

ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN BỔ SUNG BETA-GLUCAN LÊN KHẢ NĂNG CHỊU MẶN VÀ THÔNG SỐ STRESS CỦA CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) GIAI ĐOẠN GIỐNG

EFFECTS OF BETA-GLUCAN FEEDING DURATION ON SALINITY TOLERANCE AND STRESS PARAMETERS OF STRIPED CATFISH (*Pangasianodon hypophthalmus*) FINGERLINGS

**Đào Minh Hải^{1*}, Nguyễn Thị Kim Hà², Đỗ Thị Thanh Hương², Bùi Minh Tâm¹,
Vương Minh Trung¹, Lê Thành Cường³, Lê Hoàng Vũ⁵,
Dương Thúy Yên¹, Nguyễn Thị Anh Thư⁴, Phạm Thanh Liêm¹**

1. Khoa Công Nghệ Nuôi Trồng Thủy Sản, Trường Thủy Sản, Trường Đại Học Cần Thơ
2. Khoa Sinh Học và Môi Trường Thủy Sản, Trường Thủy Sản, Trường Đại Học Cần Thơ
3. Khoa Nuôi trồng Thủy sản, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang
4. Khoa Công nghệ Sinh học, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang
5. Khoa Nông Nghiệp Và Thủy Sản, Trường Đại Học Bạc Liêu

*Tác giả liên hệ: Đào Minh Hải, Email: dmhai@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 07/07/2026; Ngày phản biện thông qua: 18/08/2026 ; Ngày duyệt đăng: 30/09/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của thời gian bổ sung beta-glucan (2g/kg thức ăn) lên tăng trưởng và khả năng chịu mặn và đáp ứng sinh lý của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống nuôi độ mặn 10‰. Thí nghiệm gồm 5 nghiệm thức với thời gian bổ sung beta-glucan khác nhau: không bổ sung, bổ sung trong 1 tuần, 2 tuần, 3 tuần và 4 tuần, mỗi nghiệm thức có 4 lần lặp lại. Kết quả cho thấy khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức về tăng trưởng. Sau 72 giờ sốc độ mặn (20‰), cá ở nghiệm thức đối chứng và 1 tuần có tỷ lệ sống thấp nhất, trong khi các nghiệm thức bổ sung beta-glucan với thời gian dài hơn, đặc biệt là nhóm cho ăn 4 tuần ghi nhận tỷ lệ sống cao hơn ($p < 0,05$). Hàm lượng cortisol và glucose trong máu cá tăng trong quá trình sốc độ mặn, nhưng mức độ tăng ở nhóm cho ăn 4 và 3 tuần thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nhóm đối chứng, cho ăn 1 và 2 tuần. Kết quả nghiên cứu cho thấy thời gian bổ sung của beta-glucan không có ảnh hưởng nhiều đến tăng trưởng nhưng có tác dụng tích cực đến khả năng chịu mặn của cá tra.

Từ khóa: Cá tra, beta-glucan, cá tra, khả năng chịu mặn, tỷ lệ sống, cortisol và glucose.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of beta-glucan feeding duration on the growth performance and salinity tolerance and physiological response of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings under brackish water conditions. The experiment consisted of five treatments under a salinity of 10‰ with different beta-glucan supplementation durations (2g/kg): no supplementation (control), 1 week, 2 weeks, 3 weeks, and 4 weeks, with 4 replications in each treatment. The results showed no statistically significant differences ($p > 0.05$) between treatments in terms of growth performance. After 72 h of salinity shock (20‰ of salinity), fish in the control and 1-week treatment had the lowest survival rate, while the treatments with longer beta-glucan supplementation durations, especially the 4-week group, recorded the higher survival rate ($p < 0.05$). Cortisol and glucose levels in the fish increased during salinity shock, but the increase was statistically significantly lower ($p < 0.05$) in the 4-week and 3-week feeding groups compared to the control, 1-week and 2-week feeding groups. The study results indicated that the duration of beta-glucan supplementation did not significantly affect growth performance but had a positive effect on the salinity tolerance of striped catfish.

Keywords: Striped catfish, beta-glucan, salinity tolerance, survival rate, cortisol and glucose.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là đối tượng được nuôi phổ biến tại Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL). Năm 2025, diện tích nuôi cá tra đạt 6.400 ha, sản lượng đạt 1.67 triệu tấn với giá trị xuất khẩu của cá tra đạt gần 2,2 tỷ USD [1]. Tuy nhiên hiện tại nghề nuôi cá tra đang gặp nhiều thách thức do ảnh hưởng biến đổi khí hậu (BĐKH) và xâm nhập mặn. ĐBSCL đã được dự đoán là một trong ba khu vực bị ảnh hưởng nghiêm trọng nhất trên thế giới và mực nước biển cũng được dự đoán sẽ tăng 1 m trong thế kỷ này [2]. Bên cạnh đó, nhiều đập trên dòng chính và các nhánh của sông Mekong, được xây dựng để đáp ứng nhu cầu thủy điện cao của các nước thượng nguồn, cũng có thể đóng vai trò quan trọng trong việc làm tăng độ mặn của ĐBSCL [3]. Điển hình, năm 2016, ĐBSCL đối mặt với hạn hán, xâm nhập mặn nghiêm trọng đã ảnh hưởng mạnh đến 11/13 tỉnh ĐBSCL, gây thiệt hại đáng kể về nuôi trồng thủy sản (194.163 ha), lúa (405.000 ha) và sản xuất cây ăn quả (28.457 ha), thiệt hại kinh tế khoảng 0,34 tỷ USD [4].

Cá tra là loài sinh trưởng và phát triển trong thủy vực nước ngọt trong suốt vòng đời, việc thay đổi độ mặn trong môi trường sống là nhân tố ảnh hưởng lớn đến đời sống của chúng [5]. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, cá tra không phải là loài điều hòa thẩm thấu hiệu quả và khả năng sống sót trong điều kiện nước mặn bị hạn chế do không có sự bài tiết chất điện giải hiệu quả [6-8]. Ở giai đoạn cá con, sự chuyển dần của cá từ nước ngọt sang nước lợ lên đến 20% làm tăng áp suất thẩm thấu của huyết tương lên mức cao hơn so với cá sống trong môi trường nước ngọt [6]. Cá tra có khả năng phát triển tốt ở độ mặn dưới 10‰, nhưng bắt đầu giảm ở độ mặn 12‰ [7-8]. Ở hầu hết các sinh vật, stress là một phản ứng sinh lý phổ biến đối với tình trạng môi trường bất lợi hoặc kích thích bất lợi. Khi chúng nhận thấy những thay đổi bất lợi của môi trường sống tự nhiên đối với

minh, chúng sẽ kích hoạt một bộ cơ chế phòng vệ và thường chuyển năng lượng trong cơ thể từ quá trình tăng trưởng để chống lại các điều kiện môi trường bất lợi mới nhằm duy trì trạng thái cân bằng môi trường bên trong cơ thể (nội môi) của chúng [9]. Hơn thế nữa, các loài thủy sản duy trì trạng thái cân bằng đồng nhất thông qua hệ thống kiểm soát tự điều chỉnh và một bộ cơ chế thống nhất bao gồm nhiều cơ quan trong cơ thể như hệ hô hấp, tiêu hóa và tiết niệu [10], nhưng quá trình cân bằng này tốn rất nhiều năng lượng. Thông thường từ 20 đến 50% tổng năng lượng của cá được dành riêng cho một phản ứng chung với điều kiện bất lợi của môi trường, nhờ đó chúng tăng nồng độ cortisol huyết tương để điều chỉnh cân bằng thẩm thấu của chúng [9].

