



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ ƯƠNG LÊN TĂNG TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ RÔ PHI VẦN (*Oreochromis niloticus*) DÒNG GENOMAR ĐƠN TÍNH TOÀN ĐỰC GIAI ĐOẠN TỪ 21 NGÀY ĐẾN 4 THÁNG TUỔI

EFFECT OF STOCKING DENSITY ON THE GROWTH PERFORMANCE AND SURVIVAL RATE OF MONOSEX MALE NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) GENOMAR STRAIN FROM 21 DAYS TO 4 MONTHS OF AGE

Lê Trung Hậu, Nguyễn Hồng Linh*

Trường Đại học Cửu Long

*Email: nguyenhonglinh@mku.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.65934/mkusj.2026.02-e.1023>

Ngày nhận bài: 13/05/2026

Ngày phản biện: 07/06/2026

Ngày duyệt bài: 28/08/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu “Ảnh hưởng của mật độ ương lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) dòng GenoMar đơn tính toàn đực giai đoạn từ 21 ngày đến 4 tháng tuổi” được thực hiện từ ngày 20/8/2024 đến 20/11/2024 tại Trại giống Thủy sản tỉnh Vĩnh Long. Nghiên cứu nhằm đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng, tỷ lệ sống, khả năng sử dụng thức ăn và mức độ đồng đều của cá ở các mật độ ương khác nhau. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong các vèo lưới (thể tích 30 m³/vèo) đặt trong ao đất. Ba mức mật độ được khảo sát gồm 20, 30 và 40 con/m³, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Cá giống sử dụng là cá rô phi dòng GenoMar đơn tính toàn đực ở 21 ngày tuổi, với khối lượng và chiều dài trung bình ban đầu lần lượt là 0,05 g và 1,5 cm. Sau 90 ngày nuôi, các yếu tố môi trường nước như pH, nhiệt độ, NH₃/NH₄⁺ và NO₂ đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá. Kết quả cho thấy mật độ 20 con/m³ đạt hiệu quả tốt nhất với khối lượng trung bình 50,11±0,25 g, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối 0,557±0,006 g/ngày, chiều dài trung bình 13,92±0,14 cm và tỷ lệ sống 90,66±1,52%. Ngược lại, ở mật độ 40 con/m³, các chỉ tiêu này đạt giá trị thấp hơn, với khối lượng trung bình 31,15±0,01 g, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối 0,350±0,000 g/ngày, chiều dài trung bình 12,31±0,15 cm và tỷ lệ sống 80,00±1,00%. Hệ số phân đàn và hệ số chuyển đổi thức ăn ở nghiệm thức 20 con/m³ cho kết quả thấp nhất (11,28±0,08% và 0,98±0,01), trong khi giá trị cao nhất ghi nhận ở mật độ 40 con/m³. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học giúp tối ưu hóa mật độ ương và nâng cao hiệu quả kinh tế.

Từ khóa: Cá rô phi (*Oreochromis niloticus*), dòng GenoMar, mật độ ương.

ABSTRACT

The study “Effect of stocking density on the growth performance and survival rate of Monosex male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) GenoMar strain from 21 days to 4 months of age” was conducted from August 20, 2024 to November 20, 2024 at the Vĩnh Long Provincial Aquaculture Seed Center. The study aimed to evaluate growth performance, survival rate, feed utilization efficiency, and size uniformity of fish at different stocking densities. The experiment was arranged in a completely randomized design using net cages (30 m³ per cage) placed in earthen ponds. Three stocking densities were tested: 20, 30, and 40 fish/m³, with three replicates per treatment. The experimental fish were 21-day-old monosex male Nile tilapia (GenoMar strain), with an initial average weight and length of 0.05 g and 1.5 cm, respectively. After 90 days of rearing, water quality parameters such as pH, temperature, NH₃/NH₄⁺, and NO₂ were all within suitable ranges for fish growth. The results showed that the density of 20 fish/m³ yielded the best performance, with an average weight of 50.11±0.25 g, daily weight gain of 0.557±0.006 g/day, average length of 13.92±0.14 cm, and survival rate of 90.66±1.52%. In contrast, at the density of 40 fish/m³, these parameters were lower, with an average weight of 31.15±0.01 g, daily weight gain of 0.350±0.000 g/day, average length of 12.31±0.15 cm, and survival rate of 80.00±1.00%. The coefficient of variation and feed conversion ratio were lowest in the 20 fish/m³ treatment (11.28±0.08% and 0.98±0.01, respectively), while the highest values were recorded at the stocking density of 40 fish/m³. The differences among treatments were statistically significant (p<0.05). These findings serve as a scientific foundation to optimize rearing density and improve economic profitability.

Keywords: GenoMar strain, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), stocking density.

MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh nhu cầu thực phẩm ngày càng tăng, nuôi trồng thủy sản đang đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp nguồn đạm cho con người. Cá rô phi là một trong những đối tượng được lựa chọn phổ biến nhờ khả năng thích nghi tốt với nhiều điều kiện môi trường và phù hợp với nhiều hình thức nuôi khác nhau (Abd El-Hack et al., 2022). Hiện nay, hoạt động nuôi cá rô phi đã được triển khai rộng rãi ở nhiều quốc gia và tiếp tục có xu hướng phát triển trong thời gian tới nhằm đảm bảo nguồn an ninh lương thực và hướng tới sự phát triển bền vững trong tương lai (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024).

