



ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ MẶN LÊN SINH TRƯỞNG VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU SINH LÝ CỦA CÁ HEO YASUHIKOTAKIA MODESTA (BLEEKER, 1864) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Hồ Phương Ngân

Trường Đại học Cửu Long

Email: hophuongngan@mku.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/08/2025; Ngày phản biện: 30/08/2025; Ngày duyệt bài: 17/09/2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của độ mặn đến sinh trưởng và một số chỉ tiêu sinh lý của cá heo (*Yasuhikotakia modesta* (Bleeker, 1864)) ở giai đoạn giống. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức độ mặn: 0‰, 3‰, 5‰, 7‰, 9‰ và 11‰, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Sau 45 ngày nuôi, tỷ lệ sống cao nhất ghi nhận ở nghiệm thức 7‰ (90%), thấp nhất ở 11‰ (66,6%). Tăng trưởng về chiều dài và trọng lượng cao nhất đạt được ở nghiệm thức 5‰, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức khác. Về các chỉ tiêu sinh lý, cá giống 45 ngày tuổi (2,01 g/con) có mức tiêu hao oxy và ngưỡng oxy cao nhất ở nghiệm thức 11‰, đạt lần lượt 671,83 mgO₂/kg·h và 4,58 mg/l; các giá trị này khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 0‰ ($p < 0,05$). Đối với cá giống 90 ngày tuổi (3,57 g/con), ngưỡng oxy cao nhất cũng ghi nhận ở nghiệm thức 11‰ (1,28 mg/l), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Ngưỡng nhiệt độ cao nhất ở cả hai giai đoạn (45 và 90 ngày tuổi) đều ghi nhận tại nghiệm thức 0‰, với giá trị lần lượt là 39°C và 40,7°C. Ngưỡng pH thấp của cá có xu hướng tăng dần theo độ mặn; thấp nhất tại nghiệm thức 0‰ (4,22 và 3,22), cao nhất tại nghiệm thức 11‰ (4,81 và 3,69), với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Từ khóa: Cá heo, độ mặn, chỉ tiêu sinh lý, sinh trưởng.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of salinity on the growth and certain physiological parameters of juvenile Redtail Botia (*Yasuhikotakia modesta* (Bleeker, 1864)). The experiment was conducted in a completely randomized design with six salinity levels: 0‰, 3‰, 5‰, 7‰, 9‰, and 11‰, each replicated three times. After 45 days of rearing, the highest survival rate was observed at 7‰ (90%), while the lowest was at 11‰ (66.6%). The greatest increase in both length and weight occurred at the 5‰ treatment, showing statistically significant differences compared to the other treatments ($p < 0.05$). In terms of physiological indicators, 45-day-old juveniles (average weight 2.01 g/fish) exhibited the highest oxygen consumption and oxygen threshold at the 11‰ salinity, with values of 671.83 mgO₂/kg·h and 4.58 mg/l, respectively. These values differed significantly from those in the 0‰ treatment ($p < 0.05$). For 90-day-old juveniles (average weight 3.57 g/fish), the highest oxygen threshold was also recorded at 11‰ (1.28 mg/l), with no statistically significant difference compared to the other treatments ($p > 0.05$). The highest temperature thresholds at both 45 and 90 days of age were recorded at 0‰, reaching 39°C and 40.7°C, respectively. The fish's tolerance to low pH levels tended to increase with salinity. The lowest pH thresholds were observed at 0‰ (4.22 and 3.22), while the highest were found at 11‰ (4.81 and 3.69), with statistically significant differences ($p < 0.05$).

Keywords: Redtail Botia, salinity, physiological.

1. Giới thiệu

Tình hình xâm nhập mặn đang ngày càng tiến sâu vào trong đất liền các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long, có thể tác động tiêu cực cho ngành nuôi trồng thủy sản nói chung và thủy sản nước ngọt nói riêng. Việc tìm các loài cá rộng muối để đa dạng đối tượng nuôi là một hướng đi thích hợp cho xu thế phát triển bền vững hiện nay.

Cá heo *Yasuhitotakia modesta* (Bleeker, 1864) là 1 trong 8 loài cá nước ngọt thuộc giống *Botia* phân bố khá phổ biến trong các lưu vực vùng hạ nguồn sông Cửu Long. Cá heo nước ngọt là loài có kích thước nhỏ, sản lượng thấp, tuy nhiên màu sắc đẹp có thể thuần hóa làm cá cảnh (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993).