Ngày nay, hướng tiếp cận tiềm năng nhằm nâng cao khả năng thích nghi với môi trường là bổ sung các hợp chất kích thích miễn dịch trong khẩu phần ăn như probiotics, prebiotics, vitamin C,... đang nhận được nhiều sự quan tâm [11-12]. Cho đến nay, Beta-glucan được xem là chất kích thích hệ miễn dịch có hiệu quả đối với tôm, cá [13]. Theo Võ Thị Quỳnh Như và cs. (2020) [14], việc bổ sung beta-glucan có tác dụng lên tăng trưởng, tỉ lệ sống, tăng cường đáp ứng miễn dịch và tính đề kháng trước một số mầm bệnh. Nghiên cứu của Soltanian et al. (2014) [15] về ảnh hưởng của beta-glucan lên khả năng chống lại stress do giảm nhiệt độ trên cá tra khi bổ sung với hàm lượng 0,5% và 1% trong thời gian 9 tuần có tỉ lệ sống cao hơn nghiệm thức 0 và 2%. Nghiên cứu của Kumari and Sahoo (2006) [16] trên cá trê trắng (*Clarias batrachus*) khi bổ sung beta-glucan 0,1% trong 1 tuần có thể tăng cường khả năng miễn dịch và kháng bệnh của cá. Tương tự, nghiên cứu của Dương Thị Mỹ Tiên (2015) [17] khi bổ sung beta-glucan cho cá tra ăn trong 3 tuần có tỉ lệ sống cao nhất so với các nghiệm thức bổ sung trong 1 tuần và 2 tuần khi gây stress cá ở mật độ cao. Theo nghiên cứu của Dao Minh Hai

(2026) [18] trên cá tra, khi bổ sung beta-glucan 2g/kg thức ăn đạt hiệu quả tốt nhất về tăng trưởng và kết quả sốc mặn 20‰ đạt tỉ lệ sống cao hơn so với nghiệm thức đối chứng. Tuy nhiên ảnh hưởng của thời gian bổ sung beta-glucan lên khả năng tăng trưởng và chịu mặn của cá tra chưa được đánh giá. Do đó nghiên cứu hiện tại được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của thời gian bổ sung beta-glucan lên khả năng chịu mặn và tăng trưởng của cá tra

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguồn cá thí nghiệm được ương tại trại giống thủy sản ODA, Trường Thủy sản – Đại học Cần Thơ. Cá thí nghiệm có kích cỡ trung bình $7,0 \pm 2,1$ g/con, có cùng độ tuổi, hoạt động khỏe mạnh, bơi theo đàn, không bị dị hình dị tật và không có dấu hiệu bệnh lý bất thường bên ngoài và bên trong nội tạng. Nước mặn sử dụng trong thí nghiệm được pha từ nguồn nước ót (80‰) mua từ Bạc Liêu, được xử lý với Chlorine 30ppm và kiểm tra nồng độ trước khi sử dụng. Beta-glucan (β -1,3/1,6-glucan, chiết xuất từ nấm men, có độ tinh khiết 90% mua từ công ty Aquavina) được bổ sung vào thức ăn thương mại 32% đạm (Proconco) với mã số là C5004.

2.2 Bố trí thí nghiệm

Cá tra giống được bố trí hoàn toàn ngẫu vào 5 nghiệm thức với thời gian bổ sung beta-glucan khác nhau (không bổ sung – đối chứng, bổ sung liên tục 1 tuần đầu, bổ sung liên tục 2 tuần đầu, bổ sung liên tục 3 tuần đầu và liên tục trong 4 tuần) trong cùng mức bổ sung beta-glucan là 2 g/kg thức ăn [11,18]. Cá được bố trí trong hệ thống tuần hoàn, sử dụng bể composite 1 m³, mật độ thả cá là 500 con/m³. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 4 lần lặp lại. Tổng số bể thí nghiệm là 20 bể nuôi, kết hợp với 1 hệ thống lắng và lọc. Thời gian thí nghiệm là 28 ngày sau khi bể nuôi đạt độ mặn 10‰.

2.3 Chăm sóc và quản lý bể nuôi

Sau khi bố trí vào bể, cá giống được thuần dưỡng 3 ngày trước khi độ mặn được nâng 1‰/ngày cho đến khi đạt 10‰ trong 10 ngày. Cá được cho ăn lúc 8h:00 và 14h:00 mỗi ngày, với lượng thức ăn theo nhu cầu của cá và Beta-glucan được trộn vào thức ăn khi độ mặn đạt 10‰. Thức ăn được cân trước khi cho cá ăn. Sau khi cá ăn được 30 phút, thức ăn thừa được vớt ra, sấy khô đến khối lượng không đổi và quy theo độ ẩm của thức ăn ban đầu để tính lượng thức ăn cá đã sử dụng nhằm xác định FCR. Số lượng và khối lượng cá chết được ghi nhận hằng ngày để tính tỉ lệ sống và FCR. Bể thí nghiệm được siphon và thay nước 3 lần/tuần (khoảng 20% lượng nước bể nuôi), bổ sung nước mới được pha với độ mặn 10‰.

Beta-glucan dạng bột được hòa tan vào trong nước (~100 ml) với liều dùng được tính toán để phù hợp cho từng nghiệm thức. Dung dịch sau khi hòa tan được phun vào thức ăn công nghiệp. Sử dụng dầu cá (10 mL/kg thức ăn) được trộn thêm vào tất cả nghiệm thức để bảo quản beta-glucan. Thức ăn sau khi được trộn đều bằng tay được trữ trong tủ lạnh (-20°C) tới khi cho ăn.

2.4 Phương pháp thu và phân tích mẫu

2.4.1 Các chỉ tiêu sinh trưởng

Trước khi bố trí thí nghiệm, cá được cân và đo ngẫu nhiên 30 cá thể để xác định khối lượng và chiều dài trung bình ban đầu (Wd) và cân tổng khối lượng cá từng bể để xác định tổng khối lượng ban đầu. Khi kết thúc thí nghiệm, cân và đo ngẫu nhiên 30 cá thể/bể để xác định khối lượng và chiều dài trung bình, cân toàn bộ số lượng trong mỗi bể để xác định khối lượng tổng để xác định các chỉ tiêu về tăng trưởng và tỷ lệ sống.

Công thức tốc độ tăng trưởng tương đối theo khối lượng (%/ngày):

$$- SGR_w (\%/ngày) = \frac{\ln(W_c) - \ln(W_d)}{t} \times 100$$

Công thức tính tốc độ tăng trưởng tương đối theo chiều dài (%/ngày):

$$- \text{SGRL (\%/ngày)} = \frac{\text{Ln(Lc)} - \text{Ln(Lđ)}}{t} \times 100$$

Trong đó: W_d , W_c là khối lượng cá trước và sau thí nghiệm (g), L_d là chiều dài cá lúc bắt đầu thí nghiệm, L_c là chiều dài cá lúc thu hoạch, t : thời gian thí nghiệm

$$- \text{Tỉ lệ sống (\%)} = \frac{\text{số cá thu hoạch}}{\text{số cá ban đầu}} \times 100$$

- Lượng thức ăn cá ăn vào (FI, g/con/ngày) = (lượng thức ăn ăn vào/con)/số ngày thí nghiệm.