Tại Việt Nam, ngành nuôi cá rô phi cũng đang từng bước được quan tâm và mở rộng nhằm đáp ứng nhu cầu tiêu thụ trong nước và hướng tới thị trường xuất khẩu. Các chính sách phát triển đã góp phần định hướng cho việc nâng cao quy mô và chất lượng sản xuất. Tuy nhiên, hiệu quả thực tế vẫn chưa đạt như kỳ vọng, thể hiện qua giá trị xuất khẩu còn hạn chế so với tiềm năng hiện có.

Một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn đến hiệu quả nuôi là chất lượng con giống. Trong thực tế, người nuôi thường gặp khó khăn khi cá tăng trưởng không đồng đều hoặc tỷ lệ sống chưa cao, dẫn đến chi phí sản xuất tăng và hiệu quả kinh tế giảm (Ntanzu et al., 2014). Điều này cho thấy việc cải thiện chất lượng giống là cần thiết để nâng cao hiệu quả sản xuất và việc tối ưu hóa mật độ và chất lượng giống trong hệ thống nuôi nhằm đảm bảo sự phát triển ổn định và bền vững của đối tượng này trong tương lai là thật sự cần thiết.

Trong những năm gần đây, một số dòng cá rô phi đã được chọn lọc nhằm cải thiện các đặc điểm sinh học quan trọng. Dòng cá rô phi vằn GenoMar là một trong những đối tượng đang được quan tâm nhờ tiềm năng về khả năng sinh trưởng và thích nghi. Một số kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy dòng cá này có thể mang lại hiệu quả tốt hơn so với các dòng đang được nuôi phổ biến (GenoMar Genetics Group, 2024).

Tại Việt Nam, dòng cá GenoMar đã được đưa vào thử nghiệm ở một số khu vực và bước đầu cho thấy khả năng phát triển tương đối tốt.

Tuy nhiên, các thông tin đánh giá chi tiết về khả năng thích nghi và sinh trưởng của dòng cá này trong điều kiện nuôi cụ thể vẫn còn hạn chế.

Giai đoạn ương giống đóng vai trò then chốt, quyết định trực tiếp đến năng suất và hiệu quả của toàn bộ quá trình nuôi. Trong đó, mật độ ương là một thông số kỹ thuật quan trọng, tác động mạnh mẽ đến động thái sinh trưởng của cá. Mật độ thả không hợp lý sẽ dẫn đến sự cạnh tranh gay gắt về không gian và thức ăn, đồng thời gây áp lực lớn lên môi trường nước, từ đó làm giảm tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống. Nghiên cứu của Sapkota et al. (2022) trên cá rô phi đơn tính đã chỉ ra mối liên hệ mật thiết giữa mật độ và hiệu quả sản xuất, với tổng sản lượng đạt mức tối đa ở mật độ 20 con/m³. Kế thừa những nền tảng đó và nhằm tối ưu hóa điều kiện nuôi cho giai đoạn đầu đời, việc thực hiện nghiên cứu "Ảnh hưởng của mật độ ương đến tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) dòng GenoMar đơn tính toàn đực" là hết sức cần thiết. Kết quả của nghiên cứu được kỳ vọng sẽ cung cấp cơ sở khoa học vững chắc để hoàn thiện quy trình ương giống, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế trong thực tiễn sản xuất.

1. Nội dung triển khai nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là Cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) dòng GenoMar đơn tính đực được sử dụng trong thí nghiệm. Cá có nguồn gốc từ Công ty TNHH GenoMar Việt Nam (trực thuộc Tập đoàn GenoMar Genetics Group, Na Uy) tại huyện Châu Thành, tỉnh Tây Ninh. Cá thí nghiệm lúc 21 ngày tuổi, trạng thái khỏe mạnh, không dị hình, với khối lượng và chiều dài trung bình ban đầu lần lượt là 0,05±0,01 g và 1,5±0,2 cm. Cá giống được thuần dưỡng trong vèo lưới (60m³) đặt trực tiếp tại ao thí nghiệm trong 7 ngày để thích nghi hoàn toàn với điều kiện thủy lý hóa của môi trường ao và làm quen thức ăn trước khi bố trí.

Nghiên cứu được triển khai tại Trại giống Thủy sản thuộc phường Tân Hội, tỉnh Vĩnh Long.

Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức mật độ khác nhau:

- Nghiệm thức 1: 20 con/m³.
- Nghiệm thức 2: 30 con/m³.
- Nghiệm thức 3: 40 con/m³.

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Hệ thống 9 vèo lưới (kích thước 10x3x1,5 m, chiều cao mực nước trong vèo duy trì ở mức 1,0 m, tương đương thể tích khối nước ương là 30 m³/vèo) được đặt trong ao đất có diện tích 2.700 m². Nhằm hạn chế sự sai khác về điều kiện môi trường, toàn bộ các vèo được bố trí thành một dãy ở khu vực giữa ao, cách bờ và khu vực cống cấp/thoát nước ít nhất 5 m. Khoảng cách giữa các vèo là 3 m, đáy vèo cách đáy ao 1 m. Hệ thống quạt nước đặt ở hai đầu ao được vận hành tổng cộng 5 giờ/ngày theo hai khung giờ cố định: chiều tối (18:00-21:00) và rạng sáng (04:00 - 06:00), đảm bảo cung cấp và phân tán đều oxy hòa tan cho tất cả các nghiệm thức.

