

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC LOẠI THỨC ĂN VÀ MẬT ĐỘ ƯƠNG KHÁC NHAU LÊN HIỆU QUẢ NUÔI CÁ SONG DA BẢO *PLECTROPOMUS LEOPARDUS* GIAI ĐOẠN CÁ GIỐNG

STUDY ON THE EFFECTS OF DIFFERENT FEED AND STOCKING DENSITIES ON THE REARING EFFICIENCY OF LEOPARD CORAL TROUT GROUPEP *PLECTROPOMUS LEOPARDUS* JUVENILES

Nguyễn Anh Hiếu¹, Nguyễn Văn Hùng²,
Nguyễn Hữu Ninh³, Phạm Quốc Hùng¹

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

² Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III

³ Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Hùng; Email: nguyenvanhung@ria3.vn

Ngày nhận bài: 27/08/2024; Ngày phân biệt thông qua: 30/9/2024; Ngày duyệt đăng: 31/10/2024

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng các loại thức ăn khác nhau bao gồm 5 nghiệm thức (NT) (i) NT1: 100% ấu trùng *Artemia*, (ii) NT2: 100% copepod, (iii): 100% thức ăn tổng hợp, (iv) NT4: 50% ấu trùng *Artemia*+ 50% thức ăn tổng hợp, (v) NT5: 50% copepod +50% thức ăn tổng hợp và 4 nghiệm thức mật độ nuôi lần lượt 500, 1000, 1500 và 2000 con/m³ đến tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song da bảo trong giai đoạn con giống. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nghiệm thức sử dụng kết hợp 50% copepod và 50% thức ăn tổng hợp NRD-INVE (nghiệm thức 5) đã đạt tỷ lệ sống cao nhất (68,6%) cùng với tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày tốt nhất (0,67 mm/ngày). Ngược lại, nghiệm thức chỉ sử dụng thức ăn tổng hợp (nghiệm thức 3) cho tỷ lệ sống thấp nhất (22,2%). Ngoài ra, khi nuôi với mật độ 1000 con/m³, tỷ lệ sống cao nhất đạt được là 72,1%, trong khi nuôi với mật độ 500 con/m³ cho tỷ lệ phân đàn và dị hình thấp nhất. Qua đó, kết quả nghiên cứu khuyến nghị rằng giai đoạn ương giống cá song da bảo đạt hiệu quả cao nhất khi sử dụng chế độ thức ăn kết hợp 50% copepod và 50% thức ăn tổng hợp, với mật độ nuôi 1000 con/m³.

Từ khóa: Cá song da bảo (*Plectropomus leopardus*), thức ăn, mật độ ương, tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, hệ số phân đàn, tỷ lệ dị hình

ABSTRACT

This study aimed to assess the impact of various feed types, including five treatments (i) Treatment 1: 100% *Artemianauplii*, (ii) Treatment 2: 100% copepods, (iii) Treatment 3: 100% artificial feed, (iv) Treatment 4: 50% *Artemianauplii* + 50% artificial feed, and (v) Treatment 5: 50% copepods + 50% artificial feed, alongside four stocking density treatments (500, 1000, 1500, and 2000 fish/m³) on survival rate, growth rate, grading percentage, and deformity rate of juvenile leopard grouper (*Plectropomus leopardus*). The results indicated that the combination of 50% copepods and 50% NRD-INVE artificial feed (Treatment 5) achieved the highest survival rate (68.6%) and the best average daily growth rate (0.67 mm/day). Conversely, the treatment with only artificial feed (Treatment 3) had the lowest survival rate (22.2%). Additionally, the highest survival rate (72.1%) was observed at a stocking density of 1000 fish/m³, while the lowest grading and deformity rates were observed at a stocking density of 500 fish/m³. Thus, the study recommends that the most effective juvenile rearing protocol for leopard grouper involves the use of a 50% copepod and 50% artificial feed regime with a stocking density of 1000 fish/m³.

Keywords: Leopard coral trout grouper (*Plectropomus leopardus*), feed, stocking density, survival rate, growth rate, grading coefficient, deformity rate

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá song da bảo (*Plectropomus leopardus* Lacepedé, 1802), một loài cá biển có giá trị

kinh tế cao, được ưa chuộng nhờ chất lượng thịt thơm ngon và khả năng tăng trưởng nhanh. Trong bối cảnh nhu cầu ngày càng tăng đối với

loài cá này, việc tối ưu hoá quy trình ương nuôi trở nên cấp thiết để đảm bảo năng suất và hiệu quả kinh tế. Một trong những yếu tố quan trọng trong quá trình ương nuôi cá song da báo là lựa chọn thức ăn phù hợp và xác định mật độ nuôi thích hợp. Cả hai yếu tố này đều có tác động đáng kể đến các chỉ tiêu quan trọng như tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình.

Thức ăn đóng vai trò then chốt trong việc cung cấp các dưỡng chất cần thiết cho sự phát triển của cá. Các loại thức ăn khác nhau mang lại các thành phần dinh dưỡng khác nhau, ảnh hưởng đến hiệu suất tiêu hoá và hấp thụ dinh dưỡng của cá. Thức ăn giàu dinh dưỡng và dễ tiêu hoá sẽ giúp cá song da báo phát triển nhanh hơn, cải thiện tốc độ tăng trưởng và nâng cao sức đề kháng. Ngược lại, thức ăn không phù hợp có thể gây ra các vấn đề về sức khoẻ, làm giảm tỷ lệ sống và giảm tốc độ tăng trưởng.