- Hệ số phân đàn: CV% (Coefficients of variation) = (Độ lệch chuẩn/khối lượng trung bình) x 100

- Hệ số sử dụng thức ăn (FCR) = Lượng thức ăn sử dụng (kg)/khối lượng cá gia tăng (kg).

2.4.2 Thí nghiệm sốc mặn

Sau khi kết thúc thí nghiệm nuôi, cá từng nghiệm thức được sử dụng cho thí nghiệm sốc độ mặn. Cá được bố trí vào các thùng nhựa 500 lít, mỗi thùng chứa 30 cá thể. Mỗi nghiệm thức lặp lại tương ứng với 4 lần lặp lại. Độ mặn trong các thùng được tăng từ 10‰ lên 20‰ với 10 lần nâng trong thời gian 24 giờ bằng cách pha nước ót đã xử lý. Theo dõi và ghi nhận số lượng cá chết theo từng thời điểm ở từng nghiệm thức trong thời gian sốc mặn và 72 giờ sau khi đạt độ mặn 20‰.

2.4.3 Các chỉ tiêu sinh lý

Trong quá trình sốc mặn, tiến hành lấy máu để phân tích chỉ tiêu sinh lý cortisol và glucose ở các khoảng thời gian khác nhau: trước khi sốc mặn (0h) và sau khi đạt độ mặn 20‰ 4h, 24h và 72h. Cá được thu ngẫu nhiên 3 mẫu/bể (12 mẫu/nghiệm thức), mẫu máu cá được thu bằng kim tiêm 1 mL có tráng heparin, vị trí thu ở tĩnh mạch đuôi của cá. Thể tích mẫu máu được thu khoảng 0,2 – 0,3 mL. Mẫu được cho vào ependorf 1,5 mL và ly tâm với tốc độ

6.000 vòng trong 6 phút ở 4°C, thu huyết tương và lưu trữ ở - 80°C để phân tích. Cortisol trong huyết tương được phân tích bằng phương pháp ELISA sử dụng bộ kit thương mại (EIA-1887 Cortisol ELISA, DRG International, Mỹ) theo hướng dẫn nhà sản xuất. Phân tích glucose theo phương pháp Hugget and Nixon (1957) [19].

2.4.4 Các chỉ tiêu môi trường

Trong quá trình ương các chỉ tiêu môi trường: oxy hòa tan, nhiệt độ, pH và độ mặn được ghi nhận 2 lần/ngày vào 8:00h buổi sáng và 14:00h buổi chiều bằng máy đo đa chỉ tiêu (DKK-TOA, WQC-24, Japan). Định kỳ 7 ngày thu mẫu nước ở mỗi bể (trước khi thay nước) và phân tích hàm lượng NO_2^- và TAN bằng test kit SERA (Germany).

2.5 Xử lý số liệu

Giá trị trung bình và sai số chuẩn của số liệu được tính bằng công thức của phần mềm Excel 2016. Sự khác biệt giữa giá trị trung bình của các nghiệm thức được so sánh bằng phân tích ANOVA một nhân tố với phép thử DUNCAN sử dụng phần mềm SPSS 16.0 với mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu môi trường.

Trong quá trình thí nghiệm, độ mặn luôn được theo dõi và duy trì ổn định. Kết quả ghi nhận nhiệt độ, pH, DO, TAN, NO_2^- ở các nghiệm thức trong khoảng thời gian thí nghiệm được tổng hợp ở (Bảng 1). Nhìn chung, nhiệt độ trung bình giữa sáng và chiều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá. Bên cạnh nhiệt độ, chỉ tiêu pH cũng là một trong những yếu tố môi trường ảnh hưởng lớn đến đời sống của thủy sinh vật. Giá trị pH trung bình vào buổi sáng là $7,15 \pm 0,28$ và buổi chiều là $7,1 \pm 0,27$. Theo Boyd (1998) [20], pH phù hợp cho sự phát triển của tôm cá là từ 6,5-8,5. Như vậy giá trị pH trong quá trình thí nghiệm không ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá. Hàm lượng oxy (DO) hòa tan dao động tương đối ổn

định do trong điều kiện thí nghiệm có sục khí liên tục nên sự biến động oxy trong ngày giữa các nghiệm thức không đáng kể. Hàm lượng DO trung bình buổi sáng là $5,92 \pm 0,91$ mg/L và buổi chiều là $5,73 \pm 0,93$ mg/L. Theo nghiên cứu của Dương Thúy Yên (2003) [21] thì cá

tra có khả năng sống được trong môi trường có hàm lượng oxy nhỏ hơn 2 mg/L. Vì vậy, hàm lượng oxy hòa tan trong các bể thí nghiệm rất thích hợp cho sinh lý và sự sinh trưởng của cá tra thí nghiệm.

Bảng 1. Các yếu tố pH, nhiệt độ và Oxy hòa tan trong quá trình thí nghiệm

	Nhiệt độ (°C)	pH	DO (mg/L)	TAN (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Sáng	25,04±0,9	7,15±0,28	5,92±0,91	0,5±0,0	4,25±1,5
Chiều	25,94±0,93	7,10±0,27	5,73±0,93		

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn.

Trong thời gian nuôi thì hàm lượng TAN (mg/L) trung bình trong thí nghiệm là 0,5mg/L. Theo Trương Quốc Phú (2007) [22], hàm lượng TAN thích hợp cho ao nuôi thủy sản là 0,2 – 2 mg/L. Vì vậy hàm lượng TAN trong thí nghiệm vẫn nằm trong khoảng thích hợp cho cá tra tăng trưởng. Hàm lượng NO₂⁻ trung bình 4,25±1,5 mg/L chưa nằm trong khoảng thích hợp. Hàm lượng NO₂⁻ cho phép trong ao nuôi dao động từ 0,01 – 1,7 mg/L và thích hợp nhất 0,01 – 0,1 mg/L [22]. Tuy hàm lượng NO₂⁻ trong thí nghiệm cao hơn mức đề nghị trong các ao nuôi thủy sản nhưng do cá tra là loài có cơ quan hô hấp phụ và khả năng chịu đựng cao với NO₂⁻ 1,65 mM (tương đương 75,9 mg/L) đối với cá tra giống [23] nên các yếu tố môi trường không ảnh hưởng tới sự phát triển của cá tra.

3.2. Tăng trưởng về khối lượng và chiều dài.

Tốc độ tăng trưởng về khối lượng của cá tra giữa các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm được trình bày ở Bảng 2. Kết quả cho thấy khối lượng trung bình của cá khi kết thúc thí nghiệm dao động trong khoảng $30,91 \pm 9,96$ g đến $37,62 \pm 3,67$ g. Nghiệm thức 2 tuần có mức tăng trọng (WG) cao nhất ($30,16 \pm 3,55$ g) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nhóm đối chứng ($23,95 \pm 8,20$ g), nghiệm thức 1 tuần ($24,10 \pm 10,21$ g), 3 tuần ($25,67 \pm 4,44$ g) và 4 tuần ($26,84 \pm 1,79$ g). Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối theo ngày (DWG) và tốc độ tăng trưởng tương đối (SGRW) cao nhất được ghi nhận ở nghiệm thức 2 tuần ($0,74 \pm 0,09$ g/ngày và $3,95 \pm 0,38$ %/ngày) và thấp nhất ở nghiệm thức 1 tuần ($0,59 \pm 0,25$ g/ngày và $3,61 \pm 1,04$ %/ngày), tuy nhiên sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức.

Bảng 2: Tăng trưởng về khối lượng của cá tra trong thời gian thí nghiệm.

