Vietnam J. Agri. Sci. 2022, Vol. 20, No. 11: 1479-1487 Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2022, 20(11): 1479-1487
www.vnua.edu.vn

ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ NUÔI LÊN SINH TRƯỞNG, TỈ LỆ SỐNG VÀ STRESS CỦA CÁ NÂU (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)

Nguyễn Văn Huy*, Trần Thị Diệu Hường, Nguyễn Hữu Vinh, Lê Bá Quỳnh

Khoa Thủy sản, Đại học Nông Lâm Huế

Tác giả liên hệ: huy.nguyen@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 13.06.2022 Ngày chấp nhận đăng: 22.11.2022

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của mật độ nuôi lên sinh trưởng, tỉ lệ sống và stress của cá nâu (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). Thí nghiệm tiến hành với ba nghiệm thức mật độ được bố trí lặp lại 3 lần bằng phương pháp bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD). Kết quả cho thấy, sinh trưởng và hệ số chuyển hóa thức ăn của cá khi nuôi ở các mật độ khác nhau thì khác nhau (P <0,05). Tốc độ tăng trưởng của cá cao nhất ở mật độ nuôi 15 con/m^3, tiếp đến là mật độ nuôi 30 con/m^3 và thấp nhất ở mật độ nuôi 60 con/m^3 (P <0,05). Phân tích các chỉ số stress của cá khi nuôi ở các mật độ khác nhau cho thấy, mật độ nuôi càng cao dẫn tới nồng độ glucose, cortisol, mật độ hồng cầu càng cao và bạch cầu càng giảm (P <0,05). Mật độ nuôi càng cao thì hệ số thức ăn (FCR) càng cao (P <0,05), tuy nhiên, mật độ lại không ảnh hưởng đến tỉ lệ sống của cá nâu (P >0,05). Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng, khi nuôi cá nâu với mật độ càng cao thì không những ảnh hưởng đến sinh trưởng của cá, hệ số thức ăn mà còn tác động gây stress cho cá.

Từ khóa: Cá nâu, mật độ, sinh trưởng, tỉ lệ sống, sinh lý căng thẳng.

Influence of Stocking Density on Growth Performance, Survival Rate and Stress of Spotted Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of stocking density on growth, survival, and stress of *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766). The experiment was conducted in three replicates with three stocking density treatments (15, 30, and 60 fish/m^3) using a completely randomized design. The results showed that the growth performance and feed conversion ratio (FCR) were significantly different at different levels of stocking density (P <0.05). The highest growth rate of fish was observed at treatment 15 fish/m^3, followed by 30 fish/m^3, and then 60 fish/m^3) (P <0.05). Analysis of stress indicators when fish was stocked at different densities showed that the higher stocking density, the much higher concentrations of glucose, cortisol, and red blood cells, and FCR (P <0.05), but lower white blood cells (P <0.05). However, stocking density did not affect the survival rate of *Scatophagus argus* (P >0.05). These findings indicated that high stocking density of *Scatophagus argus* affects the growth and feed coversion ratio, and causes stress on the fish.

Keywords: *Scatophagus argus*, stocking density, gowth, survival rate, stress.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay phúc lợi động vật đang được quan tâm nhiều hơn trong nuôi trồng thủy sản. Nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng đến phúc lợi động vật như mật độ, chế độ dinh dưỡng, độ mặn, quá trình vận chuyển (Conte, 2004). Nhiều nghiên cứu trước đây đã chứng minh rằng, mật độ thả nuôi quá cao là yếu tố tác động trực tiếp đến quá trình sinh trưởng, tỉ lệ sống và stress của cá (Jia & cs., 2016; Yarahmadi & cs., 2016). Mật độ nuôi cao có thể dẫn đến gây căng thẳng do không gian sống bị hạn chế, làm thay đổi các thông số sinh lý và sinh hóa đối với cá, đây là một trong những tác động làm giảm chuyển hóa carbohydrate và lipid của gan và thay đổi thành phần axit béo trong gan. Đồng thời, mật độ nuôi cũng có ảnh hưởng đến sự chuyển hóa lipid để hỗ trợ việc đáp ứng nhu cầu năng lượng. Hậu quả là, tốc độ tăng trưởng chậm (Hernández-Pérez & cs., 2019) và hệ số FCR cao (Thịnh Phan Vĩnh & cs., 2014) trong điều kiện căng thẳng mãn tính ảnh hưởng đến sự chuyển hóa các chất làm tăng các chỉ số glucose và cortisol trong máu. Hàm lượng cortisol trong huyết tương thường được sử dụng để đánh giá khả năng chịu đựng stress của nhiều loài cá nuôi (Nguyễn Thị Kim Hà & Đỗ Thị Thanh Hương, 2014).