Trong giai đoạn ấu trùng của cá biển, nhu cầu dinh dưỡng chủ yếu được đáp ứng thông qua việc sử dụng các nguồn thức ăn tươi sống như rotifer, *Artemia* và tảo đơn bào. Các dưỡng chất thiết yếu trong giai đoạn này bao gồm axit béo không no có hàm lượng cao (HUFA) và các loại vitamin (Planas và Cunha, 1999). Do cá biển không có khả năng tự tổng hợp các chất dinh dưỡng này, việc bổ sung qua thức ăn là cần thiết, thông qua quá trình gọi là cường hóa dinh dưỡng, nhằm tăng cường hàm lượng dưỡng chất trong rotifer và *Artemia* trước khi cung cấp cho ấu trùng cá.

Khi cá bước vào giai đoạn cá giống, việc chuyển đổi từ thức ăn có kích thước nhỏ đến loại có hàm lượng dinh dưỡng phù hợp trở nên phức tạp hơn. Copepod, một loài sinh vật phù du, được xem là nguồn thức ăn lý tưởng cho cá giống, do chứa hàm lượng cao DHA (axit docosaenoic) và EPA (axit eicosapentaenoic), cùng với một số loại vitamin và axit amin dễ tiêu hóa và hấp thụ, hỗ trợ tốt cho quá trình tăng trưởng của cá giống (Melianawati và cs, 2013).

Bên cạnh đó, mật độ nuôi cũng là một yếu tố quyết định đến sự thành công của quá trình ương. Mật độ nuôi quá cao có thể cạnh tranh

gay gắt về thức ăn và không gian, gây stress cho cá, làm giảm tỷ lệ sống và gia tăng tỷ lệ dị hình. Sự cạnh tranh này còn làm chậm tốc độ tăng trưởng và tạo ra sự không đồng đều trong kích thước và khối lượng cá, ảnh hưởng đến hệ số phân đàn. Mặt khác, mật độ nuôi quá thấp, có thể việc không tận dụng hết không gian nuôi, gây lãng phí và làm giảm hiệu quả kinh tế. Thực tế cho thấy ở một số công trình nghiên cứu trước đây của Salari et al. (2012) khi nghiên cứu trên cá song hồ (*E. fuscoguttatus*) sau 42 ngày ương nuôi ở mật độ 1000, 3000 con/m³ cho tốc độ tăng trưởng cao hơn khi ương cá ở mật độ 5000 con/m³ và kết quả này cũng tương đồng với một số đối tượng khác như cá song chấm cam *E. coioides* (Samad et al. 2014), cá chêm *Lates calcarifer* (Ngô Văn Mạnh, 2008), cá hồng mỹ *Sciaenops ocellatus* (Ngô Văn Mạnh, 2017) cho rằng tốc độ tăng trưởng giảm dần khi ương cá giống ở mật độ cao. Vì vậy, việc xác định mật độ nuôi thích hợp là yếu tố quan trọng để đảm bảo môi trường sống lý tưởng cho cá, từ đó cải thiện các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn và mật độ nuôi khác nhau đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song da báo giai đoạn cá giống. Kết quả thí nghiệm sẽ cung cấp những thông tin khoa học hữu ích, hoàn thiện quy trình sản xuất giống cá khắc phục những hạn chế trong quá trình ương từ cá hương lên cá giống, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất con giống cá song da báo.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu triển khai từ tháng 3 - 6/2023, tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển nuôi biển Nha Trang (Xã Phước Đồng, Tp. Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà) thuộc Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III.

2.2. Nguồn cá và bể thí nghiệm

Cá song da báo 30-32 ngày tuổi được thu từ một bể ương xi măng có thể tích 16 m³, nguồn cá sinh sản nhân tạo của đề tài mã số NVQG-2020/ĐT.11. Đánh giá cảm quan xác

định cá khoẻ mạnh và đo đặc chiều dài trung bình 20,91 mm đồng đều kích cỡ.

Bể ương thí nghiệm là bể composite có thể tích 0,5 m³, hình trụ tròn (cao 77cm x ϕ 100 cm) được bố trí ngẫu nhiên theo thiết kế thí nghiệm thức ăn và mật độ ương. Thức ăn và mật độ ương được thực hiện theo thiết kế thí nghiệm. Bể cá thí nghiệm được chăm sóc quản lý chặt về nguồn nước, thức ăn dư thừa và siphone đáy 3 ngày/lần đảm bảo các yếu tố môi trường phù hợp để cá phát triển.

