V_{nn}) \times S_{mt}$$

Trong đó: V_{nm} là thể tích nước mặn (L), S_{nm} là độ mặn của nước mặn (30‰), V_{nn} là thể tích nước ngọt (L), S_{nn} là độ mặn của nước ngọt (0‰), S_{mt} là độ mặn mong muốn của nghiệm thức (‰).

Sau khi tính toán tỷ lệ pha loãng, nước biển và nước ngọt được bơm vào các bể thí nghiệm theo thể tích tính toán, trộn đều và kiểm tra độ mặn bằng khúc xạ kế (Atago, Nhật Bản) để đảm bảo đạt giá trị độ mặn theo thiết kế của từng nghiệm thức trước khi bố trí cá thí nghiệm. Cá được thuần hóa độ mặn trong năm ngày, với mức giảm 2 - 4‰/ngày tùy từng nghiệm thức, trước khi bắt đầu tính thời gian thí nghiệm.

Nghiên cứu được thực hiện tại Trại sản xuất giống cá biển Đường Đệ, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Cá sù đất giống, kích cỡ ban đầu $3,29 \pm 0,03$ cm, $0,62 \pm 0,05$ g/con, tổng cộng 1.500 có nguồn gốc từ sinh sản nhân tạo và được bố trí ngẫu nhiên 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 100 con/bể.

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

500 - 800 μ 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. Bể ương được bố trí sục khí 24/24h và duy trì trong suốt thời gian thí nghiệm. Hệ thống bể được đặt dưới mái che để ổn định các yếu tố môi trường. Hằng ngày, bể nuôi được tiến hành siphon kết hợp với thay nước 30 - 50%. Các yếu tố môi trường nước như nhiệt độ, pH, oxy hòa tan, hàm lượng ammonia tổng số (TAN) được duy trì trong phạm vi thích hợp trong suốt quá trình thí nghiệm ở tất cả các nghiệm thức.

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

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 VNS LED-A (Việt Nhật) có độ chính xác 0,01 g. Các chỉ tiêu đánh giá bao gồm sinh trưởng, tỷ lệ sống, hệ số phân đàn, hệ số điều kiện và hiệu quả sử dụng thức ăn, cụ thể công thức tính như sau:

+ Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về chiều dài:

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

+ Tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng:

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

+ Hệ số phân đàn:

$$CV (\%) = SD / Mean \times 100$$

+ Chỉ số điều kiện:

$$CF (g/cm^3) = 100 \times W_2 / L_2^3$$

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

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

+ Lượng thức ăn cá ăn vào (FI, g/con):

$$FI = [FC - FR] / N$$

+ Hệ số chuyển hóa thức ăn:

$$FCR = FI / WG$$

+ 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: 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; FC là lượng thức ăn đưa vào bể; FR là lượng thức ăn còn lại; WG là khối lượng cá tăng lên; N_1, N_2, N là số lượng cá thả ban đầu, số cá còn lại tại thời điểm kết thúc thí nghiệm và tổng số cá thí nghiệm. TB_w là tổng khối lượng cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm. V là thể tích bể ương (lít). P là hàm lượng protein trong thức ăn (55%).

Phương pháp xác định các thông số FI, FC, 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 (FC) và lượng thức ăn còn lại (FR) sau mỗi lần cho ăn.

3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu sau khi thu thập được xử lý bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 22.0. Trước khi áp dụng phân tích ANOVA một yếu tố để đánh giá sự khác biệt giữa các nghiệm thức, kiểm định phân phối chuẩn và đồng nhất phương sai được thực hiện. Khi phát hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê, phép thử Duncan được sử dụng để xác định sự khác biệt giữa các giá trị trung bình ở mức ý nghĩa $p < 0,05$. Kết quả được

trình bày dưới dạng trung bình (Mean) \pm sai số chuẩn (SE).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Các chỉ tiêu tăng trưởng, sinh khối