Hiện nay, việc tăng số lượng loài nhằm giảm áp lực khai thác ngoài tự nhiên và thúc đẩy định hướng phát triển lâu dài cho loài cá đầy triển vọng này đang là vấn đề cấp thiết. Với mục tiêu đa dạng hóa đối tượng nuôi cho vùng nước lợ và mở rộng vùng nuôi cho đối tượng cá nước ngọt, cung cấp những dẫn liệu khoa học cơ bản về khả năng chịu mặn, nên việc tìm hiểu “Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng và một số chỉ tiêu sinh lý của cá heo *Yasuhitotakia modesta* (Bleeker, 1864) giai đoạn giống” thật sự rất cần thiết.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian: Từ tháng 10/2024 đến tháng 6/2025. Địa điểm: Trại thực nghiệm Khoa Nông nghiệp - Thủy Sản, Trường Đại học Cửu Long.

Đối tượng nghiên cứu

Cá heo giống được mua tại trại cá giống Hồng Lâm, Tp Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1 Bố trí thí nghiệm

- Chuẩn bị thí nghiệm:

Thùng xốp 40 lít quy cách 50 x 37 x 31.5 cm rửa sạch, phơi khô chuẩn bị thí nghiệm.

Thức ăn cho cá trong thí nghiệm là thức ăn công nghiệp Tetra dạng viên chìm, 40 % đạm, kích cỡ viên thức ăn từ 0,5 mm.

Nguồn nước: Nước mặn sử dụng trong thí nghiệm là nước ót 80%, được mua tại trại ương tôm giống Tỉnh Trà Vinh đã qua xử lý. Nước ngọt sử dụng để giảm độ mặn trong thí nghiệm là nước sông đã qua lắng lọc và sục khí 1 ngày cho bay hết chlorine.

- Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá heo giai đoạn giống

Thí nghiệm được bố trí với 6 mức độ mặn: 0‰, 3‰, 5‰, 7‰, 9‰ và 11‰, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Cá heo giống được nuôi trong các thùng xốp có thể tích 40 lít, với mật độ 30 con/thùng. Độ mặn ban đầu được thiết lập ở mức 0‰ và tăng dần 2‰ mỗi ngày cho đến khi đạt đến giá trị tương ứng của từng nghiệm thức.

Cá được cho ăn bằng thức ăn viên chìm có hàm lượng đạm 35%, cho ăn 2 lần/ngày (lúc 8 giờ và 17 giờ), với lượng thức ăn theo nhu cầu của cá. Nước trong thùng được thay định kỳ 2 ngày/lần, mỗi lần thay 50% thể tích. Độ mặn được kiểm tra thường xuyên 2 lần/ngày (8 giờ và 15 giờ) nhằm duy trì ổn định giá trị độ mặn cho từng nghiệm thức.

Thí nghiệm được tiến hành trong nhà, với hệ thống sục khí liên tục nhằm duy trì điều kiện môi trường nuôi ổn định. Thời gian thực hiện kéo dài 45 ngày. Mẫu cá được thu định kỳ 15 ngày/lần, mỗi lần thu 10 cá thể ở mỗi nghiệm thức. Chiều dài và khối lượng từng

cá thể được đo bằng thước đo và cân điện tử nhằm xác định tốc độ tăng trưởng hàng ngày theo chiều dài và trọng lượng. Trong suốt thời gian thí nghiệm, các chỉ tiêu về sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá được theo dõi định kỳ.

Các chỉ tiêu theo dõi:

Các chỉ tiêu về môi trường: nhiệt độ và pH đo 2 lần/ngày vào buổi sáng lúc 7 giờ và chiều lúc 14 giờ bằng máy đo pH và nhiệt độ. Chỉ tiêu NO_2^- được thu 7 ngày/lần thông qua dụng cụ test NO_2^- .

Tăng trọng của cá được tính bằng công thức:

$$\text{DLG (cm/ngày)} = (\text{Lc} - \text{Lđ}) / t$$

Trong đó: DLG: tốc độ tăng trưởng chiều dài theo ngày, Lc: chiều dài cuối (cm), Lđ: chiều dài đầu (cm), t: thời gian nuôi (ngày)

Công thức tính tốc độ tăng trưởng trọng lượng theo ngày:

$$\text{DWG (g/ngày)} = (\text{Wc} - \text{Wđ}) / t$$

Trong đó: DWG: tốc độ tăng trưởng trọng lượng theo ngày, Wc: trọng lượng cuối (g), Wđ: trọng lượng đầu (g)

Công thức tính tỷ lệ sống của cá:

$$\text{TLS (\%)} = (\text{số cá thể cuối} / \text{số cá thể đầu}) * 100$$

Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của các mức độ mặn khác nhau đến tiêu hao oxy, ngưỡng oxy, ngưỡng nhiệt độ cao và ngưỡng pH thấp của cá heo ở giai đoạn giống

Thí nghiệm được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của độ mặn đến các giới hạn sinh lý của cá heo giống như: tiêu hao oxy, ngưỡng oxy, ngưỡng nhiệt độ cao và ngưỡng pH thấp. Tất cả cá sử dụng trong các thí nghiệm này đều đã được thuần hóa và nuôi thích nghi ở các độ mặn tương ứng trước đó.