2.3. Bố trí thí nghiệm

2.3.1. *Thí nghiệm về thức ăn*: gồm 5 nghiệm thức có các loại thức ăn khác nhau copepod (*Parvocalanus crassirostris*) được cung cấp bởi người nuôi thức ăn tươi sống (Cam Ranh, Khánh Hoà), xử lý mầm bệnh bằng iodin 10 ppm trong 5 phút, ấu trùng *Artemia*, *Artemia* tiền trưởng thành có kích thước 0,5 – 1,0 mm (Inve, Thailand) được cường hoá bằng A1 DHA selco (nồng độ sử dụng 300 mg/L trong 6 giờ) và thức ăn tổng hợp NRD INVE Thailand. Mật độ ương 1000 con/m³. Thí nghiệm gồm (i) NT1: 100% ấu trùng *Artemia*, (ii) NT2: 100% copepod, (iii): 100% thức ăn tổng hợp, (iv) NT4: 50% ấu trùng *Artemia* + 50% thức ăn tổng hợp, (v) NT5: 50% copepod + 50% thức ăn tổng hợp. Thời gian cho ăn 2 lần/ngày, đối với các nghiệm thức có thức ăn tổng hợp được cho ăn trước và copepod cho ăn sau 30 phút. Lượng thức ăn cung cấp hàng ngày được tính toán trên khẩu phần thức ăn 8% khối lượng thân của đàn cá nuôi (vật chất khô) được điều chỉnh theo nhu cầu của cá trong thời gian thí

nghiệm. Mỗi nghiệm thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

2.3.2. *Thí nghiệm về mật độ*: gồm 4 nghiệm thức mật độ khác nhau (i) NT1 ương ở mật độ 500 con/m³, (ii) NT2: ương ở mật độ 1000 con/m³, (iii) NT3: 1500 con/m³ và (iv) NT4: 2000 con/m³. Thức ăn được sử dụng từ kết quả tốt nhất của thí nghiệm về thức ăn giai đoạn cá giống là 50% copepod và 50% thức ăn tổng hợp. Mỗi nghiệm thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Thời gian thí nghiệm và theo dõi 30 ngày. Quản lý bể ương và chăm sóc cá được thực hiện hàng ngày như siphone xác định lượng thức ăn dư thừa và thay nước 50% sau khi đo đạt các chỉ tiêu môi trường. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình đối với cá thí nghiệm từ cá hương lên cá giống. Hệ thống bố trí thí nghiệm và cá song da báo giai đoạn giống (Hình 1).

2.4. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

2.4.1. *Xác định các yếu tố môi trường*: bao gồm nhiệt độ được xác định 2 ngày/lần vào thời điểm 8h và 14h trong ngày trước khi thay nước bằng nhiệt kế bách phân, có độ chính xác đến 1 °C; độ mặn được đo 1 lần/ngày ở thời điểm 14h trong ngày bằng khúc xạ kế có độ chính xác 1 ppt; pH được xác định 1 lần/ngày bằng máy đo điện tử cầm tay hiệu PINPOINT, độ chính xác 0,01 đơn vị; Hàm lượng oxy hòa tan (DO) được đo bằng máy đo oxy hoà tan HORIBA, độ chính xác 0,1 mg/L; các yếu tố



Hình 1: Hệ thống bể thí nghiệm (A) và cá song da báo giai đoạn giống (B).

khác như NO₂-N, NH₄⁺-N được đo bằng KIT TEST Sera (Đức).

2.4.2. Xác định một số chỉ tiêu khác

Tốc độ tăng trưởng của cá được xác định bằng cách thu mẫu ngẫu nhiên 10 con/bể thí nghiệm (30 cá thể/lần) để đo chiều dài và khối lượng vào thời điểm bắt đầu và kết thúc thí nghiệm. Trong đó, chiều dài toàn thân cá được xác định từ miệng cá đến đuôi, bằng thước kẻ ôli, với độ chính xác 1 mm; còn khối lượng cá được xác định bằng cân phân tích có độ chính xác 0,01g.

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài (DLG; mm/ngày)

$$DLG = (L_2 - L_1) / \Delta t$$

- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR_L; %/ngày)

$$SGR_L = (\ln L_2 - \ln L_1) * 100 / \Delta t$$

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng (DWG; g/ngày)

$$DWG = (W_2 - W_1) / \Delta t$$

- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR_w; %/ngày)

$$SGR_w = (\ln W_2 - \ln W_1) * 100 / \Delta t$$

- Tỷ lệ sống (S; %): $S = \frac{Nt}{No} * 100 \%$

- Tỷ lệ phân đàn (; % mức độ đồng đều cá thể)

$$Cv = \frac{\sigma}{\mu} * 100 \%$$

- Tỷ lệ dị hình (Df; %)

$$Df = A/B * 100 \%$$

Trong đó: L₁ là chiều dài ban đầu; L₂ là chiều dài cuối

W₁ là khối lượng thân ban đầu; W₂ là chiều dài cuối

Nt là số cá còn lại tại thời điểm t (con); No: là số cá tại thời điểm ban đầu (con)

Cv (%): hệ số biến thiên, σ: độ lệch chuẩn, μ: giá trị trung bình

A là số cá bị dị hình mắt nắp mang, cong cột sống (con), B là tổng số cá kiểm tra (con)

2.4.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu về tỷ lệ sống của cá song da báo ở các giai đoạn cá hương và cá giống được chuyển sang arcsine đáp ứng tính đồng nhất và tính phương sai. Giá trị trung bình giữa các nghiệm thức được so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) bằng kiểm định one way – ANOVA và Post-hoc test bằng Tukey's HSD trên phần mềm SPSS 22.0.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến các yếu tố môi trường nước trong bể ương thí nghiệm