Theo Hoàng Nghĩa Mạnh & Nguyễn Đình Mão (2011) đã báo cáo mật độ nuôi ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá nhưng không ảnh hưởng đến tỉ lệ sống khi nuôi thương phẩm cá nâu trong lồng ở các mức mật độ khác nhau (5, 7 và 10 con/m^2). Mặt khác, Lê Quốc Việt & cs. (2020) đã báo ương cá nâu ở mật độ 10 hoặc 20 con/m^2 trong ao đất cho kết quả tốt hơn về sinh trưởng và tỉ lệ sống so với ương ở mật độ 30 con/m^2. Tuy nhiên, những nghiên cứu này chưa đi sâu giải thích nguyên nhân và stress do ảnh hưởng của mật độ nuôi. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng mật độ nuôi cao làm tăng mức độ căng thẳng và đồng thời gây ức chế sự sinh trưởng của cá (Barton & Iwama, 1991; Kebus & cs., 1992). Bởi vì khi động vật bị căng thẳng quá độ, phản ứng nội tiết trở nên rối loạn chức năng và có thể mất giá trị thích nghi, do đó có thể dẫn đến tăng trưởng bị ức chế, suy giảm khả năng sinh sản và giảm khả năng chống lại mầm bệnh và các tác động tiêu cực khác (Barton & Iwama, 1991; Barton & cs., 1986). Để góp phần hoàn thiện quy trình kỹ thuật nuôi thâm canh cá nâu, bên cạnh những nghiên cứu về độ mặn, dinh dưỡng, thức ăn cho cá thì việc nghiên cứu về mật độ thả nuôi cũng rất cần thiết cần phải thực hiện. Do vậy, để cá có tốc độ tăng trưởng tốt, tỉ lệ sống cao và giảm thiểu stress thì việc nghiên cứu để tìm ra mật độ nuôi thích hợp và cung cấp thông tin về mật độ thả trong quá trình nuôi cá nâu đóng vai trò cực kỳ quan trọng. Vì vậy, tìm ra được mật độ nuôi thích hợp sẽ thúc đẩy sự sinh trưởng, tỉ lệ sống của cá nâu để giúp cá tăng trưởng nhanh, tăng tỉ lệ sống và giảm stress cho cá. Nghiên cứu này sẽ góp phần nâng cao tốc độ tăng trưởng, tỉ lệ sống, hiệu quả sử dụng và giảm căng thẳng cho cá nâu nuôi thương phẩm bằng việc xác định được mật độ nuôi cá nâu phù hợp nhằm đem lại hiệu quả kinh tế cao nhất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Bố trí thí nghiệm

Để góp phần xây dựng quy trình nuôi thâm canh cá nâu đạt hiệu quả cao. Dựa vào thực tế hiện nay nuôi cá trong ao lót bạt (ao nuôi tôm chân trắng trước đây chuyển qua nuôi cá), các mô hình nuôi cá nâu tại địa phương, cũng như quy trình nuôi các loài cá nước lợ tương tự như cá kình (*Siganus canaliculatus*), cá dìa (*Siganus guttatus*). Quy trình được thực hiện 2 hoặc 3 giai đoạn: giai đoạn 1 kéo dài khoảng 2-3 tháng, từ giai đoạn cá giống cho đến khi cá đạt khối lượng khoảng từ 10-15 g/con, mật độ nuôi dao động từ 30-50 con/m^2; giai đoạn 2, san thưa mật độ nuôi xuống còn 20-30 con/m^2, thời gian nuôi khoảng 2 tháng, đạt khối lượng khoảng 40-60 g/con; tiếp tục san thưa nuôi giai đoạn 3 ở mật độ khoảng 8-10 con/m^2 cho đến khi thu hoạch. Tổng thời gian nuôi từ 7-8 tháng, kích cỡ cá thu hoạch thường đạt từ 150-250 g/con. Thí nghiệm được tiến hành tại Farm 1 thuộc Công ty TNHH TS Tuấn Kiệt xã Điền Hương, huyện Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế trong 9 lồng lưới, khung bằng ống nhựa PVC, với 3 nghiệm thức (NT) mật độ khác nhau (Hình 1, 2) gồm 15 con/m^3, 30 con/m^3, 60 con/m^3 bố trí theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn (CRD), mỗi lồng có kích thước 1 × 0,8 × 1,5m (ngập nước 1,2m) được thả trong ao và được trang bị quạt nước cùng hệ thống sục khí 24/24h. Nghiên cứu được thực hiện trên cá nâu giai đoạn nuôi thương phẩm (cá giống có khối lượng khi thả vào khoảng 30 g/con, chiều dài khoảng 9,5cm) được chọn lọc từ ao ương. Cá thí nghiệm được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp dạng viên nổi (thức ăn chuyên dùng cho cá chẽm) có chứa > 40% protein (Seamaster, Fin fish feed-Floating, Công Ty TNHH Khoa Kỹ Sinh vật Thăng Long), cho cá ăn thoả mãn nhu cầu (thức ăn sẽ được bổ sung cho đến khi cá có hiện tượng dừng bắt mồi khi cho ăn), cho ăn mỗi ngày 2 lần vào lúc 7 giờ sáng và 6 giờ chiều. Định kì 3 ngày/lần vệ sinh lồng nuôi và hàng ngày cấp thêm nước vào ao nuôi từ 10-20% nước từ ao lắng nhằm ổn định môi trường, lượng nước thay mới hàng ngày 10-30%.