Các chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối của cá sù đất ương ở các mức độ mặn khác nhau được trình bày trong Bảng 1. Kết quả cho thấy cá được ương ở độ mặn 25‰ và 30‰ đạt chiều dài cuối (L_2) và tốc độ tăng trưởng chiều dài đặc trưng (SGR_L) cao nhất (lần lượt là $7,32 \pm 0,05$ cm, $2,87 \pm 0,02$ %/ngày và $7,38 \pm 0,02$ cm, $2,90 \pm 0,01$ %/ngày), trong khi kết quả thấp được quan sát thấy ở độ mặn 10‰ ($6,90 \pm 0,06$ cm, $2,65 \pm 0,03$ %/ngày) ($p < 0,05$). Xu hướng tương tự cũng được ghi nhận đối với các chỉ tiêu khối lượng cuối (W_2) và tốc độ tăng trưởng khối lượng đặc trưng (SGR_w) với kết quả tốt nhất cùng đạt được ở mức độ mặn 25‰ và 30‰ trong khi kết quả thấp nhất thể hiện ở độ mặn 10‰ ($p < 0,05$). Đáng chú ý, không có sự khác biệt về các chỉ tiêu tăng trưởng chiều dài và khối lượng của cá ở các mức độ mặn 25‰ và 30‰, cho thấy đây là khoảng độ mặn thích hợp cho cá sù đất giai đoạn giông ($p > 0,05$). Tương tự tốc độ tăng trưởng, sinh khối cá đạt được cao nhất ở các mức độ mặn 25‰ và 30‰, lần lượt là $4,12 \pm 0,10$ g/L và $4,27 \pm 0,10$ g/L, trong khi sinh khối của cá ở nghiệm thức độ mặn 10‰ chỉ đạt $3,02 \pm 0,12$ g/L ($p < 0,05$) (Bảng 1).

Bảng 1. Các chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối của cá sù đất ương ở các mức độ mặn khác nhau.

Chỉ tiêu	Độ mặn				
	10‰	15‰	20‰	25‰	30‰
L_1 (cm)	$3,29 \pm 0,03$				
W_1 (g)	$0,62 \pm 0,05$				
L_2 (cm)	$6,90 \pm 0,06^a$	$7,02 \pm 0,04^{ab}$	$7,11 \pm 0,02^b$	$7,32 \pm 0,05^c$	$7,38 \pm 0,02^c$
W_2 (g)	$5,15 \pm 0,09^a$	$5,50 \pm 0,12^b$	$5,79 \pm 0,11^b$	$6,19 \pm 0,03^c$	$6,25 \pm 0,11^c$
SGR_L (%/ngày)	$2,65 \pm 0,03^a$	$2,72 \pm 0,02^{ab}$	$2,76 \pm 0,01^b$	$2,87 \pm 0,02^c$	$2,90 \pm 0,01^c$
SGR_w (%/ngày)	$7,56 \pm 0,06^a$	$7,79 \pm 0,08^b$	$7,98 \pm 0,07^b$	$8,22 \pm 0,01^c$	$8,25 \pm 0,07^c$
BM (g/L)	$3,02 \pm 0,12^a$	$3,39 \pm 0,09^b$	$3,63 \pm 0,15^b$	$4,12 \pm 0,10^c$	$4,27 \pm 0,10^c$

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

Như vậy, kết quả thu được đã khẳng định tác động của độ mặn đối với tăng trưởng của cá sù đất, trong phạm vi độ mặn được nghiên cứu

từ 10 - 30‰, các chỉ tiêu tăng trưởng có sự gia tăng tuyến tính với mức tăng của độ mặn. Việc ương cá ở độ mặn 25 - 30‰ đã cải thiện các

chỉ tiêu tăng trưởng và sinh khối của cá lần lượt từ 6,09 - 21,4% và 28,8 - 33,4% so với ương ở mức độ mặn 10‰ (Bảng 1).