Cá thí nghiệm được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp viên nổi của Công ty TNHH UP Việt Nam với thành phần dinh dưỡng: 40% đạm thô, 5% béo thô, 12% tro, 7% xơ thô và 11% độ ẩm. Khẩu phần ăn hằng ngày được điều chỉnh giảm dần theo giai đoạn tăng trưởng: 10% khối lượng thân ở tháng nuôi thứ nhất (giai đoạn 21-51 ngày tuổi với kích cỡ viên 0,5 mm); 7% ở tháng thứ hai (giai đoạn 51-81 ngày tuổi với kích cỡ viên 1,0-1,5 mm) và giảm xuống mức 5% ở tháng nuôi cuối (81-111 ngày tuổi với kích cỡ viên 2,0-2,5 mm.). Thức ăn được chia đều làm 2 lần/ngày (vào 08:00 và 15:00). Sau 30 phút kể từ khi cho ăn, tiến hành quan sát bề mặt vèo lưới để vớt và cân lượng thức ăn thừa (nếu có). Thao tác này giúp xác định lượng thức ăn thực tế cá đã sử dụng, làm cơ sở để điều chỉnh khẩu phần phù hợp cho lần ăn kế tiếp.

Quản lý và theo dõi môi trường ương bao gồm:

- Nguồn nước thí nghiệm: được lấy từ nước mặt sông Tiền lưu vực qua thành phố Vĩnh Long, được xử lý sát trùng bằng Iodine dạng dung dịch (sản phẩm của công ty Vet Laboratories) liều lượng 0,3 ppm trước khi cấp vào ao ương.

- Trong 30 ngày đầu: thay 30% lượng nước định kỳ 7-10 ngày/lần nhằm kích thích tính bắt mồi.

- Sau 30 ngày: thay nước hàng ngày dựa theo chế độ thủy triều để đảm bảo môi trường tối ưu cho cá thích nghi. Riêng vào những ngày có sử dụng Yucca hoặc hóa chất sát khuẩn, tiến hành đóng cống và tạm ngưng thay nước ít nhất 24 giờ sau khi đánh thuốc để hóa chất phát huy tối đa tác dụng và tránh thất thoát.

- Trong suốt 90 ngày thí nghiệm, Yucca dạng dung dịch (sản phẩm của công ty TNHH Tiệp Phát) được bổ sung định kỳ mỗi 10 ngày theo liều khuyến cáo của nhà sản xuất nhằm hỗ trợ cải thiện chất lượng môi trường nước. Đồng thời, Iodine dạng dung dịch (sản phẩm của công ty Vet Laboratories) được sử dụng định kỳ mỗi 15 ngày theo hướng dẫn của nhà sản xuất để sát khuẩn và phòng ngừa bệnh cho cá trong suốt quá trình nuôi.

Theo dõi môi trường thông qua Các yếu tố thủy lý, hóa học bao gồm nhiệt độ (đo bằng nhiệt kế), pH, NH₃/NH₄⁺ và NO₂⁻ (sử dụng bộ test Sera, Đức) được kiểm soát định kỳ 7 ngày/lần vào lúc 8h00 và 14h00. Riêng oxy hòa tan được đánh giá gián tiếp thông qua hoạt động bơi lội, mức độ bắt mồi, quan sát hiện tượng cá nổi đầu vào sáng sớm và chế độ vận hành của hệ thống quạt nước trong ao.

Định kỳ 30 ngày/lần, thu ngẫu nhiên 30 cá thể trong mỗi vèo để đo đạc các chỉ số sinh trưởng. Khối lượng cá được xác định bằng cân điện tử (độ chính xác 0,01 g) và chiều dài toàn thân được đo bằng thước đo (độ chính xác 1 mm) theo phương pháp nghiên cứu sinh học cá (Phạm Thanh Liêm & Trần Đắc Định, 2004) và đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng theo công thức của Trần Thị Thanh Hiền (2004):

$$\text{- Tỷ lệ sống SR(\%)} = \frac{\text{số cá thu hoạch}}{\text{số cá bố trí}} \times 100$$

$$\text{- Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR)} = \frac{\text{Tổng lượng thức ăn}}{\text{Khối lượng vật nuôi tăng trọng}}$$

$$\text{- Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối (cm/ngày): DLG} = \frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{- Tốc độ tăng trưởng chiều dài tương đối của cá (\%/ngày): SGR}_L = \frac{(\ln L_2 - \ln L_1)}{t_2 - t_1} \times 100$$

- Tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối (g/ngày) $DWG = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$.

- Tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối của cá (%/ngày): $SGR_W = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{t_2 - t_1} \times 100$.

- Hệ số phân đàn (Coefficient of Variation):

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

Trong đó: L2, L1, W2, W1 là chiều dài và khối lượng tương ứng của cá tại các thời gian t2, t1 (t1: thời gian ban đầu; t2: thời gian sau thí nghiệm); SD: độ lệch chuẩn; X: giá trị trung bình.