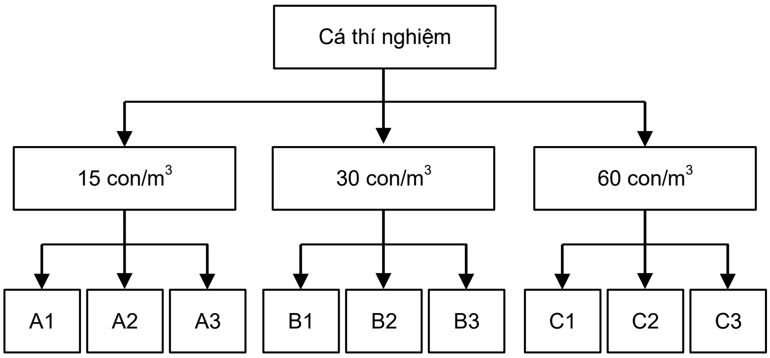
2.2. Xác định tốc độ tăng trưởng

Để tránh tác động và gây stress cho cá, khối lượng và chiều dài của cá chỉ được xác định trước và sau khi kết thúc thí nghiệm. Tốc độ tăng trưởng của cá và tỉ lệ sống được đo ngay sau khi kết thúc thí nghiệm (n = 15 con/lồng). Đối với nghiệm thức 1 (15 con/m^3), mẫu được thu toàn bộ cá để đo, trong khi đó, nghiệm thức 2 (30 con/m^3) và nghiệm thức 3 (60 con/m^3), mỗi lồng thu ngẫu nhiên 15 con để xác định chiều dài và khối lượng. Khối lượng của cá được cân bằng cân điện tử có độ chính xác 0,01g; chiều dài toàn thân được đo bằng thước có độ chính xác 0,1mm.

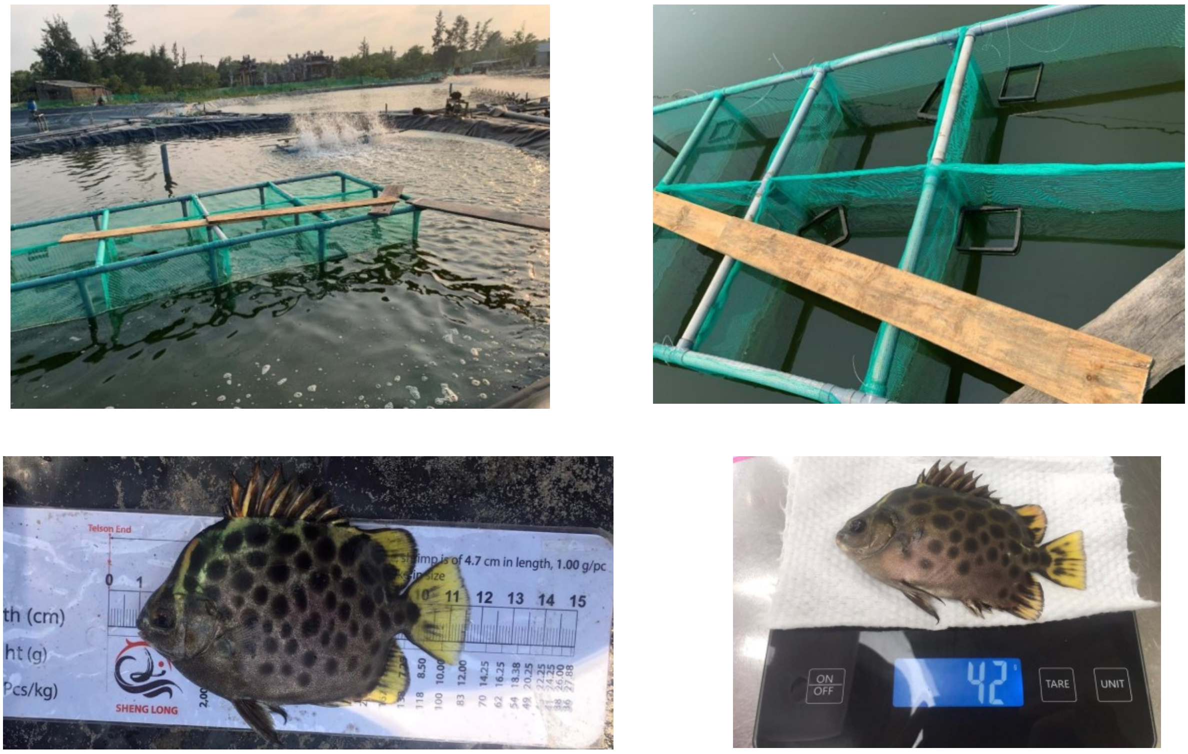
- Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối theo ngày (Daily Growth Rate, DGR):

Tốc độ tăng trưởng khối lượng (DGR_w - Daily Growth Rate of Weight):

DGR_w (g/ngày) = (We-Ws)/N



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm ảnh hưởng của mật độ



Hình 2. Lồng và cá nuôi thí nghiệm

Tốc độ tăng trưởng về chiều dài (DGR_L - Daily Growth Rate of Length):

DGR_L (cm/ngày) = (Le – Ls)/N

Tốc độ tăng trưởng đặc trưng (specific growth rate, SGR) theo chiều dài ($SGR\text{-}_L$) và theo khối lượng ($SGR\text{-}_W$) của cá được tính theo công thức của Lugert & cs. (2014):

$$SGR_L \text{ hay } SGR_W (\%) = \frac{\log(X_2) - \log(X_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

X_1 là khối lượng hoặc chiều dài cơ thể ở thời điểm đo t_1 và X_2 là khối lượng hoặc chiều dài cơ thể ở thời điểm đo t_2.