Nghiệm thức	Wf (g)	WG (g)	DWG (g/ngày)	SGRW (%/ngày)
Đối chứng	30,12±6,77 ^a	23,95±8,20 ^a	0,58±0,75 ^a	3,58±0,98 ^a
1 tuần	30,91±9,96 ^a	24,10±10,21 ^a	0,59±0,25 ^a	3,61±1,04 ^a
2 tuần	37,62±3,67 ^a	30,16±3,55 ^a	0,74±0,09 ^a	3,95±0,38 ^a
3 tuần	33,11±4,22 ^a	25,67±4,44 ^a	0,63±0,11 ^a	3,63±0,4 ^a
4 tuần	33,67±1,70 ^a	26,84±1,79 ^a	0,65±0,04 ^a	3,9±0,17 ^a

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$)

Chiều dài của cá tra sau thời gian thí nghiệm được thể hiện qua Bảng 3. Nhìn chung, các giá trị tăng trưởng về chiều dài khi kết thúc thí nghiệm của cá giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng $14,10 \pm 0,95$ cm đến $15,45 \pm 0,44$ cm. Cụ thể, ở nghiệm thức bổ sung 2 tuần, tốc độ tăng trưởng về chiều dài (LG) lớn nhất ($6,22 \pm 0,56$ cm), kế đến là nghiệm thức 4 tuần ($5,97 \pm 0,19$ cm), 3 tuần ($5,64 \pm 0,55$ cm), 1 tuần ($5,34 \pm 1,75$ cm) và đối chứng $14,10 \pm 0,95$ cm nhưng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Bên cạnh đó, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài theo ngày (DLG) của các nghiệm thức dao động $0,12 \pm 0,08$ - $0,15 \pm 0,01$ cm/ngày, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức. Ngoài ra, tốc độ tăng trưởng chiều dài tương đối (SGRL) cũng là một chỉ tiêu thể hiện sự tăng trưởng của cá trong quá trình nuôi, dao động trong khoảng $1,10 \pm 0,03$ đến $1,26 \pm 0,12$ và không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức.

Bảng 3: Tăng trưởng về chiều dài của cá tra trong thời gian thí nghiệm.

Nghiệm thức	Lc (cm)	LG (cm)	DLG (cm/ngày)	SGRL (%/ngày)
Đối chứng	$14,10 \pm 0,95^a$	$5,13 \pm 0,87^a$	$0,12 \pm 0,08^a$	$1,10 \pm 0,03^a$
1 tuần	$14,38 \pm 1,53^a$	$5,34 \pm 1,75^a$	$0,13 \pm 0,04^a$	$1,12 \pm 0,33^a$
2 tuần	$15,45 \pm 0,44^a$	$6,22 \pm 0,56^a$	$0,15 \pm 0,01^a$	$1,26 \pm 0,12^a$
3 tuần	$14,86 \pm 0,40^a$	$5,64 \pm 0,55^a$	$0,14 \pm 0,01^a$	$1,16 \pm 0,01^a$
4 tuần	$15 \pm 0,04^a$	$5,97 \pm 0,19^a$	$0,15 \pm 0,01^a$	$1,24 \pm 0,05^a$

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình $\pm$ Độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$).

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc bổ sung beta-glucan trong khoảng thời gian khác nhau từ 1 đến 4 tuần ở điều kiện nước lợ 10‰ không ảnh hưởng đến khối lượng và chiều dài của cá tra. Có thể do thời gian bổ sung chưa đủ dài hoặc hàm lượng chưa đủ cao để tạo sự khác biệt rõ rệt. Tốc độ tăng trưởng của cá cao nhất ở nghiệm thức bổ sung beta-glucan trong 2 tuần nhưng không khác biệt so với các nghiệm thức còn lại. Nguyên nhân có thể do thời gian bổ sung thích hợp giúp cá tiêu hóa thức ăn tốt nên thúc đẩy sự tăng trưởng ở cá. Ở nghiệm thức đối chứng và bổ sung 1 tuần có các giá trị về tăng trưởng tăng thấp hơn so với các nghiệm thức có bổ sung còn lại. Điều này có thể do thời gian bổ sung beta-glucan chưa đủ dài để tạo ra tác động

đáng kể lên hệ miễn dịch và khả năng hấp thu dinh dưỡng của cá. Trong khi đó, nghiệm thức 3 tuần và 4 tuần cũng không cho thấy sự cải thiện rõ rệt so với nghiệm thức 1 tuần và đối chứng.

Nhiều nghiên cứu đã ghi nhận hiệu quả của việc bổ sung beta-glucan vào thức ăn trong nuôi trồng thủy sản, đặc biệt đối với sự tăng trưởng của cá. Theo nghiên cứu của Võ Thiện Mỹ (2012) [24] khi bổ sung beta-glucan 3g/kg thức ăn trong nuôi cá tra giống giúp cải thiện tốc độ tăng trưởng về khối lượng và chiều dài lần lượt là 0,46 g/ngày và 0,38 cm/ngày. Kết quả tương tự cũng được ghi nhận trong nghiên cứu của Nguyễn Thành Tâm & Nguyễn Thị Kim Nguyệt (2012) [25] khi bổ sung beta -glucan vào thức ăn ương cá Lóc

bông (*Channa micropeltes*) giúp làm tăng tốc độ tăng trưởng chiều dài, khối lượng và hệ số miễn dịch của cá. Ngoài ra, một nghiên cứu khác trên cá Hồng (*Lutjanus guttatus*) cũng cho thấy việc bổ sung beta-glucan trong 2 tuần giúp tăng tốc độ tăng trưởng và cải thiện hệ miễn dịch tốt nhất đối với hầu hết các thông số được phân tích, nhưng khi kéo dài thời gian bổ sung lên 4 hoặc 5 tuần, hiệu quả về tăng trưởng có xu hướng giảm đi do cá tốn nhiều năng lượng duy trì hệ thống phòng thủ miễn dịch ở mức cao thay vì tăng trưởng [26-27].

3.3. Tỷ lệ sống, FCR, FI và hệ số phân đàn

Bảng 4: Hệ số chuyển hóa thức ăn, lượng thức ăn ăn vào, hệ số phân đàn và tỉ lệ sống của cá tra.

Nghiệm thức	Hệ số FCR	FI g/con/ngày)	CV (%)	Tỷ lệ sống (%)
Đối chứng	1,03±0,06 ^a	0,56±0,09 ^a	29,43±2,17 ^a	99,62±0,15 ^a
1 tuần	1,01±0,08 ^a	0,54±0,17 ^a	28,53±1,28 ^a	99,83±0,19 ^a
2 tuần	1,02±0,03 ^a	0,63±0,06 ^a	30,96±3,81 ^a	99,83±0,19 ^a
3 tuần	1,04±0,03 ^a	0,57±0,08 ^a	29,88±6,84 ^a	99,91±0,16 ^a
4 tuần	1,04±0,04 ^a	0,67±0,02 ^a	28,52±1,29 ^a	99,75±0,32 ^a

