

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

NGUYỄN ANH HIỂU

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC SINH SẢN VÀ
THỬ NGHIỆM SINH SẢN NHÂN TẠO CÁ SONG DA BẢO
(*Plectropomus leopardus* Lacepède, 1802)

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

KHÁNH HÒA - 2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG

NGUYỄN ANH HIẾU

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC SINH SẢN VÀ
THỬ NGHIỆM SINH SẢN NHÂN TẠO CÁ SONG DA BẢO
(*Plectropomus leopardus* Lacepède, 1802)

Ngành đào tạo: Nuôi trồng Thủy sản
Mã số: 9620301

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. GS. TS. PHẠM QUỐC HÙNG
2. PGS. TS. NGUYỄN HỮU NINH

KHÁNH HÒA – 2025

MỞ ĐẦU

Phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển là xu thế tất yếu và định hướng chiến lược của Việt Nam hiện nay, với mục tiêu trở thành ngành sản xuất hàng hóa quy mô lớn, công nghiệp hóa và bền vững. Đa dạng hóa đối tượng nuôi và hoàn thiện quy trình sản xuất giống là yếu tố quan trọng nhằm nâng cao năng suất, đáp ứng nhu cầu thị trường trong và ngoài nước.

Nhiều nghiên cứu đã thành công trong sản xuất giống các loài cá biển có giá trị như cá song chấm nâu, cá vược, cá chim vây vàng... Tuy nhiên, tỷ lệ sống từ trứng thụ tinh đến con giống 5 cm của nhóm cá song vẫn rất thấp và không ổn định, trong khi các nghiên cứu về sinh học sinh sản còn hạn chế.

Cá song da báo là đối tượng tiềm năng cho nuôi trồng thủy sản biển nhờ chất lượng thịt thơm ngon, màu sắc hấp dẫn và giá trị thương mại cao, đặc biệt trên thị trường Đông Nam Á và Trung Quốc. Nguồn lợi tự nhiên đang suy giảm nhanh, khiến giá thị trường ngày càng tăng. Tuy nhiên, việc phát triển nuôi cá song da báo gặp nhiều khó khăn do đặc tính lưỡng tính của loài, quá trình thành thực sinh dục phức tạp và tỷ lệ sống ấu trùng biến động lớn, dẫn đến nguồn giống chưa ổn định. Nhiều trở ngại liên quan đến điều kiện nuôi vỗ, kích thích sinh sản và chế độ ương nuôi chưa được tối ưu hóa, dẫn đến hiệu quả sinh sản và ương nuôi còn thấp.

Để giải quyết những vấn đề trên và tạo nguồn giống chất lượng cao, ổn định về số lượng, nghiên cứu về đặc điểm sinh học sinh sản và tối ưu hóa các điều kiện ương nuôi nhằm xây dựng quy trình sản xuất giống cá song da báo là hết sức cần thiết. Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn và hạn chế của các nghiên cứu trước đây, luận án "*Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản và thử nghiệm sinh sản nhân tạo cá song da báo Plectropomus leopardus (Lacepède, 1802)*" được thực hiện.

Mục tiêu của luận án: Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản và xây dựng quy trình công nghệ sản xuất giống cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt, góp phần phát triển bền vững nuôi trồng thủy sản trên biển ở Việt Nam.

Nội dung nghiên cứu:

- (1) Xác định đặc điểm sinh học sinh sản gồm phát triển tuyến sinh dục, tỷ lệ đực cái, hệ số thành thực sinh dục (GSI), mùa vụ sinh sản và sức sinh sản;
- (2) Đánh giá ảnh hưởng của DHA Selco bổ sung vào thức ăn và liều lượng GnRHa đến quá trình thành thực sinh dục và hiệu quả sinh sản của cá bố mẹ;
- (3) Xác định công thức thức ăn sống, thời gian cho ăn ban đầu, mật độ ương, chế độ chiếu sáng và ảnh hưởng của chất kích thích miễn dịch đến tỷ lệ sống và chất lượng cá từ giai đoạn cá bột lên cá hương;
- (4) Xác định loại thức ăn, mật độ ương, khẩu phần và tần suất cho ăn phù hợp để nâng cao hiệu quả ương nuôi cá từ giai đoạn cá hương đến cá giống.

Ý nghĩa của luận án: Luận án cung cấp cơ sở khoa học về sinh học sinh sản của cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt, bổ sung kiến thức về sinh lý, sinh thái của loài cá song da báo nói riêng và họ cá song nói chung. Các thông số kỹ thuật sinh sản nhân tạo và ương nuôi là tiền đề quan trọng để xây dựng quy trình sản xuất giống nhân tạo, ứng dụng vào sản xuất nhằm tạo con giống chất lượng đáp ứng nhu cầu nuôi, góp phần phát triển bền vững nghề nuôi cá biển ở Việt Nam, giảm áp lực khai thác lên nguồn lợi tự nhiên và bảo tồn đa dạng sinh học biển.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Công nghệ sản xuất giống cá biển và tình hình ở Việt Nam

Ngành sản xuất giống cá biển phát triển mạnh từ những năm 1950. Đài Loan thiết lập thành công quy trình cho hơn 90 loài, trở thành trung tâm chuyển giao công nghệ khu vực. Công nghệ ương nuôi phát triển từ quảng canh đến thâm canh, xu hướng hiện nay hướng tới tự động hóa. Ở Việt Nam, giai đoạn 2003–2006 đánh dấu bước đột phá hoàn thiện quy trình sản xuất giống cá vược, và đến nay đã sản xuất giống được > 20 loài cá biển có giá trị kinh tế cao.

1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sản xuất giống cá biển

Nuôi vỗ cá bố mẹ là yếu tố quyết định thành công. Chất lượng phụ thuộc môi trường (nhiệt độ, ánh sáng, độ mặn, oxy) và dinh dưỡng. Sinh sản chịu chi phối yếu tố môi trường tác động lên trục Não bộ - Tuyến yên - Tuyến sinh dục.

Axít béo PUFA chuỗi n-3 (EPA, DHA) và n-6 (AA) phải cung cấp qua thức ăn. HUFA làm tăng khả năng sinh sản và chất lượng trứng. Vitamin E và C là chất chống oxy hóa quan trọng. Ấu trùng không tự tổng hợp n-3 HUFA chuỗi dài, nên DHA và EPA phải được cung cấp ngay từ đầu. Cân bằng tỷ lệ DHA/EPA/AA rất quan trọng. Nhiệt độ và độ mặn ảnh hưởng phát triển phôi và ấu trùng.

1.3. Hormone trong sinh sản nhân tạo cá

Sử dụng hormone nhằm tối đa hóa sức sinh sản và đồng bộ hóa quá trình đẻ. GnRHa hiệu quả cao hơn GnRH tự nhiên. LHRHa thường kết hợp domperidone để triệt tiêu ức chế dopamine nội sinh.

1.4. Đặc điểm sinh học và sản xuất giống cá song da báo

Cá song da báo có đốm giống hoa văn da báo, kích thước 40–70 cm, phân bố Tây Thái Bình Dương, ưa rạn san hô nhiệt đới ở độ sâu 3–100 m. Loài ăn thịt, sinh sản tập trung xung quanh trứng non. Kích thước thành thục lần đầu là 37,7 cm.

Bổ sung axit béo ảnh hưởng tích cực đến chất lượng trứng và ấu trùng. Nhiệt độ và thời gian chiếu sáng ảnh hưởng chu kỳ thành thục và sinh sản. GnRHa hiệu quả trong thúc đẩy thành thục. Mật độ ương ấu trùng 20–50 con/L. Ấu trùng nhạy cảm ánh sáng nên ương trong điều kiện hạn chế ánh sáng mạnh. Vi tảo dùng mật độ 10^3 – 10^6 tế bào/mL. Tốc độ sinh trưởng phụ thuộc tỷ lệ DHA và EPA.

1.5. Tồn tại, hạn chế và định hướng nghiên cứu

Đàn cá bố mẹ và quy trình nuôi vỗ chưa đảm bảo chất lượng, dẫn đến cá chậm thành thục, chất lượng trứng và tinh kém. Nguồn giống chưa đáp ứng vấn đề mùa vụ. Quy trình ương ấu trùng chưa hoàn thiện, thức ăn chưa phù hợp, gây tỷ lệ chết cao ở giai đoạn 8–10 và 25–30 ngày tuổi.

Bổ sung DHA là yêu cầu quan trọng nâng cao chất lượng nuôi vỗ. Kích thích thành thục sớm bằng hormone giải quyết tính thời vụ. Làm giàu thức ăn tươi sống bằng DHA, EPA cần thiết để nâng cao tỷ lệ sống ấu trùng. Cần xác định kích cỡ thức ăn, thời gian chiếu sáng và mật độ nuôi thích hợp. Probiotic và chất kích thích miễn dịch là giải pháp phòng bệnh.

Luận án triển khai thí nghiệm: (1) nâng cao chất lượng đàn bố mẹ qua bổ sung DHA Selco; (2) thúc đẩy thành thục sớm bằng cấy GnRHa; (3-4) xác định điều kiện ương nuôi các giai đoạn nhằm xây dựng quy trình sản xuất giống cá song da báo.

CHƯƠNG 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1/2022 đến 12/2024 tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nuôi biển Nha Trang, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III, xã Phước Đồng, Thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Đối tượng nghiên cứu là cá song da báo (*Plectropomus leopardus* Lacepède, 1802).

2.2. Nội dung nghiên cứu

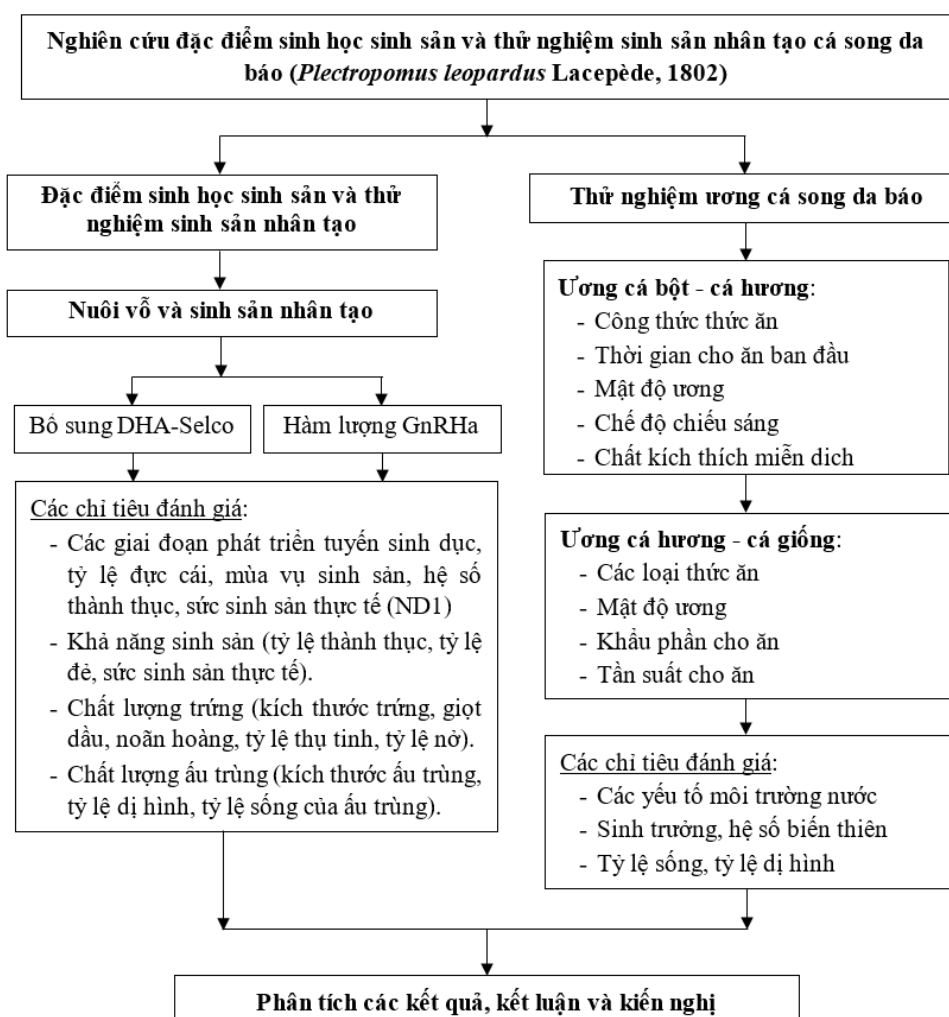
Luận án được thiết kế với 4 nội dung nghiên cứu chính theo trình tự logic từ nghiên cứu cơ bản đến ứng dụng thực tiễn:

Nội dung 1: Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản trong điều kiện nuôi nhốt, bao gồm phát triển tuyến sinh dục, tỷ lệ đẻ cái, mùa vụ sinh sản và hệ số thành thực sinh dục.

Nội dung 2: Nghiên cứu nuôi vỗ thành thực và sinh sản nhân tạo, đánh giá ảnh hưởng DHA-Selco trong thức ăn và kích thích thành thực sớm thông qua GnRH α .

Nội dung 3: Nghiên cứu ương cá bột lên cá hương, xác định loại thức ăn, thời gian cho ăn, mật độ ương, chế độ chiếu sáng và bổ sung chất kích thích miễn dịch.

Nội dung 4: Nghiên cứu ương cá hương lên cá giống, xác định loại thức ăn, mật độ ương, khẩu phần và tần suất cho ăn thích hợp.



Hình 2.1. Sơ đồ khối nội dung nghiên cứu

2.3. Vật liệu nghiên cứu

2.3.1. Nguồn cá bố mẹ

Thu gom 300 con cá song da báo từ lồng nuôi thương phẩm tại Bình Thuận và Khánh Hòa, khối lượng 3,1–3,7 kg/con, không nhiễm bệnh VNN. Sau khi vận chuyển về, cá được nuôi dưỡng trong bể xi măng 50 m³, sau 6–12 tháng đạt kích cỡ 3,5–4,5 kg/con.

2.3.2. Nguồn nước

Nước biển tự nhiên được xử lý qua bể lắng, lọc cát, khử trùng chlorine 20 ppm, trung hòa bằng natri thiosulfate trước khi sử dụng.

2.3.3. Hệ thống bể

Bể nuôi cá bố mẹ thể tích 50 m³ và 30 m³. Bể ương giống hình trụ tròn thể tích 500 lít có hệ thống sục khí.

2.3.4. Thức ăn và sản phẩm bổ sung

Vì tảo *Nannochloropsis oculata* nuôi trong bể 1–20 m³ bằng môi trường TT3, thu hoạch khi đạt $5\text{--}6 \times 10^6$ tế bào/mL.