- Thí nghiệm tiêu hao oxy được thực hiện trên cá giống ở hai trọng lượng trung bình khác nhau (2,01g và 3,57g) tại 6 mức độ mặn (0‰, 3‰, 5‰, 7‰, 9‰ và 11‰). Cá được đặt vào bình kín dung tích 1 lít, sau khi làm quen môi trường trong 2 giờ, lượng oxy hòa tan trong nước trước và sau thí nghiệm được đo bằng phương pháp Winkler để tính mức tiêu hao oxy.

Tiêu hao oxy được tính theo công thức:

$$\text{THO} = \frac{(\text{DOđ} - \text{DOc}) \times (\text{Vb} - \text{Vc})}{\text{W} \times \text{T}}$$

Trong đó: THO: Tiêu hao oxy ($\text{mgO}_2/\text{kg} \times \text{h}$), DO_d : Hàm lượng oxy trong nước trước thí nghiệm (mg/L), DO_c : Hàm lượng oxy trong nước cuối thí nghiệm (mg/L), V_b : Thể tích bình (L), V_c : Thể tích cá thí nghiệm (L), W: Trọng lượng cá thí nghiệm (g/con), T: Thời gian thí nghiệm (giờ).

- Thí nghiệm xác định ngưỡng oxy được thực hiện trên cá giống 45 ngày và 90 ngày tuổi, tại các độ mặn tương tự. Cá được theo dõi liên tục cho đến khi 50% cá chết, sau đó mẫu nước được cố định và phân tích để xác định hàm lượng oxy tại thời điểm cá chết, cũng bằng phương pháp Winkler.

Ngưỡng oxy được tính theo công thức:

$$\text{DO (mg/l)} = (\text{Vtb} \times \text{N} / \text{Vm}) \times 8 \times 1.000$$

Trong đó: Vtb: thể tích trung bình của dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N trong các lần chuẩn độ (ml), N: nồng độ đương lượng gam của dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ đã sử dụng, Vm: thể tích mẫu nước đem chuẩn độ (ml).

Thí nghiệm xác định ngưỡng nhiệt độ cao được tiến hành nhằm xác định mức nhiệt độ gây chết 50% cá heo giống (45 ngày và 90 ngày tuổi) ở các độ mặn khác nhau. Nhiệt độ nước được tăng dần 2°C mỗi giờ và ghi nhận khi đạt đến ngưỡng khiến 50% cá chết.

Thí nghiệm được lặp lại 3 lần để đảm bảo tính chính xác.

Thí nghiệm xác định ngưỡng pH thấp cũng được thực hiện trên cá heo giống (45 ngày và 90 ngày tuổi) tại các mức độ mặn từ 0‰ đến 11‰. pH được giảm dần từng bước 0,5 đơn vị mỗi 30 phút bằng dung dịch HCl 0,01N, và ngưỡng pH gây chết 50% cá được ghi lại bằng máy đo pH. Thí nghiệm này cũng được lặp lại 3 lần.

2.2 Phân tích số liệu

Số liệu thí nghiệm được thu thập, tính các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn theo chương trình Excel, xử lý thống kê (ANOVA một nhân tố và phép thử DUNCAN) bằng chương trình SPSS for windows 16.0 ở mức độ tin cậy 95%.

Bảng 3.1. Biến động các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Thí nghiệm thức (độ mặn)							
Chỉ tiêu		0‰	3‰	5‰	7‰	9‰	11‰
Nhiệt độ (°C)	Sáng	24,7 ± 1,18	24,7 ± 1,18	24,7 ± 1,18	24,7 ± 1,18	24,7 ± 1,18	24,7 ± 1,18
	Chiều	27,3 ± 0,97	27,3 ± 0,97	27,3 ± 0,97	27,3 ± 0,97	27,3 ± 0,97	27,3 ± 0,97
pH	Sáng	7,75 ± 0,01	7,75 ± 0,05	7,76 ± 0,05	7,81 ± 0,07	7,79 ± 0,01	8,04 ± 0,02
	Chiều	7,75 ± 0,01	7,75 ± 0,05	7,76 ± 0,05	7,81 ± 0,07	7,79 ± 0,01	8,04 ± 0,02
NO ₂ (mg/l)		0,36 ± 0,12	0,67 ± 0,21	0,67 ± 0,21	0,63 ± 0,22	0,5 ± 0,20	0,67 ± 0,21

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn.