2. Hệ số phân đàn, chỉ số điều kiện và tỷ lệ sống của cá

Hệ số phân đàn (CVL, CVW), chỉ số điều kiện (CF) và tỷ lệ sống (SR) của cá sù đất ương ở các mức độ mặn khác nhau được trình bày trong Bảng 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy cá được ương ở độ mặn 25‰ có hệ số phân đàn chiều dài và khối lượng thấp hơn có ý nghĩa so với cá được ương ở độ mặn 10‰, lần lượt là

$7,10 \pm 0,31\%$ và $18,9 \pm 1,14\%$ so với $9,43 \pm 0,40\%$ và $24,4 \pm 1,59\%$ ($p < 0,05$). Tỷ lệ sống của cá được ương ở độ mặn 30‰ đạt cao nhất trong khi kết quả thấp nhất được tìm thấy ở độ mặn 10‰, tương ứng là $68,3 \pm 1,86\%$ so với $58,7 \pm 1,20\%$ ($p < 0,05$). Nhìn chung, không có sự khác biệt thống kê về các chỉ tiêu kể trên giữa cá được ương ở các mức độ mặn 25‰ so với 30‰ và 10‰ so với 15‰ ($p > 0,05$). Ngược lại, hệ số điều kiện của cá không bị ảnh hưởng bởi độ mặn ương, dao động trong khoảng từ 1,55 - 1,61 g/cm³ ($p > 0,05$).

Bảng 2. Hệ số phân đàn, hệ số điều kiện và tỷ lệ sống của cá sù đất ương ở các độ mặn khác nhau.

Chỉ tiêu	Độ mặn				
	10‰	15‰	20‰	25‰	30‰
CV _L (%)	9,43 ± 0,40 ^b	9,38 ± 0,33 ^b	8,75 ± 0,52 ^b	7,10 ± 0,31 ^a	8,24 ± 0,68 ^{ab}
CV _w (%)	24,4 ± 1,59 ^b	22,9 ± 2,03 ^{ab}	22,1 ± 1,39 ^{ab}	18,9 ± 1,14 ^a	18,6 ± 1,60 ^a
CF (g/cm ³)	1,56 ± 0,02 ^a	1,59 ± 0,02 ^a	1,61 ± 0,04 ^a	1,58 ± 0,02 ^a	1,55 ± 0,01 ^a
SR (%)	58,7 ± 1,20 ^a	61,7 ± 1,45 ^a	62,7 ± 1,45 ^{ab}	66,7 ± 1,45 ^{bc}	68,3 ± 1,86 ^c

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

Tóm lại, các kết quả phân tích đã cho thấy tác động của độ mặn đối với sự phân đàn và tỷ lệ sống của cá. Kết quả nghiên cứu đã nhấn mạnh vai trò quan trọng của độ mặn đối với kết quả ương cá sù đất, và việc duy trì độ mặn ở mức thích hợp (25 - 30‰) có thể giúp cải thiện tỷ lệ sống của cá (tăng 13,6 - 16,4% so với ương ở độ mặn 10‰), từ đó, nâng cao hiệu quả ương loài cá này.

3. Hiệu quả sử dụng thức ăn

Tác động của độ mặn đến các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất được trình bày trong Bảng 3. Kết quả cho thấy, tương tự các chỉ tiêu đánh giá về tăng trưởng và tỷ lệ sống, độ mặn cũng ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn, với xu hướng tốt hơn được ghi nhận ở các mức độ mặn cao hơn.

Bảng 3. Các chỉ tiêu hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất ương ở các mức độ mặn khác nhau.

Chỉ tiêu	Độ mặn				
	10‰	15‰	20‰	25‰	30‰
FI (g/con)	3,14 ± 0,03 ^a	3,52 ± 0,05 ^b	3,72 ± 0,07 ^c	3,92 ± 0,02 ^d	4,00 ± 0,01 ^d
FR (%/ngày)	3,90 ± 0,04 ^a	4,11 ± 0,10 ^b	4,14 ± 0,05 ^b	4,12 ± 0,02 ^b	4,17 ± 0,07 ^b
FCR	1,31 ± 0,06 ^c	1,27 ± 0,03 ^c	1,24 ± 0,05 ^{bc}	1,12 ± 0,03 ^{ab}	1,10 ± 0,03 ^a
FER	0,77 ± 0,03 ^a	0,79 ± 0,01 ^a	0,81 ± 0,03 ^a	0,89 ± 0,02 ^b	0,91 ± 0,03 ^b
PER	2,62 ± 0,04 ^a	2,52 ± 0,07 ^a	2,53 ± 0,04 ^a	2,58 ± 0,02 ^a	2,56 ± 0,05 ^a