Toàn bộ số liệu thu thập được quản lý bằng phần mềm Microsoft Excel. Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được phân tích thống kê kiểm định phương sai một nhân tố (one-way

ANOVA) bằng phần mềm SPSS 16.0. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức được xác định qua kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$). Tất cả các số liệu được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

2. Phân tích các yếu tố môi trường nước trong suốt thời gian thí nghiệm

Kết quả quan trắc cho thấy các chỉ tiêu môi trường trong suốt 90 ngày thí nghiệm duy trì ở mức ổn định: Nhiệt độ (28,43-32,29°C), pH (7,56-7,85), NH_3/NH_4^+ (0-0,50 mg/L), và NO_2^- (0-0,50 mg/L). Các thông số này nằm trong ngưỡng sinh thái tối ưu cho cá rô phi vằn dòng GenoMar theo khuyến cáo kỹ thuật, đảm bảo rằng sự khác biệt về tăng trưởng giữa các nghiệm thức chủ yếu do yếu tố mật độ gây ra.

Bảng 1. Các yếu tố môi trường nước trong suốt thời gian thí nghiệm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức		
	20 con/m ³	30 con/m ³	40 con/m ³
Nhiệt độ °C			
Sáng	28,57 $\pm$ 0,43	28,43 $\pm$ 0,39	28,82 $\pm$ 0,37
Chiều	32,29 $\pm$ 0,85	31,96 $\pm$ 0,95	31,93 $\pm$ 0,94
pH			
Sáng	7,58 $\pm$ 0,32	7,56 $\pm$ 0,34	7,60 $\pm$ 0,37
Chiều	7,91 $\pm$ 0,39	7,84 $\pm$ 0,37	7,85 $\pm$ 0,41
NH_3/NH_4^+ (mg/L)			
Sáng	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
Chiều	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
NO_2^- (mg/L)			
Sáng	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50
Chiều	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50	0,00 - 0,50

(*Ghi chú: Số liệu pH và nhiệt độ trong bảng được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Riêng chỉ tiêu NH_3/NH_4^+ và NO_2^- dao động ở mức rất thấp, được ghi nhận theo ngưỡng phát hiện của test kit Sera.)

Nhiệt độ: Kết quả ở Bảng 1 cho thấy nhiệt độ nước có sự biến thiên giữa sáng và chiều, dao động từ 28,43-32,29°C. Theo Boyd (1990), khoảng nhiệt độ thích hợp cho cá rô phi sinh trưởng là từ 25-32°C. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa các nghiệm thức là không đáng kể, đảm bảo không gây stress nhiệt cho cá. Điều này phù hợp với nhận định của El-Hack et al. (2022) về tầm quan trọng của việc duy trì nhiệt độ ổn định để bảo vệ hoạt động trao đổi chất.

Chỉ số pH:

Giá trị pH trong thí nghiệm duy trì ở mức 7,58-7,91. Đây là khoảng pH thích hợp cho cá rô phi ngưỡng tối ưu thường từ 6,5-8,5 (Trương Quốc Phú và ctv., 2003; Lê Văn Cát và ctv., 2006). Sự biến động pH giữa sáng và chiều rất thấp (khoảng 0,2-0,3 đơn vị), điều này cho thấy hệ đệm trong ao đất tại Trại giống Thủy sản Vĩnh Long hoạt động tốt, giúp giảm thiểu nguy

cơ bùng phát dịch bệnh do stress môi trường. Như vậy, pH trong thời gian thí nghiệm ở các nghiệm thức đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cá rô phi vân dòng GenoMar đơn tính toàn đực.

Khí độc (NH₃/NH₄⁺ và NO₂⁻):

Hàm lượng tổng đạm amon (NH₃/NH₄⁺) và nitrite (NO₂⁻) trong suốt thời gian thí nghiệm dao động ở ngưỡng an toàn và được ghi nhận dựa trên các bước nhảy vạch màu của test kit Sera (0 và 0,5 mg/L). Theo QCVN 02-20:2014/BNNPTNT, lượng NH₃ trong ao nuôi cá không được vượt quá 0,3 mg/L. Đồng thời, theo tiêu chuẩn quốc gia (TCVN 13656:2023), hàm lượng nitrite (NO₂⁻) không vượt quá 1,0 mg/L nhằm hạn chế ảnh hưởng bất lợi đến sinh trưởng và sức khỏe của thủy sinh vật, để tránh gây độc cho cá. Kết quả ghi nhận từ nghiên cứu này chứng tỏ quá trình quản lý môi trường và thay nước trong vèo lưới được thực hiện hiệu quả, mật độ ương lên đến 40 con/m³ vẫn chưa vượt quá sức tải môi trường của hệ thống ao đất tại khu vực nghiên cứu.

Oxy hòa tan (DO):

Trong suốt quá trình thực nghiệm, để đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan (DO) luôn ở mức tối ưu cho sự sinh trưởng của cá, hệ thống quạt nước đã được vận hành liên tục 5 giờ/ngày vào

các thời điểm xung yếu (18:00-21:00 và 04:00-06:00). Mặc dù không ghi nhận số liệu DO định kỳ định lượng, nhưng thông qua quan sát hàng ngày: cá luôn bắt mỗi tích cực, không xuất hiện hiện tượng nổi đầu vào sáng sớm, kết hợp với tỷ lệ sống đạt 80-90,66%, có thể khẳng định yếu tố oxy hòa tan trong hệ thống vèo lưới luôn được duy trì ổn định và nằm trong ngưỡng chịu đựng tốt của đối tượng nghiên cứu.