Luân trùng 2 dòng (*Branchionus rotundiformis* 100–200 µm và *B. plicatilis* 200–400 µm) nuôi liên tục với mật độ 500–1.000 con/mL, thức ăn là tảo và men bánh mì.

Copepoda (*Parvocalanus crassirostris*) nuôi trong ao đất, thu hoạch theo giai đoạn nauplii, copepodites và trưởng thành.

Artemia (*Artemia franciscana*) ấp nở trong bể 200 L với mật độ 2–3 g/L, nhiệt độ 28–30°C, thu sau 22–24 giờ khi tỷ lệ nở > 90%.

Làm giàu: Luân trùng làm giàu bằng DHA Protein Selco 150 mg/L trong 9–12 giờ. Artemia làm giàu bằng A1 DHA Selco 300 mg/L trong 9–12 giờ.

Thức ăn và sản phẩm bổ sung khác: Thức ăn công nghiệp NRD (INVE, Thái Lan, protein 55%, lipid 9%), cá tạp tươi sơ chế. Sản phẩm bổ sung: Vitamin ADEB Complex, Gelatin A250, Bio-Mos™, kháng thể IgY, GnRHa (viên nén), HCG.

2.3.5. Dụng cụ và thiết bị

Thước cặp điện tử Insize ($\pm 0,05$ mm), cân điện tử Kern ($\pm 0,1$ g cho cá bố mẹ, $\pm 0,01$ g cho cá giống), thiết bị theo dõi môi trường nước.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.4.1.1. Một số đặc điểm sinh học sinh sản của cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt (ND1)

Thí nghiệm 1. Cá bố mẹ (150 con) được nuôi trong 2 bể 50 m³ (1,5 con/m³) trong 12 tháng. Cá được cho ăn cá tạp 2 lần/ngày (5–10%BW), thay nước 3 lần/ngày (30% thể tích). Thu mẫu định kỳ 1 tháng/lần (5 đực, 5 cái) để xác định các chỉ tiêu sinh học sinh sản gồm chiều dài toàn thân, khối lượng, hệ số thành thực (GSI), hệ số gan (HSI), tỷ lệ đực cái và sức sinh sản.

2.4.1.2. Thử nghiệm sinh sản nhân tạo cá song da báo (ND2)

Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của DHA Selco lên hiệu quả sinh sản: NT1 - Thức ăn bổ sung DHA Selco 2%/kg; NT2 - Không bổ sung (Đối chứng). Cá bố mẹ (60 con, 3,1–3,7 kg) nuôi trong bể 30 m³ (1 con/m³), cho ăn 2 lần/ngày (5–10%BW). DHA Selco được bao phủ

bằng gelatin 5–10%. Sau 6 tháng, chọn 3 cặp/nghiệm thức kích thích sinh sản bằng HCG (cái: 500 IU/kg lần 1, 1.000 IU/kg lần 2; đực: 500 IU/kg). Đánh giá: tỷ lệ thành thực, sức sinh sản, tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở, tỷ lệ sống cá bột 5 ngày tuổi.

Thí nghiệm 3. Ảnh hưởng của liều lượng GnRHa lên hiệu quả sinh sản: NT1 - GnRHa 25 µg/kg; NT2 - GnRHa 50 µg/kg; NT3 - GnRHa 75 µg/kg. Cá bố mẹ (90 con) nuôi trong bể 30 m³, cho ăn cá tạp bổ sung DHA Selco 2% và vitamin. GnRHa dạng viên nén được cấy dưới da. Sau 12 tháng, chọn 3 cặp/nghiệm thức kích thích sinh sản bằng HCG. Các chỉ tiêu đánh giá tương tự Thí nghiệm 2.

2.4.1.3. Thử nghiệm ương cá bột lên cá hương (ND3)

Thí nghiệm 4. Ảnh hưởng của chế độ kết hợp thức ăn sống: NT1 - Luân trùng (10–20 con/mL); NT2 - Nauplii Copepoda (5–10 con/mL); NT3 - Luân trùng (10–15 con/mL) + Nauplii Copepoda (3–7 con/mL). Cá bột 2 ngày tuổi, mật độ 15 con/L, bể 500 L. Bổ sung tảo $1-3 \times 10^5$ tế bào/mL. Thời gian: 8 ngày. Đánh giá: sinh trưởng, tỷ lệ sống, tỷ lệ dị hình, mức độ phân đàn.

Thí nghiệm 5. Ảnh hưởng của thời gian kết hợp thức ăn sống: NT1 - Luân trùng ngày 3–6, Copepoda ngày 7–15; NT2 - Luân trùng ngày 3–8, Copepoda ngày 9–15; NT3 - Luân trùng ngày 3–10, Copepoda ngày 11–15. Cá bột 2 ngày tuổi, mật độ 15 con/L, bể 500 L. Thời gian đan xen: 3 ngày (tỷ lệ 100/0, 75/25, 50/50, 25/75, 0/100). Thời gian: 15 ngày. Chỉ tiêu đánh giá tương tự Thí nghiệm 4.

Thí nghiệm 6. Ảnh hưởng của mật độ ương: NT1 - 10 con/L; NT2 - 20 con/L; NT3 - 30 con/L. Cá bột 2 ngày tuổi, bể 500 L. Áp dụng kết quả tốt nhất từ Thí nghiệm 4, 5. Từ ngày 19–30 cho ăn Artemia làm giàu DHA Selco. Thay nước từ ngày 11 (20%/ngày → 100%/ngày). Thời gian: 28 ngày.

Thí nghiệm 7. Ảnh hưởng của chu kỳ quang: NT1 - 6L:18D; NT2 - 12L:12D; NT3 - 18L:6D; NT4 - 24L:0D. Áp dụng mật độ ương tốt nhất từ Thí nghiệm 6. Chiếu sáng bằng đèn neon 40W, che tối bằng bạt đen. Thời gian: 28 ngày.

Thí nghiệm 8. Ảnh hưởng của chất kích thích miễn dịch: NT1 - Bio-Mos™ 0,5%; NT2 - IgY 0,5%; NT3 - Bio-Mos™ 0,25% + IgY 0,25%; NT4 - Đối chứng. Bổ sung trực tiếp vào môi trường 3 lần/ngày sau thay nước 30%. Áp dụng kết quả tốt nhất từ Thí nghiệm 4–7. Thời gian: 28 ngày.

2.4.1.4. Thử nghiệm ương cá hương lên cá giống (ND4)

Thí nghiệm 9. Ảnh hưởng của các loại thức ăn: NT1 - Artemia 100%; NT2 - Copepoda 100%; NT3 - Thức ăn công nghiệp (TACN) 100%; NT4 - 50% Artemia + 50% TACN; NT5 - 50% Copepoda + 50% TACN. Cá hương 30 ngày tuổi (1,5–2,5 cm), mật độ 1.000 con/m³, bể 500 L. Cho ăn 3 lần/ngày, khẩu phần 8%BW. Siphon và thay nước 50% hai lần/ngày. Thời gian: 30 ngày.

Thí nghiệm 10. Ảnh hưởng của mật độ ương: NT1 - 500 con/m³; NT2 - 1.000 con/m³; NT3 - 1.500 con/m³; NT4 - 2.000 con/m³. Áp dụng loại thức ăn tốt nhất từ Thí nghiệm 9. Thời gian: 30 ngày.

Thí nghiệm 11. Ảnh hưởng của khẩu phần cho ăn: NT1 - 5%BW/ngày; NT2 - 8%BW/ngày; NT3 - 10%BW/ngày; NT4 - 13%BW/ngày. Áp dụng loại thức ăn và mật độ tốt nhất từ Thí nghiệm 9, 10. Chia làm 3 lần cho ăn/ngày. Thời gian: 30 ngày.

Thí nghiệm 12. Ảnh hưởng của tần suất cho ăn: NT1 - 1 lần/ngày; NT2 - 2 lần/ngày; NT3 - 3 lần/ngày. Áp dụng kết quả tốt nhất từ Thí nghiệm 9–11. Thời gian: 30 ngày.

2.5. Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu nghiên cứu

2.5.1. Các thông số môi trường nước

Các thông số môi trường nước gồm nhiệt độ (28-30°C), độ mặn (30-35‰), pH (7,8-8,2), oxy hòa tan (>5,0 mg/L) và ammonia tổng số (<0,1 mg/L) được theo dõi định kỳ bằng các thiết bị có độ chính xác cao: nhiệt kế thủy ngân ($\pm 1,0^\circ\text{C}$), khúc xạ kế Master-S28M ($\pm 1,0\%$), PINPOINT® pH Monitor ($\pm 0,01$), HORIBA DO120 ($\pm 0,2$ mg/L) và HANNA HI 700 ($\pm 0,01$ mg/L). Tần suất đo: nhiệt độ 2 lần/ngày (7h00, 14h00), các thông số còn lại 2 ngày/lần nhằm đảm bảo môi trường nuôi tối ưu cho cá song da báo.

2.5.2. Các chỉ tiêu sinh sản

Phát triển tuyến sinh dục: Tuyến sinh dục được cố định trong formaldehyde 10%, khử nước qua chuỗi cồn tăng dần, bao khuôn trong paraffin, cắt lát dày 6 μm bằng microtome, nhuộm H&E và quan sát dưới kính hiển vi VHX-700F. Các giai đoạn phát triển được xác định theo Brown-Peterson et al. (2011) và Liu và Sadovy (2004): còn non, chưa thành thực, phát triển, thành thực và thoái hóa.

Giới tính: Xác định bằng quan sát hình thái bên ngoài (bụng cá, vây lưng), giải phẫu cơ quan sinh dục và quan sát tế bào sinh dục dưới kính hiển vi.

Hệ số thành thực: $\text{GSI} (\%) = (\text{GW}/\text{BW}) \times 100$, trong đó GW là khối lượng tuyến sinh dục (g), BW là khối lượng cơ thể đã bỏ nội quan (g).

Sức sinh sản: Sức sinh sản tuyệt đối $\text{AF} = (n \times \text{WG})/\text{g}$, trong đó WG là khối lượng buồng trứng (g), g là khối lượng trung bình mẫu trứng, n là số trứng trung bình. Sức sinh sản tương đối $\text{RF} = \text{AF}/\text{BW}$ (trứng/g cá cái).

2.5.3. Các chỉ tiêu kết quả ương nuôi

Sinh trưởng: Tốc độ sinh trưởng chiều dài đặc trưng $\text{SGR}_L = [(\ln L_2 - \ln L_1)/\Delta t] \times 100$ (%/ngày); Tốc độ sinh trưởng chiều dài trung bình ngày $\text{DLG} = (L_2 - L_1)/\Delta t$ (mm/ngày). Chiều dài được đo bằng thước Ichthyometer ($\pm 1,0$ mm) hoặc phần mềm ImageJ ($\pm 0,1$ mm). Khối lượng được cân bằng cân Ohaus Scout™ STX ($\pm 0,01$ g) hoặc CAS SW-1 (± 1 g). Mỗi nghiệm thức đo ngẫu nhiên $\geq 30\%$ tổng số cá.

Hệ số phân đàn: $\text{CV} (\%) = (\text{SD}/\text{Mean}) \times 100$, trong đó SD là độ lệch chuẩn, Mean là giá trị trung bình chiều dài hoặc khối lượng.

Tỷ lệ sống: $\text{SR} (\%) = (\text{Nf}/\text{Ni}) \times 100$, trong đó Ni là số cá ban đầu, Nf là số cá còn sống cuối thí nghiệm.

Tỷ lệ dị hình: $\text{DR} (\%) = (\text{Df}/\text{N}) \times 100$, trong đó Df là số cá dị hình, N là tổng số cá kiểm tra ($\geq 30\%$ đàn). Dị hình gồm biến dạng cột sống, vây, đầu và tỷ lệ cơ thể, được quan sát bằng mắt thường hoặc kính lúp.

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

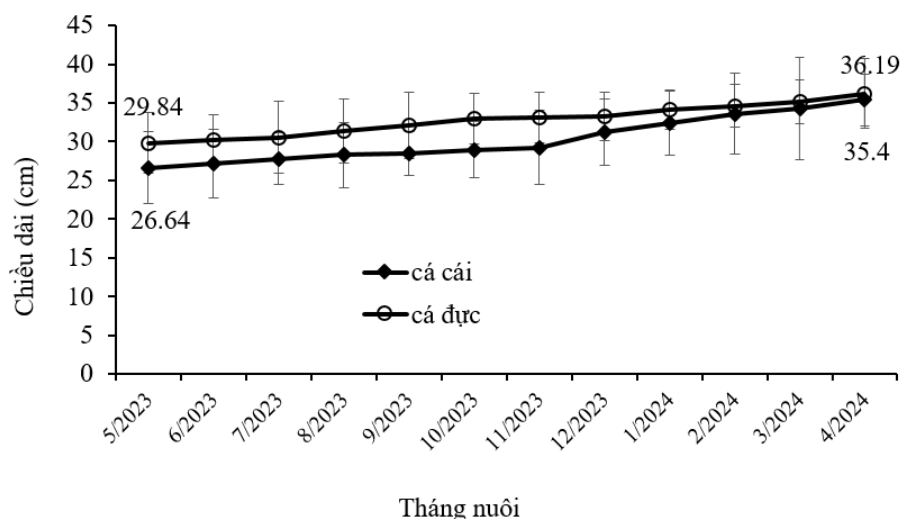
Số liệu được tổng hợp trên Microsoft Excel 2021. Kiểm tra phân phối chuẩn bằng Shapiro-Wilk và đồng nhất phương sai bằng Levene trên SPSS 26.0. Phân tích phương sai một yếu tố với kiểm định Duncan's Test cho thí nghiệm >2 nghiệm thức. Independent-Sample T-Test cho thí nghiệm 2 nghiệm thức. Mức ý nghĩa $p < 0,05$. Số liệu dạng phần trăm được chuyển sang arcsine trước phân tích. Kết quả được trình bày dưới dạng trung bình $\pm$ SE hoặc SD.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

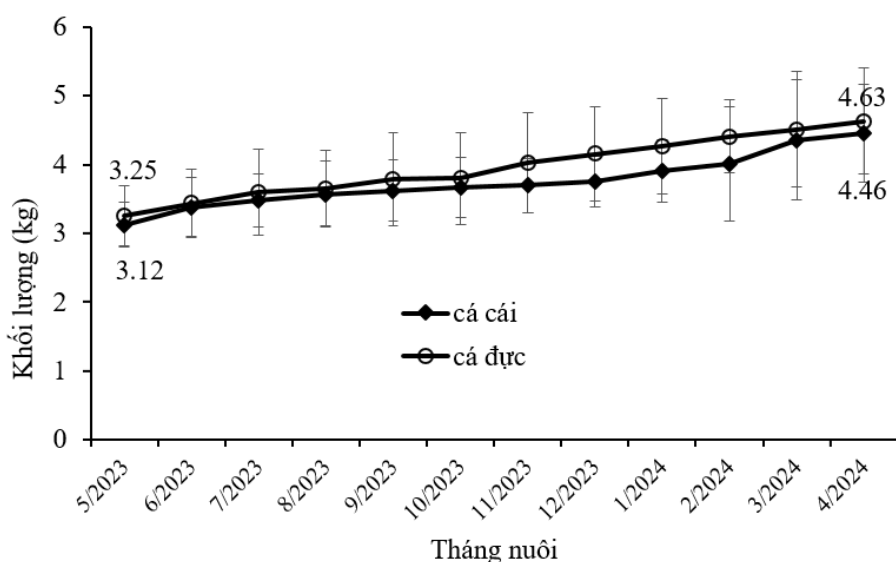
3.1. Đặc điểm sinh học sinh sản của cá bố mẹ trong điều kiện nuôi nhốt

3.1.1. Sinh trưởng

Tốc độ sinh trưởng của cá bố mẹ trong giai đoạn nuôi vỗ tương đối chậm, đạt 2,40%/ngày về chiều dài ở cá cái và 1,74%/ngày ở cá đực. Tốc độ sinh trưởng về khối lượng đạt 0,38%/ngày ở cá cái và 0,37%/ngày ở cá đực do phần lớn dinh dưỡng được phân bổ cho sự phát triển tuyến sinh dục.