Theo Boyd (1998), nhiệt độ thích hợp cho ương nuôi cá nước ngọt là 25 – 32°C, pH thích hợp cho sự phát triển của cá từ 6,5 – 9, lý tưởng nhất là 7,5 – 8,5. Hàm lượng NO₂ cho phép trong các ao nuôi thủy sản từ 0,01 – 1,7 ppm, nồng độ thích hợp nhất là 0,01 – 0,1 ppm.

Kết quả nghiên cứu (bảng 3.1) cho thấy nhiệt độ trung bình trong ngày dao động trong khoảng 24,7 - 27,3°C, pH dao động trong khoảng từ 7,75 - 8,04. Hàm lượng

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của độ mặn đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của cá heo giai đoạn giống

3.1.1 Biến động của các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Hoạt động trao đổi chất của cá heo nói riêng và động vật thủy sản nói chung đều có mối quan hệ mật thiết với môi trường nước. Nhiều nghiên cứu cũng cho thấy rằng bất cứ sự thay đổi nào về tính chất môi trường đều dẫn đến sự thay đổi về hoạt động sinh lý và sự tồn tại của sinh vật. Do đó, việc quản lý tốt môi trường nuôi là hết sức cần thiết.

Sự biến động của các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm được trình bày qua bảng 3.1

NO₂⁻ dao động trong khoảng 0,41 – 0,75 mg/l. Các yếu tố môi trường này đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá.

3.1.2 Tăng trọng và tỷ lệ sống của cá heo giai đoạn giống ở các độ mặn khác nhau sau 45 ngày nuôi

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn đến tăng trọng và tỷ lệ sống của cá heo sau 45 ngày nuôi được thể hiện ở bảng 3.2

Bảng 3.2. Trọng lượng và tỷ lệ sống của cá sau 45 ngày nuôi

Thông số	Nghiệm thức (độ mặn)					
	0‰	3‰	5‰	7‰	9‰	11‰
Tỷ lệ sống	69,6 ± 5,0 ^a	84,6 ± 2,8 ^b	83,7 ± 3,8 ^b	90 ± 4,1 ^b	86,6 ± 3,2 ^b	66,6 ± 5,1 ^a
Wđ (g/con)	2,01 ± 0,01	2,01 ± 0,01	2,01 ± 0,01	2,01 ± 0,01	2,01 ± 0,01	2,01 ± 0,01
W45 (g/con)	3,98±0,00 ^b	3,62±0,07 ^a	5,02±0,02 ^c	4,12±0,02 ^{ab}	4,24±0,02 ^{ab}	3,50±0,03 ^a
DWG (g/ngày)	0,04±0,01 ^{ab}	0,04±0,13 ^{ab}	0,07±0,07 ^c	0,05±0,01 ^b	0,05±0,01 ^b	0,03±0,03 ^a

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Các chữ cái trên cùng một cột giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). W trọng lượng cá (g) W ban đầu = 2,01 ± 0,01, $W15$ = trọng lượng cá sau 15 ngày nuôi, $W30$ = trọng lượng cá sau 30 ngày nuôi, $W45$ = trọng lượng cá sau 45 ngày nuôi.

Tỷ lệ sống

Sau 45 ngày nuôi, tỷ lệ sống của cá heo dao động từ 66,9% đến 90%. Cao nhất ghi nhận ở nghiệm thức 7‰ (90%), tiếp theo là 9‰ (86,6%), 3‰ (84,6%) và 5‰ (83,7%). Trong khi đó, nghiệm thức 0‰ và 11‰ có tỷ lệ sống thấp hơn, lần lượt là 69,6% và 66,9%. Phân tích thống kê cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) giữa hai nhóm: nhóm có tỷ lệ sống cao (3–9‰) và nhóm có tỷ lệ sống thấp (0‰ và 11‰).

Kết quả nghiên cứu trên tương đồng với một số nghiên cứu của Darwis et al. (2008) về ảnh hưởng của độ mặn đến cá nước ngọt. Tác giả đã chỉ ra rằng độ mặn có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống của cá bống tượng (*Oxyeleotris marmoratus*), kết quả nghiên cứu cho thấy cá bống tượng đạt tỷ lệ sống cao nhất ở độ mặn 10‰ (90%), trong khi tỷ lệ này giảm mạnh ở 30‰ (28%) và 0‰ (49%).

Tăng trưởng về trọng lượng

Bảng 3.2 cho thấy, sau 45 ngày nuôi, cá ở nghiệm thức 5‰ đạt trọng lượng cao nhất (5,02 g/con), khác biệt có ý nghĩa thống kê

($p<0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức 11‰ cho trọng lượng thấp nhất (3,50 g/con), khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức 3‰, 7‰ và 9‰ ($p>0,05$), nhưng khác biệt có ý nghĩa với nghiệm thức 5‰. Điều này cho thấy độ mặn 5‰ là phù hợp nhất cho sự tăng trưởng của cá trong điều kiện thí nghiệm.