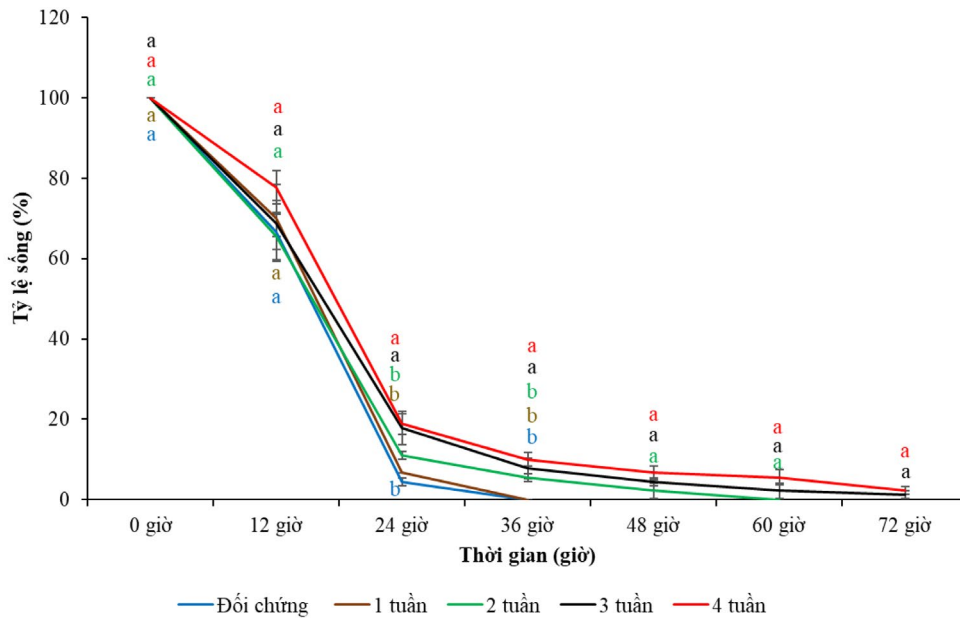
Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có cùng chữ cái thì khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$).

3.4. Kết quả sốc mặn

Kết quả theo dõi tỉ lệ sống của cá ở từng nghiệm thức (Hình 1) cho thấy tỷ lệ sống của cá tra giảm dần theo thời gian và có sự khác biệt ở các nghiệm thức. Cụ thể, tại thời điểm độ mặn đạt 20‰, tỷ lệ sống ở các nghiệm thức đều đạt 100%, tuy nhiên sau 12 giờ sau khi đạt 20‰, tỷ lệ sống giảm ở tất cả các nghiệm thức, dao động từ $64,77 \pm 8,20\%$ đến $77,78 \pm 8,39\%$ và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tới 24 giờ tỷ lệ sống giảm mạnh ở tất cả các nghiệm thức, đặc biệt là ở nghiệm thức đối chứng và cho ăn 1 tuần chỉ còn lần lượt là $4,37 \pm 1,10\%$ và $6,67$

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy các nghiệm thức bổ sung Beta-glucan với thời gian khác nhau có hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) dao động trong khoảng từ $1,01 \pm 0,08$ đến $1,04 \pm 0,04$ và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tương tự, lượng thức ăn tiêu thụ (FI), hệ số phân đàn (CV), tỉ lệ sống giữa các nghiệm thức cũng không có sự khác biệt ($p > 0,05$). Trong đó, FI giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng $0,54 \pm 0,17$ - $0,67 \pm 0,12$ g, hệ số CV ở các nghiệm thức dao động từ $28,52 \pm 1,29\%$ đến $30,96 \pm 0,81\%$. Tỷ lệ sống của cá tra trong tất cả các nghiệm thức đều trên 99,7%, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$).

$\pm 3,33\%$ và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ăn 3 tuần ($17,78 \pm 8,39\%$) và 4 tuần ($18,89 \pm 5,05\%$). Sau 36 giờ, toàn bộ cá ở nghiệm thức đối chứng và 1 đã chết và tỷ lệ sống ở nghiệm thức thứ 4 đạt cao nhất với $10 \pm 3,33\%$. Sau 60 giờ chỉ có cá ở nghiệm thức 3 và 4 còn sống với tỷ lệ lần lượt là $2,22 \pm 3,85\%$ và $5,56 \pm 3,85\%$. Kết thúc thí nghiệm sốc mặn, tỷ lệ sống của nhóm cho ăn beta glucan 4 tuần đạt giá trị cao nhất là $2,22 \pm 1,92\%$, kể đến là nhóm cho ăn 3 tuần đạt $1,11 \pm 1,92\%$.



Hình 1: Tỷ lệ sống của cá khi sốc độ mặn 20‰

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng thời gian bổ sung beta-glucan khác nhau có ảnh hưởng đến tỉ lệ sống khi sốc độ mặn. Ở nghiệm thức 1 và 2 tuần, tỉ lệ sống giảm mạnh, cho thấy thời gian bổ sung ngắn không đủ để kích thích hệ miễn dịch không đặc hiệu ở cá. Trong khi đó ở nghiệm thức 3 và 4 tuần, tỉ lệ sống được cải thiện, giúp tăng khả năng chống chịu của cá trong điều kiện độ mặn cao. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Dương Thị Mỹ Tiên (2015) [17] khi bổ sung beta-glucan trong 3 tuần giúp cá tra đạt tỉ lệ sống cao hơn so với bổ sung trong 1 tuần và 2 tuần sau khi gây stress ở mật độ cao. Ở nghiệm thức 1 và 2 tuần tỉ lệ sống khi sốc mặn thấp, kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Thụy et al., (2012) [28] khi nghiên cứu ở cá mú chấm cam (*Epinephelus coioides*), sau 2 tuần bổ sung beta-glucan có tác dụng kích thích hệ miễn dịch và khả năng kháng bệnh, nhưng khi ngừng bổ sung 2 tuần thì hiệu quả không còn duy trì. Bên cạnh đó, nghiên cứu trên cá vược (*Dicentrarchus labrax*) của Bagni et al. (2005) [29] khi bổ sung beta-glucan chỉ tạo ra hiệu quả miễn dịch rõ rệt trong 15–30 ngày sau bổ sung. Đối với cá tra, một loài cá nước ngọt chưa thích

nghi hoàn toàn với độ mặn cao, khả năng điều hòa thẩm thấu và miễn dịch là yếu tố để duy trì sức khỏe của cá. Việc bổ sung beta-glucan giúp kích hoạt hệ miễn dịch không đặc hiệu, tăng hoạt tính đại thực bào, bạch cầu trung tính và thúc đẩy cytokine [30], tuy nhiên, cần thời gian thích hợp để các đáp ứng miễn dịch này được hình thành và phát huy hiệu quả [31]. Điều này lý giải tại sao các nghiệm thức bổ sung trong 1 và 2 tuần không đủ thời gian để thích nghi về mặt sinh lý, dẫn đến tỷ lệ sống thấp khi đối mặt với độ mặn cao.

Theo nghiên cứu của Koch et. al (2021) [32] đánh giá khả năng kháng bệnh khi bổ sung beta-glucan cho cá rô phi *Oreochromis niloticus* với các thời gian khác nhau (15, 30 và 45 ngày). Kết quả cho thấy, cá bổ sung beta-glucan có tỷ lệ sống cao hơn khi bị gây nhiễm *Aeromonas hydrophila*, trong đó nhóm cho ăn 45 ngày không bị ảnh hưởng khi gây nhiễm. Theo nghiên cứu của Jeney et al. (1997) [33] trên cá hồi (*Oncorhynchus mykiss*) khi bổ sung beta-glucan vào thức ăn trong thời gian 4 tuần cá giảm stress, làm tăng tỉ lệ sống trong quá trình vận chuyển. Ngoài ra, nghiên cứu của Đặng Trần Tú Trâm và

cs. (2015) [34] khi bổ sung 2% beta-glucan vào thức ăn trong 30 ngày làm tăng tỉ lệ sống và tăng khả năng miễn dịch tự nhiên của cá nạng đào (*Chaetodon auriga*) khi cảm nhiễm trùng lông. Sự khác biệt trong hiệu quả của beta-glucan có thể tùy thuộc theo loài, giai đoạn sinh lý, đồng thời còn tùy thuộc vào nguồn gốc và mức độ tinh sạch của beta-glucan [35].