Yếu tố môi trường	Giá trị dao động
Nhiệt độ (°C)	28,5 -29,1
Độ mặn (‰)	33,1 – 33,4
pH	8,0 – 8,2
DO (mg/L)	5,2 – 5,4
NO ₂ - N(mg/L)	<0,3
NH ₄ ⁺ -N(mg/L)	<0,2

Môi trường nước để ương cá song da báo giai đoạn cá hương lên cá giống được quản lý khá chặt chẽ thông qua các khâu xử lý nước nuôi, chăm sóc và vệ sinh thức ăn tươi sống cung cấp vào bể ương cá. Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu môi trường nước giữa các thí nghiệm không có sự sai khác có ý nghĩa đối với từng nghiệm thức thí nghiệm do môi trường nước thí nghiệm trong thời gian ngắn và quản lý chất lượng nước đầu vào khá nghiêm ngặt. Theo đó, nhiệt độ nước dao động 28,5 – 29,1 °C; độ mặn: 33,1 -33,4 ‰; pH: 8,0 – 8,2; DO: 5,2 -5,4

mg/L; NO₂: < 0,3 mg/L; NH₄⁺: <0,2 mg/L. Nhìn chung, giá trị các yếu tố môi trường nước trong các nghiệm thức ghi nhận được tương đối ổn định, do thí nghiệm được bố trí trong cùng một khu vực và cùng nguồn nước cấp, chế độ cấp và thay nước.

Với kết quả trên có thể nhận định rằng các yếu tố môi trường nước nuôi cá song da báo từ giai đoạn cá hương lên cá giống được theo dõi trong thí nghiệm này đều nằm trong khoảng thích hợp (Boyd., 1998). cho sự sinh trưởng và phát triển giai đoạn cá hương lên giống.

3.2. Ảnh hưởng của thức ăn lên tốc độ tăng trưởng của cá song da báo giống

Bảng 1: Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của thức ăn đến tăng trưởng cá song da báo giống

Chỉ tiêu theo dõi	Loại thức ăn				
	NT1	NT2	NT3	NT4	NT5
L đầu (mm)	20,91±1,19	20,91±1,19	20,91±1,19	20,91±1,19	20,91±1,19
L cuối (mm)	40,40±0,55 ^{ab}	40,49±0,45 ^{ab}	39,66±0,62 ^a	40,66±0,10 ^{ab}	41,90±0,27 ^b
DLG (mm/ngày)	0,65±0,02 ^{ab}	0,65±0,01 ^{ab}	0,63±0,02 ^a	0,64±0,03 ^a	0,67±0,02 ^b
SGR _L (%/ngày)	2,10±0,05 ^a	2,20±0,04 ^b	2,13±0,05 ^a	2,16±0,06 ^a	2,24±0,02 ^b

L: chiều dài; Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB ± độ lệch chuẩn (n=3). NT1: 100% ấu trùng *Artemia*; NT2: 100% copepod; NT3: 100% thức ăn tổng hợp (NRD-INVE Thái Lan); NT4: 50% ấu trùng *Artemia* + 50% thức ăn tổng hợp; NT5: 50% copepod + 50% thức ăn tổng hợp (NRD-INVE Thailand). Các chữ số a,b khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của các loại thức ăn khác nhau lên tốc độ tăng trưởng về chiều dài của cá song da báo giai đoạn giống. Dữ liệu từ Bảng 1 cho thấy chiều dài ban đầu của cá ở các nghiệm thức (NT) là tương đương nhau trung bình 20,91 mm ± 1,19 mm. Tuy nhiên, khi so sánh với chiều dài lúc thu hoạch, có sự khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm thức.

NT5 (50% copepod + 50% thức ăn tổng hợp) đạt chiều dài lúc thu hoạch cao nhất, với 41,90 ± 0,27 mm, cho thấy sự kết hợp giữa copepod và thức ăn tổng hợp có hiệu quả tốt nhất trong việc thúc đẩy tăng trưởng chiều dài của cá. NT4 (50% ấu trùng *Artemia* + 50% thức ăn tổng hợp) cũng cho kết quả tốt với chiều dài 40,66 ± 0,10 mm và thấp hơn NT5.

Trong khi đó, NT1 (100% ấu trùng *Artemia*) và NT2 (100% copepod) cũng cho kết quả tương đối tốt với chiều dài lúc thu hoạch lần lượt là 40,40 ± 0,55 mm và 40,49 ± 0,45 mm. NT3 (100% thức ăn tổng hợp) có kết quả thấp nhất với chiều dài lúc thu hoạch là 39,66 ± 0,62 mm, cho thấy thức ăn tổng hợp đơn thuần không tối ưu bằng sự kết hợp với các loại thức ăn tự nhiên như ấu trùng *Artemia* và copepod.

Về tốc độ tăng trưởng theo chiều dài hàng ngày (DLG), NT5 đạt DLG cao nhất là 0,67 ± 0,02 mm/ngày, tiếp theo là NT1 và NT2 với cùng mức DLG là 0,65 ± 0,02 mm/ngày và 0,65 ± 0,01 mm/ngày. NT3 có DLG thấp nhất là 0,63 ± 0,02 mm/ngày. Sự khác biệt này cho thấy tầm quan trọng của việc kết hợp thức ăn tự nhiên và thức ăn tổng hợp để đạt được hiệu quả tăng trưởng tối ưu.