Tỉ lệ sống (TLS) (%):

$$\text{TLS} (\%) = \frac{\text{Số cá còn lại sau thí nghiệm}}{\text{Số cá đưa vào thí nghiệm}} \times 100$$

2.3. Phương pháp lấy máu và phân tích máu cá

Sau 70 ngày nuôi (từ ngày 1/3 đến ngày 9/5 năm 2022), cá được tiến hành thu mẫu để lấy máu (gồm có 27 mẫu, mỗi lồng thu ngẫu nhiên 3 mẫu để lấy máu). Trước khi lấy máu, cá được gây mê bằng dung dịch AQUI-S ® 10 ml/m^3 để giảm thiểu sự căng thẳng cho cá. Sát khuẩn bề mặt cá ở khu vực xung quanh cuống đuôi, mẫu máu cá được thu từ động mạch đuôi bằng bơm kim tiêm 1ml có tráng heparin theo phương pháp được sử dụng bởi Becker & cs. (2011). Lượng máu thu được ở mỗi cá thể tối thiểu là 400µl và máu được chuyển vào ống nghiệm eppendorf 1,5ml. Sau đó, mẫu máu được bảo quản trong thùng đá đến Trung tâm xét nghiệm Phong Châu (Phong Châu Lab) để phân tích các chỉ tiêu gồm nồng độ Cortisol, glucose, RBC (số lượng hồng cầu), HGB (Hemoglobin). Định lượng hồng cầu bằng buồng đếm Neubaeur (pha loãng 5µl máu trong 995µl dung dịch Natt-Herrick). Định lượng bạch cầu bằng phương pháp nhuộm mẫu máu phết trên kính với dung dịch Wright và Giemsa. Phân tích cortisol theo phương pháp ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay - xét nghiệm hấp thụ miễn dịch liên kết với enzyme, sử dụng bộ test kit cortisol theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất) và sự thay đổi màu sắc được đo bằng máy quang phổ spectrophotometry; nồng độ glucose được đo theo phương pháp Huggett & Nixon (1957) bằng máy pectrophotometry.

2.4. Xác định các yếu tố môi trường

Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm được đo trực tiếp tại bể nuôi gồm: Nhiệt độ; pH; DO và độ mặn được mô tả như ở bảng 1.

2.5. Xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp và vẽ biểu đồ trên Excel. Sự phân phối chuẩn và chênh lệch số liệu được kiểm tra bằng phép thử Shaprio-Wik và Bartlett lần lượt. So sánh sự khác biệt ý nghĩa về mặt thống kê giá trị trung bình giữa các nghiệm thức về khối lượng, chiều dài, tỉ lệ sống; tốc độ tăng trưởng của cá và các chỉ số sinh lý căng thẳng bằng phương pháp phân tích ANOVA và sử dụng phép thử Tukey's post-hoc test với phần mềm SPSS 16.0 ở mức ý nghĩa $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự biến động các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Bảng 2 mô tả sự biến động các yếu tố môi trường trong thời gian thí nghiệm, nhiệt độ nước dao động trong khoảng 22-27°C, trung bình là 24,97°C. pH dao động trong khoảng từ 7,8-8,3 trung bình là 8,06. DO dao động trong khoảng 4,5-6 mg/l, trung bình là 5,2 mg/l. Độ mặn dao động trong khoảng từ 23-26‰, trung bình là 24,5‰. Các yếu tố môi trường quan sát được đều nằm trong khoảng thích hợp cho cá sinh trưởng và phát triển bình thường (Nguyễn Văn Huy & Võ Điều, 2021; Nguyễn Văn Huy & cs., 2021).

3.2. Ảnh hưởng của mật độ nuôi lên sinh trưởng, tỉ lệ sống

Kết quả nghiên cứu cho thấy, mật độ nuôi có ảnh hưởng lớn đến tốc độ sinh trưởng của cá.

Khối lượng trung bình của cá nâu khi kết thúc thí nghiệm có sự khác nhau giữa các mức mật độ khác nhau, lần lượt là ở mật độ nuôi 15 con/m^3 cho sinh trưởng khối lượng cao nhất (58,310 ± 0,380 g/con), tiếp đến là mật độ nuôi 30 con/m^3 (50,513 ± 0,225 g/con) và thấp nhất ở mật độ nuôi 60 con/m^3 (46,223 ± 0,607 g/con (P <0,05).

Bảng 1. Phương pháp đo các yếu tố môi trường trong ao thí nghiệm

Thông số	Thiết bị	Thời gian đo
Nhiệt độ	Nhiệt kế	6 giờ và 14 giờ hàng ngày
pH	Máy Hanna HI 98017	6 giờ và 14 giờ hàng ngày
DO	Máy Extech DO 600	6 giờ và 14 giờ hàng ngày
Độ mặn	Khúc xạ kế	Sau khi cấp nước hàng ngày

Bảng 2. Biến động của các yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm

Yếu tố môi trường	$\frac{\text{min– max}}{\text{TB} \pm \text{SD}}$
Nhiệt độ (°C)	$\frac{22-27}{24,97 \pm 1,13}$
pH	$\frac{7,8-8,3}{8,06 \pm 0,12}$
Độ mặn (‰)	$\frac{23-26}{24,5 \pm 0,97}$
DO (mg/l)	$\frac{4,5-6}{5,2 \pm 0,54}$

Ghi chú: TB: Trung bình; SD: Độ lệch chuẩn; min: Giá trị nhỏ nhất; max: Giá trị lớn nhất.