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

Lượng thức ăn sử dụng (FI) và khẩu phần thức ăn hằng ngày (FR) có sự tăng lên cùng với mức tăng của độ mặn, và đạt giá trị cao nhất ở các độ mặn 25‰ và 30‰ trong khi các giá trị thấp nhất ghi nhận ở mức độ mặn 10‰, lần lượt là 3,92 - 4,00 g/con và 4,12 - 4,17%BW/ngày so với 3,14 g/con và 3,90 %BW/ngày ($p < 0,05$). Do lượng thức ăn ăn vào khác nhau, các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn gồm hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) và tỷ lệ hiệu quả sử dụng thức ăn (FER) cũng khác biệt tương ứng. Cụ thể, hệ số FCR đạt được thấp nhất ở nghiệm thức độ mặn 30‰ trong khi cao nhất ở độ mặn 10‰, lần lượt là $1,10 \pm 0,03$ so với $1,31 \pm 0,06$ ($p < 0,05$). Tương tự, cá được ương ở độ mặn 30‰ cũng đạt được giá trị FER lớn hơn so với cá được ương ở độ mặn 10 - 20‰, lần lượt là 0,91 so với 0,77 - 0,71 ($p < 0,05$). Không có sự khác biệt đáng kể về hệ số FCR và FER của cá được ương ở các độ mặn 25‰ và 30‰ ($p > 0,05$). Mức độ cải thiện ở nhóm độ mặn tối ưu (25 - 30‰) so với độ mặn thấp nhất (10‰) lần lượt là giảm 14,5 - 16,0% với hệ số FCR và tăng 15,6 - 18,2% với hệ số FER. Ngược lại, hiệu quả sử dụng protein thức ăn (PER) không cho thấy sự khác biệt giữa cá được ương ở các mức độ mặn khác nhau, dao động từ 2,53 - 2,62 ($p > 0,05$) (Bảng 3).

Tóm lại, kết quả cho thấy tác động của độ mặn đối với các chỉ tiêu hiệu quả sử dụng thức ăn của cá; trong đó, các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn có xu hướng tốt hơn khi cá được ương ở các mức độ mặn cao hơn, và xét về nhóm chỉ tiêu này, độ mặn 25 - 30‰ được xác định là phù hợp với cá sù đất giai đoạn giống. Việc ương ở độ mặn cao giúp cá sử dụng thức ăn hiệu quả hơn so với các mức độ mặn thấp trong phạm vi khảo sát cho thấy độ mặn là yếu tố quan trọng cần cân nhắc trong ương nuôi nhằm gia tăng hiệu quả ương giống loài cá này.

4. Thảo luận

Trong nuôi trồng thủy sản, các chỉ tiêu chất lượng môi trường nước đóng vai trò quan trọng đối với sự tồn tại và phát triển của các đối tượng nuôi. Trong đó, độ mặn là một trong những thông số được quan tâm, có tác động

lớn tới quá trình trao đổi chất, hoạt động sống và sinh trưởng của đối tượng nuôi [6]. Sự khác biệt về hàm lượng muối hay khoáng chất trong môi trường sẽ làm thay đổi các cơ chế điều hòa thẩm thấu, dẫn tới rối loạn cân bằng nội môi và gây ảnh hưởng tới các chức năng sinh lý quan trọng như hô hấp, vận chuyển và bài tiết, từ đó, ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển và tỷ lệ sống của cá [6, 7, 17]. Tuy nhiên, khả năng thích nghi với sự biến động độ mặn của mỗi loài khác nhau, phụ thuộc vào nguồn gốc, môi trường sống tự nhiên và khả năng thích ứng với điều kiện nuôi [15]. Việc xác định phạm vi độ mặn thích hợp cho từng đối tượng nuôi, thậm chí cho giai đoạn nuôi cụ thể sẽ giúp tối ưu hóa điều kiện ương và nâng cao hiệu quả của hoạt động nuôi trồng thủy sản [2]. Đặc biệt, với các loài thủy sản sống ở biển, tính chất di cư sinh sản và khả năng thích nghi với mức độ mặn thấp sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc mở rộng vùng nuôi sang các khu vực ven biển nơi có sự giao thoa giữa nước mặn và nước ngọt.