Về tỷ lệ tăng trưởng tương đối theo chiều dài hàng ngày (SGR_L), NT5 cũng có SGRL cao nhất với 2,24 ± 0,02 %/ngày. NT2 đạt SGRL là 2,20 ± 0,04 %/ngày, cao hơn so với NT1 (2,10 ± 0,05 %/ngày) và NT4 (2,16 ± 0,06 %/ngày). NT3 tiếp tục có SGR_L thấp nhất là 2,13 ± 0,05 %/ngày, phản ánh sự kém hiệu quả của thức ăn tổng hợp khi không có sự kết hợp với thức ăn tự nhiên.

Kết quả này chỉ ra rằng việc sử dụng kết hợp thức ăn tự nhiên như ấu trùng *Artemia* và copepod với thức ăn tổng hợp có thể cải thiện rõ rệt tốc độ tăng trưởng và hiệu quả dinh dưỡng cho cá song da báo giống. Do đó, trong sản xuất giống nên xem xét việc áp dụng phương pháp kết hợp này để tối ưu hóa quá trình nuôi cá và nâng cao năng suất.

3.3. Ảnh hưởng của thức ăn đến tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình cá song da báo giai đoạn cá giống

Ảnh hưởng của các loại thức ăn khác nhau lên tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá song da báo từ giai đoạn cá hương lên cá giống được trình bày trong Bảng 2.

Tỷ lệ sống của cá song da báo lai có xu hướng tăng lên từ nghiệm thức NT3 đến NT5. Cụ thể, NT5 (50% copepod + 50% thức ăn tổng hợp) có tỷ lệ sống cao nhất đạt 68,60±2,46%, trong khi NT3 (100% thức ăn tổng hợp) có tỷ lệ sống thấp nhất, chỉ đạt 22,27±3,67%. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ sống cao hơn được ghi nhận giữa NT2 và NT5 so với hai nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Điều này cho thấy loại thức ăn có ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ sống của cá song da báo trong giai đoạn ương nuôi.

Bảng 2: Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng thức ăn đến tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình cá song da báo giống

Chỉ tiêu theo dõi	Nghiệm thức thức ăn				
	NT 1	NT 2	NT 3	NT4	NT5
Tỷ lệ sống (%)	64,53±4,96 ^b	68,47±3,82 ^b	22,27±3,67 ^a	57,47±4,30 ^{ab}	68,60±2,46 ^b
Hệ số phân đàn (%)	3,53±0,33 ^a	3,14 ±0,19 ^a	4,59±0,43 ^c	4,16±1,87 ^{bc}	4,76±0,30 ^c
Tỷ lệ dị hình (%)	1,00±0,12	1,22±0,01	1,44±0,51	1,11±0,51	1,44±0,14

Số liệu trong bảng trình bày là giá trị trung bình (mean) ± độ lệch chuẩn (SD)(n=3). NT 1: 100% ấu trùng *Artemia*; NT 2: 100% copepod; NT 3: 100% thức ăn tổng hợp (NRD-INVE; NT 4: 50% ấu trùng *Artemia*+ 50% thức ăn tổng hợp; NT5: 50% copepod + 50% thức ăn tổng hợp (NRD-INVE Thailand).

Theo kết quả nghiên cứu của Salama (2008) trên cá chêm châu Á giống (*Lates calcarifer*) và của Martínez-Cárdenas et al. (2018) trên cá biển giai đoạn giống (*Atractosteus tropicus*), loại thức ăn không ảnh hưởng nhiều đến tỷ lệ sống. Tuy nhiên, kết quả của thí nghiệm này cho thấy loại thức ăn đã có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá song da báo.

Mức độ phân đàn của cá song da báo trong các nghiệm thức chế độ cho ăn dao động từ 3,14% đến 4,76%. Mức độ phân đàn giữa nghiệm thức NT1 (100% ấu trùng *Artemia*) và NT2 (100% copepod) không có sự khác biệt thống kê khi so sánh với nhau. Tuy nhiên, khác biệt có ý nghĩa thống kê được ghi nhận giữa nghiệm thức NT1 và NT2 so với ba nghiệm thức còn lại với mức độ phân đàn thấp hơn ($p < 0,05$). Chế độ dinh dưỡng ảnh hưởng mức độ phân đàn chưa được ghi nhận nhiều trong các nghiên cứu trước đây. Trong thí nghiệm này, chế độ dinh dưỡng bằng 100% copepod cho kết quả mức độ phân đàn của cá nhỏ hơn so với các nghiệm thức khác. Nghiên cứu của Aydın et al. (2011) trên cá biển turbot (*Psetta maxima*) cho thấy không có sự khác biệt về mức độ phân đàn về trọng lượng của cá khi cho ăn ở các chế độ thức ăn khác nhau. Như vậy, ảnh hưởng của dinh dưỡng lên mức độ phân đàn có thể khác nhau tùy thuộc vào loại cá, tuổi, kích cỡ và chất lượng thức ăn.