Kết quả sau 45 ngày nuôi cũng cho thấy tốc độ tăng trưởng trọng lượng ngày của cá khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm thức. Nghiệm thức 5‰ đạt mức tăng cao nhất (0,07 g/ngày), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$). Các nghiệm thức 3‰, 7‰ và 9‰ có tốc độ tăng trưởng tương đương nhau, khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 0‰.

Giải thích cho kết quả này, Boeuf et al. (2001) cho rằng cá tiêu tốn khoảng 10% năng lượng cơ thể cho quá trình điều hòa áp suất thẩm thấu. Do đó, tại điểm đẳng áp nơi áp suất thẩm thấu giữa môi trường ngoài và dịch cơ thể cá cân bằng, cá sẽ tiêu tốn ít năng lượng nhất cho quá trình này, từ đó dành nhiều năng lượng hơn cho tăng trưởng.

Theo Boeuf và cộng sự (2001), cá thường tiêu tốn khoảng 10% năng lượng cơ thể để cân bằng áp suất thẩm thấu giữa cơ thể và môi trường. Tại điểm đẳng áp, nơi áp suất thẩm thấu cân bằng, cá sẽ tiêu hao ít năng lượng nhất, từ đó dành nhiều năng lượng hơn cho tăng trưởng. Kết quả

tương tự cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Jeremiah et al. (2008) khi nuôi cá rô phi (*Tilapia rendalli*) ở các độ mặn 5‰, 10‰, 15‰ và nước ngọt (đối chứng), sau 70 ngày cá ở nghiệm thức 10‰ tăng trưởng lớn nhất, khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$) với

các nghiệm thức khác và tỷ lệ sống của cá cao nhất ở độ mặn 10‰.

3.1.3. Tăng trưởng chiều dài và tốc độ tăng trưởng chiều dài của cá heo giống ở các độ mặn khác nhau sau 45 ngày nuôi

Bảng 3.3. Chiều dài của cá ở các độ mặn khác nhau sau 45 ngày nuôi

Thông số	Nghiệm thức (độ mặn)					
	0‰	3‰	5‰	7‰	9‰	11‰
Lđ (cm/con)	4,56 ± 0,07	4,56 ± 0,07	4,56 ± 0,07	4,56 ± 0,07	4,56 ± 0,07	4,56 ± 0,07
L45 (cm/con)	6,86± 0,05 ^a	6,73± 0,22 ^a	7,34± 0,03 ^b	6,88 ± 0,03 ^a	6,88± 0,27 ^a	6,76± 0,17 ^a
DLG (cm/ngày)	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,06± 0,24 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,05± 0,16 ^a	0,05± 0,17 ^a

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Các chữ cái trên cùng một cột giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). L(cm): chiều dài của cá, L ban đầu = 4,56 ± 0,07, L10 = chiều dài cá sau 15 ngày nuôi, L30 = chiều dài cá sau 30 ngày nuôi, L45 = chiều dài cá sau 45 ngày nuôi.

Sau 45 ngày nuôi, chiều dài cá heo giống đạt cao nhất tại nghiệm thức 5‰ (7,34 cm), khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác ($p<0,05$). Trong khi đó, các nghiệm thức 0‰, 3‰, 7‰, 9‰ và 11‰ không có sự khác biệt đáng kể ($p>0,05$), với giá trị thấp nhất ghi nhận ở nghiệm thức 3‰ (6,73 cm).

Tốc độ tăng trưởng về chiều dài của cá cho thấy mối liên hệ chặt chẽ với sự điều hòa áp suất thẩm thấu. Kết quả trên cho thấy cá đạt tốc độ tăng trưởng tốt nhất ở độ mặn 5‰ với DLG là 0.06 cm/ngày, cao hơn đáng kể so với các nghiệm thức khác (0.03 - 0.05 cm/ngày), dù sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$).

Điều này có thể được giải thích bằng cơ chế sinh lý, khi độ mặn môi trường gần bằng với áp suất thẩm thấu bên trong cơ thể cá, hoạt động điều hòa thẩm thấu sẽ tiêu tốn ít năng lượng nhất. Năng lượng được tiết kiệm

này sau đó sẽ được sử dụng cho các quá trình sinh học quan trọng khác, đặc biệt là tăng trưởng và phát triển. Ngược lại, ở các độ mặn cao hơn hoặc thấp hơn, sự chênh lệch áp suất thẩm thấu buộc cá phải tiêu hao nhiều năng lượng hơn để duy trì sự cân bằng nội môi, từ đó làm giảm tốc độ tăng trưởng (Dương Tuấn, 1978).