Bảng 3. Ảnh hưởng của mật độ đến sinh trưởng của cá nâu thí nghiệm

Chỉ tiêu quan sát	Các nghiệm thức mật độ		
	15 con/m^3	30 con/m^3	60 con/m^3
Ls (cm)	9,507^a ± 0,133	9,243^a ± 0,032	9,377^a ± 0,093
Le (cm)	11,850^c ± 0,113	11,290^b ± 0,012	10,930^a ± 0,087
DGR_L (cm/con /ngày)	0,034^c ± 0,001	0,029^b ± 0,000	0,022^a ± 0,001
SGR_L (%/ngày)	0,139^c ± 0,005	0,126^b ± 0,003	0,096^a ± 0,003
Ws (g)	30,047^a ± 0,314	30,223^a ± 0,277	30,133^a ± 0,104
We (g)	58,310^c ± 0,380	50,513^b ± 0,225	46,223^a ± 0,607
DGR_w (g/con/ngày)	0,403^c ± 0,006	0,290^b ± 0,000	0,231^a ± 0,010
SGR_W (%/ngày)	0,421^c ± 0,012	0,317^b ± 0,008	0,217^a ± 0,012
FCR	1,890^a ± 0,020	2,310^b ± 0,040	2,620^c ± 0,120
Tỉ lệ sống (%)	97,78^a ± 3,85	98,89^a ± 1,92	96,11^a ± 0,96

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là giá trị trung bình và sai số chuẩn; Trên cùng một hàng các ký tự khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa (P <0,05).

Bảng 4. Một số chỉ tiêu sinh lý máu của cá nâu ở các nghiệm thức mật độ nuôi khác nhau

Chỉ tiêu quan sát	Các nghiệm thức mật độ		
	NT1	NT2	NT3
Glucose (mmol/l)	$2,80^a \pm 0,19$	$4,99^b \pm 0,07$	$7,20^c \pm 0,18$
Cortisol (nmol/l)	$4,27^a \pm 0,22$	$7,56^b \pm 0,26$	$11,55^c \pm 0,09$
RBC (M/µl)	$2,59^a \pm 0,32$	$3,73^b \pm 0,11$	$5,40^c \pm 0,09$
HGB (G/dL)	$10,22^c \pm 0,10$	$8,52^b \pm 0,07$	$5,80^a \pm 0,29$

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn; Trên cùng một hàng các ký tự khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa (P <0,05).

Tương tự, tốc độ tăng trưởng khối lượng (DGR_W (g/con/ngày) và SGR_W (%/ngày) cũng có sự sai khác giữa các nghiệm thức thí nghiệm (P <0,05). Ở mật độ 15 con/m^3 cho kết quả cao nhất (0,403 ± 0,006 g/con/ngày và 0,421 ± 0,012 %/ngày); cao hơn mật độ nuôi 30 con/m^3 (0,290 ± 0,001 g/con/ngày; 0,317 ± 0,008 %/ngày; và thấp nhất ở mật độ nuôi 60 con/m^3 (0,231 ± 0,010 g/con/ngày); 0,217 ± 0,012%/ngày. Mặc dù vậy, mật độ không ảnh hưởng đến tỉ lệ sống của cá nâu (P >0,05). Sự khác nhau này có thể do kích thước cá khi thả nuôi ở thí nghiệm này lớn hơn, cá được giữ trong lồng trong ao nên dễ dàng quản lý chăm sóc hơn.

Mật độ càng cao thì hệ FCR càng cao (P <0,05), cụ thể hệ số FCR cao nhất được ghi nhận ở mật độ 60 con/m^3 (3,620 ± 0,120), tiếp đến là mật độ 30 con/m^3 (3,310 ± 0,040) và FCR thấp nhất ở mật độ 15 con/m^3 (2,890 ± 0,020). Hệ số FCR ở các nghiệm thức trong nghiên cứu này cao do ảnh hưởng của thời tiết chuyển lạnh trong tháng 3, nhiệt độ hạ xuống 22°C đã ảnh hưởng đến tốc độ sinh trưởng của cá. Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) sẽ tăng khi tăng mật độ nuôi, điều đó cũng cho thấy tác động thực sự đến hệ số chuyển đổi thức ăn (Syah & cs., 2020). Điều này có thể giải thích rằng, mật độ nuôi có ảnh hưởng tiềm tàng đến sự cạnh tranh, nhu cầu oxy, sự tranh giành để kiếm thức ăn và không gian sống (Phan Văn Út & cs., 2019). Thêm vào đó, Baldwin (2011) đã chỉ ra mật độ không những ảnh hưởng đến sinh trưởng, tỉ lệ sống mà còn ảnh hưởng đến phúc lợi của động vật.

3.3. Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến các chỉ tiêu sinh lý căng thẳng của cá

Mật độ nuôi còn ảnh hưởng đến một số chỉ tiêu sinh lý gây căng thẳng trên cá nâu thể hiện trên bảng 4.

Nồng độ glucose trong máu của cá sau 70 ngày nuôi ở tất cả các nghiệm thức thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P <0,05). Khi so sánh nồng độ glucose trong các nghiệm thức nhận thấy hàm lượng glucose có xu hướng tăng khi tăng mật độ nuôi. Hàm lượng glucose ở các nghiệm thức dao động từ 2,80-7,20 (mmol/l). Trong đó, ở nghiệm thức có mật độ cao nhất là 60 con/m^3 đạt giá trị 7,20 ± 0,18 (mmol/l) so với các nghiệm thức mật độ 30 con/m^3 và mật độ 15 con/m^3. Điều này được lý giải là khi động vật bị stress thì tại vỏ thượng thận tiết ra cortisol, kích thích chuyển hóa glycogen trong các cơ quan thành glucose trong huyết tương (Mai Thế Trạch & Nguyễn Thy Khuê, 2007).