Tỷ lệ dị hình của cá song da báo cao nhất là ở nghiệm thức NT3 (1,44±0,51%) và NT5 (1,44±0,14%), trong khi thấp nhất là ở nghiệm thức NT1 (1,00±0,12%). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ dị hình giữa các nghiệm thức trong thí nghiệm này

($p > 0,05$). Ảnh hưởng của loại thức ăn lên tỷ lệ dị hình của cá hầu như không có nhiều thông tin công bố, tuy nhiên trong nghiên cứu này đã cho thấy không có sự ảnh hưởng rõ rệt của chế độ dinh dưỡng lên tỷ lệ dị hình khi ương nuôi cá song da báo từ giai đoạn cá hương lên cá giống. Ngoài ra, tỷ lệ dị hình trong các nghiệm thức của thí nghiệm này nằm trong giới hạn cho phép khi so sánh với quy định về tỷ lệ dị hình của cá song chấm cam theo tiêu chuẩn Việt Nam quy định cho cá song chấm cam giống (TCVN 10462:2014).

Các loại thức ăn khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống và mức độ phân đàn của cá song da báo giống, nhưng không có ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ dị hình. Các kết quả này cung cấp thông tin quan trọng cho việc chọn lựa chế độ dinh dưỡng thích hợp nhằm cải thiện tỷ lệ sống và đồng đều kích thước cá trong quá trình ương nuôi.

3.4. Ảnh của mật độ ương lên tốc độ tăng trưởng của cá song da báo giai đoạn cá giống

Kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của mật độ nuôi đến tốc độ tăng trưởng của cá song da báo giống được trình bày trong Bảng 3. Các nghiệm thức mật độ (NT) khác nhau cho thấy sự khác biệt đáng kể trong các chỉ tiêu sinh trưởng như chiều dài lúc thu hoạch, tốc độ tăng trưởng hàng ngày (DLG) và tỷ lệ tăng trưởng tương đối hàng ngày (SGRL).

Tất cả các nghiệm thức đều có chiều dài ban đầu giống nhau là $20,91 \pm 1,31$ mm. Tuy nhiên, sau quá trình ương nuôi, chiều dài lúc sau 30 ngày nuôi có sự khác biệt rõ rệt giữa các nghiệm thức. NT2 (1000 con/m³) đạt chiều dài lúc cuối kết thúc thí nghiệm cao nhất là 41,09

Bảng 3: Kết quả thí nghiệm về mật độ lên tăng trưởng cá song da báo giống

Chỉ tiêu theo dõi	Mật độ ương			
	NT 1 (500 con/m ³)	NT 2 (1000 con/m ³)	NT 3 (1500 con/m ³)	NT 4 (2000 con/m ³)
L đầu (mm)	20,91±1,31	20,91±1,31	20,91±1,31	20,91±1,31
L cuối (mm)	40,04±0,31 ^b	41,09±0,36 ^b	37,32±0,96 ^a	37,59±0,68 ^a
DLG (mm/ngày)	0,64±0,01 ^b	0,67±0,01 ^b	0,55±0,03 ^a	0,56±0,02 ^a
SGR _L (%/ngày)	2,17±0,03 ^b	2,25±0,03 ^b	1,93±0,08 ^a	1,96±0,06 ^a

L: chiều dài; Các ký tự khác nhau trong cùng một hàng thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$). Số liệu trong bảng trình bày là giá trị TB (mean) ± độ lệch chuẩn (SD) (n=3)

± 0,36 mm, cho thấy mật độ này là tối ưu cho sự phát triển của cá song da báo. NT1 (500 con/m³) có chiều dài lúc cuối kết thúc thí nghiệm là 40,04 ± 0,31 mm, thấp hơn một chút so với NT2 nhưng vẫn ở mức cao.

Trong khi đó, NT3 (1500 con/m³) và NT4 (2000 con/m³) có chiều dài lúc thu hoạch lần lượt là 37,32 ± 0,96 mm và 37,59 ± 0,68 mm, thấp hơn rõ rệt so với NT1 và NT2. Điều này cho thấy rằng mật độ nuôi quá cao có thể gây ra cạnh tranh thức ăn và không gian, làm giảm tốc độ tăng trưởng của cá.

Về tốc độ tăng trưởng hàng ngày (DLG), NT2 có DLG cao nhất là 0,67 ± 0,01 mm/ngày, tiếp theo là NT1 với DLG là 0,64 ± 0,01 mm/ngày. NT3 và NT4 có DLG thấp hơn rõ rệt, lần lượt là 0,55 ± 0,03 mm/ngày và 0,56 ± 0,02 mm/ngày. Sự khác biệt này cho thấy mật độ nuôi thích hợp (1000 con/m³) giúp cá song da báo đạt được tốc độ tăng trưởng tối ưu.

Tỷ lệ tăng trưởng tương đối hàng ngày (SGRL) cũng cho thấy sự khác biệt tương tự. NT2 có SGRL cao nhất là 2,25 ± 0,03 %/ngày, tiếp theo là NT1 với SGRL là 2,17 ± 0,03 %/ngày. NT3 và NT4 có SGRL thấp hơn, lần lượt là 1,93 ± 0,08 %/ngày và 1,96 ± 0,06 %/ngày. Kết quả này củng cố thêm nhận định rằng mật độ nuôi cao có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển của cá song da báo. Đồng xu hướng ở một số đối tượng cá biển khác như cá chẽm (Ngô Văn Mạnh, 2008), cá song hồ (Trần Thế Mru et al. 2014), cá song lai (trần châu) (Vũ Văn Sáng et al. 2016) cho rằng mật độ nuôi càng cao ảnh hưởng đến không gian sống, cạnh tranh thức ăn, chất lượng nước nuôi suy giảm dẫn đến tốc độ sinh trưởng của cá chậm hơn.