3. Phân tích ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng của cá

Tăng trưởng về khối lượng

Sau 90 ngày thí nghiệm, tốc độ tăng trưởng về khối lượng của cá có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Nghiệm thức mật độ 20 con/m³ ghi nhận giá trị cao nhất, với khối lượng trung bình đạt 50,11±0,25 g; tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối đạt 7,670±0,010%/ngày và tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối đạt 0,557±0,006 g/ngày. Ngược lại, nghiệm thức 40 con/m³ cho kết quả thấp nhất, với khối lượng trung bình chỉ đạt 31,15±0,01 g; tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối đạt 7,120±0,000%/ngày và tốc độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối đạt 0,350±0,000 g/ngày. Sự khác biệt về các chỉ tiêu tăng trưởng giữa các nghiệm thức sau 90 ngày thí nghiệm là có ý nghĩa thống kê (*p*<0,05) (Bảng 2).

Bảng 2. Ảnh hưởng của mật độ ương lên tăng trưởng về khối lượng của cá sau 90 ngày thí nghiệm

Chỉ tiêu	Ngày/Giai đoạn thí nghiệm	Nghiệm thức		
		20 con/m ³	30 con/m ³	40 con/m ³
Khối lượng trung bình DWG (g)	Ngày 30	0,95±0,02 ^a	0,88±0,02 ^b	0,86±0,02 ^b
	Ngày 60	7,21±0,04 ^a	5,35±0,26 ^b	5,09±0,46 ^b
	Ngày 90	50,11±0,25 ^a	35,53±0,26 ^b	31,15±0,01 ^c
Tăng trưởng khối lượng tương đối SGR _w (%/ngày)	Giai đoạn 0-30 ngày	9,697±0,147 ^a	9,513±0,081 ^{ab}	9,410±0,089 ^c
	Giai đoạn 30-60 ngày	8,247±0,026 ^a	7,707±0,081 ^b	7,647±0,163 ^b
	Giai đoạn 60-90 ngày	7,670±0,010 ^a	7,263±0,006 ^b	7,120±0,000 ^c
Tăng trưởng khối lượng tuyệt đối ADG _w (g/ngày)	Giai đoạn 0-30 ngày	0,030±0,000 ^a	0,003±0,000 ^a	0,030±0,000 ^a
	Giai đoạn 30-60 ngày	0,120±0,006 ^a	0,087±0,006 ^b	0,077±0,006 ^c
	Giai đoạn 60-90 ngày	0,557±0,006 ^a	0,393±0,006 ^b	0,350±0,000 ^c

(* Ghi chú: Số liệu trong bảng được trình bày dưới dạng giá trị trung bình± độ lệch chuẩn. Các giá trị thể hiện trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (*p*<0,05).)

Tăng trưởng về chiều dài

Sau 90 ngày thực nghiệm, kết quả cho thấy mật độ ương có tác động đáng kể đến các chỉ

tiêu tăng trưởng chiều dài của cá rô phi vân dòng GenoMar đơn tính toàn đực. Các chỉ tiêu tăng trưởng giữa nghiệm thức 20 con/m³ và 40

con/m³ có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Cụ thể như sau:

- Tại nghiệm thức 20 con/m³: cá đạt tăng trưởng tối ưu nhất với chiều dài trung bình cuối là $13,92 \pm 0,14$ cm. Tốc độ tăng trưởng chiều tương đối (SGRL) và tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối (ADGL) lần lượt đạt $2,470 \pm 0,010\%/ngày$ và $0,137 \pm 0,006$ cm/ngày.

- Tại nghiệm thức 40 con/m³: Các chỉ số này ghi nhận ở mức thấp nhất, với chiều dài trung bình chỉ đạt $12,31 \pm 0,15$ cm, tương ứng

với SGRL là $2,336 \pm 0,006\%/ngày$ và ADGL đạt $0,127 \pm 0,000$ cm/ngày.

Các chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài ở nghiệm thức 20 con/m³ có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với hai nghiệm thức còn lại. Trong khi đó, giữa nghiệm thức 30 con/m³ và 40 con/m³ không có sự khác biệt ($p > 0,05$). Kết quả này phản ánh rõ mối tương quan giữa không gian sống và sự cạnh tranh sinh học khi tăng mật độ ương, dẫn đến giảm tăng trưởng về chiều dài.

Bảng 3. Ảnh hưởng của mật độ ương lên cá chỉ tiêu tăng trưởng về chiều dài của cá sau 90 ngày thí nghiệm

Chỉ tiêu	Ngày/Giai đoạn thí nghiệm	Nghiệm thức		
		20 con/m ³	30 con/m ³	40 con/m ³
Chiều dài trung bình DLG (cm)	Ngày 30	$2,99 \pm 0,01^a$	$2,84 \pm 0,01^b$	$2,88 \pm 0,03^b$
	Ngày 60	$7,04 \pm 0,01^a$	$6,39 \pm 0,02^b$	$6,36 \pm 0,13^b$
	Ngày 90	$13,92 \pm 0,14^a$	$12,67 \pm 0,13^b$	$12,31 \pm 0,15^c$
Tăng trưởng chiều dài tương đối SGRL (%/ngày)	Giai đoạn 0-30 ngày	$2,273 \pm 0,006^a$	$2,116 \pm 0,012^b$	$2,086 \pm 0,035^b$
	Giai đoạn 30-60 ngày	$2,576 \pm 0,006^a$	$2,403 \pm 0,006^b$	$2,396 \pm 0,035^b$
	Giai đoạn 60-90 ngày	$2,470 \pm 0,010^a$	$2,367 \pm 0,011^b$	$2,336 \pm 0,006^c$
Tăng trưởng chiều dài tuyệt đối ADGL (cm/ngày)	Giai đoạn 0-30 ngày	$0,050 \pm 0,000^a$	$0,040 \pm 0,000^a$	$0,040 \pm 0,000^a$
	Giai đoạn 30-60 ngày	$0,090 \pm 0,000^a$	$0,080 \pm 0,000^a$	$0,080 \pm 0,000^a$
	Giai đoạn 60-90 ngày	$0,137 \pm 0,006^a$	$0,123 \pm 0,006^b$	$0,127 \pm 0,000^b$

(* Ghi chú: Số liệu trong bảng được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị thể hiện trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).)