Hình 3.1. Sinh trưởng chiều dài của cá bố mẹ theo thời gian nuôi

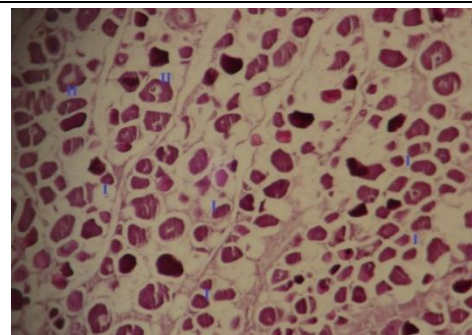


Hình 3.2. Sinh trưởng khối lượng của cá bố mẹ theo thời gian nuôi

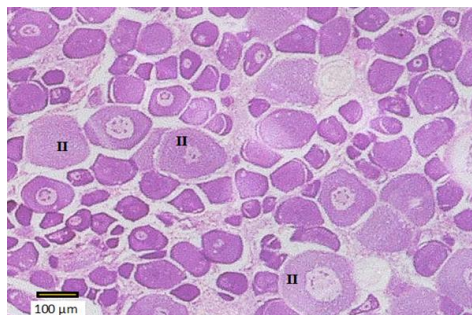
3.1.2. Tổ chức tuyến sinh dục

Đặc điểm tổ chức học tuyến sinh dục được theo dõi thông qua thu mẫu và phân tích tiêu bản nhuộm hàng tháng trong 12 tháng, bao gồm các giai đoạn phát triển của buồng trứng cá cái, tinh hoàn cá đực và giai đoạn chuyển đổi giới tính.

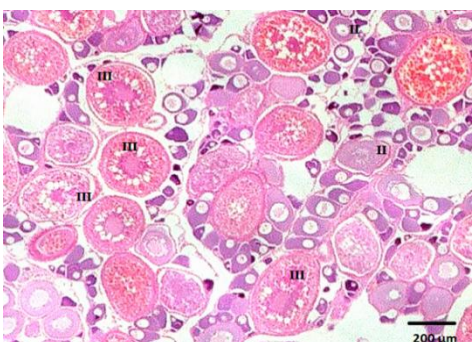
GĐ I Tuyến sinh dục còn rất nhỏ và trong suốt, không phân biệt được đực cái. Tế bào sinh dục là các noãn nguyên bào rất nhỏ và mờ. Noãn bào có nhiều góc cạnh, kích thước rất nhỏ. Tế bào trứng chủ yếu là mô liên kết. Đã có một số noãn bào phát triển sang giai đoạn II.



GĐ II Tuyến sinh dục chiếm khoảng 5% xoang bụng, có thể phân biệt được đực cái bằng mắt thường. Trong buồng trứng, đa số là các tế bào trứng ở thời kỳ sinh trưởng sinh chất và biến đổi nhân.



GĐ III Trong buồng trứng tồn tại các noãn bào đang thời kỳ tích lũy noãn hoàng và các noãn bào đang ở giai đoạn sinh trưởng sinh chất. Xuất hiện các giọt dầu xung quanh nhân.

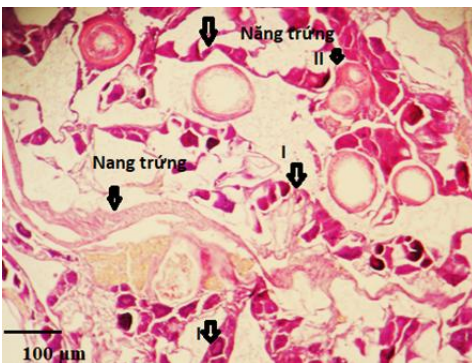


GĐ IV Đặc trưng ở giai đoạn này là sự thành thực hoàn toàn của trứng bởi sự lệch tâm của nhân tế bào trứng. Kích thước của noãn bào gia tăng rõ rệt, đạt cực đại, màng trứng trở nên mỏng. Các hạt noãn hoàng tập trung lại thành các khối noãn hoàng.

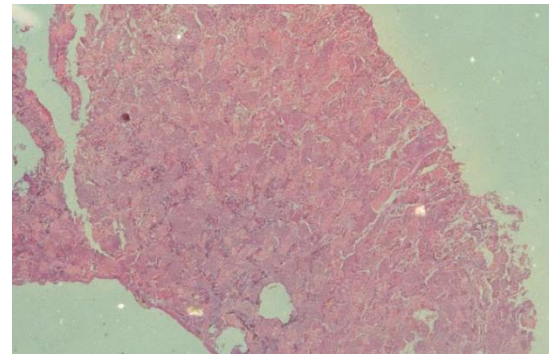
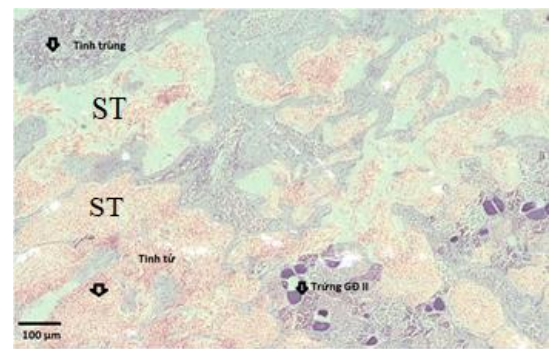
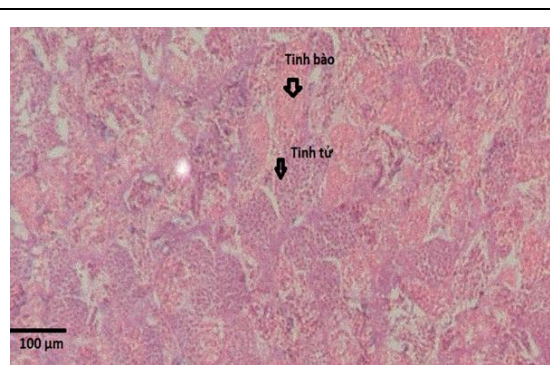
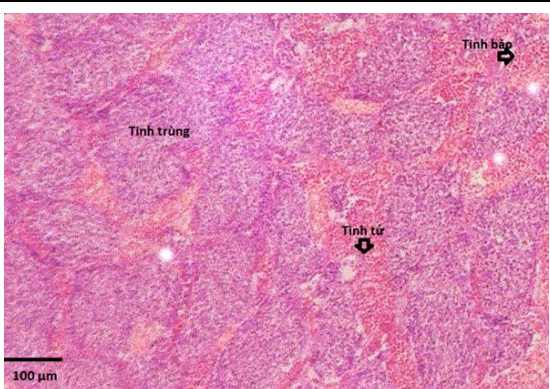
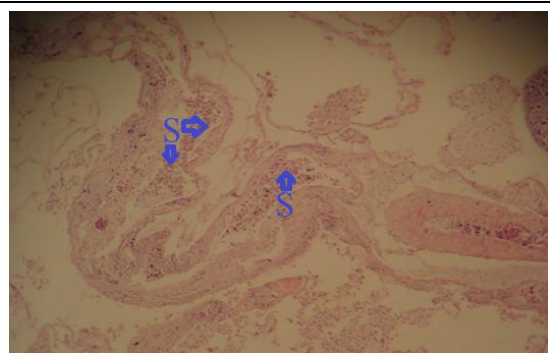
Ngoài tế bào trứng GĐ IV, trong buồng trứng còn có sự hiện diện của tế bào trứng ở các thời kỳ phát triển khác nhau.



GĐ V Đặc trưng của giai đoạn V là các nang trứng trống rỗng, màng trứng vỡ, trong buồng trứng xuất hiện các nang trứng và tế bào trứng ở giai đoạn non (I và II).



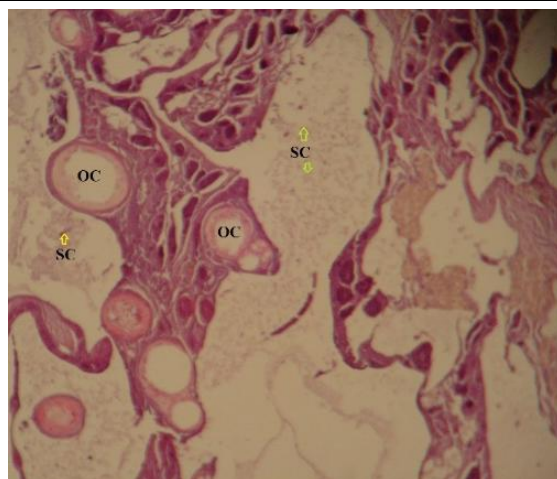
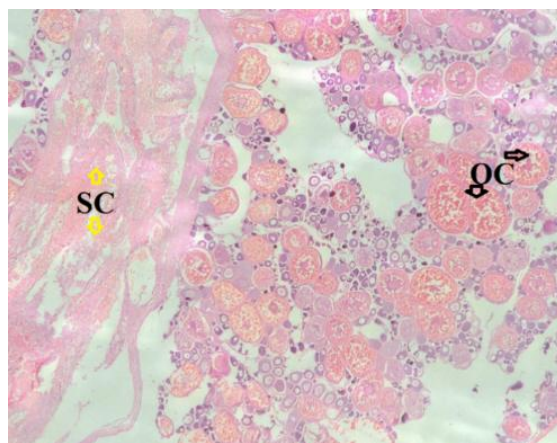
Hình 3.3. Các giai đoạn phát triển tế bào trứng của cá song da báo

GĐ I	Tuyến sinh dục còn nhỏ, trong suốt, không thể phân biệt được đực cái. Tinh nguyên bào nằm trong các bào nang.	
GĐ II	Đặc trưng bởi giai đoạn chuyển tiếp sau khi sinh. Tuyến sinh dục có nhiều ống sinh tinh đang trong giai đoạn hình thành túi tinh. Một số đang chứa các tinh tử ở giai đoạn phát triển. Ngoài ra, tuyến sinh dục có sự xuất hiện các noãn bào đang phát triển (cá thể lưỡng tính).	
GĐ III	Túi tinh có thể được quan sát rõ. Có nhiều nang tinh đã chứa nhiều các tế bào nang đang trong giai đoạn phát triển mạnh, đã tăng nhanh về số lượng tinh bào sơ cấp (tinh tử). Ngoài ra, buồng tinh còn có sự xuất hiện của tế bào tinh ở các giai đoạn khác nhau.	
GĐ IV	Nhiều túi tinh chứa đầy tinh trùng đang trong quá trình sinh sản (giải phóng tinh trùng ra khỏi nang tinh), có màu trắng sữa.	
GĐ V	Các tinh trùng đã giải phóng ra khỏi nang tinh.	

Hình 3.4. Các giai đoạn phát triển tế bào sinh dục đực của cá song da báo

Lưỡng tính:

Đặc trưng của các tiêu bản đối với cá lưỡng tính là trong giai đoạn chuyển tiếp xảy ra khi trứng đang trong giai đoạn bắt đầu sinh sản và thoái hóa, đồng thời các túi tinh phát triển và chứa tinh trùng.