3.5. Hàm lượng cortisol và glucose trong quá trình sốc mặn.

Sự biến đổi của hàm lượng cortisol và glucose trong quá trình sốc độ mặn được trình bày lần lượt tại bảng 5 và bảng 6. Hàm lượng cortisol và glucose trong huyết tương là hai chỉ tiêu được sử dụng để đo mức độ stress “căng thẳng” của động vật nói chung và cá nói riêng khi môi trường sống bị thay đổi. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trước khi sốc mặn hàm lượng cortisol của cá duy trì ở mức trung bình từ 14,03 đến 18,72 ng/mL và không có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Tuy nhiên sau 4 giờ đạt độ mặn 20‰, hàm lượng cortisol có sự thay đổi rất lớn giữa các nghiệm thức, cụ thể cortisol tăng mạnh ở nghiệm thức đối chứng và cho ăn 1 tuần với hàm lượng lần lượt là $160,63 \pm 76,72$ và $161,7 \pm 78,0$ ng/mL, kế tiếp là nghiệm thức 2 với hàm lượng đạt $159,2 \pm 79,9$ ng/mL và ba nghiệm thức này cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 3 và 4 ($p < 0,05$) với hàm lượng cortisol lần lượt là $67,43 \pm 24,44$ và $80,52 \pm 4,47$ ng/mL. Đến thời điểm 24 giờ sau đạt độ mặn 20‰, hàm lượng cortisol đã giảm mạnh nhưng

ng nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức cho ăn 1 tuần vẫn duy trì ở mức cao ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Khi cá bị stress, hàm lượng cortisol trong cá sẽ tăng nhanh giúp bảo vệ cơ thể bằng cách huy động năng lượng và vật chất cho các quá trình sinh lý, sinh hóa bên trong cơ thể [36]. Cortisol đóng vai trò quan trọng trong nhiều chức năng sinh lý của cơ thể, bao gồm cả quá trình trao đổi chất, miễn dịch, sinh sản, phát triển, tuần hoàn và quan trọng là sự đáp ứng stress với điều kiện môi trường. Sự điều hòa nội tiết cortisol được điều khiển bởi phức hệ vùng dưới đồi – tuyến yên – tuyến trên thận thông qua hoạt động của CRH (corticotrophin-releasing hormone) khi có những đáp ứng khi thiếu oxy, thay đổi nhiệt độ môi trường sống, thay đổi áp suất thẩm thấu, nhiễm bệnh, hay bị nhiễm độc chất [37-39]. Bên cạnh đó, cortisol cũng được xác định là hormone quan trọng trong việc thích ứng với sự thay đổi điều kiện môi trường từ nước ngọt sang nước mặn của đại đa số các loài cá xương. Thí nghiệm trên cá nước ngọt cho thấy những nghiệm thức có cortisol tăng sẽ làm tăng số lượng tế bào chlor ti thể trên mang cá nước ngọt, tăng hoạt tính ATPase và làm tăng lượng ion (Natri và chlor) qua mang cá [40-41]. Trong thí nghiệm hiện tại ở điều kiện sốc mặn 20‰, nồng độ cortisol tăng rất cao, biểu hiện trạng thái stress của cá đặc biệt ở các nghiệm thức đối chứng, 1 và 2 tuần, nồng độ này giảm dần ở 24 giờ chứng tỏ khả năng thích ứng của cá với điều kiện độ mặn.

Bảng 5: Sự thay đổi nồng độ cortisol (ng/mL) của cá tra trong quá trình sốc mặn

Nghiệm thức	Trước sốc mặn	4 giờ	24 giờ	72 giờ
Đối chứng	$14,10 \pm 3,66^a$	$160,63 \pm 76,72^a$	$53,93 \pm 18,18^a$	-
1 tuần	$14,03 \pm 2,60^a$	$161,72 \pm 78,02^a$	$54,16 \pm 18,40^a$	-
2 tuần	$18,72 \pm 7,16^a$	$159,72 \pm 79,62^a$	$49,10 \pm 14,10^a$	-
3 tuần	$16,65 \pm 7,11^a$	$67,43 \pm 24,44^b$	$44,88 \pm 7,90^a$	-
4 tuần	$14,15 \pm 4,18^a$	$80,52 \pm 4,47^b$	$51,40 \pm 19,10^a$	-

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình $\pm$ Độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ($p > 0,05$)

Tương tự hàm lượng glucose trong huyết tương của cá cũng có sự gia tăng đáng kể trong quá trình sốc mặn. Trước khi sốc mặn, hàm lượng glucose dao động từ 49,3 đến 66,8 mg/100 mL giữa các nghiệm thức, sau 4 giờ đạt độ mặn 20‰, hàm lượng glucose tăng mạnh ở tất cả các nghiệm thức, từ 89,0 tới 99,2 mg/100 mL nhưng khác biệt không có ý nghĩa kê giữa các nghiệm thức ($p>0,05$).

Tới thời điểm 24 giờ, hàm lượng glucose có giảm nhưng vẫn duy trì ở mức cao đặc biệt là ở nghiệm thức đối chứng và cho ăn 1 tuần với hàm lượng glucose lần lượt là $91,90 \pm 11,92$ và $99,2 \pm 17,0$ mg/100 mL, kể đến là nghiệm thức 2 tuần với $97,5 \pm 19,4$ mg/100 mL và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) với nghiệm thức 3 và 4 tuần có hàm lượng glucose lần lượt là $74,16 \pm 8,71$ và $73,59 \pm 8,09$ mg/100 mL.

Bảng 6: Sự thay đổi nồng độ glucose của cá tra trong quá trình sốc mặn

Nghiệm thức	Trước sốc mặn	4 giờ	24 giờ	72 giờ
Đối chứng	$65,60 \pm 24,59^a$	$91,90 \pm 11,92^a$	$99,10 \pm 14,81^a$	-
1 tuần	$66,80 \pm 25,80^a$	$92,40 \pm 13,00^a$	$99,48 \pm 17,05^a$	-
2 tuần	$58,40 \pm 8,46^a$	$89,00 \pm 12,20^a$	$97,50 \pm 19,40^a$	-
3 tuần	$49,30 \pm 6,50^a$	$98,80 \pm 5,50^a$	$74,16 \pm 8,71^b$	-
4 tuần	$64,50 \pm 16,49^a$	$99,20 \pm 8,60^a$	$73,59 \pm 8,09^b$	-

Ghi chú: Số liệu thể hiện là trung bình $\pm$ Độ lệch chuẩn. Các giá trị trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ($p>0,05$)