Từ Bảng 2 và Bảng 3 cho thấy mật độ ương có mối tương quan nghịch biến và ảnh hưởng rõ rệt đến tốc độ sinh trưởng về khối lượng và chiều dài của cá rô phi vằn dòng GenoMar đơn tính toàn đực. Cụ thể, sau 90 ngày thí nghiệm, nghiệm thức ương ở mật độ thấp nhất (20 con/m³) cho kết quả vượt trội và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức mật độ (30 và 40 con/m³) trên khối lượng và chiều dài. Sự chênh lệch này xuất phát từ việc mật độ cao làm gia tăng áp lực cạnh tranh không gian sống và nguồn thức ăn, dẫn đến cá phải tiêu tốn nhiều năng lượng cho các hoạt động bơi lội, tranh giành thức ăn và không gian sống thay vì tập trung tích lũy dinh dưỡng để phát triển khối lượng và chiều dài. Kết quả trên dòng GenoMar thu được trong thí nghiệm này hoàn toàn phù hợp với quy luật sinh trưởng đã được khẳng định trên các dòng cá rô phi khác. Cụ thể, việc giảm mật độ nuôi giúp tối ưu hóa sự tăng trưởng về khối lượng đã

được minh chứng qua các nghiên cứu của Hồ Thị Thanh Trúc (2011), Cao Mỹ Ân và ctv. (2017), và Liu et al. (2018). Đồng thời, tác động tích cực của việc nuôi thưa lên tốc độ tăng trưởng chiều dài cũng đồng nhất với ghi nhận của El-sayed (2002) và Diana et al. (2004). Đặc biệt, dòng GenoMar thể hiện ưu thế vượt trội về tốc độ sinh trưởng khi so sánh với các dòng phổ biến khác như GIFT hay Đường Nghiệp. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với các nghiên cứu trước đây (Silva et al., 2019; Ponzoni et al., 2011), vốn ghi nhận dòng GenoMar (GST) có khả năng tăng trưởng cao hơn từ 10% đến 15% và hiệu quả chuyển hóa thức ăn (FCR) cải thiện đáng kể so với các dòng cá thương mại thông thường khác trong cùng điều kiện nuôi. Sự vượt trội này có thể được lý giải bởi ưu thế di truyền từ chương trình chọn lọc giống nghiêm ngặt của dòng GenoMar, giúp tối ưu hóa khả năng hấp thụ dinh dưỡng và tăng cường sức đề kháng đối với các biến động môi trường. Việc

duy trì được tốc độ sinh trưởng ổn định và vượt trội trong điều kiện thực tế tại địa phương cũng cố giá trị của dòng GenoMar như một giải pháp di truyền tiềm năng để nâng cao hiệu quả kinh tế cho nghề nuôi cá rô phi. Theo kết quả thử nghiệm của GenoMar Genetics Group (2024), dòng GenoMar 1000 có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn từ 29% đến 33% so với các dòng thương mại địa phương, với tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (ADG) đạt trung bình 8,37 g/ngày (so với mức 6,35 g/ngày của dòng thường). Tóm lại, trong điều kiện thí nghiệm này, 20 con/m³ được đánh giá là mật độ ương thích hợp nhất giúp cá rô phi vẫn GenoMar phát huy tối đa ưu thế di truyền, sinh trưởng và phát triển tốt nhất về khối lượng lẫn chiều dài.

4. Phân tích ảnh hưởng của mật độ ương lên tỷ lệ sống và hệ số chuyển đổi thức ăn của cá

Kết quả nghiên cứu cho thấy mối tương quan nghịch giữa mật độ ương với tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá rô phi vẫn dòng GenoMar ($p < 0,05$) (Bảng 4). Ở mật độ thấp nhất (20 con/m³), cá được ghi nhận tỷ lệ sống cao nhất (90,66%) và hiệu quả sử dụng thức ăn tốt nhất với hệ số FCR đạt $0,98 \pm 0,01$. Ngược lại, khi gia tăng mật độ lên 40 con/m³, tỷ lệ sống giảm xuống mức thấp (80,00%) đồng thời FCR tăng ở mức $1,22 \pm 0,01$.

Bảng 4. Ảnh hưởng của mật độ ương lên tỷ lệ sống và FCR của cá sau 90 ngày thí nghiệm

Nghiệm thức (con/m ³)	Tỷ lệ sống (%)	FCR
20	$90,66 \pm 1,52^a$	$0,98 \pm 0,01^c$
30	$84,33 \pm 2,08^b$	$1,12 \pm 0,01^b$
40	$80,00 \pm 1,00^c$	$1,22 \pm 0,01^a$

(*Ghi chú: Số liệu trong bảng được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Các giá trị thể hiện trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).)