Theo Trần Ngọc Huyền và ctv (2019) sau 45 ngày ương tốc độ tăng trưởng theo ngày về chiều dài của cá rô đồng giống dao động từ 0,049 - 0,070 cm/ngày. Tốc độ tăng trưởng chiều dài của cá thấp nhất ở nghiệm thức 9‰ (0,049 cm/ngày) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$), ngược lại ở nghiệm thức 3‰ tốc độ tăng trưởng về chiều dài của cá đạt cao nhất (0,070 cm/ngày) khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với các nghiệm thức khác.

3.2. Ảnh hưởng của độ mặn khác nhau lên một số chỉ tiêu sinh lý cá heo giai đoạn giống

3.2.1 Tiêu hao oxy và ngưỡng oxy của cá heo giai đoạn giống 45 ngày và giống 90 ngày ở các độ mặn khác nhau

Tiêu hao oxy

Kết quả cho thấy, ở cùng một mức độ mặn, cá heo giống 45 ngày có mức tiêu hao

oxy cao hơn so với cá 90 ngày, cho thấy cá càng lớn thì khả năng thích nghi môi trường càng tốt, dẫn đến nhu cầu tiêu thụ oxy giảm.

Tiêu hao oxy tăng dần theo độ mặn ở cả hai giai đoạn. Ở giai đoạn 45 ngày tuổi, nghiệm thức 11‰ ghi nhận giá trị cao nhất (671,83 mgO₂/kg·h), tiếp theo là 9‰ (661,17), 7‰ (597,18), 5‰ (575,86), 3‰ (511,82) và thấp nhất là 0‰ (479,88). Ở giai đoạn 90 ngày, xu hướng tương tự được quan sát, với giá trị cao nhất cũng thuộc nghiệm thức 11‰ (362,58 mgO₂/kg·h) và thấp nhất ở 0‰ (234,61). Các sự khác biệt giữa các nghiệm thức đều có ý nghĩa thống kê (p<0,05).

Kết quả nghiên cứu trên tương đồng với

Bảng 3.4. Tiêu hao oxy và ngưỡng oxy của cá heo giai đoạn giống 45 ngày và giống 90 ngày ở các độ mặn khác nhau

Thông số	Nghiệm thức (độ mặn)					
	0‰	3‰	5‰	7‰	9‰	11‰
Tiêu hao oxy 45 ngày (mgO ₂ /kg×h)	479,88± 0,11 ^a	511,82±0,12 ^b	575,86±0,09 ^c	597,18±0,11 ^d	661,17± 0,12 ^e	671,83 ± 0,12 ^f
Tiêu hao oxy 90 ngày (mgO ₂ /kg×h)	234,61± 0,09 ^a	255,94± 0,07 ^b	309,26± 0,11 ^c	330,58± 0,09 ^d	351,91± 0,07 ^e	362,58± 0,10 ^f
Ngưỡng oxy 45 ngày (mg/L)	1,11±0,04 ^a	1,21± 0,06 ^b	1,37± 0,03 ^c	1,47± 0,01 ^d	1,58± 0,03 ^e	1,84 ± 0,01 ^f
Ngưỡng oxy 90 ngày (mg/L)	0,69±0,04 ^a	0,75± 0,03 ^b	0,85± 0,01 ^c	1,11± 0,04 ^d	1,23± 0,08 ^e	1,28 ± 0,11 ^f

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Các chữ cái trên cùng một cột giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05).

Ngưỡng oxy

Ngưỡng oxy của cá tăng theo độ mặn ở cả hai giai đoạn. Giai đoạn 45 ngày, ngưỡng oxy dao động từ 1,11 mg/L (0‰) đến 1,84 mg/L (11‰); giai đoạn 90 ngày từ 0,69 mg/L (0‰) đến 1,28 mg/L (11‰). Phân tích thống

các nghiên cứu trước đây về mối quan hệ giữa kích thước cơ thể và cường độ hô hấp của cá. Theo Dương Tuấn (1978) và Bùi Lai (1985), cường độ hô hấp tỷ lệ nghịch với sự phát triển cá thể, nghĩa là cá có kích thước càng nhỏ thì nhu cầu tiêu thụ oxy càng cao. Phát hiện này cũng được kiểm chứng của Trần Trường Giang (2009) trên cá kèo (*Pseudapocryptes lanceolatus*), khi tác giả chỉ ra rằng tiêu hao oxy giảm dần theo sự gia tăng trọng lượng cơ thể. Điều này có thể được giải thích do ở giai đoạn nhỏ, quá trình trao đổi chất diễn ra mạnh mẽ và nhanh hơn, đòi hỏi một lượng oxy lớn để đáp ứng nhu cầu năng lượng cho sự tăng trưởng và phát triển.

kê cho thấy sự khác biệt giữa các nghiệm thức là có ý nghĩa (p<0,05).