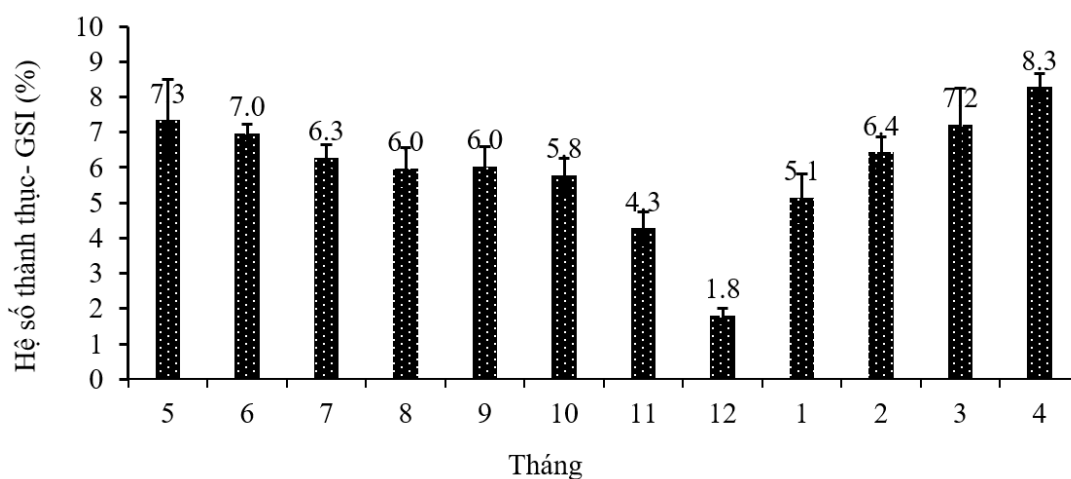


Ghi chú: OC: Tế bào trứng, SC: tinh trùng

Hình 3.5. Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục lưỡng tính của cá song da báo

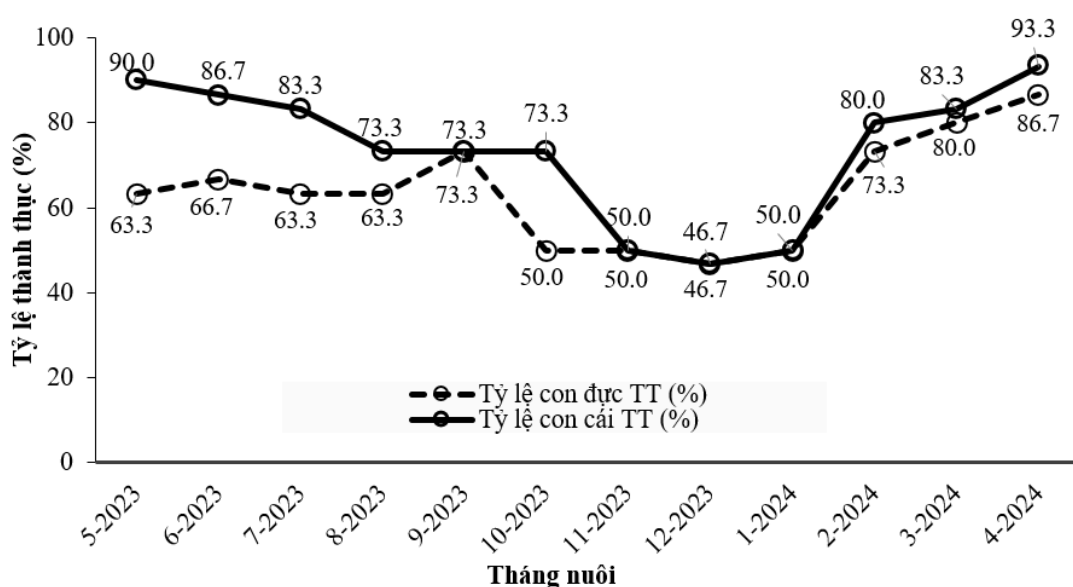
3.1.3. Hệ số thành thực

Chỉ số sinh dục (GSI) cao nhất tập trung từ tháng 3 đến tháng 6, đạt cực đại vào tháng 4 và tháng 5. Giá trị GSI cao nhất đạt 8,3% (tháng 4) và thấp nhất 1,8% (tháng 12).



Hình 3.6. Hệ số thành thực (GSI) của cá song da báo qua các tháng

Tỷ lệ thành thực theo thời gian: Tương ứng với xu hướng biến động của chỉ số sinh dục (GSI), tỷ lệ thành thực của cá song da báo đạt cao nhất từ tháng 4 đến tháng 5.



Hình 3.7. Tỷ lệ thành thục (TT) của cá bố mẹ theo thời gian

3.1.4. Tỷ lệ giới tính

Phân tích 120 mẫu cá bố mẹ cho thấy cá cái chiếm 73,3% (88 con), cá đực 19,2% (23 con) và cá chuyển đổi giới tính 7,5% (9 con). Số lượng cá đực và cá chuyển đổi giới tính tăng trong các tháng sinh sản, phản ánh chiến lược sinh sản lưỡng tính thuận (protogynous hermaphroditism). Tỷ lệ cá chuyển đổi giới tính thấp do đàn cá chủ yếu ở giai đoạn thành thục lần đầu ($2^+ - 3^+$ năm tuổi).

Bảng 3.1. Tỷ lệ giới tính của cá qua các đợt kiểm tra (n=120)

Thời gian	Cá cái (con)	Tỷ lệ (%)	Cá đực (con)	Tỷ lệ (%)	Lưỡng tính	Tỷ lệ (%)	Tổng	Tỷ lệ (%)
5/2023	6	60	3	30	1	10	10	100
6/2023	6	60	3	30	1	10	10	100
7/2023	6	60	2	20	2	20	10	100
8/2023	7	70	2	20	1	10	10	100
9/2023	8	80	1	10	1	10	10	100
10/2023	9	90	1	10	0	0	10	100
11/2023	9	90	1	10	0	0	10	100
12/2023	9	90	1	10	0	0	10	100
1/2024	8	80	1	10	1	10	10	100
2/2024	7	70	2	20	1	10	10	100
3/2024	7	70	2	20	1	10	10	100
4//2024	6	60	4	40	0	0	10	100
Tổng	88	73,3	23	19,2	9	7,5	120	100

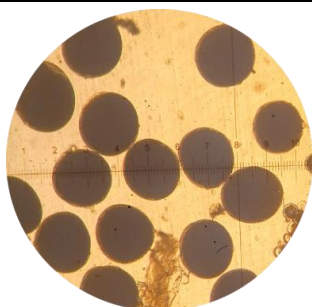
3.1.5. Sức sinh sản, kích cỡ trứng

Mùa vụ sinh sản kéo dài từ tháng 2 đến tháng 7, mùa sinh sản chính từ tháng 3 đến tháng 5. Sức sinh sản tuyệt đối trung bình đạt 752.632 ± 125.802 trứng/cá thể. Sức sinh sản có tương quan dương mạnh với khối lượng cơ thể ($r = 0,87$, $p < 0,001$), cho thấy cá cái lớn hơn sản xuất nhiều trứng hơn.

Bảng 3.2. Khối lượng cơ thể, kích thước tế bào trứng và sức sinh sản của cá song da báo

ID (PiT Tag)	BW (kg)	GD tế bào trứng	KL buồng trứng (g)	Đường kính trứng (μm)	SSS tuyệt đối (trứng/cá cái)	SSS tương đối (trứng/g cá cái)
C941540	5,2	IV	450	565,4 $\pm$ 17	1.125.000	216
C941542	4,5	IV	320	556,3 $\pm$ 19	800.000	178
C941543	4,5	III, IV	310	578,6 $\pm$ 15	775.000	172
C941544	4,3	IV	350	563,4 $\pm$ 21	875.000	203
C941545	4,3	IV	300	574,5 $\pm$ 26	750.000	174
C941546	4,3	IV	300	557,2 $\pm$ 29	750.000	174
C941548	4,3	III, IV	300	589,4 $\pm$ 15	750.000	174
C941550	4,2	IV	310	602,5 $\pm$ 23	775.000	185
C941551	4,2	IV	350	613,3 $\pm$ 12	875.000	208
C941552	4,2	IV	350	573,4 $\pm$ 18	875.000	208
C941554	4,1	IV	290	578,5 $\pm$ 20	725.000	177
C941556	4,1	IV	290	584,3 $\pm$ 22	725.000	177
C941559	4,0	IV	290	594,6 $\pm$ 24	725.000	181
C941561	4,0	IV	270	606,3 $\pm$ 25	675.000	183
C941562	3,9	IV	250	616,8 $\pm$ 16	625.000	160
C941563	3,9	IV	260	593,7 $\pm$ 14	650.000	167
C941567	3,8	IV	240	588,9 $\pm$ 23	600.000	158
C941568	3,6	IV	240	578,5 $\pm$ 19	600.000	167
C941569	3,6	IV	250	567,4 $\pm$ 21	625.000	174
Mean	4,2	III, IV	301,1	583	752.631,6	180,2
SD	0,4		50,3	18	125.801,5	16,8

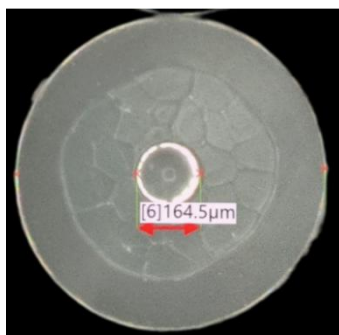
Ghi chú: ID (mã xác định), SSS (sức sinh sản), số liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SD.



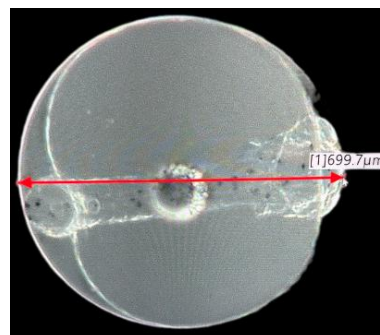
Trứng trước khi thụ tinh



Trứng mới thụ tinh



Phân chia tế bào



Phôi

Hình 3.8. Đường kính trứng và phôi của cá song da báo

3.2. Nuôi vỗ thành thực và sinh sản cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt

3.2.1. Ảnh hưởng của liều lượng GnRHa lên hiệu quả sinh sản của cá bố mẹ

3.2.1.1. Tỷ lệ thành thực của cá bố mẹ

Cá bắt đầu thành thực từ tháng thứ 2 sau tiêm hormone ở tất cả các nghiệm thức. Tỷ lệ thành thực cao nhất ghi nhận ở nghiệm thức GnRHa 50 µg/kg (53,3% ở tháng thứ 4), cao hơn nghiệm thức 25 µg/kg và 75 µg/kg (cùng đạt 40%). Kích thích bằng GnRHa 50 µg/kg làm cá thành thực sớm hơn đáng kể, bắt đầu từ tháng 12 (20%) và tăng lên 40% vào tháng 2, trong khi đối chứng không có cá thành thực đến tháng 1 và chỉ đạt 13,3% vào tháng 2.

Bảng 3.3. Tỷ lệ thành thực (%) của cá bố mẹ ở các liều lượng GnRHa khác nhau

Thời gian kiểm tra	Liều lượng GnRHa (µg/kg)			
	25	50	75	Đối chứng
10/2021	0	0	0	0
11/2021	10	10	0	0
12/2021	20	20	20	0
01/2022	20	20	20	0
02/2022	40	53,3	40	13,3

3.2.1.2. Tỷ lệ đẻ, tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở và tỷ lệ sống của ấu trùng 5 ngày tuổi

Tỷ lệ đẻ đạt 100% ở tất cả nghiệm thức GnRHa. Tỷ lệ thụ tinh không khác biệt giữa các nghiệm thức ($p>0,05$). Tỷ lệ nở và tỷ lệ sống ấu trùng 5 ngày tuổi khác biệt có ý nghĩa ($p<0,05$), cao nhất ở nghiệm thức GnRHa 50 µg/kg với tỷ lệ nở 72,60% và tỷ lệ sống 67,22%. Tỷ lệ dị hình thấp nhất ở nghiệm thức 25 µg/kg và 50 µg/kg (0,2-0,3%), cao nhất ở 75 µg/kg (0,8%) ($p<0,05$). Kích cỡ ấu trùng mới nở không khác biệt ($p>0,05$). Kết quả cho thấy liều lượng GnRHa 50 µg/kg là tối ưu.

Bảng 3.4. Tỷ lệ đẻ, tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở và tỷ lệ sống của ấu trùng 5 ngày tuổi

Chỉ tiêu	Liều lượng GnRHa (µg/kg)			
	25	50	75	ĐC
Tỷ lệ đẻ (%)	100	100	100	50
Tỷ lệ thụ tinh (%)	76,40 ± 3,39	75,40 ± 1,96	73,60 ± 2,84	-
Tỷ lệ nở (%)	68,00 ± 3,86	72,60 ± 1,43	65,80 ± 3,53	-
TLS của cá bột 5 ngày tuổi (%)	57,31 ± 2,27 ^a	67,22 ± 3,42 ^b	61,48 ± 5,16 ^a	-
Tỷ lệ dị hình (%)	0,20 ± 0,03 ^a	0,30 ± 0,03 ^b	0,80 ± 0,03 ^c	-
Chiều dài cá bột mới nở (mm)	1,90 ± 0,01 ^b	1,91 ± 0,01 ^b	1,89 ± 0,01 ^a	-

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SD ($n = 5$).

3.2.2 Ảnh hưởng của DHA Selco bổ sung lên hiệu quả sinh sản của cá bố mẹ

3.2.2.1. Tỷ lệ thành thực, tỷ lệ đẻ và sức sinh sản của cá

Bổ sung DHA Selco 2% làm tăng tỷ lệ thành thực lên 70,0% so với đối chứng 65,0% ($p<0,05$). Tỷ lệ cá đẻ thành công ở nghiệm thức bổ sung DHA đạt 87,5%, cao hơn đối chứng

66,7%. Sức sinh sản tương đối không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$), dao động từ 198.500 đến 202.750 trứng/kg cá cái.

Bảng 3.5. Tỷ lệ thành thực, tỷ lệ đẻ và sức sinh sản của cá bố mẹ

Chỉ tiêu	Nghiệm thức	
	DHA Selco	Đối chứng
Tỷ lệ thành thực (%)	70,0 ± 15,00 ^b	65,0 ± 12,58 ^a
Tỷ lệ đẻ (%)	87,50 ± 25,00 ^b	66,67 ± 19,25 ^a
Sức sinh sản (trứng/kg cá cái)	202.750 ± 15.280	198.500 ± 5.570

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SD ($n = 3$).

3.2.2.2. Tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở và tỷ lệ sống của ấu trùng 5 ngày tuổi

Tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở, kích cỡ giọt dầu, noãn hoàng, ấu trùng mới nở và tỷ lệ dị hình không khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$), nhưng có xu hướng cao hơn ở nghiệm thức bổ sung DHA. Tỷ lệ sống ấu trùng 5 ngày tuổi khác biệt có ý nghĩa thống kê, đạt 52,05% ở nghiệm thức bổ sung DHA so với 40,30% ở đối chứng ($p < 0,05$), cho thấy DHA cải thiện chất lượng trứng và khả năng sống sót của ấu trùng giai đoạn đầu.