5. Ảnh hưởng của mật độ ương lên hệ số phân đàn của cá

Thí nghiệm ghi nhận trong giai đoạn 0-30 ngày, hệ số phân đàn dao động trong khoảng 18,32–27,75%, tuy nhiên sự khác biệt giữa các nghiệm thức chưa có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này có thể được lý giải bởi ở giai đoạn đầu, kích thước cơ thể cá còn nhỏ, nhu cầu về không gian sống và nguồn thức ăn vẫn nằm trong giới hạn đáp ứng của môi trường nuôi. Do đó, áp lực cạnh tranh giữa các cá thể

Điều này có thể đến từ việc thiếu hụt không gian sống cũng như có sự cạnh tranh giữa các cá thể trong quá trình ương. Nhận định này hoàn toàn tương đồng với kết luận của Ntanzi et al. (2014), khi các tác giả ghi nhận tỷ lệ sống của cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) giai đoạn giống điều kiện nuôi giai trong ao đất giảm có ý nghĩa thống kê khi tăng mật độ thả. Tương tự nghiên cứu của Hồ Thị Thanh Trúc. (2011) cũng chỉ ra rằng cá rô phi đỏ ương trên bể composite ở mật độ thấp có tỷ lệ sống cao hơn. Kết quả này tiếp tục được củng cố qua nghiên cứu của Cao Mỹ Ân và ctv. (2017), khi thử nghiệm ương cá rô phi đỏ (*Oreochromis* sp.) mật độ thấp trong hệ thống biofloc mang lại tỷ lệ sống cao và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) tối ưu hơn. Kết quả của nghiên cứu này cũng tương đồng một phần với nghiên cứu của Masum (2011), khi nuôi cá rô phi đơn tính đực (*Oreochromis niloticus* L.) trong vèo ở mật độ thấp sẽ cho mức tăng trọng cá thể tốt nhất và hệ số FCR tối ưu nhất (tỷ lệ sống không có sự khác biệt). Nhìn chung, việc tăng mật độ nuôi làm giảm đáng kể hiệu quả sử dụng công thức ăn (FCR tăng). Điều này hoàn toàn đồng nhất với quy luật sinh học đã được Osofero (2009) chứng minh trên cá rô phi (*O. niloticus*) nuôi thâm canh trong lồng.

chưa đủ lớn để tạo ra sự phân hóa rõ rệt về mặt sinh trưởng.

Tuy nhiên, hiện tượng phân đàn bắt đầu biểu hiện rõ rệt từ ngày 30 đến ngày 90. Khi sinh khối trong vèo tăng lên, sự hạn chế về không gian và mức độ cạnh tranh thức ăn đã kích thích sự phân cấp kích cỡ trong quần thể. Sau 90 ngày ương, hệ số phân đàn đạt giá trị cao nhất ở nghiệm thức 30 con/m³ ($23,75 \pm 0,29\%$), tiếp đến là nghiệm thức 40 con/m³ ($22,78 \pm 0,08\%$) và thấp nhất ở 20 con/m³ ($11,28 \pm 0,08\%$); sự khác biệt này có ý

nghĩa thống kê giữa tất cả các nghiệm thức ($p < 0,05$).

Ở mức 30 con/m³, sự phân đàn diễn ra mạnh nhất có thể do cạnh tranh thức ăn gay gắt làm xuất hiện các cá thể vượt đàn lớn nhanh hơn hẳn. Tuy nhiên, khi mật độ tăng lên mức cao (40 con/m³), hệ số phân đàn lại có xu hướng giảm. Hiện tượng này có thể được lý giải là do không gian sống và dinh dưỡng bị giới hạn nghiêm trọng dẫn đến toàn bộ quần thể đều chậm phát triển (đồng đều ở mức thấp), hoặc các cá thể yếu thể đã bị đào thải trong quá

trình nuôi, làm giảm độ chênh lệch kích cỡ chung của đàn (tỉ lệ sống ở 40 con/m³ ở mức 80,00±1,00) làm giảm độ chênh lệch kích cỡ chung của đàn.

Mặt khác, kết quả tại nghiệm thức 20 con/m³ hoàn toàn tương đồng với nghiên cứu của Yousif (2002) trên cá rô phi (*O. niloticus*) giai đoạn hương lên giống. Theo đó, mật độ nuôi thấp (0,5 con/L) là điều kiện tối ưu để cá phát triển đồng đều, cho hệ số phân đàn thấp nhất so với các nhóm nuôi dày hơn ($p < 0,05$).

Bảng 5. Ảnh hưởng của mật độ ương đến hệ số phân đàn của cá sau 90 ngày thí nghiệm

Ngày	Nghiệm thức		
	20 con/m ³	30 con/m ³	40 con/m ³
Ngày 30	27,75±5,86 ^a	20,69±0,09 ^a	18,32±6,59 ^a
Ngày 60	19,97±3,09 ^b	30,43±1,51 ^a	25,07±3,16 ^{ab}
Ngày 90	11,28±0,08 ^c	23,75±0,29 ^a	22,78±0,08 ^b

(*Ghi chú: số liệu trong bảng được trình bày dưới dạng giá trị trung bình± độ lệch chuẩn. Các giá trị thể hiện trong cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

KẾT LUẬN

- Các thông số môi trường (nhiệt độ, pH, NH₃/NH₄⁺ và NO₂⁻ đều nằm trong ngưỡng thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá rô phi vằn dòng GenoMar đơn tính toàn đực.