Kết quả cho thấy khi độ mặn tăng, cá cần tăng cường hoạt động hô hấp để đảm bảo nhu cầu oxy phục vụ cho quá trình điều hòa áp suất thẩm thấu, từ đó dẫn đến ngưỡng oxy cao hơn.

Huỳnh Hiếu Lộc (2009) cho biết ngưỡng oxy của cá bông tượng (*Oxyeleotris marmoratus*) trong môi trường nước ngọt thấp hơn trong môi trường nước mặn, cũng

như môi trường có độ mặn càng cao cho ngưỡng oxy càng cao.

3.2.2 Ngưỡng nhiệt độ cao và ngưỡng

pH thấp của cá heo giai đoạn giống 45 ngày và giống 90 ngày ở các độ mặn khác nhau

Bảng 3.5. Ngưỡng nhiệt độ cao và ngưỡng pH thấp của cá heo giai đoạn giống 45 ngày và giống 90 ngày ở các độ mặn khác nhau

Thông số	Thí nghiệm (độ mặn)					
	0‰	3‰	5‰	7‰	9‰	11‰
Ngưỡng nhiệt độ cao (°C) (45 ngày)	39 ± 0,11 ^d	37 ± 0,11 ^b	36,8 ± 0,12 ^b	38 ± 0,09 ^c	37,7 ± 0,16 ^c	36 ± 0,09 ^a
Ngưỡng nhiệt độ cao (°C) (90 ngày)	40,7 ± 0,33 ^d	39,8 ± 0,17 ^c	38,7 ± 0,17 ^b	39,7 ± 0,17 ^c	39,7 ± 0,33 ^c	37,7 ± 0,17 ^a
Ngưỡng pH thấp (45 ngày)	4,22 ± 0,01 ^a	4,31 ± 0,03 ^b	4,32 ± 0,03 ^b	4,71 ± 0,01 ^c	4,71 ± 0,01 ^c	4,81 ± 0,01 ^d
Ngưỡng pH thấp (90 ngày)	3,22 ± 0,01 ^a	3,24 ± 0,01 ^a	3,26 ± 0,01 ^a	3,54 ± 0,03 ^b	3,60 ± 0,04 ^c	3,69 ± 0,01 ^d

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trong bảng là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Các chữ cái trên cùng một dòng giống nhau thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

Ngưỡng nhiệt độ cao

Ngưỡng nhiệt độ cao của cá có xu hướng giảm khi độ mặn tăng. Ở giai đoạn 45 ngày, giá trị cao nhất được ghi nhận tại thí nghiệm 0‰ (39°C) và thấp nhất tại 11‰ (36°C). Xu hướng tương tự cũng được quan sát ở giai đoạn 90 ngày với giá trị lần lượt là 40,7°C (0‰) và 37,7°C (11‰). Sự khác biệt giữa các thí nghiệm là có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Sự suy giảm ngưỡng nhiệt độ cao trong điều kiện mặn có thể là do cá phải tiêu tốn nhiều năng lượng hơn để điều hòa áp suất thẩm thấu, từ đó làm giảm khả năng chống chịu khi nhiệt độ môi trường tăng.

Kết quả nghiên cứu của Phan Vĩnh Thịnh (2014), tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên một số chỉ tiêu sinh lý và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*), kết quả cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng trực tiếp đến sinh lý và tăng trưởng cá tra giống. Nhiệt độ thấp, cá tăng trưởng kém

còn nhiệt độ cao kích thích cá tăng trưởng cao. Tuy nhiên, khi nhiệt độ quá cao cũng gây stress cho cá vì làm ức chế quá trình sinh trưởng và phát triển bình thường của cá.

Ngưỡng pH thấp

Ngưỡng pH thấp của cá cũng có xu hướng tăng theo độ mặn. Ở giai đoạn 45 ngày, giá trị ngưỡng pH thấp dao động từ 4,22 (0‰) đến 4,81 (11‰), trong khi giai đoạn 90 ngày dao động từ 3,22 đến 3,69. Sự khác biệt giữa các thí nghiệm là có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Kết quả này cho thấy khả năng chịu đựng pH thấp của cá giảm dần khi độ mặn tăng. Lý do có thể do cá phải dành nhiều năng lượng hơn cho quá trình điều hòa áp suất thẩm thấu trong môi trường mặn. Ngoài ra, pH thấp còn làm tăng độc tính của nitrit (NO_2^-), ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe cá.