Bảng 3.6. Tỷ lệ thụ tinh, tỷ lệ nở và tỷ lệ sống của ấu trùng 5 ngày tuổi

Chỉ tiêu	Nghiệm thức	
	DHA Selco	Đối chứng
Tỷ lệ thụ tinh (%)	87,93 ± 1,24	85,33 ± 1,83
Tỷ lệ nở (%)	77,03 ± 2,50	76,83 ± 2,12
Kích thước giọt dầu (mm)	0,13 ± 0,01	0,12 ± 0,01
Kích thước noãn hoàng (mm)	1,02 ± 0,01	0,92 ± 0,02
Kích thước ấu trùng mới nở (mm)	1,92 ± 0,02	1,88 ± 0,01
Tỷ lệ dị hình (%)	0,30 ± 0,06	0,40 ± 0,06
Tỷ lệ sống của ấu trùng 5 ngày tuổi (%)	52,05 ± 3,38 ^b	40,30 ± 0,39 ^a

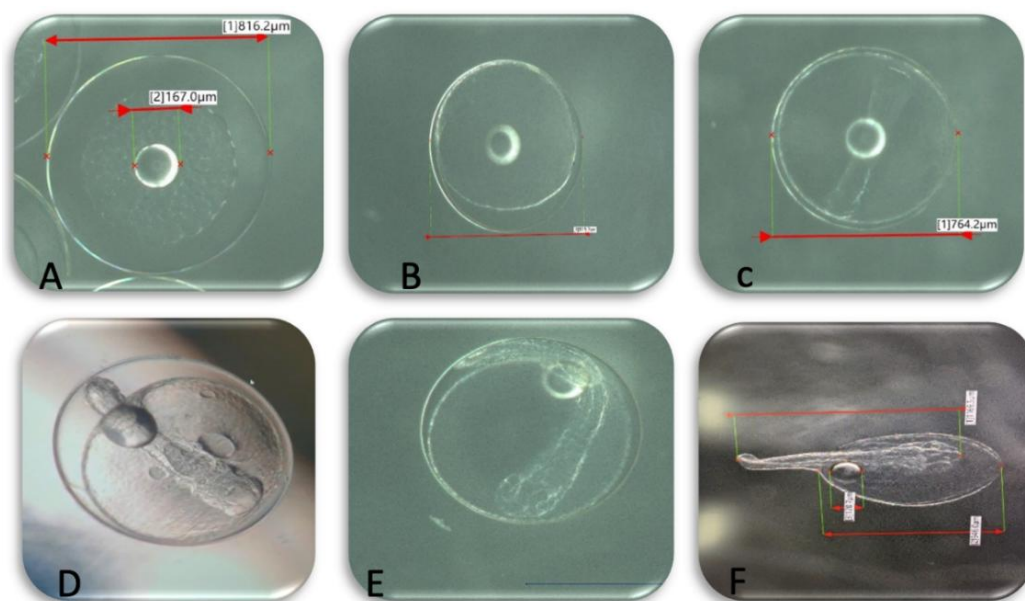
Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SD ($n = 3$).

3.2.2.3. Quá trình phát triển của phôi

Phôi phát triển nhanh và đồng đều trong điều kiện nhiệt độ 28–29°C, độ mặn 30–32‰, pH 7,5–8,0, DO >5 mg/L. Giai đoạn phân cắt bắt đầu sau 45 phút (2 phôi bào) đến 1 giờ 40 phút (16 phôi bào). Giai đoạn phôi nang sau 5 giờ, phôi vị sau 7 giờ 30 phút. Xuất hiện điểm mắt sau 11 giờ 03 phút, tim co bóp và hệ hô hấp hình thành sau 18 giờ 30 phút. Trứng nở thành ấu trùng sau 20 giờ 30 phút.

Bảng 3.7. Các giai đoạn phát triển phôi của cá song da báo

STT	Giai đoạn phôi	Thời gian sau thụ tinh (giờ)
1	Trứng thụ tinh	00:00
2	Phân cắt 2 phôi bào	00:45
3	Phân cắt 4 phôi bào	01:00
4	Phân cắt 8 phôi bào	01:20
5	Phân cắt 16 phôi bào	01:40
6	Giai đoạn phôi nang (Blastula)	05:00
7	Giai đoạn phôi vị (Gastrula)	07:30
8	Giai đoạn phôi thần kinh (Neurula)	10:10
9	Xuất hiện điểm mắt	11:03
10	Xuất hiện đĩa phôi	12:30
11	Giai đoạn kết thúc đĩa phôi	14:05
12	Hình thành tim, hệ tuần hoàn và hô hấp	18:30
13	Trứng nở thành cá bột	20:30

**Hình 3.9. Các giai đoạn phát triển phôi của cá song da báo**

(A) Giai đoạn phôi bào; B) Giai đoạn phôi vị; C) Giai đoạn phôi thần kinh; D) Giai đoạn xuất hiện điểm mắt; E) Giai đoạn hình thành hệ tuần hoàn, hô hấp; F) Cá bột mới nở.

3.3. Ương ấu trùng cá song da báo từ giai đoạn cá bột lên cá hương

3.3.1. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên kết quả ương cá song da báo

3.3.1.1. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên sinh trưởng của cá

Loại thức ăn có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng chiều dài sau 8 ngày ương ($p < 0,05$). Chiều dài cá đạt cao nhất ở nghiệm thức kết hợp luân trùng + nauplii Copepoda ($3,02 \pm 0,03$ mm), tiếp theo là nauplii Copepoda ($2,94 \pm 0,07$ mm) và thấp nhất ở luân trùng ($2,76 \pm 0,05$ mm) ($p < 0,05$). Tốc độ sinh trưởng đặc trưng (SGRL) cũng cao nhất ở nghiệm thức kết hợp ($0,11 \pm 0,01$ mm/ngày; $4,28 \pm 0,09\%$ /ngày), tiếp theo là nauplii Copepoda ($0,10 \pm 0,01$ mm/ngày; $4,00 \pm 0,25\%$ /ngày) và thấp nhất ở luân trùng ($0,08 \pm 0,01$ mm/ngày; $3,38 \pm 0,20\%$ /ngày) ($p < 0,05$).

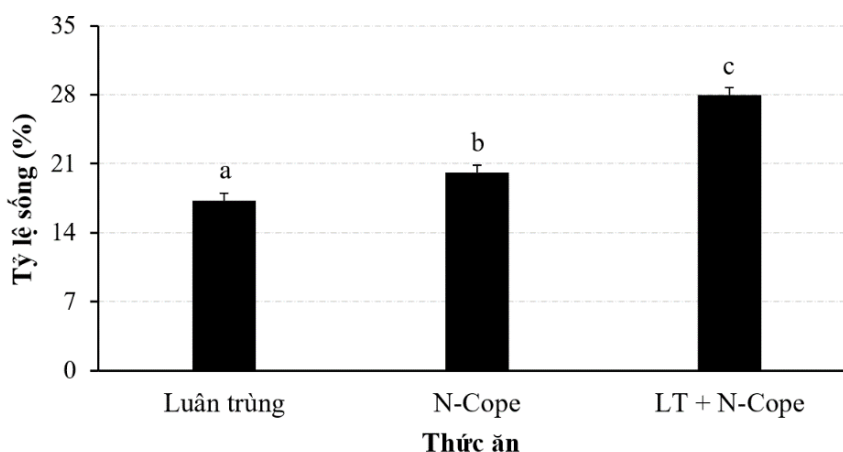
Bảng 3.8. Sinh trưởng của cá được ương với các loại thức ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Thí nghiệm thức		
	Luân trùng	Copepoda	Luân trùng + Copepoda
L ₀ (mm)	1,97 ± 0,07	1,97 ± 0,07	1,97 ± 0,07
L _t (mm)	2,76 ± 0,05 ^a	2,94 ± 0,07 ^{ab}	3,02 ± 0,03 ^b
DLG (mm/ngày)	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01
SGR _L (%/ngày)	3,38 ± 0,20 ^a	4,00 ± 0,25 ^{ab}	4,28 ± 0,09 ^b

Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE ($n = 3$).

3.3.1.2. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên tỷ lệ sống của cá

Tỷ lệ sống sau 8 ngày khác biệt có ý nghĩa giữa các thí nghiệm thức ($p < 0,05$). Thí nghiệm thức kết hợp luân trùng + nauplii Copepoda đạt cao nhất (27,96±0,76%), tiếp theo là nauplii Copepoda (20,08±0,75%), và thấp nhất ở luân trùng (17,22±0,81%) ($p < 0,05$). Kết quả khẳng định việc kết hợp thức ăn sống mang lại hiệu quả tối ưu về sinh trưởng và tỷ lệ sống.

**Hình 3.10. Tỷ lệ sống của cá được ương với các loại thức ăn khác nhau**

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± sai số chuẩn ($n = 3$).

3.3.2. Ảnh hưởng của thời gian cho ăn lên kết quả ương cá song da báo

3.3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian cho ăn lên sinh trưởng của cá

Thời gian cho ăn luân trùng có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Thí nghiệm thức cho ăn luân trùng từ ngày 3–10 cho kết quả tốt nhất với chiều dài 5,76 mm, tốc độ sinh trưởng 0,25 mm/ngày và 7,22 %/ngày, cao hơn thí nghiệm thức ngày 3–6 (4,75 mm, 0,19 mm/ngày và 5,94 %/ngày) ($p < 0,05$). Không có sự khác biệt giữa thí nghiệm thức ngày 3–8 và 3–10 ($p > 0,05$).

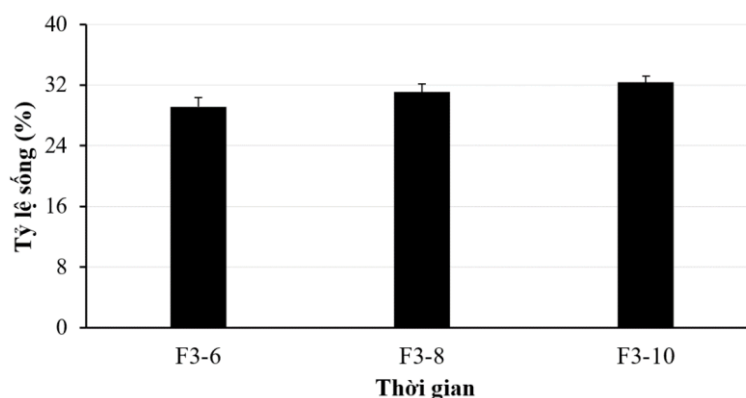
Bảng 3.9. Sinh trưởng của cá được ương với các khoảng thời gian cho ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Thí nghiệm thức		
	FD 3-6	FD 3-8	FD 3-10
L ₀ (mm)	1,95 ± 0,08	1,95 ± 0,08	1,95 ± 0,08
L _t (mm)	4,75 ± 0,12 ^a	5,36 ± 0,23 ^b	5,76 ± 0,08 ^b
DLG _L (mm/ngày)	0,19 ± 0,01 ^a	0,23 ± 0,01 ^b	0,25 ± 0,01 ^b
SGR _L (%/ngày)	5,94 ± 0,17 ^a	6,73 ± 0,28 ^b	7,22 ± 0,09 ^b

Ghi chú: FD 3-6, FD 3-8, FD 3-10 - thời gian cho ăn tương ứng từ ngày 3-6, 3-8 và 3-10. Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE ($n = 3$).

3.3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian cho ăn lên tỷ lệ sống của cá

Tỷ lệ sống sau 15 ngày không khác biệt giữa các nghiệm thức, dao động 29,13–32,34% ($p>0,05$). Kết hợp kết quả sinh trưởng cho thấy kéo dài thời gian cho ăn luân trùng đến ngày 10 mang lại lợi ích toàn diện hơn.

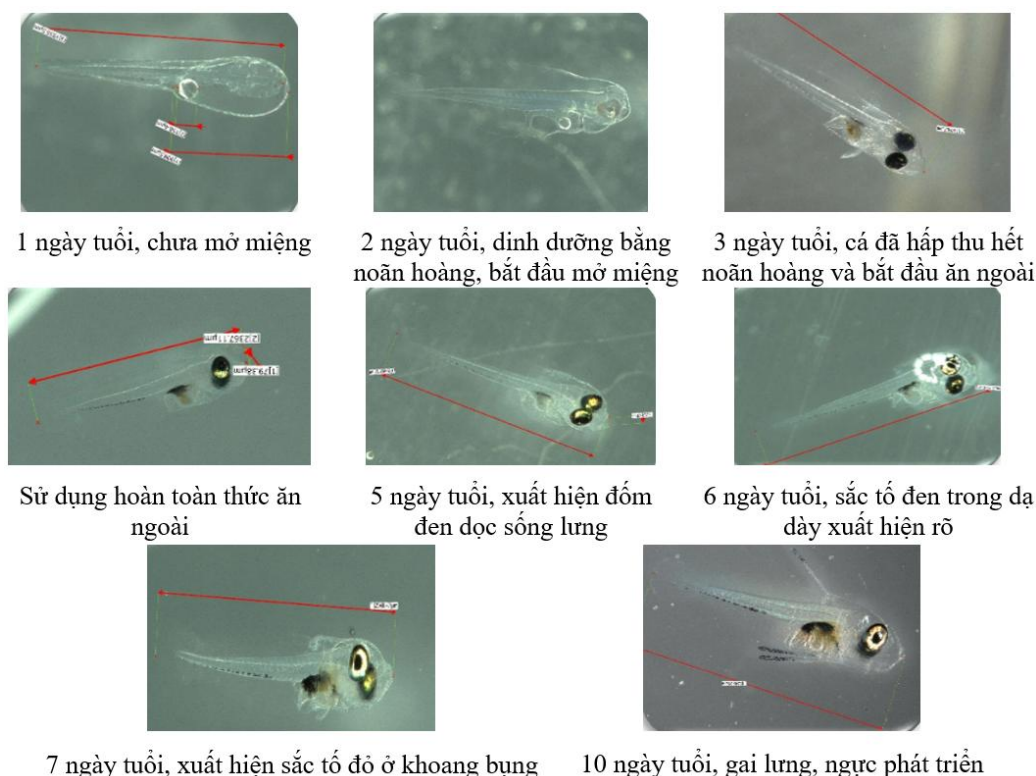


Hình 3.11. Tỷ lệ sống của cá được ương với các khoảng thời gian cho ăn khác nhau

Ghi chú: FD 3-6, FD 3-8, FD 3-10 - thời gian cho ăn tương ứng từ ngày 3-6, 3-8 và 3-10. Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.3.2.3. Đặc điểm hình thái ngoài của ấu trùng cá song da báo

Ngày 1: ấu trùng chưa mở miệng, phụ thuộc noãn hoàng. Ngày 2: bắt đầu mở miệng, giai đoạn chuyển tiếp từ dinh dưỡng nội sinh sang ngoại sinh. Ngày 3: noãn hoàng hấp thụ hoàn toàn, ăn chủ động, miệng phát triển đầy đủ (250–350 μ m). Ngày 5: đốm sắc tố đen xuất hiện dọc sống lưng. Ngày 6: sắc tố đen trong dạ dày rõ ràng. Ngày 7: sắc tố đỏ xuất hiện trong khoang bụng. Ngày 10: gai lưng và gai ngực phát triển rõ ràng. Giai đoạn ngày 3–10 là quan trọng khi ấu trùng chuyển sang dinh dưỡng ngoại sinh, đòi hỏi cung cấp thức ăn phù hợp về kích cỡ và dinh dưỡng.



Hình 3.12. Hình thái ngoài của ấu trùng cá song da báo giai đoạn 1 – 10 ngày tuổi

3.3.3. Ảnh hưởng của mật độ lên kết quả ương cá song da báo

3.3.3.1. Ảnh hưởng của mật độ ương lên sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá

Mật độ ương có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Mật độ 10 con/L cho chiều dài cao nhất (16,37 mm), tốc độ sinh trưởng 0,48 mm/ngày và 7,20 %/ngày, cao hơn mật độ 30 con/L (14,23 mm, 0,41 mm/ngày và 6,73 %/ngày) ($p < 0,05$). Mật độ 20 con/L cho kết quả trung gian (15,33 mm, 0,45 mm/ngày và 7,98 %/ngày), không khác biệt với hai nghiệm thức còn lại ($p > 0,05$).