- Nghiệm thức (20 con/m³) cho kết quả tăng trưởng tốt nhất về khối lượng và chiều dài (50,11±0,25 g; 13,92±0,14 cm).

- Nghiệm thức (40 con/m³) cho kết quả tăng trưởng thấp nhất về khối lượng và chiều dài (31,15±0,01 g; 12,31±0,15 cm).

- Tỷ lệ sống đạt cao nhất ở nghiệm thức (20 con/m³) 90,66% và thấp nhất ở nghiệm thức 40 con/m³.

- Hệ số chuyển đổi thức ăn FCR ở nghiệm thức (20 con/m³) tốt hơn so với hai nghiệm thức còn lại.

- Hệ số phân đàn đạt cao nhất ở nghiệm thức 30 con/m³ (23,75±0,29) và thấp nhất ở nghiệm thức 20 con/m³

- Cần nghiên cứu thêm ảnh hưởng của các mức mật độ nuôi khác nhau đến tăng trưởng và hiệu quả sản xuất của cá rô phi vằn dòng GenoMar đơn tính đực trong giai đoạn nuôi thương phẩm cũng như đánh giá khả năng thích nghi và tăng trưởng của cá rô phi vằn dòng

GenoMar đơn tính đực trong điều kiện nước lợ và mặn, làm cơ sở khoa học cho việc mở rộng vùng nuôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Nader, M. M., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, S. M., & Khafaga, A. F. (2022). Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*, 66, 2183–2194. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02347-6>
- Án, C. M., Hải, T. N., & Khánh, L. V. (2017). Ảnh hưởng mật độ đến tăng trưởng cá rô phi đỏ trong hệ thống biofloc. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 2(75), 85–90.
- Boyd, C. E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn University.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2014). *Thông tư số 22/2014/TT-BNNPTNT ngày 29/7/2014 ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi cá tra (Pangasianodon hypophthalmus Sauvage, 1878) trong ao - Điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm (QCVN 02-20:2014/BNNPTNT)*.

- Diana, J. S., Yi, Y., & Lin, C. K. (2004). Stocking densities and fertilization regimes for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in ponds with supplemental feeding. In R. Bolivar, G. Mair, & K. Fitzsimmons (Eds.), *Proceedings of the 6th International Symposium on Tilapia in Aquaculture* (pp. 487–499). Bureau of Fisheries and Aquatic Resources.
- El-Sayed, A.-F. M. (2002). Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aquaculture Research*, 33(8), 621–626. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00700.x>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action*. FAO. <https://maring.org/wp-content/uploads/2024/06/FAO-Report-The-State-of-World-Fisheries-and-Aquaculture-2024.pdf>
- GenoMar Genetics Group. (2024). *Impact of genetics in tilapia production - A comparative trial between two strains in Brazil*. <https://genomar.com/wp-content/uploads/2024/06/Impact-of-genetics-in-tilapia-production.pdf>
- Gullian-Klanian, M., & Arámburu Adame, C. (2013). Performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings in a hyper-intensive recirculating aquaculture system with low water exchange. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1), 150–162. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue1-fulltext-12>
- Hiền, T. T. T. (2004). *Giáo trình dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*. Trường Đại học Cần Thơ, Khoa Thủy sản.
- Liêm, P. T., & Định, T. Đ. (2004). *Giáo trình phương pháp nghiên cứu sinh học cá*. Nxb Đại học Cần Thơ.
- Liu, G., Ye, Z., Liu, D., Zhao, J., Sivaramasamy, E., Deng, Y., & Zhu, S. (2018). Influence of stocking density on growth, digestive enzyme activities, immune responses, antioxidant of *Oreochromis niloticus* fingerlings in biofloc systems. *Fish & Shellfish Immunology*, 81, 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.07.047>
- Masum, M. A. (2011). *Effects of stocking density on the growth and production of mono-sex male tilapia (Oreochromis niloticus L.) feeding with formulated diet* [Master's thesis, Bangladesh Agricultural University].
- Ntanzi, R., Bwanika, G., & Eriku, G. (2014). The effects of stocking density on the growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry at Son Fish Farm, Uganda. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 5(2), Article 1000222. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000222>
- Osofero, S. A., Otubusin, S. O., & Daramola, J. A. (2009). Effect of stocking density on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth and survival in bamboo-net cages trial. *African Journal of Biotechnology*, 8(7), 1322–1325.
- Ponzoni, R. W., Hamzah, A., Tan, S., & Kamaruzzaman, N. (2011). Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 315(1-2), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.026>
- Sapkota, K., Chaudhary, S. M., Bhandari, L., Magar, M. B., Chaudhary, B., Jha, S. K., Pandey, P., & Shrestha, J. (2022). Growth and production of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) under different levels of stocking densities. *SAARC Journal of Agriculture*, 20(2), 247–259. <https://doi.org/10.3329/sja.v20i2.64150>
- Silva, A. L. N., et al. (2019). Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains in Brazil: A comparison with Philippine strain. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 114–119. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1583094>
- Trúc, H. T. T. (2011). *Thử nghiệm ương cá rô phi ở giai đoạn bột lên hương với các mật độ và độ mặn khác nhau* [Luận văn tốt nghiệp đại học, Trường Đại học Tây Đô].
- Yousif, O. M. (2002). The effects of stocking density, water exchange rate, feeding frequency and grading on size hierarchy development in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Emirates Journal of Agricultural Sciences*, 14(1), 45–53.