Theo Das & ctv. (2006), sự thay đổi pH nước (cao hoặc thấp) có thể gây stress cho cá, đồng thời cũng sẽ ảnh hưởng đến chức năng sinh lý máu và tăng trưởng của cá. Dựa vào sự thay đổi các chỉ tiêu sinh lý máu (kích cỡ, hình dạng và sự biến động của từng loại tế bào máu, nồng độ hemoglobin, hàm

lượng đường huyết) có thể giúp người nuôi đánh giá được tình trạng sức khỏe của động vật thủy sản.

4. Kết luận và đề xuất

4.1. Kết luận

Cá heo *Yasuhikotakia modesta* có khả năng sinh trưởng và thích nghi tốt trong điều kiện môi trường có độ mặn từ 0 đến 9‰. Trong đó, độ mặn 5‰ là mức tối ưu cho tăng trưởng về chiều dài và trọng lượng. Tỷ lệ sống cao hơn được ghi nhận ở các nghiệm thức từ 3‰ đến 9‰, trong khi môi trường nước ngọt và mặn cao (11‰) làm giảm đáng kể khả năng sống và phát triển của cá.

Các chỉ tiêu sinh lý như tiêu hao oxy, ngưỡng oxy, ngưỡng nhiệt độ cao và ngưỡng pH thấp đều chịu ảnh hưởng rõ rệt bởi độ mặn, với xu hướng tăng theo độ mặn và giảm dần theo độ tuổi cá.

Nghiên cứu này khẳng định tiềm năng ương nuôi cá heo ở các vùng chịu ảnh hưởng mặn nhẹ hoặc nhiễm phèn, góp phần đa dạng hóa đối tượng nuôi thủy sản nước ngọt trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay.

4.2. Đề xuất

Tiếp tục nghiên cứu sự ảnh hưởng của độ mặn lên sinh trưởng của cá heo giai đoạn cá giống 90 ngày đến thương phẩm để có thể khuyến cáo cho người nuôi chọn lựa điều kiện nuôi đạt hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bleeker, P, 1860. Reptilien van Agam. Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie, Batavia, 20: 325-329.
- [2] Boeuf and patrick, 2001. How should salinity influence Fish growth ? Comparative Biochemistry and Physiology, p 411 – 423.
- [3] Boy, C. E, 1998. Water quality for pond aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, USA, p 196 – 201.
- [4] Bùi Lai, Trần Mai Thiên, Vũ Trung Tạng và Mai Đình Yên, 1985. Ngư loại học. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, 217 trang.
- [5] Darwis H. Evans, Ph.D, 2008. Effects of salinity on growth and survival of *Oxyeleotris marmoratus*. Braz J Med Bio Res, Vol 35 (3), p. 436 – 467.
- [6] Das, P. C., Ayyappan, S., & Jena, J. (2006). Haematological changes in the three Indian major carps, *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) exposed to acidic and alkaline water pH. Aquaculture 235(1-4), 633-644.
- [7] Dương Tuấn, 1978. Sinh lý cá. Trường Đại học Thủy Sản Nha Trang, 124 trang.
- [8] Huỳnh Hiếu Lộc, 2009. Ảnh hưởng của các độ mặn khác nhau lên một số chỉ tiêu sinh lý, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá bống tượng (*Oxyeleotris marmoratus*) giai đoạn giống. LVCH Khoa Thủy Sản Trường ĐHTC, 96 trang.
- [9] Jeremiah, 2008. Effect of Salinity on Growth, Feed Utilization, and Survival of *Tilapia rendalli*. Under Laboratory Conditions. ISSN 1672-5182, April 30, 2008, Vol.3, No.1, p. 53-55.
- [10] Phan Vĩnh Thịnh và ctv, 2014. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên một số chỉ tiêu sinh lý và tăng trưởng của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ.
- [11] Trần Ngọc Huyền, Nguyễn Lê Hoàng Yên và Phạm Thị Mỹ Xuân, 2019. Ảnh hưởng của độ mặn đến một số chỉ tiêu sinh lý và tăng trưởng Cá rô đồng (*Anabas testudineus*). Tạp chí Nghiên cứu khoa học và Phát triển kinh tế Trường Đại học Tây Đô. 07: 169-184.
- [12] Trần Trường Giang, 2009. Ảnh hưởng của độ mặn khác nhau lên điều hòa áp suất thẩm thấu, tiêu hao oxy, tăng trưởng và tỷ lệ sống cá kèo (*Pseudapocryptes lanceolatus*). LVCH, Khoa Thủy Sản Trường ĐHTC, 69 trang.
- [13] Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993. Định loại cá nước ngọt vùng Đồng bằng sông Cửu Long, 361 trang.