Glucose là một carbohydrate có vai trò quan trọng trong năng lượng sinh học của động vật, được chuyển hóa thành năng lượng hóa học (ATP) [42] và được xem như một chỉ tiêu huyết học để đánh giá mức độ stress của động vật, hàm lượng này sẽ tăng trong suốt giai đoạn cá bị sốc. Theo Nguyễn Văn Tư (2005) [43], khi cơ thể bị stress, tuyến thượng thận sẽ kích hoạt giải phóng glucose được lưu trữ trong các cơ quan khác nhau, điều này thường dẫn đến nồng độ glucose trong máu tăng cao. Trong điều kiện gặp một hay nhiều yếu tố gây stress, cơ thể động vật nói chung và cá nói riêng sẽ tiêu tốn năng lượng nhiều hơn để đối phó với lại các yếu tố gây stress, vì vậy tăng trưởng của sẽ chậm lại [44]. Theo nghiên cứu của Dang (2019) [45] trên cá giống cho thấy hàm lượng glucose trong máu tăng mạnh khi gây stress cá bằng thay đổi nhiệt độ và độ mặn. Trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Hà và Đỗ Thị Thanh Hương (2014) [46] trên cá tra giống cho thấy khi vận chuyển với thời gian dài làm cho hàm lượng glucose

tăng cao do cá bị stress, thời gian vận chuyển càng lâu thì hàm lượng glucose càng gia tăng và cá cần phải tiêu tốn nhiều năng lượng để đối phó từ đó ảnh hưởng đến sức khỏe của cá. Trong nghiên cứu hiện tại việc gây sốc cá ở độ mặn 20‰ đã làm tăng hàm lượng cortisol và glucose, tuy nhiên mức độ tăng ở các nghiệm thức lại khác nhau. Nghiệm thức bổ sung beta-glucan ba đến bốn tuần có mức tăng thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với đối chứng, 1 và 2 tuần. Kết quả này tương đồng với kết quả tỷ lệ sống khi sốc mặn (Hình 1) tỷ lệ sống của nhóm cho ăn 3 tuần và 4 tuần cao hơn so với đối chứng, 1 và 2 tuần. Điều này cho thấy việc bổ sung beta-glucan trong thời gian dài sẽ có ảnh hưởng tức cực đến khả năng chịu stress cũng như là độ mặn của cá tra. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Tran Minh Phú (2015) [47] khi bổ sung beta-glucan trong 3 tuần sẽ làm tăng khả năng chống chịu của cá tra giống khi bị stress trong điều kiện mật cao hơn các nhóm cá chỉ được bổ sung 1 và 2 tuần.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận

Kết quả thí nghiệm cho thấy việc bổ sung Beta-glucan từ 1–4 tuần ở liều 2 g/kg thức ăn, độ mặn 10‰, không tạo khác biệt thống kê về tăng trưởng, FCR, tỷ lệ sống trong giai đoạn nuôi. Khi cá tra bị sốc với thay đổi độ mặn 20‰, nghiệm thức bổ sung beta-glucan 3–4 tuần có tỷ lệ sống cao hơn và nồng độ cortisol, glucose tăng ít hơn có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức đối chứng và bổ sung beta-glucan 1–2 tuần. Tóm lại, bổ sung beta-glucan trong thời gian dài hơn (≥ 3 tuần) giúp cải thiện khả năng chịu mặn và giảm mức độ stress của cá tra giống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] VASEP. Xuất khẩu cá tra năm 2025 đạt hơn 2 tỷ USD, nhiều thị trường tăng trưởng tích cực. <https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/ca-tra/xuat-nhap-khau/xuat-khau-ca-tra-nam-2025-dat-hon-2-ty-usd-nhieu-thi-truong-tang-truong-tich-cuc-35822.html>. Ngày truy cập 11/06/2026.
- [2] IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 976pp, 2007.
- [3] Thi, T., Trieu, N. & Phong, N.T., The impact of climate change on salinity intrusion and Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming. *Aquac. Int.* 23, 523–534, 2015.
- [4] VAWR. Reports on salinity intrusion in 2016 and warning for agriculture in Mekong Delta, Southern institute of water resource research. Vietnam academy for water resources (VAWR). www.siwrr.org.vn. 2017.
- [5] Phuc, N. T. H. (2015). Effects of temperature and salinity on growth performance in cultured tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Vietnam (Doctoral dissertation). Queensland University of Technology, Brisbane, Australia.
- [6] Thao, N.L., Ha, N.T.K., Phuong, N.T., Phuc, N.T.H., Effects of salinity of growth and cortisol of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Can Tho Univ. J. Sci.* 25, 1–10, 2013.
- [7] Ha, N.T.K., Nguyen, T.E., Nguyen, M.N., Yasuaki, T., Nguyen, T.P., Do, T.T.H. Effects of salinity on growth performance, survival rate, digestive enzyme activities and physiological parameters of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) at larval stage. *Can Tho Univ. J. Sci.* 13, 1–9, 2021.
- [8] Dương Thị Mỹ Tiên. Ảnh hưởng beta-glucan lên một số chỉ tiêu sinh lý máu và khả năng chịu đựng stress của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Luận văn Thạc sĩ). Trường Đại Học Cần Thơ, 2015.
- [9] Gilles, B., & Patrick, P. How should salinity influence fish growth ? *Comp. Biochem. Physiol. - C Toxicol. Pharmacol.* 130, 411–423, 2001.
- [10] Takei, Y., Balment, R.J., Chapter 8 The Neuroendocrine Regulation of Fluid Intake and Fluid Balance. pp. 365–419, 2009.
- [11] Dawood M.A., Koshio S., El-Sabagh M., Billah M.M., Zaineldin A.I., Zayed M.M., & Omar A.A.E.D. Changes in the growth, humoral and mucosal immune responses following β -glucan and vitamin C administration in red sea bream, *Pagrus major*. *Aqua culture*, 470: 214–222, 2017.

4.2 Kiến nghị

Cần tiếp tục nghiên cứu về biểu hiện một số gene liên quan đến stress (HSP70, cytokine IL-1 β , TNF- α , Na⁺/K⁺-ATPase) và thiết kế tương lai (kết hợp các mức hàm lượng beta-glucan và thời gian bổ sung, thử trên các mức độ mặn khác nhau) cũng như sự thay đổi của hệ vi sinh đường ruột khi bổ sung Beta-glucan với các thời gian khác nhau.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài “Phát triển nuôi dòng cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) chịu mặn nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu tại tỉnh Trà Vinh”.