Nghiên cứu này đã ghi nhận tác động đáng kể của độ mặn lên các chỉ tiêu tăng trưởng, sinh khối, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá sù đất giai đoạn giống. Kết quả cho thấy, trong khoảng độ mặn từ 10 - 30‰, cá có tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn cao hơn ở ngưỡng độ mặn cao (25 - 30‰) so với ngưỡng độ mặn thấp (10 - 15‰). Kết quả này có thể liên quan đến tập tính sống của cá sù đất trong tự nhiên, với xu hướng sống ở vùng biển xa bờ nơi có độ mặn cao và ổn định [22]. Ngoài ra, khi sống ở độ mặn không phù hợp (quá cao hay quá thấp), cá sẽ phải tiêu tốn một lượng lớn năng lượng, ước tính khoảng 20 - 50%, để điều chỉnh và duy trì áp suất thẩm thấu bên trong cơ thể thông qua việc cân bằng nồng độ ion K^+ và Na^+ giữa môi trường trong và ngoài [6, 20]. Sự tiêu hao năng lượng này có thể là nguyên nhân chính làm giảm tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá quan sát thấy ở các mức độ mặn thấp trong nghiên cứu hiện tại. Bên cạnh đó, trong điều kiện độ mặn không thích hợp, các hoạt động sinh lý quan trọng khác của cá như ăn mồi, tiêu hóa và hấp thu chất dinh dưỡng cũng

bị tác động tiêu cực [24]. Điều này cũng được quan sát thấy ở các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả sử dụng thức ăn thấp hơn của cá được sử dụng ở nhóm độ mặn thấp (10 - 15%) so với nhóm độ mặn cao (25 - 30%) trong nghiên cứu này. Tóm lại, các phân tích kể trên cho thấy độ mặn là thông số môi trường quan trọng đối với cá sù đất, và việc ứng dụng thông số tối ưu thu được từ nghiên cứu này sẽ góp phần nâng cao kết quả ương giống loài cá này ở nước ta.

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu về tác động của độ mặn đối với kết quả ương nuôi cá biển. Nhìn chung, ở độ mặn thích hợp, cá thể hiện các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống, hiệu quả sử dụng thức ăn và một số chỉ tiêu đánh giá sức khỏe tổng thể tốt hơn các mức độ mặn cao hơn hoặc thấp hơn [6]. Tuy nhiên, sự thích ứng này lại có khác biệt theo loài, giai đoạn phát triển, mức độ thuần hóa và sự bổ sung các khoáng chất vào môi trường nuôi. Thật vậy, một số loài cá thể hiện sự ưa thích với phạm vi độ mặn trung bình, từ 15 - 20‰, như cá bơn Đại Tây Dương (*Scophthalmus maximus*) hay cá đối mực (*Mugil cephalus*) [10, 16]. Trong khi đó, một số loài khác lại phù hợp với các mức độ mặn thấp hơn, chỉ từ 5 - 15‰, báo cáo trên cá bơn Châu Âu (*Platichthys flesus*), cá tuyết (*Gadus morhua*) hay cá vền trắng (*Sparus sarba*) [14, 18, 26]. Ngược lại, nhiều loài được biết đến ưa thích độ mặn cao, đặc trưng của nước biển (25 - 35‰) tương tự như cá sù đất trong nghiên cứu hiện tại, quan sát thấy trên cá khế vằn (*Gnathanodon speciosus*), cá chim vây vàng (*Trachinotus ovatus*) hay cá bớp (*Rachycentron canadum*), cá trích (*Sardinella brasiliensis*) [8, 2, 21, 28]. Khả năng thích ứng với độ mặn của một số loài có thể được mở rộng trong trường hợp được thuần hóa và can thiệp vào chất lượng nước thông qua bổ sung chất khoáng [23]. Một số loài thuộc nhóm cá khoang cổ (*Amphiprion* spp.) được cho là có thể thích ứng với phạm vi độ mặn rộng (10 - 40‰) mặc dù trong tự nhiên chúng phân bố ở các rạn san hô, nơi có độ mặn cao và ổn định (33 - 35‰) [1, 4, 12]. Đáng chú ý, ở giai đoạn thương phẩm, tăng trưởng và tỷ lệ sống của 13 loài cá biển được