Bảng 3.1. Sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá được ương ở các mật độ khác nhau

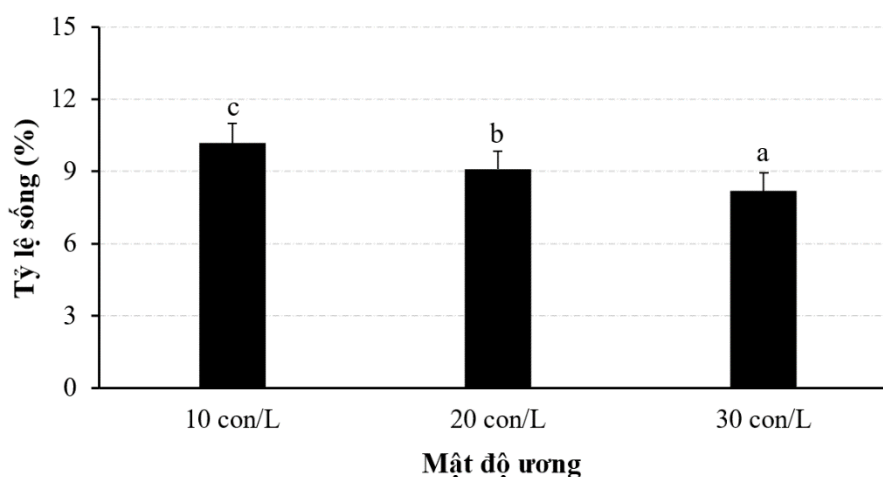
Chỉ tiêu	Mật độ ương (con/L)		
	10	20	30
L_0 (mm)	$1,89 \pm 0,07$	$1,89 \pm 0,07$	$1,89 \pm 0,07$
L_t (mm)	$16,37 \pm 0,34^a$	$15,35 \pm 0,35^{ab}$	$14,23 \pm 0,30^b$
DLG (mm/ngày)	$0,48 \pm 0,01^b$	$0,45 \pm 0,01^{ab}$	$0,41 \pm 0,01^a$
SGR _L (%/ngày)	$7,20 \pm 0,07^b$	$7,98 \pm 0,08^{ab}$	$6,73 \pm 0,07^a$
CV _L (%)	$3,54 \pm 0,48^a$	$5,39 \pm 0,41^b$	$6,43 \pm 0,42^b$
Tỷ lệ dị hình (%)	$1,64 \pm 0,29$	$2,44 \pm 0,31$	$2,63 \pm 0,32$

Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

Hệ số phân đàn tăng theo mật độ, thấp nhất ở 10 con/L ($3,54 \pm 0,48\%$), cao hơn ở 20 và 30 con/L ($5,39 \pm 0,41\%$ và $6,43 \pm 0,42\%$) ($p < 0,05$). Tỷ lệ dị hình không khác biệt giữa các nghiệm thức (1,11–2,44%).

3.3.3.2. Ảnh hưởng của mật độ ương lên tỷ lệ sống của cá

Mật độ ương có ảnh hưởng có ý nghĩa đến tỷ lệ sống ($p < 0,05$). Mật độ 10 con/L cho tỷ lệ sống cao nhất ($13,06 \pm 0,60\%$), tiếp theo là 20 con/L ($10,23 \pm 0,41\%$) và thấp nhất ở 30 con/L ($8,27 \pm 0,49\%$) ($p < 0,05$). Kết quả cho thấy mật độ 10 con/L là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, hệ số phân đàn thấp và tỷ lệ sống cao. Mật độ 20 con/L có thể chấp nhận được về mặt kinh tế khi cần tăng sản lượng.



Hình 3.13. Tỷ lệ sống của cá được ương với các mật độ khác nhau

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.3.4. Ảnh hưởng của chu kỳ quang lên kết quả ương cá song da báo

3.3.4.1. Ảnh hưởng của chu kỳ quang lên sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá

Chu kỳ quang có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng sau 30 ngày ($p < 0,05$). Nghiệm thức 18L:6D cho chiều dài cao nhất ($16,54 \pm 0,38$ mm) và tốc độ sinh trưởng tốt nhất, cao hơn 6L:18D ($13,14 \pm 0,28$ mm - thấp nhất) và 24L:0D ($14,39 \pm 0,55$ mm) ($p < 0,05$). Hệ số phân đàn thấp nhất ở 6L:18D ($3,61 \pm 0,33\%$), cao hơn ở 12L:12D ($6,01 \pm 0,46\%$) và 24L:0D ($6,24 \pm 0,40\%$) ($p < 0,05$), trong khi 18L:6D cho kết quả trung gian ($p > 0,05$).

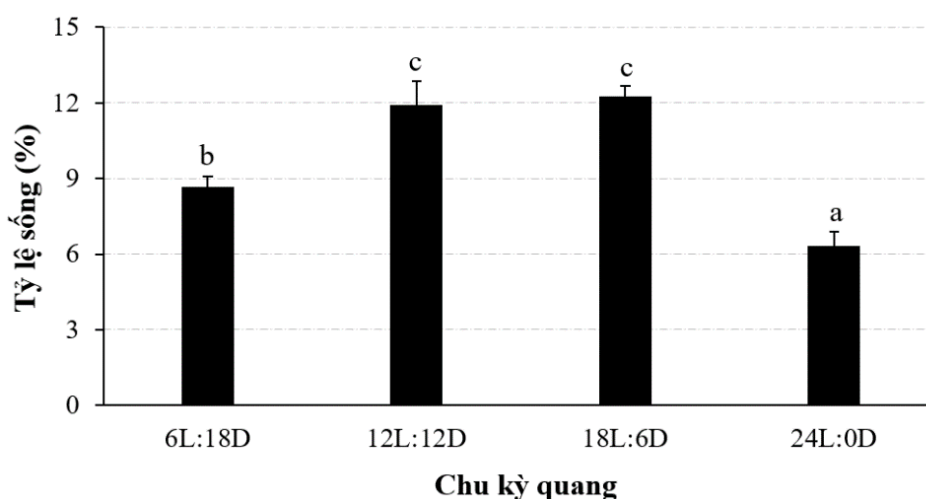
Bảng 3.11. Sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá được ương ở các chu kỳ quang khác nhau

Chỉ tiêu	Chế độ chiếu sáng			
	6L:18D	12L:12D	18L:6D	24L:0D
L_0 (mm)	$1,96 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,07$
L_t (mm)	$13,14 \pm 0,28^a$	$15,47 \pm 0,37^{bc}$	$16,54 \pm 0,38^c$	$14,39 \pm 0,55^{ab}$
DLG (mm/ngày)	$0,37 \pm 0,01^a$	$0,45 \pm 0,01^{bc}$	$0,49 \pm 0,02^c$	$0,42 \pm 0,02^{ab}$
SGR(%/ngày)	$6,34 \pm 0,07^a$	$6,88 \pm 0,08^{bc}$	$7,11 \pm 0,08^c$	$6,64 \pm 0,13^b$
CV_L (%)	$3,61 \pm 0,33^a$	$6,01 \pm 0,46^b$	$4,71 \pm 0,76^{ab}$	$6,24 \pm 0,40^b$
Tỷ lệ dị hình (%)	$8,79 \pm 0,81^b$	$3,31 \pm 0,41^a$	$4,78 \pm 0,68^a$	$7,50 \pm 0,39^b$

Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.3.4.2. Ảnh hưởng của chu kỳ quang lên tỷ lệ sống của cá

Tỷ lệ dị hình khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$), cao nhất ở 6L:18D ($8,79 \pm 0,81\%$) và thấp nhất ở 12L:12D ($3,31 \pm 0,41\%$). Nghiệm thức 18L:6D ($4,78 \pm 0,68\%$) không khác biệt với 12L:12D, và 24L:0D ($7,50 \pm 0,39\%$) không khác biệt với 6L:18D ($p > 0,05$). Chế độ 18L:6D hoặc 12L:12D phù hợp cho ương cá song da báo.



Hình 3.14. Tỷ lệ sống của cá được ương với các chu kỳ quang khác nhau

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

Kết quả cho thấy chế độ 18L:6D hoặc 12L:12D là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, tỷ lệ sống cao và tỷ lệ dị hình thấp. Chế độ 18L:6D có thể ưu tiên hơn do sinh trưởng tốt nhất, trong khi 12L:12D dễ áp dụng trong thực tiễn sản xuất.

3.3.5. Ảnh hưởng của chất kích thích miễn dịch bổ sung lên kết quả ương cá song da báo

3.3.5.1. Ảnh hưởng của chất kích thích miễn dịch lên sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá

Các chất kích thích miễn dịch có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Nghiệm thức Bio-MosTM + IgY cho chiều dài cao nhất ($17,13 \pm 0,43$ mm), tốc độ sinh trưởng $0,51 \pm 0,01$ mm/ngày và $7,21 \pm 0,08\%$ /ngày, cao hơn đối chứng ($13,57 \pm 0,45$ mm, $0,39 \pm 0,02$ mm/ngày và $6,43 \pm 0,11\%$ /ngày) và Bio-MosTM ($14,63 \pm 0,97$ mm, $0,42 \pm 0,03$ mm/ngày và $6,67 \pm 0,22\%$ /ngày) ($p < 0,05$). Nghiệm thức IgY ($16,26 \pm 0,35$ mm, $0,48 \pm 0,01$ mm/ngày và $7,04 \pm 0,07\%$ /ngày) không khác biệt với Bio-MosTM và Bio-MosTM + IgY ($p > 0,05$).

Bảng 3.12. Sinh trưởng và tỷ lệ dị hình của cá được ương với các chất kích thích miễn dịch bổ sung khác nhau

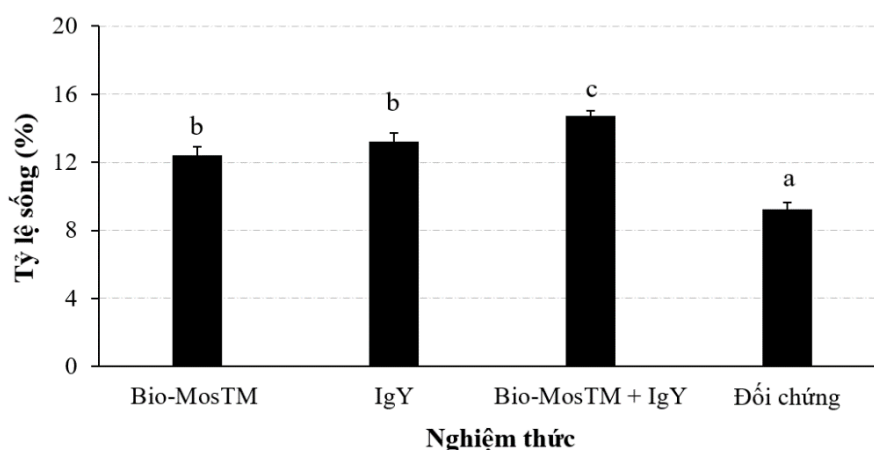
Chỉ tiêu	Nghiệm thức			
	Bio-Mos TM	IgY	Bio-Mos TM + IgY	Đối chứng
L₀ (mm)	$1,97 \pm 0,05$	$1,97 \pm 0,05$	$1,97 \pm 0,05$	$1,97 \pm 0,05$
L_t (mm)	$14,63 \pm 0,97^{ab}$	$16,26 \pm 0,35^{bc}$	$17,13 \pm 0,43^c$	$13,57 \pm 0,45^a$
DLG (mm/ngày)	$0,42 \pm 0,03^{ab}$	$0,48 \pm 0,01^{bc}$	$0,51 \pm 0,01^c$	$0,39 \pm 0,02^a$
SGR_L (%/ngày)	$6,67 \pm 0,22^{ab}$	$7,04 \pm 0,07^{bc}$	$7,21 \pm 0,08^c$	$6,43 \pm 0,11^a$
CV_L (%)	$4,74 \pm 0,26^a$	$4,00 \pm 0,19^a$	$3,66 \pm 0,35^a$	$6,50 \pm 0,46^b$
Tỷ lệ dị hình (%)	$3,92 \pm 0,08^b$	$2,78 \pm 0,35^a$	$2,21 \pm 0,21^a$	$5,30 \pm 0,46^b$

Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

Hệ số phân đàn thấp nhất ở Bio-MosTM + IgY ($3,66 \pm 0,35\%$), cao nhất ở đối chứng ($6,50 \pm 0,46\%$) ($p < 0,05$). Nghiệm thức IgY và Bio-MosTM đơn lẻ không khác biệt với Bio-MosTM + IgY ($p > 0,05$).

3.3.5.2. Ảnh hưởng của chất kích thích miễn dịch bổ sung lên tỷ lệ sống của cá

Các chất kích thích miễn dịch có ảnh hưởng có ý nghĩa đến tỷ lệ sống ($p < 0,05$). Nghiệm thức Bio-MosTM + IgY cho tỷ lệ sống cao nhất ($14,74 \pm 0,27\%$), cao hơn đối chứng ($9,26 \pm 0,40\%$) ($p < 0,05$). Nghiệm thức IgY ($13,23 \pm 0,49\%$) và Bio-MosTM ($12,43 \pm 0,46\%$) không khác biệt nhau ($p > 0,05$), nhưng thấp hơn nghiệm thức kết hợp và cao hơn đối chứng ($p < 0,05$).



Hình 3.15. Tỷ lệ sống của cá được ương với các chất kích thích miễn dịch bổ sung

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

Kết quả cho thấy bổ sung Bio-Mos™ + IgY là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, hệ số CV thấp và tỷ lệ sống cao. Nghiệm thức IgY đơn độc có thể chấp nhận được về mặt kinh tế.

3.4. Ương nuôi cá song da báo từ giai đoạn cá hương lên cá giống

3.4.1. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên kết quả ương nuôi cá song da báo

3.4.1.1. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên sinh trưởng của cá

Loại thức ăn có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Sau 30 ngày, nghiệm thức 50% Copepoda + 50% TACN cho chiều dài cao nhất ($41,90 \pm 0,27$ mm), cao hơn 100% TACN ($p < 0,05$). Nghiệm thức 100% Artemia, 100% Copepoda và 50% Artemia + 50% TACN cho kết quả trung gian, không khác biệt với 100% TACN và 50% Copepoda + 50% TACN ($p > 0,05$). Tốc độ sinh trưởng đặc trưng (SGR) cao nhất ở 100% Copepoda và 50% Copepoda + 50% TACN ($p < 0,05$).