Từ kết quả trên, có thể kết luận rằng mật độ nuôi 1000 con/m³ (NT2) là tối ưu cho sự phát triển của cá song da báo giống, giúp đạt được chiều dài lúc thu hoạch, tốc độ tăng trưởng hàng ngày và tỷ lệ tăng trưởng tương đối hàng ngày cao nhất. Mật độ nuôi quá cao (1500 con/m³ và 2000 con/m³) gây cạnh tranh về thức ăn và không gian, làm giảm hiệu suất tăng trưởng. Do đó, trong sản xuất cá giống, đặc biệt giai đoạn ương giống nên xem xét áp dụng mật độ nuôi phù hợp để tối ưu hóa quá trình nuôi và nâng cao hiệu quả kinh tế.

3.5. Ảnh hưởng của mật độ ương đến tỷ lệ sống, mức độ phân đàn và tỷ lệ dị hình cá song da báo giai đoạn cá giống

Kết quả thí nghiệm ương cá song da báo từ cá hương lên cá giống ở các mật độ khác nhau được trình bày trong Bảng 4.

Kết quả Bảng 4 cho thấy, tỷ lệ sống của cá hương giảm khi mật độ nuôi tăng lên. Ở nghiệm thức NT 1 (500 con/m³) và NT 2 (1000 con/m³), tỷ lệ sống đạt 71,2±4,1% và 72,1±2,1%, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, tỷ lệ sống giảm đáng kể ở nghiệm thức NT 3 (1500 con/m³) xuống còn 38,9±1,7%, và tiếp tục giảm ở nghiệm thức NT 4 (2000 con/m³) với tỷ lệ chỉ đạt 22,1±4,5%, đều có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức mật độ thấp hơn ($p < 0,05$). Tuy thuộc vào từng loài cá song khác nhau, những nghiên cứu ghi nhận những mật độ nuôi thích hợp khác nhau như nghiên cứu của Duray (1997) khi ương cá song chấm cam ở mật độ 20.000 con/m³ cho tỷ lệ sống 16% giai đoạn cá hương đến cá giống. Trong khi đó, ương giống cá song hồ *Epinephelus fuscoguttatus* trong hệ

Bảng 4 Ảnh hưởng của mật độ lên tỷ lệ sống, tỷ lệ phân đàn và tỷ lệ dị hình khi ương cá hương lên cá giống

Chỉ tiêu theo dõi	Nghiệm thức mật độ (con/m ³)			
	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4
	500 con/m ³	1000 con/m ³	1500 con/m ³	2000 con/m ³
Tỷ lệ sống (%)	71,2±4,1 ^a	72,1±2,1 ^a	38,9±1,7 ^b	22,1±4,5 ^b
Hệ số phân đàn (%)	4,1±0,54 ^a	4,8±1,05 ^a	8,4±1,4 ^b	8,7±1,7 ^b
Tỷ lệ dị hình (%)	1,0±0,33 ^a	1,0±0,3 ^a	1,7±0,6 ^b	1,9±0,2 ^b

Số liệu trong bảng trình bày là giá trị trung bình (mean) ± độ lệch chuẩn (SD) (n=3). Các chữ cái a,b trên cùng một hàng khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05).

thống tuần hoàn cho tỷ lệ sống cao nhất so với các mật độ khác 1500 con/m³.

Tỷ lệ phân đàn tăng khi mật độ nuôi tăng. Nghiệm thức NT 1 (500 con/m³) và NT 2 (1000 con/m³) có tỷ lệ phân đàn thấp hơn, lần lượt là 4,1±0,54% và 4,8±1,05%. Nghiệm thức NT 3 (1500 con/m³) và NT 4 (2000 con/m³) có tỷ lệ phân đàn cao hơn, đạt 8,4±1,4% và 8,7±1,7%, và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê (p<0,05).

Tỷ lệ dị hình cũng tăng theo mật độ nuôi. Ở nghiệm thức NT 1 và NT 2, tỷ lệ dị hình đều là 1,0±0,33% và 1,0±0,3%, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Ở nghiệm thức NT 3 và NT 4, tỷ lệ dị hình tăng lên 1,7±0,6% và 1,9±0,2%, với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức mật độ thấp hơn (p<0,05).