báo cáo là không bị tác động tiêu cực bởi độ mặn thấp của nước biển, chỉ từ 3 - 10‰ [27]. Tóm lại, các kết quả nghiên cứu kể trên đã củng cố thêm cho luận điểm rằng khả năng thích ứng với độ mặn của cá biển có sự khác biệt theo loài, giai đoạn phát triển và các can thiệp về mặt kỹ thuật nuôi. Do đó, việc nghiên cứu, đánh giá đầy đủ tác động của độ mặn với đối tượng loài, thậm chí từng giai đoạn cụ thể, là cần thiết giúp cho việc xây dựng quy trình nuôi, quy hoạch vùng nuôi và quản lý, phát triển nghề nuôi hiệu quả và bền vững hơn.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu đã xác định được độ mặn 25 - 30‰ là thích hợp cho ương cá sù đất giai đoạn giống. Việc ứng dụng kết quả này vào thực tiễn sản xuất sẽ giúp nâng cao hiệu quả ương nuôi, qua đó, góp phần xây dựng và hoàn thiện quy trình công nghệ sản xuất giống loài cá có giá trị kinh tế cao này ở nước ta.

Mặc dù nghiên cứu đã xác định độ mặn tối ưu cho ương cá sù đất là 25 - 30‰, vẫn còn một số hạn chế cần giải quyết trong tương lai, bao gồm: (1) làm sáng tỏ cơ chế ảnh hưởng của độ mặn lên các chỉ tiêu đánh giá kết quả ương thông qua nghiên cứu sinh lý và sinh hóa; (2) đánh giá thêm các thông số liên quan đến khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu, tiêu hóa và hấp thu dinh dưỡng của cá ở các mức độ mặn khác nhau; (3) quan tâm đến mức độ căng thẳng và các tác động sinh lý khác của cá; và (4) các mức độ mặn cao hơn, trên 30‰ cũng cần thiết được nghiên cứu. Việc giải quyết những vấn đề trên sẽ cung cấp cái nhìn toàn diện và sâu sắc hơn về tác động của độ mặn, góp phần nâng cao hiệu quả ương nuôi cá sù đất.

Lời cảm ơn

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

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Văn Dũng (2013), “Ảnh hưởng của độ mặn lên tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá khoang cổ cam *Amphiprion percula* (Lacepede, 1801) trưởng thành”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Trường Đại học Thái Nguyên 107(07), tr. 19-24.24
2. 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* Forsskal, 1775) giai đoạn giống”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Sản*, Trường Đại học Nha Trang, (02), tr. 39-47.18
3. Cao Minh Ngự (2015), *Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, độ mặn và mật độ đến sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá giò *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) giai đoạn mới nở đến 30 ngày tuổi*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Nha Trang.2
4. Trần Văn Phước, Nguyễn Đình Trung, Võ Thành Đạt, Hà Lê Thị Lộc (2012), “Ảnh hưởng của thức ăn và độ mặn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá khoang cổ đỏ (*Amphiprion fernatus* Brevoort, 1856) dưới 60 ngày tuổi”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, tr. 67-76.25
5. Lê Văn Thắng (2008), *Dự án Nhập công nghệ nuôi thương phẩm cá sù đất trong lồng bằng thức ăn công nghiệp tại vùng biển Quảng Ninh*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Trường Cao đẳng Thủy sản Bắc Ninh, 43 trang.

Tiếng Anh:

6. Bœuf, G., và Payan, P. (2001), “How should salinity influence fish growth?”, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 130 (4), pp. 411-423.1
7. Carneiro, M.D.D., Medeiros, R.S.D., Monserrat, J.M., Rodrigues, R.V., và Sampaio, L.A. (2024), “Growth and oxidative stress of clownfish *Amphiprion ocellaris* reared at different salinities”, *Fishes*, 9(1), pp. 30.3
8. Chen, H.D., Zheng, J.H., và Shen, Z.K. (2011), “Technique for artificial breeding of spotted drum *Nibea diacanthus*”, *Fisheries Science (Dalian)*, 30(8), pp. 501-504.4
9. Chung, M.H., Noble, D.W., Fox, R.J., Harrison, L.M., và Jennions, M.D. (2024), “Fluctuating salinity during development impacts fish productivity”, *bioRxiv*, 2024-02. 5
10. De Silva, S.S., và 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. 327-338.6
11. Dhaneesh, K.V., Devi, K.N., Kumar, T.A., Balasubramanian, T., và Tissera, K. (2012), “Breeding, embryonic development and salinity tolerance of Skunk clownfish *Amphiprion akallopisos*”, *Journal of King Saud University - Science*, 24(3), pp. 201-209.7
12. Fazio, F., Marafioti, S., Arfuso, F., Piccione, G. và Faggio, C. (2013), “Influence of different salinity on haematological and biochemical parameters of the widely cultured mullet, *Mugil cephalus*”, *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 46(4), pp. 211-218.8
13. Fridman, S., Bron, J. và Rana, K. (2012), “Influence of salinity on embryogenesis, survival, growth and oxygen consumption in embryos and yolk-sac larvae of the Nile tilapia”, *Aquaculture*, 334, pp. 182-190.9
14. Gutt, J. (1985), “The growth of juvenile flounders (*Platichthys flesus* L.) at salinities of 0, 5, 15 and 35‰”, *Journal of Applied Ichthyology*, 1(1), pp. 17-26.10
15. Holliday F.G.T. 1969, Effect of salinity on the eggs and larvae of Teleosts, In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Ed.), *Fish Physiology*, Academic Press, New York, 1, pp. 293–311.11

16. Imsland, A.K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M.H., FitzGerald, R., Bonga, S.W., Ham, E.V., Nevdal, G., và Stefansson, S.O. (2001), “The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*)”, *Aquaculture*, 198(3-4), pp. 353-367.12
17. Kang, C.K., Tsai, S.C., Lee, T.H., và 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 & Integrative Physiology*, 151(4), pp. 566-575.13
18. Lambert, Y., Dutil, J.D., và Munro, J. (1994), “Effects of intermediate and low salinity conditions on growth rate and food conversion of Atlantic cod (*Gadus morhua*)”, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51(7), pp. 1569-1576.14
19. Li, W., Wen, X., Huang, Y., Zhao, J., Li, S., và Zhu, D. (2017), “Effects of varying protein and lipid levels and protein-to-energy ratios on growth, feed utilization and body composition in juvenile *Nibea diacanthus*”, *Aquaculture Nutrition*, 23(5), pp. 1035-1047.16
20. Morgan, J.D., và 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. 2083-2094.17
21. Owatari, M.S., Magnotti, C., Vargas, J.H., de Carvalho, C.V.A., Sterzelecki, F.C., và Cerqueira, V.R. (2023), “Influence of salinity on growth and survival of juvenile *Sardinella brasiliensis*”, *Boletim do Instituto de Pesca*, 49.19
22. Phelan, M.J., Gribble, N.A., và Garrett, R.N. (2008), “Fishery biology and management of *Protonibea diacanthus* (Sciaenidae) aggregations in far Northern Cape York Peninsula waters”, *Continental Shelf Research*, 28(16), pp. 2143-2151.20
23. Resley, M.J., Webb Jr, K.A., và 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. 398-407.21
24. Sampaio, L.A., và 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. 187-196.22
25. Shi, Z.H., Xia, L.J., và Wang, J.G. (2004), “A study on artificial propagation technique of *Nibea diacanthus* (Lacpde)”, *Marine Sciences - Qingdao - Chinese Edition*, 28, pp. 34-37.23
26. Wong, M.K., Takei, Y., và Woo, N.Y. (2006), “Differential status of the renin-angiotensin system of silver sea bream (*Sparus sarba*) in different salinities”, *General and Comparative Endocrinology*, 149(1), pp. 81-89. 26
27. Wu, R.S.S., và Woo, N.Y.S. (1983), “Tolerance of hypo-osmotic salinities in thirteen species of adult marine fish: implications for estuarine fish culture”, *Aquaculture*, 32(1-2), pp. 175-181.27
28. Zhenhua, M., Huayang, G., Panlong, Z., Long, W., Shigui, J., Dianchang, Z và Jian, G.Q. (2014), “Effect of salinity on the rearing performance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus* (Linnaeus 1758)”, *Aquaculture Research*, 47(6), p. 1761-1769.28