Cortisol là một trong những yếu tố thể hiện mức độ stress (căng thẳng) của cá khi môi trường sống thay đổi, đặc biệt là mật độ nuôi. Sự biến động nồng độ cortisol ở các mật độ khác nhau được thể hiện ở bảng 4, nồng độ cortisol tăng dần khi mật độ càng tăng. Nồng độ cortisol dao động từ 4,27-11,55 (nmol/l). Trong đó, cao nhất ở mật độ 60 con/m^3 có nồng độ là 11,55 ± 0,09 (nmol/l), cao hơn so với mật độ 30 con/m^3 (7,56 ± 0,26 nmol/l) và mật độ15 con/m^3 (4,27 ± 0,22 nmol/l) (P <0,05). Theo Kiilerich & Prunet (2011), hàm lượng cortisol bình thường trong máu cá sẽ dao động từ 5-10 ng/ml (1,665-3,33 nmol/l) và sẽ tăng 10-100 lần khi cá bị stress. Khi cá bị stress, cortisol trong 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 (Bonga, 1997). Nguyễn Loan Thảo & cs. (2013) đã báo cáo, cortisol trong máu cá tra ở môi trường nước ngọt trong tình trạng ổn định chỉ dao động ở 5-7 ng/ml (1,665-2,331 nmol/l), khi mật độ tăng làm hàm lượng cortisol trong máu cá tăng cao và khả năng phục hồi rất chậm. Theo Syah & cs. (2020), sự tăng lên của chỉ số cortisol là một dấu hiệu phản ứng với căng thẳng; nhất là khi nuôi với mật độ cao thì đây có thể được xem là tác nhân chính gây stress cho cá.

Schreck & Tort (2016) đã đưa ra một số kết luận về ảnh hưởng của mật độ đến hoạt động sống của cá như sau: Mật độ nuôi càng cao song song với việc lượng glucose trong máu càng tăng lên. Khi tăng mật độ nuôi thì khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu (Osmolality) có xu hướng giảm. Nó chỉ ra rằng, mật độ nuôi đã ảnh hưởng đến mức độ căng thẳng trong thời gian nuôi. Hàm lượng glucose trong huyết tương của cá cũng gia tăng nhiều. Sự gia tăng hàm lượng glucose trong máu do bị stress cấp tính hay stress mãn tính là do quá trình chuyển hóa glycogen thành glucose hay quá trình tạo glucose. Glucose trong máu cao là phản ứng của căng thẳng thứ cấp đối với cá, được kích hoạt bởi phản ứng với căng thẳng sơ cấp; liên quan đến hàm lượng cortisol.

Kết quả phân tích mật độ hồng cầu cũng ghi nhận được, khi mật độ càng tăng thì chỉ số RBC càng cao, giá trị RBC của cá sau 70 ngày nuôi dao động từ 2,59-5,40 (M/µl). RBC ở mật độ 15 con/m^3 đạt giá trị thấp nhất có lượng $2,59 \pm 0,32$ (M/µl), tiếp theo sẽ đến NT2 với mật độ 30 con/m^3 có lượng $3,73 \pm 0,11$ (M/µl) và cao nhất ở mật độ 60 con/m^3 có lượng $5,40 \pm 0,09$ (M/µl), giữa các nghiệm thức sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Khi mật độ nuôi cao thì cá dễ bị dẫn đến căng thẳng, làm thay đổi các thông số sinh lý và sinh hóa, đối với cá bị stress sẽ gây ra nhiều rối loạn chuyển hóa bên trong cơ thể, làm tăng số lượng hồng cầu trong máu Syah & cs. (2020).

Ngược lại, mật độ nuôi càng cao thì nồng độ HGB (G/dL sẽ giảm dần, nồng độ bạch cầu ghi nhận ở mật độ 15 con/m^3 là $10,22 \pm 0,10$ (G/dL), cao hơn so với HGB ở mật độ thả 30 con/m^3 và thấp nhất ở mật độ 60 con/m^3 ($P < 0,05$). Kết quả nghiên cứu này tương đồng với nghiên cứu của Hargreaves (1998) và Kroupova & cs. (2005), sự tăng mật độ nuôi sẽ làm tăng lượng thức ăn sử dụng dẫn đến gia tăng các sản phẩm thải trong ao nuôi, từ đó làm tăng sự tích lũy các hợp chất nitơ trong môi trường. Nitrite khi xâm nhập vào máu cá có thể oxy hóa hemoglobin (HGB) trong tế bào hồng cầu và chuyển thành một hợp chất khác là methemoglobin (metHGB) gây ra bệnh máu nâu ở cá, metHGB không có khả năng vận chuyển oxy, kết quả là cá có thể bị ngạt mặc dù nồng độ oxy trong nước vẫn được duy trì. Từ đó, khi mật độ càng cao thì lượng HGB sẽ giảm dần.