Như vậy mật độ nuôi có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ sống, tỷ lệ phân đàn, và tỷ lệ dị hình của cá song da báo. Mật độ nuôi cao dẫn đến tỷ lệ sống giảm, tỷ lệ phân đàn và tỷ lệ dị hình tăng. Để tối ưu hóa kết quả ương nuôi, cần cân nhắc điều chỉnh mật độ nuôi phù hợp và áp dụng các biện pháp như sử dụng giá thể để giảm hiện tượng ăn thịt đồng loại và cung cấp thức ăn đầy đủ hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- Ngô Văn Mạnh (2008). Ảnh hưởng của mật độ, cỡ cá thả ban đầu, loại thức ăn và chế độ cho ăn lên cá chêm (*Lates calcarifer* Bloch 1790) giống ương trong ao bằng mương nổi., Trường Đại học Nha Trang. 86 trang.
- Ngô Văn Mạnh, Hùng, L. V., & Thanh, H. T. (2017). Ảnh hưởng của mật độ ương đến sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá hồng Mỹ (*Sciaenops ocellatus* Linnaeus, 1766) từ giai đoạn ấu trùng lên cá giống. *Bản B của*

4. KẾT LUẬN

Thức ăn phù hợp nhất là copepod hoặc sự kết hợp 50% copepod và 50% thức ăn tổng hợp NRD-INVE Thái Lan, giúp đạt tỷ lệ sống cao (68,6%) và tốc độ tăng trưởng nhanh hơn, với tốc độ tăng trưởng hàng ngày đạt 0,67 mm/ngày.

Mật độ ương 1000 con/m³ và 500 con/m³ đều cho tốc độ tăng trưởng hàng ngày tốt nhất, lần lượt là 0,67 mm/ngày và 0,64 mm/ngày. Tuy nhiên, mật độ 1000 con/m³ đạt tỷ lệ sống cao nhất (72,1%), trong khi mật độ 500 con/m³ có tỷ lệ phân đàn và dị hình thấp nhất lần lượt là 4,1% và 1,0%. Mật độ 500 con/m³ có tỷ lệ sống tương đương với mật độ 1000 con/m³ nhưng không tối ưu về tỷ lệ phân đàn và dị hình.

Lời cảm ơn

Tác giả xin chân thành cảm ơn Vụ khoa học và Công nghệ các Ngành Kinh tế - Kỹ thuật, Văn phòng Trọng điểm Bộ Khoa học và Công nghệ đã cung cấp kinh phí nghiên cứu thông qua đề tài “ Khai thác và Phát triển Nguồn gen cá song da báo *Plectropomus leopardus* Lacepede, 1802” MS: NVQG-2020/ĐT.11. Sự đóng góp và hỗ trợ của các đồng nghiệp và các thành viên trong nhóm đã góp phần quan trọng vào thành công của nghiên cứu này.

Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 59(10).

3. Trần Thế Mưu, Vũ Văn Sáng, Vũ Văn In (2014). Ảnh hưởng của mật độ lên tốc độ sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá song hồ (*Epinephelus fuscoguttatus*) giai đoạn cá bột lên cá hương. Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản số 3: 43-47.
4. Vũ Văn Sáng, Trần Thế Mưu và Đặng Toàn Vinh (2016). Ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng, tỷ lệ sống giai đoạn sớm cá song lai giữa loài cá song nghệ và cá song hồ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy sản số 4/2016.
5. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN10462 (2014). Giống cá nước mặn -Giống cá song chấm nâu, cá giò-yêu cầu kỹ thuật.

Tiếng Anh

6. Aydın, I., & Şahin, T. (2011). Reproductive performance of turbot (*Psetta maxima*) in the southeastern Black Sea. Turkish Journal of Zoology, 35, 109-113.
7. Boyd, C.E. (1998). Water quality in ponds aquaculture. Department of Fisheries and applied Aquaculture. Auburn University, Alabama, USA.
8. Duray, M. N., Estudillo, C. B., & Alpasan, L. G. (1997). Optimum stocking density and tank size for larval rearing of the grouper, *Epinephelus coioides*. In The Fourth Asian Fisheries Forum: Proceedings of the Fourth Asian Fisheries Forum, Beijing, 16-20 October 1995 (pp. 48-52). Asian Fisheries Society.
9. Martínez-Cárdenas, L., Parra-Parra, V. G., Ramos-Resendiz, S., Hernández-González, C., Espinosa-Chaurand, D., Soria-Barreto-Carlos, Miriam ., A. Álvarez-Gonzalez & Martínez-García, R. (2018). Effect of feeding frequency on growth and survival in juvenile gar *Atractosteus tropicus* Gill, 1863, in culture conditions. Latin American Journal of Aquatic Research, 46, 1034-1040.
10. Melianawati, R., Astuti, N. W. W., & Suwirya, K. (2013). The use of copepods to improve juveniles' production of coral trout *Plectropomus leopardus* (Lacepède, 1802). Middle East Journal of Scientific Research, 16(2), 237-244.
11. Planas, M., and Cunha, I. (1999). "Larviculture of marine fish: problems and perspectives", *Aquaculture*, 177(1-4): 171-190.
12. Salama, A. J. (2008). Effects of different feeding frequency on the growth, survival and feed conversion ratio of the Asian sea bass *Lates calcarifer* juveniles reared under hypersaline seawater of the Red Sea. Aquaculture Research, 39, 561-567.
13. Salari, R., Saad, C. R., Kamarudin, M. S., & Zokaeifar, H. (2012). Effects of different stocking densities on tiger grouper juvenile (*Epinephelus fuscoguttatus*) growth and a comparative study of the flow-through and recirculating aquaculture systems. African Journal of Agricultural Research, 7(26), 3765-3771.
14. Samad, A. P. A., Hua, N. F., & Chou, L. M. (2014). Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow-through water system. African Journal of Agricultural Research, 9(9), 812-822.