- [12] Dawood, M.A.O., Koshio, S., Vitamin C supplementation to optimize growth, health and stress resistance in aquatic animals. *Rev. Aquac.* 10, 334–350, 2018.
- [13] Huỳnh Trường Giang, Vũ Ngọc Út & Trương Quốc Phú. Sử dụng chiết suất Beta Glucan từ rong biển để tăng cường sức đề kháng của tôm biển. *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học thủy sản lần 4*: 103-113. Trường Đại học Cần Thơ, 2011.
- [14] Võ Thị Quỳnh Như, Phạm Duy Hải, Nguyễn Quốc Chương, Lê Thị Lâm & Nguyễn Văn Nguyễn. (2020). Ảnh hưởng của Beta-glucan và *Lactobacillus plantarum* đối với tăng trưởng và khả năng chịu stress của cá tra. *Tạp chí nghề cá sông cửu long* - số 16 - tháng 6/2020.
- [15] Soltanian, S., Adloo, M.N., Hafeziyeh, M., & Ghadimi, N.. Effect of β -Glucan on coldstress resistance of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Vet Med (Praha)*. 59 (9), 440–446, 2014.
- [16] Kumari, J., & Sahoo, P. K. Dietary β -1, 3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 29(2), 95-101, 2006.
- [17] Dương Thị Mỹ Tiên. Ảnh hưởng beta-glucan lên một số chỉ tiêu sinh lý máu và khả năng chịu đựng stress của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Luận văn Thạc sĩ). Trường Đại Học Cần Thơ, 2015.
- [18] Dao Minh Hải, Duong Thuy Yen, Pham Thanh Liem, Bui Minh Tam, Do Thi Thanh Huong, Nguyen Thi Kim Ha, Kestemont Patrick, Le Thanh Cuong, Le Hoang Vu, Nguyen Thanh Phuong, Farnir Frédéric, 2026. Effects of β -glucan and vitamin C on the salinity tolerance of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). (in propress).
- [19] Huggett, A. St G. and Nixon, D. A.. *Biochem. J.* 66, 12p, 1957.
- [20] Boyd, C.E., . Water quality for ponds Aquaculture. Research and Development Series No.43, August 1998, Alabama, 37 pps, 1998.
- [21] Dương Thúy Yên. Khảo sát một số tính trạng, hình thái, sinh trưởng và sinh lý của cá Basa (*Pangasianodon bocourti*), cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) và con lai của chúng (Luận văn Thạc sĩ). Trường Đại học Cần Thơ, 2003.
- [22] Trương Quốc Phú. Giáo trình Quản lý chất lượng nước nuôi thủy sản. Khoa thủy sản Đại học Cần Thơ. 178 trang, 2007.
- [23] Lefevre, S., Jensen, F. B., Huong, D. T., Wang, T., Phuong, N. T., & Bayley, M. (2011). Effects of nitrite exposure on functional haemoglobin levels, bimodal respiration, and swimming performance in the facultative air-breathing fish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquatic Toxicology*, 104(1-2), 86-93, 2011.
- [24] Võ Thiện Mỹ. Ảnh hưởng của Beta-glucan lên tăng trưởng và tỷ lệ sống cá Tra giống (*Pangasianodon hypophthalmus*) giai đoạn từ cá hương lên giống (Luận văn Thạc sĩ). Trường Đại học Cần Thơ, 2012.
- [25] Nguyễn Thành Tâm & Nguyễn Thị Kim Nguyệt (2012). Tác dụng của Beta-glucan trong ương nuôi cá Lóc bông (*Channa micropeltes*). *Tạp chí thương mại thủy sản* số 156.
- [26] Del Rio-Zaragoza, O. B., Fajer-Ávila, E. J., & Almazán-Rueda, P. (2011). Influence of β -glucan on innate immunity and resistance of *Lutjanus guttatus* to an experimental infection of dactylogyrid monogeneans. *Parasite immunology*, 33(9), 483–494, 2011.
- [27] Adloo, M. N., Soltanian, S. I. Y. A. V. A. S. H., Hafezieh, M. A. H. M. O. U. D., & Ghadimi, N. (2015). Effects of longterm dietary administration of β -Glucan on the growth, survival, and some blood parameters of striped catfish, (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Siluriformes: Pangasiidae). *Iran. J. Ichthyol*, 2(3), 194-200, 2015.
- [28] Thuy, N. T. T., Thoa, N. T., Dung, N. H., & Wergeland, I. H . Effect of oral administration of β -glucan as an immunestimulant on phagocytic activity and antibacterial of orange - spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Journal of Agriculture and Rural Development*, 62–67, 2012.
- [29] Bagni, M., Romano, N., Finioia, M. G., Abelli, L., Scapigliati, G., Tiscar, P. G., & Marino, G. (2005). Short-and long-term effects of a dietary yeast β -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish & Shellfish Immunology*, 18(4), 311-325.

- [30] Hadiuzzaman, M., Moniruzzaman, M., Shahjahan, M., Bai, S. C., Min, T., & Hossain, Z. β -Glucan: Mode of action and its uses in fish immunomodulation. *Frontiers in Marine Science*, 9, 905986, 2022.
- [31] Rodrigues, M. V., Zanuzzo, F. S., Koch, J. F. A., de Oliveira, C. A. F., Sima, P., & Vetvicka, V. Development of fish immunity and the role of β -glucan in immune responses. *Molecules*, 25(22), 5378, 2020.
- [32] Koch, J. F. A., de Oliveira, C. A. F., & Zanuzzo, F. S. Dietary β -glucan (MacroGard®) improves innate immune responses and disease resistance in Nile tilapia regardless of the administration period. *Fish & Shellfish Immunology*, 112, 56-63, 2021.
- [33] Jeney, G., Galeotti, M., Volpatti, D., Jeney, Z., and Anderson, D. P. (1997). Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. *Aquaculture*, 154(1), 1–15.
- [34] Đặng Trần Tú Trâm, Huỳnh Đức Lư, Chu An Khánh, Nguyễn Thị Nguyệt Huệ, Đào Thị Hồng Ngọc & Đỗ Hải Đăng. Ảnh hưởng của β -glucan bổ sung vào thức ăn đến khả năng kháng bệnh do trùng lông (cryptocaryon irritans) gây ra đối với cá nạng đào (*chaetodon auriga*). *Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học & Công nghệ Việt Nam. Tuyển Tập Nghiên Cứu Biển*, 2015, tập 21, số 2: 142-149, 2015.
- [35] Đỗ Hữu Hoàng. Hiệu quả của việc sử dụng Beta-glucan trong nuôi cá. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*. Tập 19. Số 4A; 2019: 167-174 <https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/4A/14583>, 2019.
- [36] Wendelaar Bonga, S. E., 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*. 77 (3): 591-625.
- [37] Grutter, A., & Pankhurst, N.. The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. *Journal of Fish Biology*, 57(2), 391-401, 2000.
- [38] Kiilerich, P., & Prunet, P. Corticosteroids. In A. P. Farrell (Ed.), *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome To Environment* (Vol. 2, pp. 1474-1482): Academic Press, 2011.
- [39] Richman, N. H., & Zaugg, W. S. Effects of cortisol and growth hormone on osmoregulation in pre-and desmoltified coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *General and Comparative Endocrinology*, 65(2), 189-19, 1987.
- [40] McCormick, S. D. Endocrine control of osmoregulation in teleost fish. *American Zoologist*, 41(4), 781-794, 2001.
- [41] McCormick, S. D. The Hormonal Control of Osmoregulation in Teleost Fish. In A. P. Farrell (Ed.), *Encyclopedia Of Fish Physiology: From Genome To Environment* (Vol. 2, pp. 1466-1473): Academic Press, 2011.
- [42] Martinez-Porchas, M., Martinez-Cordova, L. T., and Ramos-Enriquez, R.,. Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress. *Journal of Aquatic Sciences*. 4: 158-178, 2009.
- [43] Nguyễn Văn Tư, Sinh lý động vật thủy sản, Bài giảng khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm Tp HCM, 128 trang, 2005.
- [44] Jentoft, S., Aastveit, A.H., Torjesent, P.A., Andersen, R., .“Eff ects of stress on growth, cortisol and glucose levels in nondomesticated Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Comp. Biochem. Physiol. A* 141, pp. 353-358,2005.
- [45] Dang The Luc, “Combined eff ects of temperature and salinity and induced stress on some hematological parameters of tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings”, *International Journal of Sciences* 7 (3), pp. 37 – 46, 2019.
- [46] Nguyễn Thị Kim Hà, Đỗ Thị Thanh Hương (2014), “Ảnh hưởng của sự vận chuyển đến stress của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống”, *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*, số Thủy sản 2014 (2014) tr. 178-187, 2014.
- [47] T.M., P., D.T.T., H., N.T.K., H., T.S., T., D.T.M., T., 2016. Effect of beta-glucans on hematological, immunoglobulins and stress parameters of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerling. *Can Tho Univ. J. Sci.* 04, 105. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2016.050>.