Bảng 3.13. Sinh trưởng của cá được ương với các loại thức ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Loại thức ăn				
	Artemia	Copepoda	TACN	Artemia + TACN	Copepoda + TACN
L₀ (mm)	$20,91 \pm 1,19$	$20,91 \pm 1,19$	$20,91 \pm 1,19$	$20,91 \pm 1,19$	$20,91 \pm 1,19$
L_t (mm)	$40,40 \pm 0,55^{ab}$	$40,49 \pm 0,45^{ab}$	$39,66 \pm 0,62^a$	$40,66 \pm 0,10^{ab}$	$41,90 \pm 0,27^b$
SGR_L (%/ngày)	$2,10 \pm 0,05^a$	$2,20 \pm 0,04^b$	$2,13 \pm 0,05^a$	$2,16 \pm 0,06^a$	$2,24 \pm 0,02^b$

Ghi chú: Artemia (nauplii Artemia), TACN (NRD - INVE). Tỷ lệ kết hợp thức ăn sống và TACN là 50% mỗi loại tính theo khối lượng khô. Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.4.1.2. Ảnh hưởng của các loại thức ăn lên tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá

Loại thức ăn có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống ($p < 0,05$). Nghiệm thức 100% TACN cho tỷ lệ sống thấp nhất (22,27%), thấp hơn các nghiệm thức có thức ăn tươi sống (57,47–68,60%) ($p < 0,05$). Các nghiệm thức có thức ăn tươi sống không khác biệt nhau ($p > 0,05$).

Hệ số phân đàn dao động 3,14–4,76%, thấp nhất ở 100% Artemia và 100% Copepoda, cao hơn các nghiệm thức khác ($p < 0,05$). Tỷ lệ dị hình dao động $1,00 \pm 0,12\%$ đến $1,44 \pm 0,51\%$, không khác biệt giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$), đều nằm trong giới hạn cho phép ($< 10\%$) theo TCVN 10462:2014.

Kết hợp thức ăn sống (Copepoda hoặc Artemia) với TACN theo tỷ lệ 50:50 là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, tỷ lệ sống cao, hệ số phân đàn thấp và tính khả thi kinh tế.

Bảng 3.14. Tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá được ương với các loại thức ăn thức nhau

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

Ghi chú: Artemia (nauplii Artemia), TACN (NRD - INVE). Tỷ lệ kết hợp thức ăn sống và TACN là 50% mỗi loại tính theo khối lượng khô. Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.4.2. Ảnh hưởng của mật độ lên kết quả ương nuôi cá song da báo

3.4.2.1. Ảnh hưởng của mật độ ương nuôi lên sinh trưởng của cá

Mật độ có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Sau 30 ngày, nghiệm thức 1.000 con/m³ cho chiều dài cao nhất ($41,09 \pm 0,36$ mm) và SGR cao nhất ($2,25 \pm 0,03\%/ngày$), không khác biệt với 500 con/m³ ($40,04 \pm 0,31$ mm và $2,17 \pm 0,03\%/ngày$) ($p > 0,05$). Nghiệm thức 1.500 và 2.000 con/m³ cho chiều dài ($37,32 \pm 0,96$ mm và $37,59 \pm 0,68$ mm) và SGR ($1,93 \pm 0,08\%/ngày$ và $1,96 \pm 0,06\%/ngày$) thấp hơn 500 và 1.000 con/m³ ($p < 0,05$).

Bảng 3.2. Sinh trưởng của cá được ương ở các mật độ khác nhau

Chỉ tiêu	Mật độ ương (con/m ³)			
	500	1.000	1.500	2.000
L₀ (mm)	$20,91 \pm 1,31$	$20,91 \pm 1,31$	$20,91 \pm 1,31$	$20,91 \pm 1,31$
L_t (mm)	$40,04 \pm 0,31^b$	$41,09 \pm 0,36^b$	$37,32 \pm 0,96^a$	$37,59 \pm 0,68^a$
SGR_L (%/ngày)	$2,17 \pm 0,03^b$	$2,25 \pm 0,03^b$	$1,93 \pm 0,08^a$	$1,96 \pm 0,06^a$

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.4.2.2. Ảnh hưởng của mật độ ương nuôi lên tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá

Tỷ lệ sống cao nhất ở 500 và 1.000 con/m³ ($71,2 \pm 4,1\%$ và $72,1 \pm 2,1\%$, $p > 0,05$), giảm mạnh ở 1.500 con/m³ ($38,9 \pm 1,7\%$) và thấp nhất ở 2.000 con/m³ ($22,1 \pm 4,5\%$) ($p < 0,05$). Hệ số phân đàn thấp ở 500 và 1.000 con/m³ ($4,1 \pm 0,54\%$ và $4,8 \pm 1,05\%$, $p > 0,05$), tăng ở 1.500 và 2.000 con/m³ ($8,4 \pm 1,4\%$ và $8,7 \pm 1,7\%$) ($p < 0,05$). Tỷ lệ dị hình thấp ở 500 và 1.000 con/m³ ($1,0 \pm 0,33\%$ và $1,0 \pm 0,3\%$, $p > 0,05$), tăng ở 1.500 và 2.000 con/m³ ($1,7 \pm 0,6\%$ và $1,9 \pm 0,2\%$) ($p < 0,05$).

Kết quả cho thấy mật độ 500–1.000 con/m³ là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, tỷ lệ sống cao, hệ số phân đàn thấp và tỷ lệ dị hình thấp. Mật độ 1.000 con/m³ có thể ưu tiên hơn về mặt kinh tế.

Bảng 3.3. Tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá ở các mật độ ương khác nhau

Chỉ tiêu	Mật độ ương (con/m ³)			
	500	1.000	1.500	2.000
Tỷ lệ sống (%)	$71,2 \pm 4,10^a$	$72,10 \pm 2,11^a$	$38,91 \pm 1,72^b$	$22,11 \pm 4,52^b$
Hệ số phân đàn (%)	$4,10 \pm 0,54^a$	$4,82 \pm 1,05^a$	$8,41 \pm 1,42^b$	$8,7 \pm 1,74^b$
Tỷ lệ dị hình (%)	$1,00 \pm 0,33^a$	$1,02 \pm 0,32^a$	$1,72 \pm 0,61^b$	$1,92 \pm 0,21^b$

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.4.3. Ảnh hưởng của khẩu phần cho ăn lên kết quả ương nuôi cá song da báo

3.4.3.1. Ảnh hưởng của khẩu phần cho ăn lên sinh trưởng của cá

Khẩu phần có ảnh hưởng đến sinh trưởng ($p < 0,05$). Nghiệm thức 5%BW/ngày cho kết quả tốt nhất: chiều dài 41,10 mm, khối lượng 3,43 g, DLG 0,64 mm/ngày, DWG 0,11 g/ngày, SGRL 2,09%/ngày và SGRW 14,44%/ngày, cao hơn các nghiệm thức 8%, 10% và 13%BW ($p < 0,05$). Các nghiệm thức 8%, 10% và 13%BW không khác biệt nhau ($p > 0,05$).

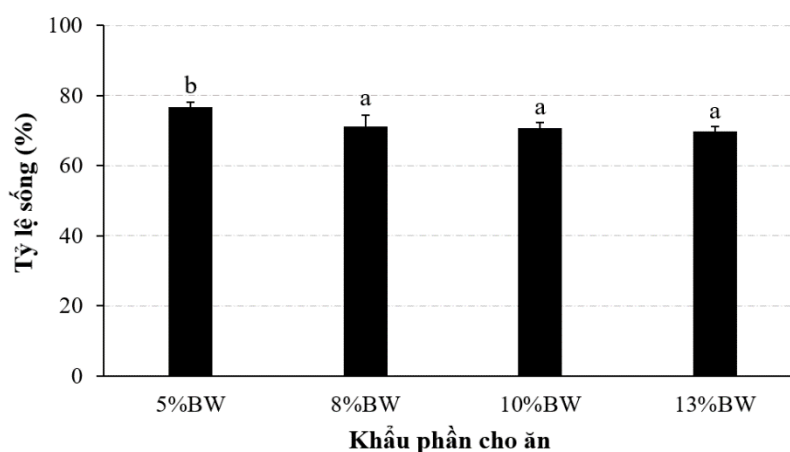
Bảng 3.4. Sinh trưởng của cá được ương ở các khẩu phần cho ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Khẩu phần cho ăn (%BW)			
	5	8	10	13
L₀ (mm)	21,85 ± 1,33	21,91 ± 1,37	21,94 ± 1,28	21,96 ± 1,46
L_t (mm)	41,10 ± 0,97 ^b	40,78 ± 0,24 ^b	39,72 ± 0,62 ^a	38,91 ± 0,37 ^a
DLG (mm/ngày)	0,64 ± 0,03 ^b	0,63 ± 0,01 ^b	0,59 ± 0,02 ^a	0,57 ± 0,01 ^a
SGR_L (%/ngày)	2,09 ± 0,08 ^b	2,06 ± 0,02 ^b	1,97 ± 0,05 ^a	1,91 ± 0,03 ^a
W₀ (g)	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01
BW_t (g)	3,43 ± 0,08 ^b	3,02 ± 0,48 ^b	2,88 ± 0,19 ^a	2,64 ± 0,03 ^a
DWG (g/ngày)	0,11 ± 0,01 ^b	0,10 ± 0,02 ^{ab}	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,09 ± 0,01 ^a
SGR_w (%/ngày)	14,44 ± 0,08 ^b	14,00 ± 0,55 ^b	13,93 ± 0,01 ^a	13,57 ± 0,04 ^a

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE ($n = 3$).

3.4.3.2. Ảnh hưởng của khẩu phần cho ăn lên tỷ lệ sống, hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá

Khẩu phần có ảnh hưởng có ý nghĩa đến tỷ lệ sống ($p < 0,05$). Nghiệm thức 5%BW cho tỷ lệ sống cao nhất (77%), cao hơn 8%, 10% và 13%BW (70–71%) ($p < 0,05$).

**Hình 3.16. Tỷ lệ sống của cá được ương ở các khẩu phần cho ăn khác nhau**

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE ($n = 3$).

Hệ số phân đàn thấp nhất ở 8% và 10%BW (5,57% và 6,65%), thấp hơn 5% và 13%BW (9,72% và 9,29%) ($p < 0,05$). Tỷ lệ dị hình không khác biệt giữa các nghiệm thức (1,33–2,33%) ($p > 0,05$).

Bảng 3.18. Hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá được ương ở các khẩu phần cho ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Khẩu phần cho ăn (%)			
	5	8	10	13
Hệ số phân đàn (%)	9,72 ± 6,86 ^b	5,57 ± 1,05 ^a	6,65 ± 1,01 ^a	9,29 ± 1,46 ^b
Tỷ lệ dị hình (%)	1,33 ± 0,33 ^a	1,88 ± 0,38 ^a	1,56 ± 0,38 ^a	2,33 ± 0,58 ^a

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE ($n = 3$).

Kết quả cho thấy khẩu phần 5%BW tối ưu cho sinh trưởng và tỷ lệ sống, trong khi 8%BW tốt hơn cho giảm phân đàn. Lựa chọn tùy mục tiêu: ưu tiên sinh trưởng/tỷ lệ sống dùng 5%BW, ưu tiên giảm phân đàn dùng 8%BW.

3.4.4. Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên kết quả ương nuôi cá song da báo

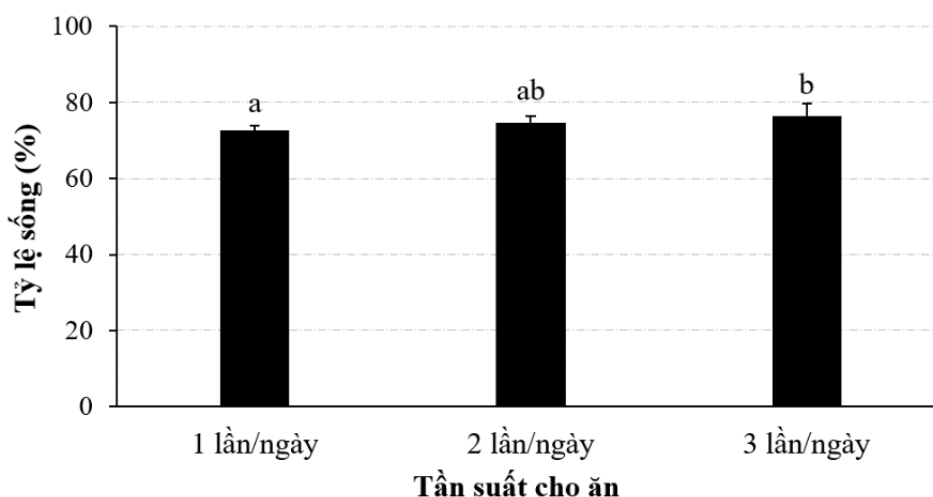
3.4.4.1. Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên sinh trưởng của cá

Tần suất cho ăn có ảnh hưởng có ý nghĩa đến sinh trưởng và tỷ lệ sống ($p < 0,05$). Nghiệm thức 3 lần/ngày cho kết quả tốt nhất: chiều dài $47,20 \pm 1,36$ mm, khối lượng $3,54 \pm 0,29$ g và tỷ lệ sống cao nhất, cao hơn 1 lần/ngày ($p < 0,05$). Nghiệm thức 2 lần/ngày cho kết quả trung gian, không khác biệt với 1 lần/ngày và 3 lần/ngày ($p > 0,05$).

Bảng 3.19. Sinh trưởng của cá được ương ở các tần suất cho ăn khác nhau

Chỉ tiêu	Tần suất cho ăn (lần/ngày)		
	1	2	3
L₀ (mm)	$21,42 \pm 1,01^a$	$21,35 \pm 1,15^a$	$21,54 \pm 1,18^a$
L_t (mm)	$40,12 \pm 0,88^a$	$42,24 \pm 0,17^a$	$47,20 \pm 1,36^b$
SGR_L (%/ngày)	$2,04 \pm 0,07^a$	$2,22 \pm 0,01^b$	$2,60 \pm 0,10^c$
W₀ (g)	$0,06 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,02$
W_t (g)	$2,79 \pm 0,13^a$	$3,20 \pm 0,63^{ab}$	$3,54 \pm 0,29^b$
SGR_w (%/ngày)	$13,76 \pm 0,16^a$	$14,16 \pm 0,69^a$	$14,55 \pm 0,27^a$

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).



Hình 3.17. Tỷ lệ sống của cá được ương ở các tần suất cho ăn khác nhau

Các cột mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean $\pm$ SE ($n = 3$).