Theo van de Nieuwegiessen & cs. (2008), mật độ thả có sự ảnh hưởng kết hợp với các yếu tố gây stress trên cá trê phi (*Clarias gariepinus*) giai đoạn giống; hàm lượng glucose, RBC và cortisol trong máu cá tăng so với nghiệm thức đối chứng; tác giả cũng nhận định rằng cortisol và glucose trong huyết tương tăng cao cũng gây ảnh hưởng đến sức khỏe của cá. Ngoài ra, Đỗ Đình Hồ (2003) cho thấy hàm lượng glucose trong huyết tương phụ thuộc vào nhiều yếu tố như di truyền, tình trạng dinh dưỡng, thức ăn. Vì thế, hàm lượng glucose không có giá trị nhất định cho từng cá thể. Kết quả tương tự được báo cáo bởi Rotllant & cs. (1997) khi nghiên cứu về sự thay đổi glucose trên cá tráp dễ bị gây sốc về mật độ, mật độ càng tăng thì lượng glucose có xu hướng ngày càng cao. Bên cạnh đó, Schreck & Tort (2016) cũng đã đưa ra một số kết luận về ảnh hưởng của mật độ đến hoạt động sống của cá đó là mật độ nuôi càng cao song song với lượng glucose trong máu càng tăng lên. Mật độ nuôi đã ảnh hưởng đến mức độ căng thẳng trong thời gian nuôi. Montero & cs. (1999) đã chỉ rõ rằng mật độ nuôi cao dẫn đến căng thẳng, làm thay đổi các thông số sinh lý và sinh hóa đối với cá tráp *Sparus aurata* vì mật độ cao sẽ tác động là giảm chỉ số gan và thay đổi thành phần axit béo trong gan.

Nhiều nghiên cứu trên cá xương đã chứng minh mối liên quan giữa nồng độ cortisol, glucose, mật độ RBC và HGB trong máu. Phản ứng với căng thẳng được điều phối bởi nội tiết thần kinh, bao gồm trục dưới đồi-tuyến yên-thượng thận, dẫn đến tăng nồng độ hormone vỏ thượng thận, cortisol và catecholamine trong máu (Mommsen & cs., 2004). Khi điều kiện nuôi không phù hợp (mật độ, môi trường sống…) có thể làm tăng nồng độ cortisol trong huyết tương, gây ảnh hưởng đến cả hành vi và sinh lý của các loài nuôi (Maguire & cs., 2021). Cortisol, hormone gây căng thẳng chính ở cá, là trung gian của một số quá trình sinh lý, chẳng hạn như chuyển hóa glucose, điều hòa ion và thẩm thấu và phản ứng miễn dịch. Nó đóng một vai trò quan trọng trong phản ứng căng thẳng thông qua quá trình chuyển hóa hiếu khí và kỵ khí, điều hòa thẩm thấu, chuyển hóa carbohydrate, miễn dịch và thèm ăn (Ellis & cs., 2011; Mommsen & cs., 1999). Kết quả của nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với các báo cáo ở trên, khi cá nuôi ở mật độ càng cao, nồng độ cortisol và glucose tăng. Điều này được giải thích là khi cá bị stress (hàm lượng cortisol trong máu tăng lên), sự giải phóng glucose trong máu do phản ứng căng thẳng được điều chỉnh bởi hàm lượng của cortisol, vì chất này ảnh hưởng đến chuyển hóa glucidic ở cá (Jerez-Cepa & Ruiz-Jarabo, 2021). Thêm vào đó, sự tăng lên của mật độ RBC hay giảm HGB trong máu là kết quả của sự tăng lên của hàm lượng cortisol hay nói cách khác, khi cá bị stress, hàm lượng glucose và mật độ RBC trong máu sẽ tăng mật độ HGB trong máu sẽ giảm, kết quả là, tốc độ sinh trưởng của cá sẽ bị chậm lại.

4. KẾT LUẬN

Mật độ nuôi cá nâu càng cao, sinh trưởng, tốc độ sinh trưởng của cá càng chậm và hệ số chuyển hóa thức ăn càng cao, nhưng mật độ nuôi không ảnh hưởng đến tỉ lệ sống của cá.

Mật độ nuôi cá nâu càng cao đã làm tăng nồng độ cortisol, glucose và mật độ RBC nhưng lại làm giảm HGB trong máu của cá.

Cần tiếp tục nghiên cứu thêm về một số chỉ tiêu trong máu cá ảnh hưởng đến sinh lý căng thẳng của cá nâu nhằm đảm bảo phúc lợi của động vật nuôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Baldwin L. (2011). The effects of stocking density on fish welfare. The Plymouth Student Scientist. 4: 372-383.

Barton B.A., Schreck C. & Barton L. (1986). Effects of chronic Cortisol administration and daily acute stress on growth, physiological conditions, and stress responses in juvenile rainbow trout. Diseases of Aquatic Organisms. 2: 173-185.

Barton Bruce A. & George K. Iwama (1991). Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. Annual Review of Fish Diseases. 1: 3-26.

Becker S., Horstmann G. & Remington R. (2011). Perceptual Grouping, Not Emotion, Accounts for Search Asymmetries With Schematic Faces. Journal of experimental psychology. Human perception and performance. 37: 1739-1757.

Bonga S.E. Wendelaar (1997). The stress response in fish. Physiological Reviews. 77(3): 591-625.

Conte F.S. (2004). Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science. 86(3): 205-223.

Đỗ Đình Hồ (2003). Sinh lý y học, Trường Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh. Nhà xuất bản Y học.

Ellis T., Yavuzcan H., Lopez-Olmeda J., Spedicato M.T., Tort L., Øverli Ø. & Martins C. (2011). Cortisol and finfish welfare. Fish physiology and biochemistry. 38: 163-188.

Hargreaves John A. (1998). Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds1Approved for publication as Journal Article No. J-9356 of the Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State University. Aquaculture. 166(3): 181-212.

Hernández-Pérez J., Naderi F., Chivite M., Soengas J.L., Míguez J.M. & López-Patiño M.A. (2019). Influence of Stress on Liver Circadian Physiology. A Study in Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss, as Fish Model. Frontiers in Physiology. 10.