3.4.4.2. Ảnh hưởng của tần suất cho ăn lên hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá

Tần suất có ảnh hưởng có ý nghĩa đến hệ số phân đàn ($p < 0,05$). Nghiệm thức 2 và 3 lần/ngày cho hệ số phân đàn thấp ($7,98 \pm 0,26\%$), thấp hơn 1 lần/ngày ($p < 0,05$), không khác biệt nhau ($p > 0,05$). Tỷ lệ dị hình không khác biệt giữa các nghiệm thức (1,00–1,22%) ($p > 0,05$).

Bảng 3.20. Hệ số phân đàn và tỷ lệ dị hình của cá được ương ở các tần suất cho ăn

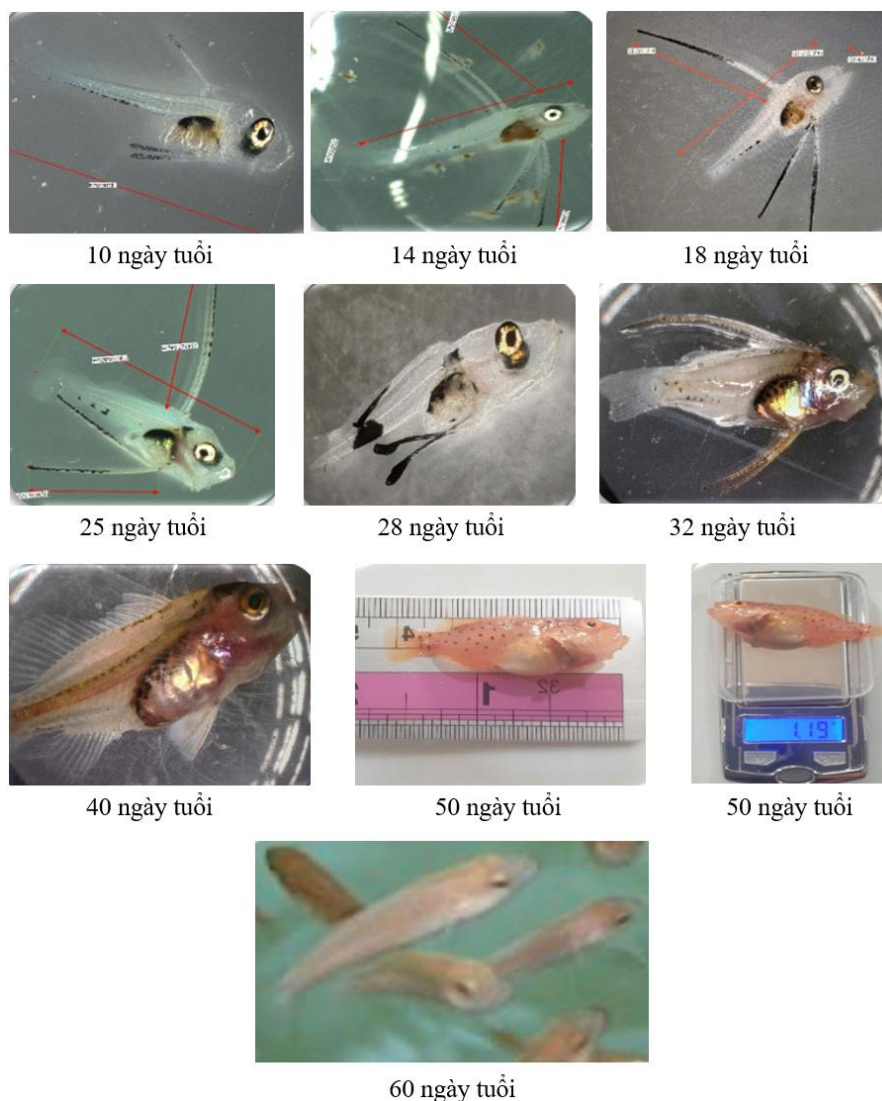
Chỉ tiêu	Tần suất cho ăn (lần/ngày)		
	1	2	3
Hệ số phân đàn (%)	8,60 ± 0,63 ^b	6,82 ± 1,53 ^a	7,98 ± 0,26 ^a
Tỷ lệ dị hình (%)	1,22 ± 0,51 ^a	1,16 ± 0,19 ^a	1,00 ± 0,33 ^a

Ghi chú: Trong cùng hàng, các giá trị mang các chữ cái khác nhau (a, b, c...) thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dữ liệu được trình bày dưới dạng Mean ± SE (n = 3).

Tần suất 3 lần/ngày là tối ưu, cân bằng giữa sinh trưởng cao, tỷ lệ sống cao và hệ số phân đàn thấp. Tần suất 2 lần/ngày có thể chấp nhận được về mặt kinh tế.

3.4.4.3. Các đặc điểm hình thái của cá song da báo giai đoạn giống

Cá hương sớm (10–18 ngày): 10 ngày - gai lưng và gai ngực bắt đầu hình thành; 14 ngày - gai ngực phát triển dài, chuyển sang ăn Artemia; 18 ngày - gai lưng và gai bụng phát triển mạnh. Cá hương muộn (25–32 ngày): 25 ngày - chấm đen xuất hiện ở đầu; 28 ngày - sắc tố chuyển từ trắng sang đỏ ở bụng và đầu; 32 ngày - gai dần ngắn lại. Cá giống (40–60 ngày): 40 ngày - rụng gai hoàn toàn, chuyển sang sắc tố đỏ; 50 ngày - sắc tố đỏ toàn thân với chấm đỏ và xanh, khối lượng 1,19 g; 60 ngày - chiều dài 40 mm, hoàn thiện hình thái và sinh lý.



Hình 3.18. Đặc điểm hình thái ngoài của cá song da báo từ 10 đến 60 ngày tuổi

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã làm rõ đặc điểm sinh học sinh sản và xây dựng được quy trình sinh sản nhân tạo cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt tại Việt Nam, bao gồm các kết quả chính sau:

Về đặc điểm sinh học sinh sản: Tuyển sinh dục cá song da báo phát triển qua 5 giai đoạn với 73,3% cá cái, 19,2% cá đực và 7,5% lưỡng tính trong quần đàn nuôi. Mùa vụ sinh sản tập trung từ tháng 3 đến tháng 6, đạt đỉnh vào tháng 4-5 với hệ số thành thực cao nhất 8,3% (tháng 4) và thấp nhất 1,8% (tháng 12). Sức sinh sản tương quan thuận với khối lượng cơ thể, trung bình 752.631,58 trứng/cá thể.

Về kỹ thuật nuôi vỗ thành thực: Bổ sung DHA Selco 2% vào thức ăn kết hợp với tiêm GnRHa liều 50 $\mu\text{g/kg}$ đã thúc đẩy quá trình thành thực sớm hơn 4 tháng (từ tháng 11 thay vì tháng 3), nâng cao chất lượng sản phẩm sinh dục và tỷ lệ đẻ của cá bố mẹ. Kích thích sinh sản bằng HCG cho tỷ lệ cá đẻ đạt 83,3%, với chất lượng trứng tốt (tỷ lệ thụ tinh 85-90%, tỷ lệ nở 80-85%).

Về ương nuôi cá bột lên cá hương: Công thức thức ăn tối ưu cho ấu trùng từ 3-8 ngày tuổi là hỗn hợp luân trùng + nauplii Copepoda, giúp tối ưu hóa thời điểm cho ăn ban đầu và nâng cao tỷ lệ sống. Làm giàu luân trùng và nauplii Copepoda bằng Bio-Mos™ + IgY từ ngày 3-10 sau nở đã cải thiện tốc độ sinh trưởng, giảm tỷ lệ phân đàn và tăng tỷ lệ sống so với đối chứng. Điều kiện tối ưu là mật độ 10 con/L, chế độ chiếu sáng 18L:6D (18 giờ sáng : 6 giờ tối). Kết hợp thức ăn sống (luân trùng, nauplii Artemia) được làm giàu với DHA Selco đã làm tăng tỷ lệ sống 15-20% và giảm tỷ lệ phân đàn 10-12% so với không làm giàu.

Về ương nuôi giai đoạn cá hương - cá giống: Kết hợp thức ăn công nghiệp với thức ăn tự nhiên (nauplii Artemia hoặc Copepoda) cho kết quả sinh trưởng và tỷ lệ sống tốt hơn so với chỉ sử dụng một loại thức ăn. Mật độ ương nuôi tối ưu là 500-1.000 con/m³; mật độ cao hơn làm giảm tỷ lệ sống và tăng tỷ lệ phân đàn. Khẩu phần ăn 5% trọng lượng cơ thể/ngày với tần suất 2-3 lần/ngày đạt hiệu quả cao nhất về sinh trưởng (tốc độ tăng trưởng đặc trưng 8,5-9,2%/ngày), tỷ lệ sống (35-40% đến 45 ngày tuổi), đồng thời giảm tỷ lệ phân đàn (< 25%) và dị hình (< 5%).

Đây là nghiên cứu đầu tiên tại Việt Nam thiết lập được quy trình từ nuôi vỗ thành thực, sinh sản nhân tạo đến sản xuất cá giống cá song da báo (*Plectropomus leopardus*), góp phần quan trọng vào việc phát triển nghề nuôi loài cá có giá trị kinh tế cao này.

4.2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản của cá song da báo với lượng mẫu lớn hơn, thời gian quan sát dài hơn, chỉ tiêu đánh giá sâu hơn từ đó góp phần làm chủ hoàn toàn công nghệ sản xuất giống nhân tạo loài cá này.

Mở rộng phạm vi, mức nghiên cứu xuất phát từ hạn chế của thiết kế thí nghiệm trong nghiên cứu này, đặc biệt là phần ương cá bột lên cá giống. Đồng thời, phân tích sâu hơn các chỉ tiêu đánh giá kết quả nghiên cứu như thành phần sinh hóa, enzyme tiêu hóa, các chỉ tiêu sức khỏe, khả năng chịu sốc môi trường... để hiểu sâu hơn tác động của các yếu tố nghiên cứu lên cá song da báo.

Nghiên cứu các yếu tố kỹ thuật và kinh tế nhằm hoàn thiện quy trình sản xuất giống nhân tạo cá song da báo, ứng dụng hiệu quả vào thực tiễn sản xuất.

TÓM TẮT NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Đề tài luận án: Nghiên cứu đặc điểm sinh học sinh sản và thử nghiệm sinh sản nhân tạo cá song da báo (*Plectropomus leopardus* Lacepède, 1802).

Ngành: Nuôi trồng Thủy sản

Mã số: 9620301

Nghiên cứu sinh: Nguyễn Anh Hiếu

Khóa: 2021 - 2024

Người hướng dẫn: 1. GS. TS. Phạm Quốc Hùng
2. PGS. TS. Nguyễn Hữu Ninh

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Nha Trang

Nội dung:

Luận án có bốn đóng góp mới về mặt khoa học và thực tiễn trong lĩnh vực sản xuất giống cá song da báo (*Plectropomus leopardus*), cụ thể:

Thứ nhất, làm rõ đặc điểm sinh học sinh sản của cá song da báo trong điều kiện nuôi nhốt: Tuyến sinh dục đực và cái phát triển qua 5 giai đoạn với tỷ lệ cá cái chiếm ưu thế (73,3%) và 7,5% cá thể lưỡng tính. Mùa vụ sinh sản chính từ tháng 4-5 với hệ số thành thực cao nhất vào tháng 4 (8,3%). Sức sinh sản tỷ lệ thuận với khối lượng cơ thể.

Thứ hai, xác định được giải pháp nâng cao chất lượng thành thực của cá bố mẹ: Bổ sung DHA Selco 2% vào thức ăn cá biển tươi nâng cao tỷ lệ thành thực (70%), tỷ lệ thụ tinh (87,93%) và tỷ lệ nở (77,03%); sử dụng GnRHa 50 µg/kg kích thích cá thành thực sớm hơn bốn tháng so với chu kỳ tự nhiên, đạt tỷ lệ đẻ 100%.

Thứ ba, xác định được các yếu tố thích hợp cho ương cá bột lên cá hương: Công thức thức ăn sống là luân trùng (*Branchionus rotundiformis*) + nauplii Copepoda từ ngày 3-8 sau nở; mật độ ương 10 con/L; chế độ chiếu sáng 6 giờ sáng : 18 giờ tối; bổ sung Bio-Mos™ + IgY vào thức ăn sống từ ngày 3-10 thúc đẩy sinh trưởng và tỷ lệ sống.

Thứ tư, xác định được các thông số kỹ thuật thích hợp cho ương cá hương lên cá giống: Kết hợp thức ăn công nghiệp với thức ăn tự nhiên (*Artemia* hoặc Copepoda) cho sinh trưởng và tỷ lệ sống cao hơn sử dụng riêng lẻ; mật độ ương 500-1.000 con/m³, vượt quá làm giảm tỷ lệ sống và tăng phân đàn; khẩu phần 5% khối lượng thân với tần suất 2-3 lần/ngày đạt hiệu quả cao nhất về sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sử dụng thức ăn.

Các kết quả trên là những đóng góp mới, lần đầu công bố tại Việt Nam, cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn quan trọng để hoàn thiện quy trình sản xuất giống cá song da báo phục vụ phát triển nuôi thương phẩm loài cá có giá trị kinh tế cao này.

Người hướng dẫn

Nghiên cứu sinh



GS.TS. Phạm Quốc Hùng PGS.TS. Nguyễn Hữu Ninh

Nguyễn Anh Hiếu

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. **Nguyễn Anh Hiếu**, Phạm Quốc Hùng, Nguyễn Hữu Ninh, Nguyễn Văn Hùng, 2024. Ảnh hưởng của liều lượng hormone GnRHa và DHA Selco bổ sung vào thức ăn đến kích thích quá trình thành thực sớm ở cá song da báo (*Plectropomus leopardus* Laepède, 1802). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Số 21, trang 51 - 60. DOI: <https://doi.org/10.71254/erbdy984>
2. **Nguyễn Anh Hiếu**, Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Hữu Ninh, Phạm Quốc Hùng, 2024. Ảnh hưởng của khẩu phần và tần suất cho ăn đến kết quả ương giống cá song da báo *Plectropomus leopardus*. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, Số 4/2024, trang 48 – 58. <https://doi.org/10.53818/jfst.04.2024.504>
3. **Nguyễn Anh Hiếu**, Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Hữu Ninh, Phạm Quốc Hùng, 2024. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại thức ăn và mật độ ương khác nhau lên hiệu quả nuôi cá song da báo *Plectropomus leopardus* giai đoạn cá giống. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, Số 4/2024, trang 39 – 47. <https://doi.org/10.53818/jfst.04.2024.503>
- 4.