Hoàng Nghĩa Mạnh & Nguyễn Đình Mão (2011). Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn, mật độ và độ mặn lên sinh trưởng và tỉ lệ sống của cá nâu (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) nuôi tại Thừa Thiên Huế. Luận văn Thạc sĩ Đại học Nha Trang.

Huggett A. St G. & Nixon D.A. (1957). Use of glucose oxidase, peroxidase, and o-dianisidine in determination of blood and urinary glucose. The Lancet. 270(6991): 368-370.

Jerez-Cepa Ismael & Ignacio Ruiz-Jarabo (2021). Physiology: An Important Tool to Assess the Welfare of Aquatic Animals. Biology. 10(1): 61.

Jia R., Liu B.-L., Feng W.-R., Han C., Huang B., Lei J.-L. (2016). Stress and immune responses in skin of turbot (*Scophthalmus maximus*) under different stocking densities. Fish & Shellfish Immunology. 55: 131-139.

Kebus M.J., Collins M.T., Brownfield M.S., Amundson C.H., Kayes T.B. & Malison J.A. (1992). Effects of Rearing Density on the Stress Response and Growth of Rainbow Trout. Journal of Aquatic Animal Health. 4(1): 1-6.

Kiilerich P. & Prunet P. (2011). Corticosteroids. In A.P. Farrell (Ed.), Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome To Environment. Academic Press.

Kroupova H.K., Machova J. & Svobodova Z. (2005). Nitrite influence on fish: A review. Veterinarni Medicina. 50.

Lê Quốc Việt, Lý Văn Khánh, Lê Văn Thông, Trần Nguyễn Duy Khoa, Tomonari K., Trần Ngọc Hải (2020). Ảnh hưởng của mật độ ương lên tăng trưởng và tỉ lệ sống của cá nâu (*Scatophagus argus*) giống trong ao đất. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(2): 87-93.

Lugert V., Thaller G., Tetens J., Schulz C., Krieter J. (2014). A review on fish growth calculation: Multiple functions in fish production and their specific application. Reviews in Aquaculture. 6.

Maguire S.M., DeAngelis R., Dijkstra P.D., Jordan A., Hofmann H.A. (2021). Social network dynamics predict hormone levels and behavior in a highly social cichlid fish. Hormones and Behavior. 132: 104994.

Mai Thế Trạch & Nguyễn Thy Khuê (2007). Nội tiết học đại cương. Nhà xuất bản Y học. 685tr.

Mommsen T.P., Vijayan M.M., Moon T.W. (2004). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 9: 211-268.

Mommsen T., Vijayan M., Moon T. (1999). Cortisol in teleost Dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 9: 211-268.

Montero D., Izquierdo M., Tort L., Robaina L., Vergara J.M. (1999). High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, Sparus aurata, juveniles. Fish Physiology and Biochemistry. 20: 53-60.

Nguyễn Loan Thảo, Võ Minh Khỏe, Hồ Văn Tỏa, Ngân N.H., Nguyễn Thị Kim Hà, Nguyễn Thanh Phương, Nguyễn Trọng Hồng Phúc (2013). Ảnh hưởng của độ mặn lên sự tăng trưởng và hàm lượng cortisol của cá tra nuôi (*Pangasianodon hypophthalmus*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 25: 1-10.

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. (1): 187-178.

Nguyễn Văn Huy & Võ Điều (2021). Ảnh hưởng của độ mặn đến tốc độ sinh trưởng và tỉ lệ sống của cá nâu (*Scatophagus argus* linnaeus, 1766) giai đoạn giống. Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 130(3D): 5-15.

Nguyễn Văn Huy, Võ Điều, Võ Đức Nghĩa (2021). Ảnh hưởng của các điều kiện sinh thái khác nhau đến thành thục sinh dục của cá nâu (*Scatophagus argus* linnaeus, 1766). Vietnam J. Agri. Sci. 19(7): 885-893.

Phan Vĩnh Thịnh, Nguyễn Trọng Hồng Phúc, Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Thanh Phương (2014). Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sinh lý và tăng trưởng của cá tra giống (*Pangasianodon hypophthalmus*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. tr. 292-301.

Phan Văn Út, Hoàng Thị Thanh, Trương Tuấn (2019). Ảnh hưởng của mật độ ương và độ mặn đến sinh trưởng của cá Dìa giống (*Siganus guttatus*). Tạp chí Khoa học Công nghệ - Thuỷ sản. (2): 78-82.

Rotllant J. & Tort L. (1997). Cortisol and glucose responses after acute stress by net handling to the sparod red porgy previously. Biology. (51): 21-28.

Schreck Carl B. & Lluis Tort (2016). The concept of stress in fish. Fish Physiology. 35: 1-34.

Syah R., Makmur, Tampangallo B.R., Undu M. C., Asaad A. I. J. and Laining A. (2020). Rabbitfish (*Siganus guttatus*) culture in floating net cage with different stocking densities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 564: 012022.

van de Nieuwegiessen P.G., Boerlage A.S., Verreth J.A.J., Schrama J.W. (2008). Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, Clarias gariepinus Burchell. Applied Animal Behaviour Science. 115(3): 233-243.

Yarahmadi P., Miandare H.K., Fayaz S., Caipang C.M.A. (2016). Increased stocking density causes changes in expression of selected stress- and immune-related genes, humoral innate immune parameters and stress responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish & Shellfish *Immunology* 48: 43-53.